

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв
імені професора Ф. Ю. Ялпачика

«Допущено до захисту»
протокол № 272-С
від «03» червня 2025 року
Зав. кафедрою ОПХВ
д.т.н, професор
 Кирило САМОЙЧУК

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

СВО «Бакалавр»

за освітньо-професійною програмою «Комп'ютерний інжиніринг харчових і переробних
виробництв»

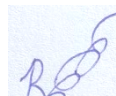
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(освітній ступінь, ОПП, спеціальність)

на тему: **Вдосконалення конструкції тістомісильної машини лінії виробництва**
сухарів в умовах м. Токмак Запорізької області

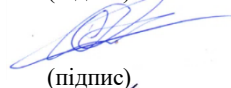
19ХВД.9683790.06.25

Виконав: студент 4 курсу, 41ГМ групи


(підпис)

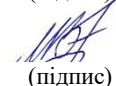
Іван ПАНОВ
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

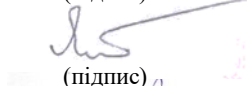
Кирило САМОЙЧУК
(прізвище та ініціали)

Консультант з ОП: к.с.-г.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

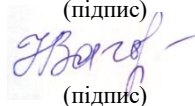
Михайло ЗОРЯ
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль: д.т.н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Володимир ЯЛПАЧИК
(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Надія ЗАГОРКО
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут або факультет механіко-технологічний
Кафедра обладнання переробних і харчових виробництв імені професора
Ф.Ю. Ялпачика

Ступінь вищої освіти Бакалавр
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ОПХВ
д.т.н., професор Кирило САМОЙЧУК
(підпис) (ініціали та прізвище)

 «28» березня 2025р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

СТУДЕНТУ Панов Іван Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення конструкції тістомісильної машини лінії виробництва
сухарів в умовах м. Токмак Запорізької області

керівник роботи д.т.н., професор Самойчук Кирило Олегович
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

затверджені наказом Ректора університету від « 21 » жовтня 2024 р. № 482-С

2. Строк подання студентом роботи « 14 » червня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи асортимент випускаємої продукції в регіоні, об'єми
випуску продукції, вид продукції, вид машини для вдосконалення

4. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства

2. Вдосконалити конструкцію машини

3. Провести розрахунок вдосконаленої машини

4. Розробити заходи з охорони праці

5. Провести економічну оцінку вдосконалення

6. Виконати графічну частину кваліфікаційної роботи

5 Перелік графічного матеріалу:

Лист 1 – Структурно-апаратна схема виробництва продукції _____

Лист 2 – Аналіз конструктивних рішень вдосконалення _____

Лист 3 – Креслення загального виду машини (вузла) до вдосконалення _____

Лист 4 – Креслення загального виду машини (вузла) після вдосконалення _____

Лист 5 – Креслення деталей _____

Лист 6* – Охорона праці _____

або Лист 6* – Економічне обґрунтування проекту _____

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав (дата)	завдання прийняв (підпис)
IV	к.т.н., доцент Зоря М.В.	31.03.2025	

6. Дата видачі завдання

31.03.2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів кваліфікаційної роботи (проекту)	Термін виконання етапів роботи чи проекту (місяць)	Відмітка керівника про виконання (засвідчується підписом)
Розділ 1. Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства	травень	
Розділ 2. Вдосконалення конструкції машини	травень	
Розділ 3. Розрахунок вдосконаленої машини	травень	
Розділ 4. Охорона праці	червень	
Розділ 5. Економічне обґрунтування проекту	червень	
Виконання графічної частини кваліфікаційної роботи	червень	
Оформлення пояснювальної записки кваліфікаційної роботи	червень	

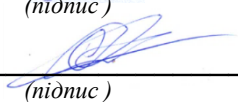
Студент


(підпис)

Іван ПАНОВ

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи


(підпис)

Кирило САМОЙЧУК

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка даного дипломного проекту на тему "Вдосконалення конструкції тістомісильної машини лінії виробництва сухарів в умовах м. Токмак Запорізької області " містить 62 сторінки друкованого тексту та складається з п'яти розділів, в яких знаходяться 5 таблиць та 14 рисунків. Графічна частина складається з 6 аркушів формату А1.

При виконанні проекту використано 32 літературні джерела, що вказані у списку літератури.

В результаті виконання проекту проведено аналіз господарської діяльності підприємства, визначено асортимент товарів та послуг, що надає підприємство.

Об'єктом дослідження в даному дипломному проекті є тістомісильна машина лінії виробництва сухарів.

Мета роботи – вдосконалення конструкції машини з метою підвищення ефективності роботи та зниження енергетичних та інших витрат при виконанні замісу тіста.

Розроблені заходи щодо охорони праці на підприємстві.

Проведено економічне обґрунтування дипломного проекту, де доведено, що модернізована машина перевищує аналог.

ТІСТО, ТІСТОМІСИЛЬНА МАШИНА, ВДОСКОНАЛЕННЯ,
РОЗРАХУНОК, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						5
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ЗМІСТ

	стор.
Вступ	8
1 Аналіз виробничої діяльності регіону розташування підприємства	9
1.1 Характеристика підприємства	9
1.2 Огляд технології виробництва продукції	11
1.3 Аналіз машин і обладнання лінії виробництва продукції та їх стисла характеристика	15
Розробка проектного завдання	18
2 Вдосконалення конструкції машини	19
2.1 Опис конструкції і принципу дії машини	19
2.2 Вимоги до класу машин	20
2.3 Пошук конструктивного рішення вдосконалення машини	21
2.4 Патентний пошук напрямку вдосконалення	23
Обґрунтування конструктивного рішення вдосконалення	26
3 Розрахунок вдосконаленої машини	27
3.1 Технологічний розрахунок параметрів машини	27
3.2 Енергетичний розрахунок машини	30
3.3 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини	34
Висновки за розділом	38
4 Охорона праці	39
4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства	39
4.2 Аналіз небезпек	40
4.3 Планування заходів з охорони праці	42
4.4 Інженерні розрахунки з охорони праці	44
Висновки за розділом	47
5 Економічне обґрунтування проекту	48
5.1 Оцінка рівня технічного удосконалення машини	48

5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого

обладнання

52

Висновки за розділом

57

Висновки за проектом

58

Список літератури

60

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						7
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

Процеси приготування тіста, його механічна обробка, вистоювання та випікання становлять основні етапи хлібопекарського виробництва, які визначають якість кінцевого продукту. Технологічне обладнання, що забезпечує ці процеси, формує єдину виробничу лінію.

Комплектація та структура тістоприготувальних агрегатів і ліній для обробки тіста, принципи функціонування та будова тістозмішувального, подільного і формувального обладнання залежать від обраної технологічної схеми виробництва, а також від властивостей перероблюваної сировини. Зазвичай машини, що мають однакову функціональну мету, але використовуються для обробки житніх або пшеничних напівфабрикатів, мають суттєві відмінності за конструкцією і характером руху основних механізмів.

У хлібозаводських виробничих лініях усе частіше застосовуються машини та апарати періодичної дії, які забезпечують гнучку адаптацію до змін у споживчому попиті й дозволяють оперативно змінювати асортимент вироблюваної продукції. Обладнання таких ліній повинне забезпечувати широкий діапазон налаштувань технологічних параметрів, оскільки значна частина сировини, що надходить на переробку, має знижені хлібопекарські властивості.

Центральне місце у виробництві хліба займають хлібопекарські печі, які є основним технологічним устаткуванням. Вони визначають не лише обсяг виробництва, але й економічну ефективність діяльності підприємства.

Розробка нових технологічних рішень у виробництві хлібобулочних виробів становить фундамент удосконалення технічної бази хлібопекарської промисловості. Це сприяє поліпшенню технічних характеристик обладнання, розширенню номенклатури машин, апаратів і вимірювальних засобів.

.

					<i>19ХВД.9683790.06.25ПЗ</i>	Аркуш
						8
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ РЕГІОНУ
РОЗТАШУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристика підприємства

Підприємство з обмеженою відповідальністю «Хліб Токмака» розташоване в північно-східному районі міста Токмак, що знаходиться в Запорізькій області. Інформація про чисельність та вікову структуру населення представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 — Демографічна характеристика та віковий розподіл населення району

Склад населення	2022	2023	2024
Загальна чисельність,чол.	406	430	428
У т.ч. працездатних	233	235	235
пенсіонерів	109	105	106
дітей	94	100	120
Робітники ТОВ	66	78	84

Під час аналізу інформації, наведеної у таблиці 1.1, можна зробити висновок, що загальна чисельність населення демонструє тенденцію до зростання, що відбувається переважно за рахунок збільшення кількості дітей. Кількість осіб працездатного віку змінюється незначно, з незначним зростанням. Крім того, середньорічна чисельність зайнятого населення також поступово зростає. Це зумовлено збільшенням обсягів виробництва у сфері рослинництва та на переробних підприємствах.

ТОВ «Хліб Токмака» розташоване в північно-східній частині міста Токмак, що належить до зони центрального посушливого степу України. Клімат цього регіону характеризується достатньою кількістю опадів, однак їх розподіл протягом року є нерівномірним. Для зони притаманні високі температури повітря, низький рівень відносної вологості, а також сильні вітри.

Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 411 мм. За нормальних умов цього обсягу було б достатньо для вирощування сільськогосподарських культур, характерних для цього регіону. Проте, суттєві відхилення кількості опадів від середніх значень викликають певні труднощі. Зокрема, дефіцит вологи у травні–червні призводить до посух, що негативно впливає на врожайність, тоді як надлишкові опади в період збирання зернових затримують жнива і зумовлюють втрати внаслідок осипання. Більшість дощів у теплу пору року мають зливовий характер, що викликає утворення кірки на ґрунті та розвиток плісняви у верхньому його шарі.

Максимальна температура повітря влітку досягає 40...45°C, а мінімальна у зимовий період опускається до –28°C. Середня глибина промерзання ґрунтового шару взимку становить приблизно 30 см. Безморозний період у середньому триває від початку квітня до середини жовтня — 160–170 днів. У зимовий час переважають вітри північно-східного напрямку, а навесні й улітку — східні та південно-східні. Швидкість вітру може досягати 10...15 м/с. Підприємство розташоване на території Приазовської височини, яка характеризується рівнинно-слабо-хвилястим рельєфом. У цьому районі переважають чорноземи — звичайні, легкоглинисті та середньосуглинкові.

ТОВ «Хліб Токмака» — прибуткове хлібопекарське підприємство, що спеціалізується на виготовленні булочних виробів і тортів. До асортименту продукції входять: батон «Особливий» (маса – 0,430 кг), батон «Азовський» (0,400 кг), батон «Азовський» у пакуванні (0,400 кг), батон з висівками (0,330 кг), батон з висівками фасований (0,400 кг), батон «Оригінальний» (0,350 кг), батон «Оригінальний» у пакуванні (0,350 кг), булочка «Столична» (0,100 кг), булочка з кунжутом (0,100 кг), булочка здобна (0,080 кг), ріжки «Смачні» (0,100 кг), рулет із маком (0,100 кг), ріжки з повидлом (0,250 кг), рулети з маком і глазур'ю (0,100 кг), плетінка «Бердянська» (0,400 кг), здоба з родзинками (0,400 кг), булочка «Зернинка» (0,080 кг), калач «Ювілейний» (1,000 кг), бублик «Український» (0,100 кг). Загальна маса продукції, що виробляється за добу, становить 2284,73 кг, а за місяць — 70826,65 кг. Валовий прибуток від реалізації булочних виробів сягає

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						10
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

22061,30 грн, при цьому рівень рентабельності становить 17,5%.

У місті Токмак функціонують також інші хлібопекарські підприємства, однак їхня потужність є нижчою, і вони орієнтовані переважно на виготовлення булочних виробів та торгової продукції.

1.2 Огляд технології виробництва продукції

Процес замішування хлібопекарського тіста передбачає поєднання складників (борошна, води, дріжджів, солі, цукру та інших добавок) до стану однорідної маси, що має відповідні структурно-механічні характеристики, збагачується повітрям і набуває властивостей, необхідних для подальших технологічних етапів. Заміс є не лише механічною операцією — він супроводжується біохімічними та колоїдними процесами, а також підвищенням температури тіста в ході оброблення.

Технологічно заміс тіста включає три основні фази: первинне змішування, формування структури та пластифікацію. На першому етапі відбувається інтенсивне механічне поєднання компонентів із досягненням високого ступеня їх рівномірного розподілу. При цьому зволожуються сухі складники, проходять процеси диспергування та агрегації. Цю стадію слід проводити швидко, щоб забезпечити ефективне перемішування при мінімальних енерговитратах.

Друга фаза — це структуроутворення, яке передбачає дифузію вологи в частинки борошна, набухання білкових речовин і розчинення водорозчинних фракцій. У цей період спостерігається підвищення зусиль, необхідних для перемішування, і, відповідно, зростання енергоспоживання. Білки мають високу водопоглинальну здатність, а крохмаль, хоча й вбирає до 30% вологи, робить це швидше. В результаті зростає в'язкість маси.

На інтенсивність цієї стадії впливають характеристики борошна, ступінь подрібнення крохмалю, температурний режим і рецептурні компоненти. Під дією вологи білки набухають, утворюючи клейковинну основу, яка зв'язує інші

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						11
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

частинки, включаючи крохмальні зерна. При цьому не потрібна надмірна механічна дія.

Третя стадія — це пластифікація, яка включає глибокі зміни структури тіста. Білкові плівки обгортають крохмальні зерна, а спіралеподібні білкові молекули розкручуються, утворюючи газотримуючий каркас тіста. На цьому етапі необхідне активне механічне втручання, адже одночасно з утворенням плівок клейковини відбувається й часткове руйнування білкових структур. Ця фаза сприяє однорідності структури, що важливо для забезпечення дрібнопористої текстури після бродіння.

При оцінці ефективності місильного обладнання слід враховувати відмінності в механізмах структуроутворення, які залежать від типу деформацій. Так, при розтягуванні білкові ланцюги витягуються, формуючи довгі, малорозривні структури з підвищеною деформаційністю та меншою пружністю. Зі свого боку, зсувні навантаження провокують руйнування полімерів на короткі фрагменти, які створюють щільну сітку з більш високою пружністю, але меншою розтяжністю. Через нерівномірний розподіл білкових макромолекул у борошні без деформацій стиснення і зсуву білки розгортаються повільно, що особливо помітно при низькому білковому вмісті.

Таким чином, деформація зсуву покращує в'язкопружні властивості тіста, тоді як розтягування — його здатність до розтягування. Оптимальне поєднання обох впливів дозволяє покращити технологічні якості тіста, зокрема його формотривкість при використанні борошна з низькою якістю.

Пластифікація повинна здійснюватися при таких швидкостях зсуву, які не порушують цілісності маси, а мінімізують тертя об робочі поверхні та уникнення перекидання тіста. Перспективною є така технологія пластифікації, коли робочі елементи не ковзають, а перекочуються по масі, стискаючи та деформуючи її при прокатуванні.

Підвищення інтенсивності механічної обробки сприяє прискоренню визрівання тіста, покращенню його реологічних показників та газотримуючої здатності. Це пов'язано з пришвидшеним формуванням клейковини та накопиченням колоїдно-розчинних білкових структур. Обробка також впливає

					<i>19ХВД.9683790.06.25ПЗ</i>	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		12

на стан крохмалю, який поглинає майже половину води тіста. Доведено, що механічна дія руйнує крохмальні зерна, активізуючи їх гідроліз за участю кислот та амілолітичних ферментів. Інтенсивний заміс підвищує водопоглинальну здатність борошна, дозволяє стабілізувати вологість тіста та забезпечує дотримання нормативних показників виходу продукції, навіть при використанні борошна з нестабільними показниками.

Виробництво сухарної продукції

Процес виготовлення сухарів включає кілька послідовних операцій:

- випікання спеціального хліба або плит;
- витримання готової продукції;
- нарізання хліба або плит;
- сушка.

Технологічна схема виробництва сухарної продукції представлена на рисунку 1.1.

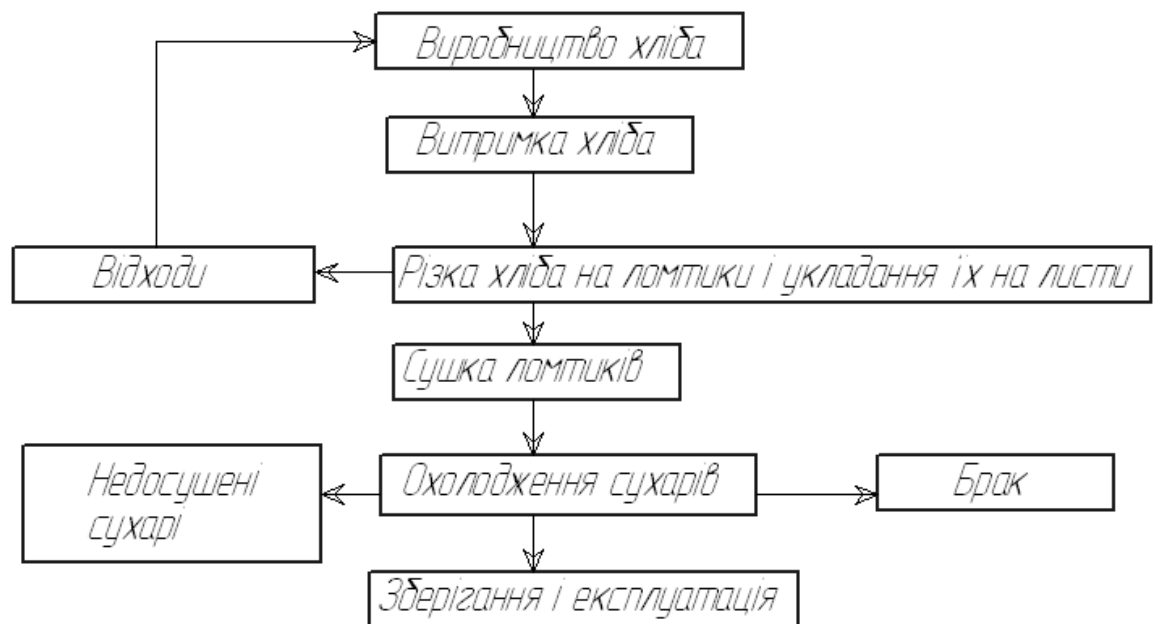


Рисунок 1.1 – Технологічна схема виготовлення сухарних виробів

Етап приготування спеціального хліба та плит

Хліб для виготовлення сухарів готується за класичною опарною технологією. Для цього випікають спеціальні хлібні вироби у вигляді плит.

Приготування тіста є одним із ключових етапів технології, оскільки властивості сформованого тіста значною мірою впливають на подальші процеси — формування, вистоювання та випікання, а отже, і на якість готового виробу. Замішування опари здійснюється порційно в тістомісильних машинах періодичної дії з використанням діж ємністю 330 літрів у два етапи: спершу готується опара, потім — тісто. Опару готують з вологістю 41–45% на основі 60% борошна, близько двох третин загального об’єму води та всієї кількості дріжджів згідно рецептури.

Замішування тіста

Цей процес має на меті не лише отримання однорідної маси, але й надання тісту необхідних фізичних характеристик, що забезпечать його оптимальні властивості після завершення бродіння — для подальшої обробки та випікання. Замішування проводиться в тістомісильних машинах, до опари додають залишки борошна, воду, соляний розчин та інші необхідні компоненти з одночасним перемішуванням. Для формування плит використовуються спеціалізовані формувальні машини, які надають їм відповідну форму в залежності від типу сухарів — високу, низьку, з округленими чи гострими краями.

Після формування плити вистоюють на листах, змащують яйцем, а іноді посипають крихтами, цукром або подрібненим мигдалем. Далі вироби випікають за технологією здобного хліба.

Витримка хліба та плит

Тривалість витримки, або процесу черствіння, зазвичай становить від 12 до 36 годин, у середньому — 24 години. Такий режим дозволяє зменшити кількість крихт і забезпечити гладеньку поверхню сухарів. Після випікання гарячі плити необхідно зняти з листів, аби уникнути утворення вологи та налипання окалини. Їх укладають на ребро на охолоджені листи або дерев’яні піддони та поміщають на стелажах чи вагонетках у спеціальне приміщення з температурою 10–12 °C для дозрівання.

Нарізання плит Сухарі мають бути достатньо крихкими для легкого ламання, але не розсипатися при транспортуванні. Оптимальна товщина

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						14
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

становить 20–25 мм, хоча залежно від типу виробу вона може змінюватись у межах 10–30 мм. Розрізання хліба та плит здійснюється хліборізальними машинами. Отримані скибки розміщують на ребро у спеціальні касети або горизонтально на металеві перфоровані листи. Пошкоджені шматки відбираються вручну.

Сушіння сухарів

У процесі сушіння з хліба видаляється значна кількість вологи. Це відбувається шляхом випаровування вологи з поверхні в навколишнє середовище (зовнішня дифузія).

На швидкість сушіння впливають такі фактори:

1. Розмір поверхні хлібного виробу;
2. Ефективність руху сушильного повітря над виробом;
3. Температура та вологість повітря в камері;
4. Температура самого хліба — чим вона вища, тим інтенсивніше випаровування.

Сухарі сушать як у хлібопекарських печах, так і в спеціальних сушильних установках. У процесі теплової обробки відбувається карамелізація цукрів, завдяки чому поверхня виробів набуває золотистого відтінку. У хлібопекарських печах сушіння відбувається при температурі 140–240 °С, що залежить від габаритів виробів та вмісту здоби. У конвеєрних або тунельних сушильних установках перевагу надають обробці повітрям. У цьому випадку повітряний потік рухається назустріч переміщенню хлібних виробів: сухіші й нагрітіші вироби зустрічають найбільш гаряче повітря, що покращує рівномірність сушіння.

1.3 Аналіз машин і обладнання лінії виробництва продукції та їх стисла характеристика

У процесі виготовлення хлібобулочних виробів на підприємстві застосовується комплекс спеціалізованого технологічного обладнання.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		15

Борошно зберігається в силосах, які мають вертикальну циліндричну форму з конічним днищем. У циліндричній частині передбачені герметично закриті люки, що забезпечують доступ для обслуговування та очищення, а у верхній частині кришки розташований отвір для встановлення однокамерного фільтра, який очищує повітря, що подається разом із борошном, від пилу. У зовнішній частині конуса змонтовано патрубок для підведення повітря, що нагнітається вентилятором високого тиску. Випуклий отвір у днищі силосу діаметром 500 мм з'єднаний з патрубком, до якого приєднується борошнодозатор.

Для дозування борошна застосовується пристрій типу ДМ-20 з продуктивністю в межах 0,5–2,0 т/год. Робота дозатора ґрунтується на зупинці шнека при досягненні встановленої маси порції. У міру заповнення ковша він опускається, поступово закриваючи заслінку. Борошно надходить через вузький зазор у режимі точного дозування. При досягненні заданої маси дно ковша відкривається, вміст висипається, після чого ківш повертається у вихідне положення.

Для подачі борошна до просіювального пристрою використовується живильник М-116, що виконує функцію транспортування. Просіювання, розпушування та аерацію борошна здійснює просіювальний апарат П2-П. Його конструкція включає раму, бункер з захисною решіткою та кришкою, вертикальну трубу зі шнеком, просіювальну головку, магнітний блок і приводний механізм. Борошно завантажується в бункер і за допомогою гвинтових лопатей подається шнеком у головку, де двічі просіюється під дією відцентрової сили. Далі воно проходить через магнітний пристрій, що вилучає феромагнітні домішки, після чого транспортується по трубопроводу до змішувача-дозатора.

Змішування борошна різних типів і сортів виконується у змішувачі-дозаторі типу МС-2. Пристрій включає металевий резервуар, розділений на два сектори, кожен з яких оснащений окремим дозуючим шнеком з можливістю регулювання частоти обертання. Борошно з обох відсіків подається у змішувальний шнек, де ретельно перемішується та спрямовується до норії.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						16
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

До недоліків цієї моделі слід віднести залежність продуктивності від співвідношення змішуваних компонентів.

Для виготовлення дріжджового розчину застосовується мішалка з пропелерним механізмом Х-14. У центрі бака закріплений вал з гвинтовими лопатями, які створюють потік, що піднімає рідину догори.

Розчини цукру та жиру готуються у пристрої Х-15, що складається з бака з паровою сорочкою і валу з конічним пропелером. Жир подається через завантажувальний отвір у подрібненому вигляді. Після розчинення продукт випускається через пробний кран і кульовий клапан у ємність постійного рівня.

Тісто замішується на тістомісильній машині Т2-М-63. Початково в цій машині готується опара, яка шнековим насосом подається до ферментативного бункера. Бункер обертається навколо вертикальної осі, поступово піддаючи процесу бродіння кожен секцію. Опара, яка завершила бродіння, через отвір на дні вивантажується до шнекового насоса, звідки надходить у другу тістомісильну машину для остаточного замішування тіста. Після цього тісто спрямовується у воронку ділильно-посадочного обладнання.

Для поділу тіста на заготовки та укладання у форми використовується автомат ДПА. Його конструкція включає стаціонарний тістоділитель з ділильною головкою, ківшовий ланцюговий конвеєр із системою перекидання ковшів і єдиний приводний механізм.

Розстійка заготовок здійснюється у люлечному конвеєрі типу А2-ХАС. Тістові заготовки надходять від ділильної машини до спеціального завантажувача, який формує ряди заготовок і подає їх у люльки. Розвантаження проводиться шляхом перекидання люльок.

Для випікання формового хліба з житнього борошна використовується піч ХПА-4. У пекарній камері розміщений чотириярусний конвеєр із пластинчато-роликових ланцюгів, між якими розташовані підняті люльки для форм.

Обігрів камери комбінований: у середній зоні тепло подається через пароводяні труби, в нижній — через два цегляні канали, а вгорі — через дев'ять димогарних труб.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						17
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Розробка проектного завдання

На основі вивчення природно-кліматичних умов та географічного розташування підприємства ТОВ «Хліб Токмака» визначено напрям його виробничої діяльності, встановлено асортимент продукції, а також наведено характеристику населених пунктів, у які постачаються готові вироби та звідки надходить сировина. У результаті дослідження встановлено, що підприємство має налагоджене виробництво хлібобулочних виробів, зокрема розвинену лінію для виготовлення сухарної продукції.

Оцінка сировинної бази показала, що у регіоні виготовляється достатня кількість борошна, ймовірність перебоїв у його постачанні є незначною. Під час аналізу існуючих механізованих засобів, зокрема конструкції тістомісильної машини, яка використовується в сухарному виробництві, було виявлено низку конструктивних недоліків. Встановлено, що більшість тістомісильних машин, у тому числі модель Т2-М-63, тривалий час не модернізувались. У зв'язку з цим основною метою дипломного проєкту є розробка вдосконаленої конструкції тістомісильної машини з урахуванням підвищення якості замішування тіста для хлібного виробництва, скорочення виробничого циклу та зниження енерговитрат.

Таким чином, запропонована тема дипломного проєкту формулюється так: «Удосконалення конструкції тістомісильної машини лінії виробництва сухарів.

Тривалість роботи виробничої лінії протягом року становить 300 днів при однозмінному графіку.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						18
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

2 ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ

2.1 Опис конструкції і принципу дії машини

Тістомісильна машина Т2-М-63

Тістомісильна машина Т2-М-63 (рисунок 2.1) складається зі станини 1, місильного короба 2, переднього 3 і заднього 4 валів з місильними лопатями, кришки 5 з завантажувальним отвором, механізму повороту корита 6, приводного механізму місильних органів 7 та двох електродвигунів.

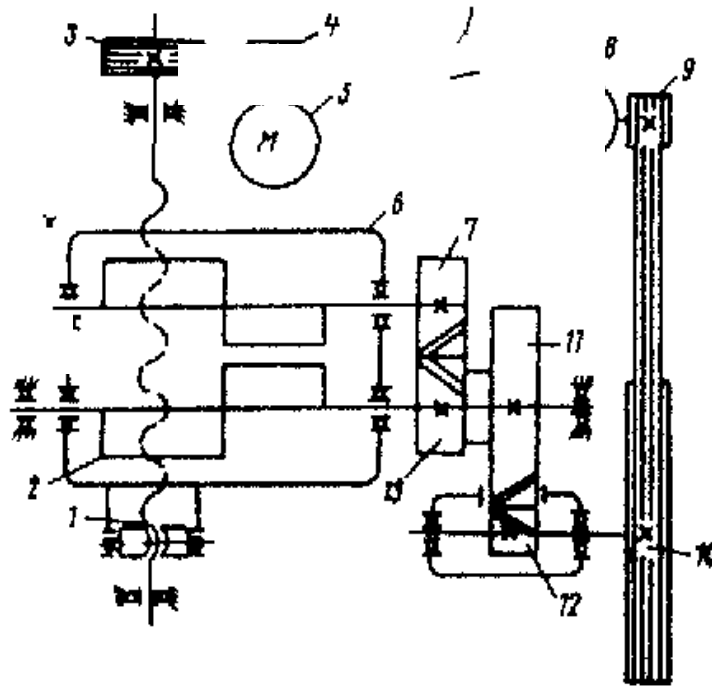


Рисунок 2.1 – Кінематична принципова схема тістомісильної машини Т2-М-63.

Позначення елементів:

- 1 – механізм повороту місильного короба;
- 2 – місильні лопаті;
- 3, 4, 9, 10 – шківи клинопасових передач;
- 5 – електродвигун, що забезпечує обертання місильного короба;
- 6 – місильний короб;
- 7, 11, 12, 13 – зубчасті колеса;
- 8 – електродвигун, що приводить у дію місильні органи.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		19

Привідні вузли машини захищені кожухами 8 і 9. Уся електротехнічна частина обладнання розміщується в окремій електрошафі під номером 11.

Вали лопатей розташовані паралельно у горизонтальній площині.

Принцип роботи тістомісильної машини Т2-М-63 передбачає наступну послідовність дій. Компоненти – борошно та рідкі складники – подаються у пристрій через завантажувальну горловину при активованому електродвигуні, що приводить у рух місильні лопаті.

Процес замішування відбувається за рахунок інтенсивного перетирання продуктів між обертовими лопатями та внутрішніми стінками короба.

Після завершення замісу відбувається зупинка електродвигуна, що обертає місильні лопаті, і вмикається двигун, відповідальний за обертання місильного короба. Вивантаження готового тіста здійснюється через люк, що закривається відкидною кришкою.

2.2 Вимоги до класу машин

Усі елементи обладнання, що контактують із тістом, повинні підтримуватися в чистому стані. Регулярно необхідно проводити прибирання робочої зони, а після завершення зміни — особливо ретельне очищення тістомісильної машини. Окрім цього, передбачено періодичне очищення повітряних фільтрів, які використовуються для продування робочих елементів обладнання.

Захисні конструкції типу ґратчастих екранів, а також елементи трансмісій, вентиляційні канали та камери повинні очищатися спеціально призначеним персоналом у разі забруднення. Ці роботи дозволяється проводити тільки при повному знеструмленні обладнання — з вимкненням усіх електродвигунів і рубильників.

У ході ремонту та обслуговування необхідно вживати заходів, що унеможливлують потрапляння сторонніх об'єктів у тістову масу або готову продукцію.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						20
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Монтаж устаткування має забезпечувати вільний і безперешкодний доступ до всіх його елементів для обслуговування та санітарної обробки.

До тістомісильних машин висуваються такі технічні вимоги:

- мінімальне енергоспоживання у процесі роботи;
- відповідність стандартам безпеки для персоналу, який їх обслуговує;
- зручність і простота в експлуатації;
- здатність функціонувати в автоматизованих системах керування;
- максимальне використання зносостійких матеріалів у конструкції;
- зменшена вага обладнання;
- уніфікація основних модулів, вузлів і деталей, що дозволяє використовувати стандартні комплектуючі.

2.3 Пошук конструктивного рішення вдосконалення машини

Процес замішування хлібопекарського тіста полягає у поєднанні основної сировини (борошна, води, дріжджів, солі, цукру та допоміжних інгредієнтів) до утворення однорідної маси, що має відповідні фізико-механічні властивості, насичується повітрям та набуває потрібної консистенції для подальших технологічних операцій. Замість не є лише механічною дією — він супроводжується колоїдними й біохімічними процесами, а також підвищенням температури оброблюваної маси.

Залежно від рецептури та типу продукції, машини повинні здійснювати відповідну механічну дію на тісто та забезпечувати умови для його оптимального дозрівання. Від ефективності роботи тістомісильних машин значною мірою залежить якість готової хлібобулочної продукції.

За характером робочого процесу тістомісильні машини класифікують на машини періодичної та безперервної дії. Устаткування періодичної дії може бути оснащено як стаціонарними діжами, так і знімними підкатними ємностями. Діжі бувають нерухомі або такими, що мають вільне чи примусове обертання.

Залежно від інтенсивності впливу місильних елементів на тісто, машини

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		21

поділяються на три групи: тихохідні, середньої потужності та високої інтенсивності. Витрати енергії при цьому зростають від 2–4 до 25–40 Дж/год.

Конструктивні особливості тістомісильних машин залежать від характеристик сировини, що обробляється. Для еластично-пружного тіста потрібна інтенсивніша механічна обробка, ніж для пластичних мас. При роботі з тістом на основі борошна вищого або першого ґатунку, яке характеризується значною пружністю та еластичністю, доцільно застосовувати машини зі складними траєкторіями руху місильних органів — як у площині, так і в просторі. До таких відносяться пристрої з двома лопатями, що обертаються незалежно.

Пластичне тісто, наприклад, на основі житнього або обойного борошна, можна замішувати в машинах із простішою конструкцією, де застосовується один обертовий місильний орган.

За типом траєкторії руху місильних елементів виділяють обладнання з прямолінійним, обертальним, планетарним та просторовим рухом. Також за орієнтацією осі місильного органу машини поділяють на горизонтальні, похилі та вертикальні.

Залежно від консистенції одержуваних напівфабрикатів тістомісильні машини поділяють на ті, що призначені для замішування густих опар і тіста з вологістю 30–50%, а також ті, що працюють із рідкими опарами, заквасками та поживними сумішами вологістю 60–70%.

За способом керування такі машини бувають з ручним, напівавтоматичним або повністю автоматизованим управлінням. За принципом дії обладнання поділяють на агрегати періодичної та безперервної роботи.

До основних недоліків традиційних тістомісильних машин належать:

- недостатня якість замішування, що зумовлюється наявністю зон, де компоненти не перемішуються через значний внутрішній простір рами, в якому маса тіста залишається нерухомою;

- неможливість своєчасно зупинити машину у зручному положенні для повороту напіврами, що ускладнює процес вивантаження, особливо у випадку з крутим тістом великої маси;

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		22

- відсутність пристроїв для контролю та коригування витрати борошна, а також механізмів для стабілізації рецептурного складу тіста;
- додаткові трудовитрати при транспортуванні порцій тіста — його необхідно перекладати з однієї ємності до іншої для подачі в ділильну машину;
- нерівномірність замішування — активна обробка відбувається переважно в зоні дії лопатей, у той час як верхні та проміжні шари залишаються замішаними не повністю, що негативно впливає на кінцеву якість виробів.

2.4 Патентний пошук напрямку вдосконалення

55320 (51) МПК (2006)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

(72) Шпак Максим Сергійович (UA); Литовченко Ігор Миколайович (UA); Яценко Іван Андрійович (UA)

ТІСТОМІСИЛЬНА МАШИНА

Тістомісильна машина, яка має привод, станину, діжу, підйомник, зацентрований з діжею вертикальний місильний вал, на якому на різних рівнях розміщені місильні органи у вигляді циліндрів, яка відрізняється тим, що на валу тістомісильної машини встановлено місильні органи, які складаються з основного циліндричного стержня та двох допоміжних циліндричних стержнів меншого діаметра, які розташовані позаду основного стержня.

62461 А (51) МПК (2006)

(71) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ (UA)

(72) Лісовенко Олексій Тимофійович (UA); Котенко Анатолій Георгійович (UA); Доломакін Юрій Юрійович (UA)

(54) ТІСТОМІСИЛЬНА МАШИНА

Тістомісильна машина, що складається з циліндричної робочої камери з кришкою, місильного органа та приводу, яка відрізняється тим, що робоча камера має на внутрішній поверхні гальмівні рифлі, її вісь в робочому

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		23

положенні встановлена під кутом 32... 35°, а місильний орган виконаний у вигляді трилопатевого ротора, лопаті якого в перерізі мають форму крила літака, одна лопать укорочена і має вертикальну криволінійну насадку такої ж форми з кутом атаки 30...33°.

34840 (51) МПК (2006)

(71) СТАДНИК ІГОР ЯРОСЛАВОВИЧ (UA)

(54) ТІСТОМІСИЛЬНИЙ ОРГАН

Тістомісильний орган, що містить спіраль з відповідним кроком та геометричною формою кола у поперечному перерізі, який відрізняється тим, що спіраль має геометричну форму у вигляді плавника дельфіна з кутом атаки 28°-32° у поперечному перерізі та іншим кроком.

34390 (51) МПК (2006)

(71) БАТРАЧЕНКО ОЛЕКСАНДР ВІКТОРОВИЧ (UA)

(54) РОБОЧИЙ ОРГАН ТІСТОМІСИЛЬНОЇ МАШИНИ

Робочий орган тістомісильної машини, що являє собою просторову циліндричну або конічну спіраль із постійним або змінним кроком витків по довжині, який відрізняється тим, що поперечний переріз просторової спіралі являє собою фігуру, лицьова по напрямку відносного руху оброблюваного середовища сторона якої виконана у вигляді півкола, що орієнтоване випуклою стороною назустріч потоку, або кута із заокругленою вершиною, що орієнтований вершиною назустріч потоку, а тильна по напрямку відносного руху оброблюваного середовища сторона якої виконана у вигляді півкола, що орієнтоване випуклою стороною назустріч потоку, або кута із заокругленою вершиною, що орієнтований вершиною назустріч потоку, причому сторони кута, що утворює тильну сторону перерізу, можуть відрізнятися одна від одної довжиною.

9235 (51) МПК (2006)

(71) УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ І
КОНСТРУКТОРСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПРОДОВОЛЬЧОГО
МАШИНОБУДУВАННЯ (UA)

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						24
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

(72) Трушко Петро Васильович (UA); Зубченко Олег Іванович (UA); Ткаченко Іван Павлович (UA); Макаренко Микола Архипович (UA); Прусс Борис Костянтинівич (UA); Коваленко Валерій Олександрович (UA); Кожемяко Микола Миколайович (UA)

(54) ТІСТОМІСИЛЬНА МАШИНА ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Тістомісильна машина періодичної дії, що містить корпус, привід, встановлену на вихідному валу приводу петлеподібну місильну лопать і діжу, що відрізняється тим, що, з метою підвищення продуктивності машини і зниження енерговитрат на заміс співвідношення найбільших лінійних розмірів поперечного перерізу лопаті у напрямі її переміщення і перпендикулярному цьому напрямку складає (3-5) :1.

59834 А (51) МПК (2006)

(71) ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА АКАДЕМІЯ (UA)

(72) Пархоменко Валентина Дмитрівна (UA); Пархоменко Анатолій Павлович (UA)

(54) ТІСТОМІСИЛЬНА МАШИНА

Тістомісильна машина, що містить привід обертання діжі, діжу, привід місильного органа, що складається з черв'яка, черв'ячного колеса, важеля з місильною лопаттю, з'єднаного з виделкою, яка відрізняється тим, що черв'ячне колесо розташоване горизонтально, при цьому на ньому зі зміщенням від осі його обертання жорстко закріплений валик з нерухомою втулкою, а на ній корпус, що обертається, з приєднаним до нього нерухомо важелем з місильною лопаттю, де важіль переміщується неробочою частиною по напрямній, при цьому вісь втулки нахилена відносно осі валика на кут α в сторону осі вала черв'ячного колеса.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						25
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Обґрунтування конструктивного рішення вдосконалення

Основним недоліком даної тістомісильної машини є низька якість замісу тіста, обумовлена наявністю зон непромішування із-за великого поля напіврамки, усередині якої залишаються зони непромішування, тобто неможливість забезпечити в процесі роботи переміщення зон між собою. Відбувається нерівномірний заміс тіста по усій його масі, інтенсивний заміс здійснюється на рівні розташування лопаток, тобто верхні і проміжні шари тіста замішуються недостатньо, що зрештою позначається на якості випічки.

Для усунення цього недоліку пропонуємо змінити форму робочого замішувального важеля на радіально розташовані пластини. Пластини мають певний кут нахилу, що дозволяє їм штовхати тісто при обертанні не тільки у радіальному напрямку (як в машині-прототипі) але і в горизонтальному напрямку. Пластини розділяють робочу камеру машини на декілька пластів, між якими в процесі замісу здійснюється постійний масообмін. Така форма органа підвищить рівномірність перемішування тіста, підвищить інтенсивність його обробки, що дасть змогу зменшити час замісу та знизити енерговитрати замісу тіста.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						26
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

3 РОЗРАХУНОК ВДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ

3.1 Технологічний розрахунок параметрів машини

Продуктивність машин періодичної дії Q , кг/год, визначається за формулою

$$Q = \frac{\lambda \cdot V \cdot \rho}{t_{\phi} + t_p}, \quad (3.1)$$

де λ – коефіцієнт використання обсягу діжі, $\lambda = 0,45 \dots 0,65$;

V – обсяг діжі, м^3 ;

ρ – щільність тіста, $\text{кг}/\text{м}^3$, $\rho = 1100 \text{ кг}/\text{м}^3$;

t_{ϕ} – час замісу тіста, $t_{\phi} = 10 \text{ хв. (0,17 год.)}$;

t_p – час розвантажування діжі, $t_p = 0,05 \text{ год.}$

Для знаходження об'єму бункера представимо розрахункову схему.

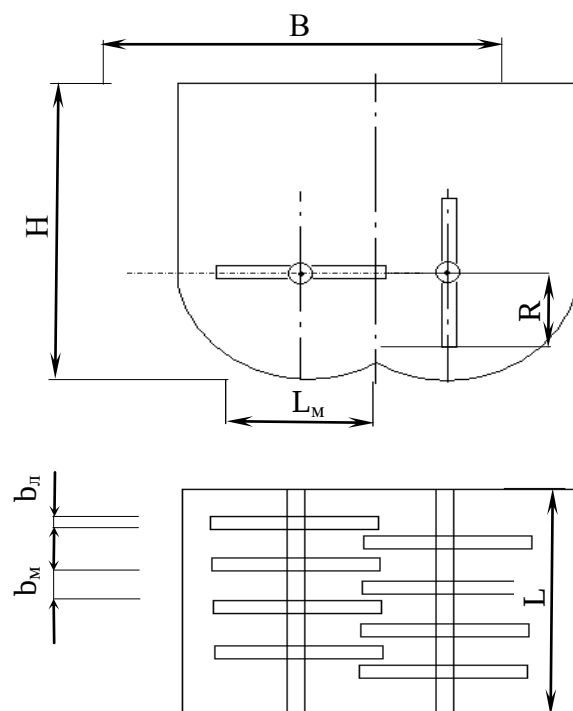


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема бункера тістомісильної машини.

Обсяг діжі машини визначаємо за формулою [8]:

$$V = L \cdot S_{\text{п}}, \quad (3.2)$$

де L – довжина діжі, м;

S_n – площа перерізу діжі, м².

$$S_n = B \cdot \left(H - \frac{1}{3} \cdot R \right), \quad (3.3)$$

де B – ширина діжі, м;

R – радіус лопаті, м.

$$V = L \cdot B \cdot \left(H - \frac{1}{3} \cdot R \right), \quad (3.4)$$

При відомій продуктивності машини $Q = 450$ кг/год, об'єм діжі визначимо за формулою:

$$V = \frac{Q \cdot (t_{\text{с}} + t_{\text{д}})}{\lambda \cdot \rho}, \quad (3.5)$$

$$V = \frac{550 \cdot (0,17 + 0,05)}{0,45 \cdot 1100} = 0,24 \text{ м}^3.$$

За аналогією до машини-прототипу Т2М-63 приймаємо, що бункер модернізованої машини має кубічну форму, тобто приймаємо допущення, що $B \approx L \approx H$, тоді

$$B \approx L \approx H \approx \sqrt[3]{V}, \quad (3.6)$$

$$B \approx L \approx H \approx \sqrt[3]{0,24} = 0,62 \text{ м.}$$

Лопаті машини, що вдосконалюється, мають вигляд пластин, що розташовані під кутом α до горизонту. Таке розташування місильних лопатей покращить якість та знизить енерговитрати на змішування тіста.

Накреслимо розрахункову схему для визначення параметрів робочих органів тістомісильної машини (рисунок 3.2).

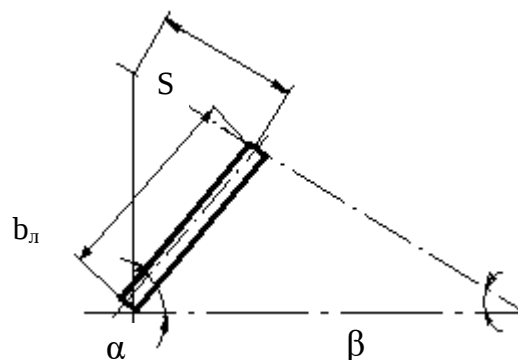


Рисунок 3.2 – Схема для визначення параметрів лопаті машини.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		28

При повороті машини на кут β об'єм тіста, що знаходиться на лопаті, пересувається на величину S . Кут нахилу лопаті α та ширину лопаті $b_{\text{л}}$ необхідно розрахувати таким чином, щоб за одне обертання лопаті тісто зміщувалось на величину, що дорівнює ширині лопаті. Тобто за один оберт місильного валу тісто потрапить на місильну лопатку сусіднього місильного валу. Тим самим будуть створені умови для рівномірного та інтенсивного перемішування тіста та насичення його повітрям.

Для цього потрібно, щоб виконувалась умова:

$$\cos \alpha = \frac{b_{\text{л}}}{R} \quad (3.7)$$

Виходячи з розміру камери B , приймаємо

$$R = (0,25 \dots 0,33) \cdot B, \quad (3.8)$$

$$R = (0,25 \dots 0,33) \cdot 0,62 = 0,16 \dots 0,21.$$

Приймаємо $R = 0,2$ м.

Ширину лопаті приймаємо $0,04$ м, тоді

$$\alpha = \arccos \frac{b_{\text{л}}}{R} \quad (3.9)$$

Уточнюємо ширину B місильної камери.

$$B = 2 \cdot (S_3 + R) + L_{\text{м}}, \quad (3.10)$$

де S_3 – величина зазору між лопаттю та корпусом діжі, м, приймаємо

$$S_3 = 0,015 \text{ м};$$

$L_{\text{м}}$ – відстань між місильними валами, м

$$L_{\text{м}} = R + S_3 + R_{\text{в}}, \quad (3.11)$$

де $R_{\text{в}}$ – радіус вала машини, у машини-прототипу $R_{\text{в}} = 0,045$ м.

$$L_{\text{м}} = 0,2 + 0,015 + 0,045 = 0,26,$$

$$B = 2 \cdot (0,015 + 0,2) + 0,26 = 0,69.$$

Уточнюємо довжину місильної камери.

$$L = n \cdot (b_{\text{л}} \cdot \cos \alpha + b_{\text{м}}), \quad (3.12)$$

де $b_{\text{м}}$ – відстань між сусідніми лопатями, м;

n – кількість лопатей на одному боці одного вала, шт.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						29
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$\text{Тоді} \quad n = \frac{L}{b_{\text{л}} \cdot \cos \alpha + b_{\text{м}}}, \quad (3.13)$$

$$b_{\text{м}} = b_{\text{л}} \cdot \cos \alpha + S_{\text{з}}, \quad (3.14)$$

$$b_{\text{м}} = 0,04 \cdot \cos 78^\circ + 0,015 = 0,023,$$

$$n = \frac{0,062}{0,04 \cdot \cos 78 + 0,023} = 19,77.$$

Приймаємо $n = 19$ шт.

$$L = 19 \cdot (0,04 \cdot \cos 78^\circ + 0,023) = 0,6 \text{ м.}$$

Уточнюємо висоту місильної камери. За формулою (3.4) отримаємо:

$$H = \frac{V + \frac{1}{3} \cdot R \cdot B}{L \cdot B}, \quad (3.15)$$

$$H = \frac{0,24 + \frac{1}{3} \cdot 0,2 \cdot 0,69}{0,6 \cdot 0,69} = 0,64 \text{ м.}$$

3.2 Енергетичний розрахунок машини

Потужність, що витрачається на заміс тіста, розраховується за формулою [7, 14]:

$$N = \frac{(P_o \cdot v_o + P_p \cdot v_p) \cdot n}{\eta_n \cdot \eta_{\text{з}}}, \quad (3.16)$$

де P_o, v_o – відповідно осьова складова сили опору тіста та швидкості тіста в осьовому напрямку, м/с;

P_p, v_p – відповідно радіальна складова сили опору тіста та швидкості тіста у радіальному напрямку, м/с;

$\eta_n, \eta_{\text{з}}$ – коефіцієнт корисної дії відповідно пасової та зубчастої передач.

$$v_o = v_p \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha, \quad (3.17)$$

$$v_p = \frac{1}{2} \cdot \omega \cdot R, \quad (3.18)$$

де ω – кутова швидкість лопаті, рад/с.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						30
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

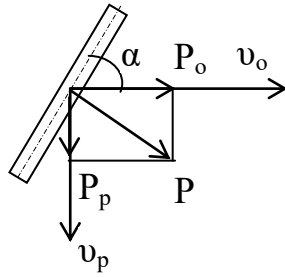


Рисунок 3.3 – Схема сил, що діють на лопать.

Згідно до стандартних параметрів роботи машини-прототипу приймаємо кутову швидкість обертання валу 3,14 рад/с.

$$v_p = \frac{1}{2} \cdot 3.14 \cdot 0,2 = 0,314 \text{ м/с.}$$

$$v_o = 0,314 \cdot \cos 78^\circ \cdot \sin 78^\circ = 0,064 \text{ м/с.}$$

$$D_i = F \cdot \left[R \cdot \rho \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\gamma}{2} \right) + 2 \cdot c \cdot \operatorname{tg} \left(45 + \frac{\gamma}{2} \right) \right] \cdot (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha), \quad (3.19)$$

де F – площа лопаті, занурена у тісто, м^2 ;

C – питоме зчеплення тіста з матеріалом лопаті, Н/м^2 , $C = 5000 \text{ Н/м}^2$

[2];

γ – кут внутрішнього тертя тіста, $\gamma = 45^\circ$;

μ – коефіцієнт тертя тіста по лопаті, $\mu = 1$.

$$F = (R - R_e) \cdot b_d, \quad (3.20)$$

$$F = (0,2 - 0,045) \cdot 0,04 = 0,0062 \text{ м}^2.$$

$$D_i = 0,0062 \cdot \left[0,2 \cdot 1100 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{45}{2} \right) + 2 \cdot 5000 \cdot \operatorname{tg} \left(45 + \frac{45}{2} \right) \right] \times$$

$$\times (\sin 78 - 1 \cdot \cos 78) = 118 \text{ Н.}$$

$$D_\delta = F \cdot \left[R \cdot \rho \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\gamma}{2} \right) + 2 \cdot c \cdot \operatorname{tg} \left(45 + \frac{\gamma}{2} \right) \right] \cdot (\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha), \quad (3.21)$$

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		31

$$D_i = 0,0062 \cdot \left[0,2 \cdot 1100 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{45}{2} \right) + 2 \cdot 5000 \cdot \operatorname{tg} \left(45 + \frac{45}{2} \right) \right] \times \\ \times (\sin 78 + 1 \cdot \cos 78) = 182 \text{ Н.}$$

$$N = \frac{(118 \cdot 0,064 + 182 \cdot 0,314) \cdot 19}{0,97 \cdot 0,96} = 2720 \text{ Вт.}$$

Для приводу місильних органів обираємо мотор-редуктор МПЗ2-40 з частотою обертання вихідного вала $n = 56$ об/хв. та номінальною потужністю електродвигуна $N_e = 3,0$ кВт [15, 16].

Необхідне передаточне число пасової передачі U_p , розраховуємо за формулою [17, 18]:

$$U_p = \frac{n_{\text{м.р.}}}{n}, \quad (3.22)$$

де $n_{\text{м.р.}}$ – частота обертання валу мотор-редуктора, об/хв.;

n – частота обертання валу місильних органів, об/хв.

$$U_p = \frac{56}{30} = 1,87.$$

За рекомендованими передачами пасів [19] клинопасової передачі за максимальною потужністю, що передається, 3,0 кВт та частотою обертання $n = 30$ об/хв. приймаємо пас перерізу В. Для цього пасу мінімальний діаметр ведучого шківів $d_{1\min} = 200$ мм. Зі стандартного ряду обираємо діаметр ведучого шківів $d_2 = 224$ мм. Тоді діаметр веденого шківів d_2 буде дорівнювати:

$$d_2 = d_1 \cdot u_p, \quad (3.23)$$

$$d_2 = 224 \cdot 1,87 = 419 \text{ мм.}$$

Зі стандартного ряду обираємо $d_2 = 400$ мм.

Уточнене передаточне відношення i

$$i = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - S)}, \quad (3.24)$$

де S – величина проковзування ремня, $S = 0,01$.

$$i = \frac{400}{224 \cdot (1 - 0,01)} = 1,8.$$

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		32

Мінімальна міжосьова відстань передачі a_{min} , визначається таким чином:

$$a_{min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_0, \quad (3.25)$$

де T_0 – висота перерізу пасу, мм.

$$a_{min} = 0,55 \cdot (224 + 400) + 13,5 = 356 \text{ мм.}$$

Максимальна міжосьова відстань a_{max} , мм складе:

$$a_{max} = d_1 + d_2, \quad (3.26)$$

$$a_{max} = 224 + 400 = 624 \text{ мм.}$$

Приймаємо $a = 620$ мм.

Розрахункова довжина паса L_p , мм визначається за формулою:

$$L_p = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a}, \quad (3.27)$$

$$L_p = 2 \cdot 620 + \frac{3,14}{2} \cdot (224 + 400) + \frac{(400 - 224)^2}{4 \cdot 620} = 2232 \text{ мм.}$$

Зі стандартного ряду довжин приймаємо $L_p = 2240$ мм

Уточнюємо міжосьову відстань за формулою:

$$a = 0,25 \cdot (L_p - W) \cdot \sqrt{(L_p - W)^2 - 8 \cdot y}, \quad (3.28)$$

$$W = 0,5\pi \cdot (d_1 + d_2), \quad (3.29)$$

$$y = \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right)^2, \quad (3.30)$$

$$W = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (224 + 400) = 980 \text{ мм.}$$

$$y = \left(\frac{400 - 224}{2} \right)^2 = 7744 \text{ мм}^2$$

$$a = 0,25 \cdot (2240 - 980) \cdot \sqrt{(2240 - 980)^2 - 8 \cdot 7744} = 623 \text{ мм.}$$

Кут обхвату пасом малого шківa α_1 визначиться з виразу:

$$\alpha_1 = 180 - 57 \cdot \left(\frac{d_2 - d_1}{a} \right), \quad (3.31)$$

$$\alpha_1 = 180 - 57 \cdot \left(\frac{400 - 224}{623} \right) = 163.$$

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		33

Визначаємо коефіцієнти: кута охоплення $C_\alpha = 0,60$, довжини паса $C_n = 0,61$, режиму роботи $C_p = 1,8$.

Знаходимо потужність, що передається одним пасом P_p , кВт

$$P_p = \frac{P_o \cdot C_\alpha \cdot C_n}{C_p}, \quad (3.32)$$

де P_o – номінальна потужність, що передається одним пасом, кВт, $P_o = 3$ кВт.

$$P_p = \frac{3 \cdot 0,60 \cdot 0,61}{1,8} = 1,85 \text{ кВт}$$

Число клинових пасів z становить:

$$z = \frac{P}{P_p \cdot C_z}, \quad (3.33)$$

де C_z – коефіцієнт, що враховує число пасів, $C_z = 0,95$.

$$z = \frac{1,5}{1,85 \cdot 0,95} = 0,85.$$

Таким чином приймаємо 1 пас.

Для приводу механізму опрокидування діжі обираємо електродвигун 4A90LB843 з номінальною частотою обертання ротора 750 об/хв. та потужністю 1,5 кВт.

Для передачі крутячого моменту від електродвигуна до механізму повороту діжі обираємо ланцюгову передачу з ділильним діаметром ведучої зірочки 120 мм та веденої – 280 мм і ланцюгом ПР-19,05-31,8 ГОСТ 13568-75.

3.3 Розрахунок на міцність відповідальних деталей машини

Розрахуємо на міцність місильну лопать машини. Для цього на рис.3.4 покажемо розрахункову схему.

На лопаті місильного органу діє сила опору тіста, що залежить від радіусу її прикладення. Рівнодіюча цієї сили P прикладена до точки, що

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		34

знаходиться на відстані $2/3R$ і направлена перпендикулярно лопаті, її величину знайдено як [12]:

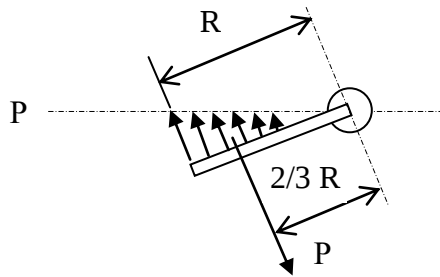


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема сил, що діють на лопать.

$$P = \sqrt{P_o^2 + P_p^2}, \quad (3.34)$$

$$P = \sqrt{118^2 + 182^2} = 217 \text{ Н.}$$

На рис. 3.5 зобразимо епюру сил та моментів сил, що діють на лопать.

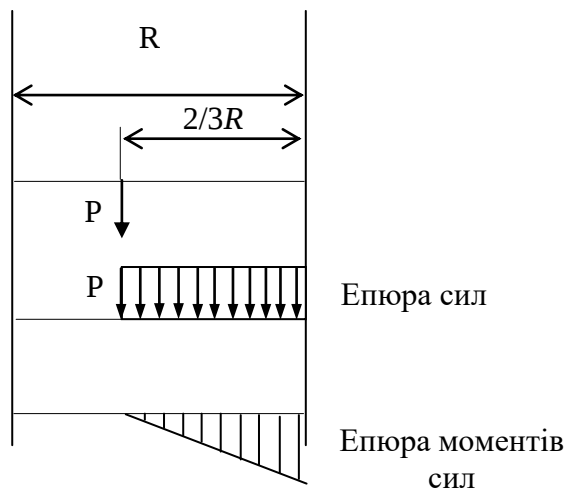


Рисунок 3.5 – Епюри сил та моментів сил, що діють на лопать.

Таким чином максимальний згинаючий момент дорівнює $P \cdot 2/3R$.

Умова міцності для балки на згинання виглядає наступним чином

[18]:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_{н.л.}} \leq [\sigma], \quad (3.35)$$

де σ_{max} – максимальне напруження, Па;

M_{max} – максимальне згинаючий момент, Н·м;

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		35

$W_{н.л.}$ – момент опору відносно нейтральної лінії, м³.

$[\sigma]$ – допустимі згинаючі напруження, Па.

Для виготовлення лопаток тістомісильної машини використаємо корозійностійку сталь Х18Н10Т з допустимим згинаючим напруженням $[\sigma] = 200$ МПа.

$$W_{н.л.} = \frac{b_{л} \cdot h^2}{6}, \quad (3.36)$$

де h – товщина лопаті, м.

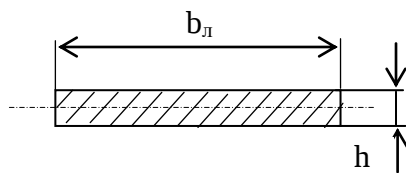


Рисунок 3.6 – Схема перерізу лопаті

$$M_{max} = P \cdot \frac{2}{3} \cdot R, \quad (3.37)$$

$$M_{max} = 217 \cdot \frac{2}{3} \cdot 0,2 = 29 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

З формул (3.35), (3.37) знаходимо мінімальну товщину лопаті h :

$$h \geq \sqrt{\frac{6 \cdot M_{max}}{[\sigma] \cdot b}}, \quad (3.38)$$

$$h \geq \sqrt{\frac{6 \cdot 29}{200 \cdot 0.04}} = 4,5 \text{ мм.}$$

Приймаємо товщину лопаті 6 мм.

Аналогічно до машини-прототипу обираємо зубчасту передачу для передачі крутного моменту від одного місильного вала до іншого. Параметри передачі залишаємо такими, якими вони є в машині-прототипі. Міжосьова відстань – 260 мм, модуль зачеплення – 5 мм. Діаметри по ділільним окружностям – 260 мм. Зубчасті колеса будемо виготовляти зі сталі 35 після нормалізації.

Перевіримо умову міцності по контактним зусиллям з нерівності [19]:

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		36

$$\sigma_n = \frac{K}{U} \cdot \sqrt{[(U + 1) \cdot a]^3 \cdot \frac{T_p}{\psi_a}} \leq [\sigma_n], \quad (3.39)$$

де K – коефіцієнт для прямозубої передачі, $K = 315$;

U – передаточне відношення, $U = 1$;

a – міжосьова відстань, $a = 260$ мм;

T_p – розрахунковий момент, $T_p = 480$ Н·мм;

ψ_a – коефіцієнт ширини колеса, $\psi_a = 0,1$;

$[\sigma_n]$ – граничне значення контактних напружень, $[\sigma_n] = 450$ МПа.

$$\sigma_n = \frac{315}{1} \cdot \sqrt{[(1 + 1) \cdot 260]^3 \cdot \frac{480}{0,1}} = 259 \text{ МПа.}$$

Оскільки $259 < 450$, то нерівність 5.39, а значить і умова міцності по контактним зусиллям, виконується.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		37

Висновки за розділом

До основних недоліків даної моделі можна віднести незадовільну якість змішування, зумовлену наявністю зон, де сировина залишається непромішаною. Це пов'язано із великим полем дії напіврамки, всередині якого перемішування майже не відбувається, що унеможливорює ефективне переміщення маси тіста в межах робочої камери. Внаслідок цього забезпечується неоднорідний заміс — ефективне перемішування спостерігається лише на рівні місильних лопатей, тоді як верхні та середні шари тіста не піддаються належній обробці, що негативно впливає на якість готових виробів.

З метою усунення вказаного недоліку запропоновано вдосконалити конструкцію робочого органа змішування, замінивши класичну форму на систему радіально орієнтованих пластин. Кожна з пластин має визначений кут нахилу, що дозволяє їм, крім радіального переміщення тіста (як у прототипі), додатково впливати на масу в горизонтальному напрямку. Таке компонування забезпечує поділ внутрішнього простору місильної камери на шари, між якими постійно відбувається міжпластовий обмін у процесі замісу.

Запропонована зміна конфігурації місильного елемента дозволяє покращити однорідність тіста, підвищити ефективність його механічної обробки, скоротити тривалість процесу замісу та знизити витрати енергії.

Було визначено основні технічні характеристики модернізованої машини: її продуктивність становить 450 кг/год. У якості приводу підібрано електродвигун згідно з ГОСТ 19523-81, що має номінальну частоту обертання вала $n = 3000$ об/хв та потужність 3,0 кВт.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						38
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Нормативно-правова база з охорони праці для підприємства

Таблиця 4.1 – Перелік нормативних документів

Позначення

№ нормативного акту	Назва нормативного акту
1 Закон України	«Про внесення змін до Закону України "Про охорону праці"», введено 17.12.2002
2 Закон України	«Про пожежну безпеку», введено 17.12.1993 № 3747–ХІІ
3 Закон України	«Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»
4 Закон України	«Про охорону навколишнього природного середовища»
5 НАОП 1.8.10-1.12-74	Правила техніки безпеки та виробничої санітарії для підприємств дріжджового виробництва
6 НАОП 1.8.10-2.08-85	ОСТ 18-440-85. Виробництво сухих кормових і пресованих дріжджів. Вимоги безпеки
7 НАОП 1.8.10-2.18-79	ОСТ 27-31-454-79. Устаткування для хлібопекарської та кондитерської галузі. Вимоги безпеки
8 НАОП 1.8.10-3.04-73	Санітарні норми щодо одягу і взуття працівників дріжджового виробництва
9 НАОП 1.8.10-3.07-73	Санітарні норми для працівників суміжних професій і допоміжного персоналу підприємств харчової промисловості

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		39

Продовження таблиці 4.1 – Перелік нормативних документів

Позначення нормативного акту		Назва нормативного акту
10	1.8.10-3.08-73	Норми санітарного одягу та взуття для інженерно-технічного персоналу харчових підприємств
11	1.8.10-4.01-80	Єдина система організації охорони праці
12	1.8.10-5.30-74	Збірник типових інструкцій з техніки безпеки та виробничої санітарії для технологічних професій

4.2 Аналіз небезпек

Розглянемо небезпечні та шкідливі чинники виробничого середовища, що впливають на людину згідно з класифікацією ГОСТ 12.0.003-74.

Фізичні шкідливі та небезпечні фактори:

1.1) Рухоме обладнання та деталі.

Ймовірність травмування виключається. Розміщення особистих речей на монтажній шафі заборонено, для інструментів передбачене спеціальне місце.

1.2) Надмірна концентрація пилу та газів у повітрі.

Тістомісильне обладнання не є джерелом пиловиділення чи газових викидів. Щоденне вологе прибирання передбачене правилами підприємства. Витяжна система запобігає перевищенню допустимих концентрацій згідно ГОСТ 12.1.005-88.

1.3) Ненормована температура поверхонь.

Тістомісильна установка є стаціонарною, тепловидільні елементи захищені оболонками з радіаторами. Обслуговуючий персонал не має доступу до монтажної шафи – лише спеціалізований персонал має право її відкривати.

1.4) Відхилення температури повітря від норми.

Цех оснащений системою кондиціонування та обігріву, яка підтримує мікроклімат у межах стандартів групи 2 згідно ГОСТ 22261-76.

Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата

19ХВД.9683790.06.25ПЗ

Аркуш

40

1.5) Надмірний шум.

Джерелом шуму є промислове обладнання. Тривалий вплив шуму здатен викликати слухові порушення та психоемоційне виснаження.

1.6) Надлишкова вібрація.

Виробниче середовище містить джерела вібрації.

1.7) Інфра- та ультразвукові коливання.

Такі джерела відсутні.

1.8) Барометричний тиск та його коливання.

Робота обладнання не впливає на зміну тиску.

1.9) Вологість повітря.

Під час експлуатації тістомісильної машини змінюється вологість повітряного середовища.

1.10) Рухомість повітря.

Машина встановлена в просторому цеху висотою 4 м, що забезпечує вільну циркуляцію повітря. Порушення можуть виникати при неправильному налаштуванні витяжної вентиляції.

1.11) Іонізація повітря.

Іонізуючих джерел немає.

1.12) Висока електрична напруга.

Обладнання живиться від мережі 380 В, 50 Гц. Встановлена система захисного занулення, яка унеможливорює контакт з елементами під напругою. Використовується мережа із заземленою нейтраллю.

1.13) Статична електрика.

Низьковольтні розряди можуть порушувати клітинні процеси та спричиняти дерматити через заряджені частинки пилу.

1.14) Електромагнітне випромінювання.

Головним джерелом є електродвигун. При близькому розміщенні до оператора можливо виникнення зорових порушень та метаболічних змін.

1.15) Незадовільне освітлення.

Недостатнє освітлення призводить до перенапруження зору, головного болю та зниження працездатності.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		41

Біологічні шкідливі та небезпечні фактори:

2.1) Мікроорганізми: бактерії, гриби, віруси.

Можуть накопичуватись у важкодоступних зонах, зокрема у щілинах кожухів, і бути джерелом інфекцій різного ступеня.

Психофізіологічні фактори:

3.1) Фізичні навантаження:

3.1.1) Статичні

3.1.2) Динамічні

У нормальних умовах експлуатації тістомісильна машина не є джерелом значних фізичних навантажень.

3.2) Психоемоційне перенавантаження:

3.2.1) Інтелектуальне перенапруження

3.2.2) Перевантаження сенсорних аналізаторів

3.2.3) Одноманітна праця

3.2.4) Емоційне навантаження

Мікроклімат

Згідно СНіП 2.2.4.548-96, робочі умови належать до категорії 1б: є потреба в ручних регулюваннях і підйомі важких елементів, енергозатрати працівника — 120–150 ккал/год.

Параметри мікроклімату підтримуються за допомогою систем опалення і кондиціювання в межах:

Температура: 15–30 °С

Вологість: 20–80 %

Пил в повітрі: не більше 0.5 мг/м³

4.3 Планування заходів з охорони праці

Проектування та забудова територій хлібозаводів і макаронних підприємств повинні здійснюватися відповідно до вимог будівельних норм СНіП 2.09.02-85*, СНіП 2.09.03-85, СНіП -10-75, СНіП II-89-80, а також згідно з нормами технологічного проектування підприємств хлібопекарської галузі та

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		42

інструкціями щодо проектування макаронних виробництв.

Під час проектування або реконструкції об'єктів відстані між будівлями повинні відповідати вимогам СНіП II-89-80 та санітарним нормам СН 245-71.

Територія підприємства має бути вирівняною, з передбаченими ухилами для відведення дощової та поливної води. Вільні площі рекомендується озеленювати. У темний час доби ділянка повинна мати освітлення: для основних проїздів — не менше 3 лк, для другорядних доріг і тротуарів — 2 лк, а для зон завантаження та розвантаження — щонайменше 5 лк.

На території слід передбачити не менше двох в'їздів (виїздів), один із яких резервний. Для підприємств потужністю до 10 тонн на добу допускається єдиний в'їзд.

Ворота мають бути механізованими, легко відкриватися, мати надійні фіксатори, що унеможливають самовільне відкриття чи закриття, та бути обладнаними сигнальними пристроями для оповіщення про рух транспорту.

Основні проїзди, тротуари та зони навантаження/розвантаження повинні мати тверде покриття. До медпунктів слід передбачити зручні під'їзди для швидкої допомоги.

Пішохідні маршрути мають бути найкоротшими, з мінімумом перетинів із внутрішньозаводськими шляхами. Їх ширина повинна складати не менше 1,5 м. Якщо інтенсивність руху не перевищує 100 осіб на годину в обох напрямках, допустима ширина — від 1,0 м.

Якщо тротуар прилягає до автодороги або розташований поряд із нею на загальному земляному полотні, між ними повинна бути роздільна смуга не менш ніж 0,8 м. Розміщення тротуару безпосередньо біля проїжджої частини дозволене лише при реконструкції.

У такому випадку рівень тротуару повинен бути не нижче 0,15 м над рівнем дороги та відповідати верхній точці бордюру.

Для переходу траншей, каналів і інших заглиблень необхідно влаштовувати містки шириною щонайменше 0,8 м, з огороженням висотою не менше 1,0 м, що включає нижню суцільну частину на висоті 0,15 м і горизонтальний елемент на рівні 0,5 м. Доступ до містків має бути вільним, і в

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						43
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

темну пору вони повинні освітлюватися.

Для вантажно-розвантажувальних операцій мають бути побудовані спеціальні платформи або естакади, які відповідають рівню вантажного кузова чи підлоги вагона. Для зливу рідких продуктів (наприклад, мазуту) необхідні спеціальні пристрої.

Територія підприємства повинна бути обладнана майданчиками для складування палива, допоміжних матеріалів і технічного обладнання відповідно до вимог пожежної та санітарної безпеки. Зберігання палива здійснюється згідно з підрозділом 7.10 Правил пожежної безпеки в Україні.

Усі резервуари, люки, колодязі мають бути щільно накриті на одному рівні з поверхнею. Під час проведення ремонтних робіт їх слід огороджувати.

Всі відкриті заглиблення — траншеї, котловани, ями — повинні бути забезпечені огорожею висотою не менше 1,0 м, з нижньою суцільною планкою на 0,15 м та горизонтальною планкою на 0,5 м. Тимчасово відкриті люки мають бути огорожені або прикриті щитами, з встановленням попереджувальних знаків і освітленням у нічний час.

Підземні комунікації, зокрема газопроводи, повинні бути належним чином позначені та відображені на генеральному плані підприємства.

4.4 Розрахунок віброізоляторів

Штучне освітлення передбачується у всіх приміщеннях будівель, а також на відкритих робочих ділянках, місцях проходження людей та руху транспорту.

Розрахунок освітленості проводиться за формулою [10]:

$$E = \frac{\Phi \cdot \eta \cdot N}{K_z \cdot S \cdot Z}; \quad (4.1)$$

де E — освітленість, лк;

Φ — світловий потік кожного світильника, лм — визначається

фактичним типом світильника та кількістю ламп у ньому,

приймаємо: світильник ЛПО09 з лампами ЛД 65, $\Phi = 3570$ лм;

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						44
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

η - коефіцієнт використання освітлювальної установки, %

(визначається коефіцієнтами відбиття поверхонь

приміщення: $\rho_n = 50\%$, $\rho_c = 30\%$, $\rho_p = 10\%$) [11] та індексу

приміщення, який розраховується за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{(h \cdot (A + B))}; \quad (4.2)$$

де A і B – розміри приміщення в плані (довжина та ширина),

$A = 13,5$ м, $B = 15$ м;

S - площа, що освітлюється, $S = A \cdot B = 13,5 \cdot 15 = 202,5$ м²;

h – розрахункова висота підвісу світильника над робочою поверхнею, $h = 3,5$ м;

$$i = \frac{13,5 \cdot 15}{(3,5 \cdot (13,5 + 15))} = 2,03.$$

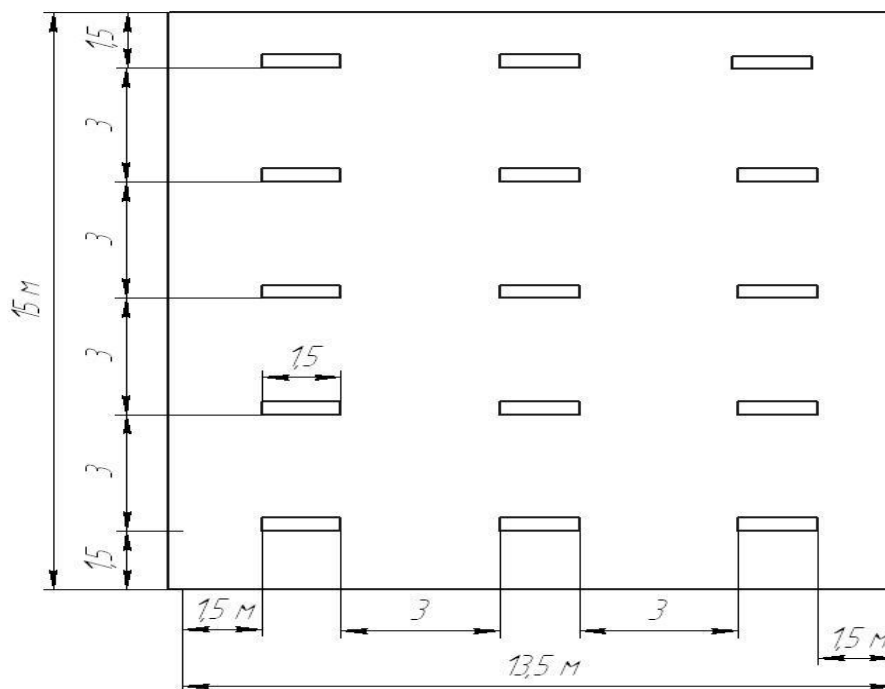


Рисунок 4.1 – Схема розташування світильників у приміщенні

Приймаємо $\eta = 55\%$, [30].

N - кількість світильників, передбачена ще до розрахунку

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		45

відповідно до найвигіднішого L:h, $N = 15$ шт.;

k_z – коефіцієнт запасу (приймають за СНіП II-4-79/85 в межах від 1,2 до 2,0 в залежності від вмісту пилу в повітрі, типу джерела світла і розрахункових строків очищення світильників – 2-18 раз на рік), приймаємо $k = 1,8$; [30].

$z = E_{cp} / E_{min}$ - коефіцієнт, що характеризує нерівномірність

освітлення (E_{cp} , E_{min} - середня та мінімальна освітленість), приймають таким, що дорівнює 1,0 при розрахунку на середню освітленість чи для відбитого освітлення, 1,15 – для ламп розжарювання і ДРЛ;

1,1 – для ліній, що світяться, виконаних світильниками з люмінесцентними лампами;

Тоді:

$$E = \frac{3570 \cdot 0,55 \cdot 15}{1,8 \cdot 202,5 \cdot 1,1} = 74_{\text{лк.}}$$

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						46
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Висновки за розділом

У даному розділі було проаналізовано питання охорони праці на підприємстві ТОВ "Хліб Токмака". Здійснено оцінку небезпечних і шкідливих виробничих чинників, що виникають під час експлуатації потоково-технологічної лінії з виробництва хлібобулочних виробів. Визначено вимоги безпеки до технологічного обладнання, зокрема при експлуатації тістомісильної машини. Також проведено розрахунок необхідного рівня освітлення робочої зони на ділянці замісу тіста.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						47
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1 Оцінка технічного рішення модернізації машини

Методику економічної оцінки технічних рішень здійснюємо у два етапи: експертний і розрахунковий [40].

5.1.1 Експертний етап оцінки технічного рівня модернізованої машини

Вибираємо основні показники технічного рівня модернізованої машини – тістомісильної машини Т2-М-63, і зводимо їх у таблицю 5.1.

Прийнято вважати, якщо кожен показник розробленої (модернізованої) машини перевищує показники аналога більш ніж на 5%, то розроблена машина перевищує кращі зразки-аналоги. Якщо відхилення показників розробленої машини й аналога знаходяться в межах 0...3%, то машина відповідає кращим зразкам-аналогам.

Таблиця 5.1 – Порівняння показників тістомісильних машин.

Показник	Значення показника		Висновок
	модернізованої машини	прототипу	
Продуктивність, кг/год	450	400	+
Потужність приводу, кВт	3,0	3,0	0
Частота обертання валу, хв. ⁻¹	9,5	9,5	0
Займана площа, м ²	1,08	1,08	0
Маса, кг	560	553	-

Виявлено, що по одному показнику розроблена машина перевищує

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						48
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

аналог, по іншому гірше за аналог.

Однак експертний етап оцінки в повному обсязі не дозволяє зробити однозначний висновок про ступінь відповідності модернізованої машини кращім зразкам-аналогам. Тому додатково приводять розрахунковий етап оцінки.

5.1.2 Розрахунковий етап оцінки технічного рівня модернізованої машини

Розрахунковий етап оцінки технічного рівня модернізованої машини здійснюємо за відносними показниками [40]

$$K_i = \frac{P_{ip}}{P_{ia}}, \quad (5.1)$$

де P_{ip} – абсолютне значення i -го показника розрахункової машини, яку оцінюють;

P_{ia} – абсолютне значення i -го показника аналога;

i – кількість порівняних показників.

Узагальнений показник ступеня відповідності модернізованої машини кращім зразкам-аналогам розраховуємо по формулі [40]

$$K_{my} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (5.2)$$

Переважає чиним для оцінки машини користуються такими показниками, як продуктивність, потужність і маса машини, то економічну оцінку технічного удосконалення проводимо за такими п'ятьма відносними показниками.

Відносний показник продуктивності k_Q , визначимо за формулою

$$k_Q = \frac{Q_p}{Q_a}, \quad (5.3)$$

де Q_p і Q_a – відповідно продуктивність розробленої машини й аналога.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						49
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

При цьому повинно бути враховано, що $k_Q \geq 1,15$.

$$k_Q = \frac{450}{400} = 1,18.$$

Умова $k_Q \geq 1,15$ виконана.

Відносний показник енергоспоживання k_N визначимо за формулою

$$k_N = \frac{N_a}{N_p}, \quad (5.4)$$

де N_p і N_a – відповідно потужність на привід розробленої машини і аналога.

При цьому повинно бути враховано, що $k_N \geq 1,25$.

$$k_N = \frac{3,0}{3,0} = 1,00$$

Умова $k_N \geq 1,25$ не виконана.

Відносний показник матеріалоемності k_m , визначаємо за формулою

$$k_m = \frac{M_a}{M_p} \quad (5.5)$$

де M_p і M_a – відповідно маса розробленої машини і аналога.

При цьому повинно бути враховано, що $k_m < 0,85$.

$$k_m = \frac{553}{560} = 0,98.$$

Умова $k_m < 0,85$ не виконана.

Відносний показник енергоемності k_E визначаємо за формулою

$$k_E = k_N \cdot k_m, \quad (5.6)$$

При цьому повинно бути враховано, що $k_E \geq 1,25$.

$$k_A = 1,00 \cdot 0,98 = 0,98.$$

Умова $k_E \geq 1,25$ не виконана.

Інтегральний показник (витрати енергії і металу (матеріалу) на одиницю продукції) k_u , визначаємо за формулою

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						50
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$k_U = \frac{Q_p \cdot N_a \cdot M_a}{Q_a \cdot N_p \cdot M_p}, \quad (5.7)$$

При цьому повинно бути враховано, що $k_u \geq 1,15$.

$$k_U = \frac{235 \cdot 3,0 \cdot 553}{200 \cdot 3,0 \cdot 560} = 1,16.$$

Умова $k_u \geq 1,15$ виконана.

Коефіцієнт технічного удосконалення, k_{my} , визначимо за формулою

$$k_{my} = \frac{k_Q + k_N + k_M + k_E + k_U}{5}, \quad (5.8)$$

Модернізована машина економічно вигідна, її технічне рішення відповідає кращим зразкам-аналогам, перспективно та економічно вигідна, якщо $k_{my} > 1$.

$$k_{my} = \frac{1,18 + 1,0 + 0,98 + 0,98 + 1,16}{5} = 1,06.$$

$k_{my} > 1$, значить модернізована тістомісильна машина перспективна і економічно вигідна.

Результати зводимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Показники технічного рівня модернізованої тістомісильної машини

Показник	Значення	Результат
1. $k_Q = \frac{Q_p}{Q_a}$	1,18	виконана
2. $k_N = \frac{N_a}{N_p}$	1,00	не виконана
3. $k_M = \frac{M_p}{M_a}$	0,98	не виконана
4. $k_E = \frac{1}{k_N \cdot k_M}$	0,98	не виконана
5. $k_U = k_Q \cdot k_E$	1,16	виконана
6. $k_{TY} = \frac{k_Q + k_N + k_M + k_E + k_U}{5}$	1,06	виконана

5.2 Економічна ефективність використання удосконаленого обладнання

Визначимо економію електроенергії за формулою [40]

$$E_e = Q_a (N_a/Q_a - N_e/Q_e) \cdot T \cdot n \cdot D \cdot B_{\text{кВт}}, \quad (5.9)$$

де N_a , N_e – відповідно потужність на привід аналога та вдосконаленої машини;

Q_a , Q_e – відповідно продуктивність аналога та вдосконаленої машини;

T – час роботи машини у зміну, год;

n – кількість змін;

D – кількість робочих змін в рік, $D=300$;

$B_{\text{кВт}}$ – вартість одного кВт.

$$E_e = 235 (3/200 - 3/235) \cdot 5 \cdot 1 \cdot 300 \cdot 9,86 = 10820 \text{ грн.}$$

Енергоємність $E_{\text{уд}}$, кВт год/кг, визначимо з вираження

$$E_{\text{уд}} = \frac{\sum_{i=1}^n E}{G}, \quad (5.10)$$

де $\sum_{i=1}^n E$ – споживана електроенергія, кВт/год.

При цьому споживана енергія $\sum_{i=1}^n E$, кВт·год, визначиться з вираження

$$\sum_{i=1}^n E = E_{\text{см}} \cdot n \cdot D, \quad (5.11)$$

де $E_{\text{см}}$ – електроенергія, споживана при виробництві продукції за один день, кВт·год.;

G – обсяг переробленої продукції, $G=352,5$ т.

Тоді для прототипа $\sum_{i=1}^n E = 3 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 300 = 5400$ кВт

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		52

Для розробленої машини $\sum_{i=1}^n E = 3 \cdot 5 \cdot 1 \cdot 300 = 4500$ кВт.

Відповідно, енергоємність переробки для тістомісильної машини

$$E_{уд.ан} = \frac{5400}{352,5} = 15,3 \text{ кВт год/т}$$

і модернізованої машини

$$E_{уд.мод} = \frac{4500}{352,5} = 12,8 \text{ кВт год/т.}$$

Загальна річна економія від модернізації складає

$$E_{рік} = 10820 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на виготовлення деталей модернізованого вузла тістомісильної машини за формулою

$$C_m = C_k + C_{дм} + C_{пд} + C_{сб} + C_{цн}, \quad (5.12)$$

де C_k – вартість виготовлення корпусних деталей, грн.;

$C_{дм}$ – витрати на виготовлення деталей на металоріжучих станках, грн.;

$C_{пд}$ – ціна куплених деталей по прейскуранту, грн.;

$C_{сб}$ – заробітна плата виробничих робітників по збиранню пристрою, грн.;

$C_{цн}$ – цехові накладні на виготовлення пристрою, грн..

Вартість виготовлення корпусних деталей визначається за формулою

$$C_k = Q_k \cdot C_{ед} \quad (5.13)$$

де Q_k – маса заготовок для виготовлення, кг;

$C_{ед}$ – середня вартість 1 кг готових деталей, грн.;

Вартість виготовлення корпусних деталей дорівнює нулю, так як корпусних деталей немає в даному вдосконаленні. $C_k = 0$.

Витрати на виготовлення деталей на металоріжучих станках визначаються за формулою

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		53

$$C_{\text{дм}} = C_{\text{при}} + C_{\text{м}} \quad (5.14)$$

де $C_{\text{при}}$ – заробітна плата виробничих працівників, зайнятих на виробництві деталей, грн.;

$C_{\text{м}}$ – вартість матеріалу заготовки для виготовлення деталей, грн.

$$C_{\text{при}} = C_{\text{осн}} + C_{\text{доп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{ч}} + C_{\text{прем}} \quad (5.15)$$

де $C_{\text{осн}}$ – основна зарплата робочих, грн.;

$C_{\text{доп}}$ – додаткова заробітна плата працівників, грн.;

$C_{\text{соц}}$ – відрахування на соціальне страхування, грн.;

$C_{\text{ч}}$ – відрахування до фонду постраждалих від аварії на ЧАЕС, грн.;

$C_{\text{прем}}$ – відрахування на премії, грн.

$$C_{\text{осн}} = t_1 \cdot C_{\text{год}} \cdot K_t \quad (5.16)$$

де t_1 – середня трудоемкість на виготовлення деталей на металоріжучих станках; $t_1 = 9$ люд·год;

K_t – коефіцієнт, який враховує доплати до основної зарплати; $K_t = 1.5$

$C_{\text{год}}$ – годинна ставка робочих; $C_{\text{год}} = 64$ грн

$$C_{\text{ос}} = 9 \cdot 6,4 \cdot 1,5 = 864 \text{ грн}$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{15 C_{\text{осн}}}{100}$$

$$C_{\text{доп}} = \frac{15 \cdot 864}{100} = 130 \text{ грн}$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{30 C_{\text{осн}}}{100}$$

$$C_{\text{соц}} = \frac{30 \cdot 864}{100} = 259 \text{ грн}$$

$$C_{\text{ч}} = \frac{12 C_{\text{осн}}}{100}$$

$$C_{\text{ч}} = \frac{12 \cdot 864}{100} = 104 \text{ грн}$$

$$C_{\text{прем}} = \frac{30 C_{\text{осн}}}{100}$$

$$C_{\text{прем}} = \frac{30 \cdot 864}{100} = 259 \text{ грн}$$

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		54

Тоді $C_{при} = 864 + 130 + 259 + 104 + 259 = 1616$ грн.;

$$C_m = Q_3 \cdot C_1 \quad (5.17)$$

де C_1 – ціна 1 кг заготівлі; $C_1 = 30,5$ грн.;

Q_3 – маса заготівлі; $Q_3 = 14,2$ кг ;

$$C_m = 30,5 \cdot 32 = 976 \text{ грн.}$$

Тоді $C_{дм} = 1616 + 976 = 2592$ грн.

Ціна куплених деталей складає $C_{пд} = 0$ грн., так як ми не купуємо деталі для вдосконалення машини.

Заробітна плата робочих, зайнятих на збиранні конструкції, визначається аналогічно заробітній платі робочих, зайнятих на виготовленні деталей на металорізючих станках.

Таким чином, основна зарплата, при працесмності на збирання конструкції $T_{сб} = 3.5$ люд·год, буде рівна:

$$C_{осн} = 3.5 \cdot 4,5 \cdot 15 = 236 \text{ грн.};$$

$$C_{дон} = \frac{15 \cdot 236}{100} = 35,4 \text{ грн}$$

$$C_{соц} = \frac{30 \cdot 236}{100} = 70,8 \text{ грн.};$$

$$C_ч = \frac{12 \cdot 236}{100} = 28 \text{ грн}$$

$$C_{прем} = \frac{30 \cdot 236}{100} = 70,8 \text{ грн}$$

Тоді $C_{сб} = 236 + 35,4 + 71 + 28 + 71 = 441$ грн.

Цехові накладні витрати на виготовлення пристрою визначаються за формулою:

$$C_{цн} = \frac{C_{пр} \cdot R_{цн}}{100} \quad (5.18)$$

де $C_{пр}$ – основна зарплата виробничих робочих, що приймають участь у виготовленні конструкцій, грн.;

$R_{цн}$ – відсоток цехових накладних витрат, $R_{цн} = 250\%$.

$$C_{пр} = 1616 + 441 = 2057 \text{ грн.}$$

Цехові накладні витрати на виготовлення пристрою визначаються за формулою:

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						55
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

$$C_{\text{цн}} = \frac{C_{\text{пр}} \cdot R_{\text{цн}}}{100} \quad (5.19)$$

де $C_{\text{пр}}$ – основна зарплата виробничих робочих, що приймають участь у виготовленні конструкцій, грн.;

$R_{\text{цн}}$ – відсоток цехових накладних витрат, $R_{\text{цн}}=250\%$.

$$C_{\text{цн}} = \frac{2057 \cdot 250}{100} = 5140 \text{ грн}$$

Відповідно вартість модернізації блоку замісу буде дорівнювати:

$$C_{\text{м}} = 2592 + 441 + 5140 = 8173 \text{ грн.}$$

Термін окупності вкладень на модернізацію блоку замісу тістомісильної машини $T_{\text{рік}}$, рік, визначають по формулі

$$T_{\text{рік}} = \frac{C_{\text{м}}}{E_{\text{рік}}} \quad (5.20)$$

$$T_{\text{рік}} = \frac{8173}{10820} = 0,8 \text{ рік.}$$

Результати розрахунків зводимо у таблицю 5.3

Таблиця 5.3 – Економічна оцінка конструкторської розробки машини

Показники	Величина	
	Модернізована машина	Машина-прототип
Річний об'єм переробки, т	352,5	
Енергоємність переробки, кВт · год/т	12,8	15,3
Витрати на модернізацію, грн	8173	
Прибуток від модернізації, грн/рік	10820	
Термін окупності вкладень на модернізацію, років	0,8	

Висновки за розділом

На етапі експертної оцінки технічних рішень було встановлено, що за одним із ключових показників — продуктивністю — вдосконалена тістомісильна машина перевищує параметри базового аналога. За показником маси вона поступається, а за іншими технічними характеристиками знаходиться на одному рівні з прототипом. За результатами розрахункового етапу визначено коефіцієнт технічного удосконалення конструкції, який становить $k_{TY} = 1,06$.

Проведена економічна оцінка розробки засвідчила, що витрати на модернізацію машини становлять 8170 грн, а річний прибуток від її впровадження, отриманий завдяки зменшенню питомої енергоємності, дорівнює 10820 грн. Термін окупності капіталовкладень на вдосконалення складає 0,8 року.

Таким чином, результати обох етапів оцінки свідчать про доцільність впровадження вдосконаленої конструкції тістомісильної машини, що є технічно перспективною та економічно ефективною.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						57
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ ЗА ПРОЕКТОМ

На основі вивчення природно-кліматичних особливостей та місця розташування ТОВ "Хліб Токмака" було визначено основний напрямок його діяльності, асортимент продукції, а також описано населені пункти, де відбувається реалізація готової продукції та закупівля сировини. Установлено, що на підприємстві ефективно функціонують лінії з виробництва хлібобулочних виробів, зокрема сухарної продукції.

Результати аналізу сировинної бази свідчать про стабільну наявність борошна в регіоні та відсутність перебоїв із його постачанням. Під час оцінки існуючих технічних засобів, зокрема тістомісильної машини лінії сухарного виробництва, виявлено ряд конструктивних недоліків. Було встановлено, що тістомісильна машина Т2-М-63, яка експлуатується на підприємстві, морально застаріла і потребує модернізації для підвищення якості тіста, скорочення тривалості виробничого циклу та зниження енерговитрат.

У процесі дослідження проведено огляд тістомісильних машин періодичної дії, розглянуто особливості процесу замішування тіста, сформульовано вимоги до сучасного обладнання та здійснено патентний пошук. У якості прототипу для удосконалення було обрано модель Т2-М-63, яка застосовується при виробництві здобних виробів із тістом вологістю від 39%.

Головною виявленою вадою машини є наявність зон непромішування, що зумовлює нерівномірність замісу тіста. Щоб усунути цей недолік, було запропоновано змінити форму замішувального важеля, встановивши радіально орієнтовані пластини з кутовим нахилом. Така модернізація дозволяє забезпечити перемішування тіста не лише в радіальному, а й у горизонтальному напрямку, що покращує масообмін між шарами тіста, підвищує рівномірність замісу, зменшує його тривалість і знижує енерговитрати.

У результаті розрахунків визначено основні технічні характеристики вдосконаленої машини: продуктивність — 450 кг/год; електродвигун типу за ГОСТ 19523-81, частота обертання валу — 3000 об/хв, потужність — 3,0 кВт.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						58
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

Також розроблено технологію виготовлення вала як основної деталі машини, включно з операційними налатками.

У розділі охорони праці було проаналізовано потенційні небезпечні та шкідливі чинники під час експлуатації технологічного обладнання. Окремо розглянуто вимоги безпеки до тістомісильної машини, а також здійснено розрахунок освітлення на ділянці замісу тіста.

З економічної точки зору встановлено, що витрати на модернізацію машини становлять 8170 грн, а річний прибуток — 10820 грн, отриманий завдяки зменшенню енергоємності. Термін окупності модернізації — 0,8 року.

Таким чином, згідно з результатами технічної та економічної оцінки, вдосконалена тістомісильна машина є перспективною та доцільною до впровадження.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						59
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологія мучних кондитерських виробів. М.А.Талейсник, Л.М. Аксенова, Т.С.Бернштейн.-М.: Агропромиздат,1986.
2. Збірник технологічних вказівок по виробництву хліба та хлібобулочних виробів. Розробка Міністерства хлібопродуктів СРСР.М.:Прейскурантіздат, 1989.
3. ДСТУ 1.5:2015 Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів. – Чинний від 2017-02-0101 – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 65 с
4. ДСТУ 8302:2015 Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. – Чинний від 2016-07-01– Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 20 с
5. Годик Є. І. Технічне креслення. — К.: Вища шк., 1971. — 248 с.
6. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв. / А.М. Поперечний, О.І.Черевко. - Київ. Центр учбової літератури., 2007. – 304 с.
7. Бойко В.С. Процеси і апарати харчових виробництв. Теплообмінні процеси: Підручник / В.С. Бойко, К.О. Самойчук, В.Г. Тарасенко, О.П. Ломейко. – Мелітополь: видавничо поліграфічний центр «Lux» 2020.- 329 с.
8. Шейко В.М. Організація та методика науково – дослідницької діяльності/ В.М. Шейко, Н.М. Кушнарєнко. К.: Знання-Прес, 2003. – 295 с.
9. Смоляр В. І. Фізіологія та гігієна харчування. Підручник для студентів. – К.: "Здоров'я", 2000. – 335 с.
10. Технологічне обладнання для переробки продукції рослинництва: Лабораторний практикум / В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко, Н.О. Паляничка, С.Ф. Буденко, К.О. Самойчук, Кюрчев С.В., В.О. Верхованцева, В.О. Олексієнко, В.Г. Циб. – Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. – 277 с.
11. Гвоздєв О.В. Машини та обладнання для хлібопекарського виробництва: Підручник/О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Олексієнко. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2010. – 312 с.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		60

12. Ялпачик В.Ф. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник / В.Ф. Ялпачик, В.О. Олексієнко, Ф.Ю. Ялпачик, К.О. Самойчук, О.В. Гвоздєв, В.Г. Циб, Н.О. Паляничка, В.І. Шевченко, Ю.О. Борхаленко, С.Ф. Буденко. – Мелітополь.: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2015. – 196 с.

13. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздєв О.В. та ін./ За редакцією О.В. Дацишина. Навчальний посібник.–Вінниця: Нова книга, 2008.–488 с.

14. Машини та обладнання хлібопекарського виробництва: Підручник/ О.В.Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, В.О. Олексієнко.–Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2010.–312 с.: іл.

15. Ялпачик В.Ф. Машини, обладнання та їх використання при переробці сільськогосподарської продукції. Лабораторний практикум. Навчальний посібник / В.Ф. Ялпачик, В.О. Олексієнко, Ф.Ю. Ялпачик, К.О. Самойчук, О.В. Гвоздєв, В.Г. Циб, Н.О. Паляничка, В.І. Шевченко, Ю.О. Борхаленко, С.Ф. Буденко. – Мелітополь.: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2015. с.

16. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції: Навч. посібник/ О.В.Дацишин, О.В.Гвоздєв, Ф.Ю.Ялпачик, Ю.П.Рогач. – К.: Мета, 2003.-288 с.

17. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: за ред. Самойчука К.О. – К : ПрофКнига, 2020. – 428с.

18. Основи наукових досліджень. Конспект лекцій для студентів спеціальності «Обладнання переробних і харчових виробництв» – Таврійський державний агротехнологічний університет, 2015. – 109 с.

19. Ялпачик В.Ф. Розрахунки обладнання харчових виробництв. Навчальний посібник. / В.Ф. Ялпачик, С.Ф. Буденко, Ф.Ю. Ялпачик, О.В. Гвоздєв та ін. - Мелітополь. Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні. 2014. - 264 с.

					19ХВД.9683790.06.25ПЗ	Аркуш
						61
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		

20. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв/ О.Т. Лисовенко, О.А. Руденко – Грицюк, І.М. Литовченко та ін.. К.: Наукова думка. 2000. – 283 с

21. Чернавский С.А. Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие для вузов/ С.А.Чернавский, Г.А.Снесарев, Б.С.Козинцов и др. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 560с., ил.

22. Писаренко Г.С. и др. Справочник по сопротивлению материалов. – 2-е изд. перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1988.

23. Бутко Д.А. та ін. Організація охорони праці в сільському господарстві: навчальний посібник/ Д.А.Бутко, В.П.Луценков. – Сімферополь:Бізнес-Інформ, 1998. – 368с.

24. Луценков В.Л. та ін. Виробнича санітарія/ В.Л.Луценков, Д.А.Бутко, С.Д.Лехман, О.Є.Гайовий, О.С.Пашенко. – К.: Урожай, 1996. – 336с.

25. Луценков В.П. та ін. Критерії оцінки виробничих небезпек: Навчальний посібник/ В.П.Луценков, Д.А.Бутко, М.Т.Воїнов, С.Д.Лехман, С.Д.Мазілін. – Сім-ферополь: Бізнес-Інформ, 1996. – 224с.

26. Бутко Д.А. Безпека технологічних процесів при ремонті і технічному обслуговуванні машин та обладнання АПК / Д.А. Бутко, В.Л. Луценков, М.Т. Воїнов / Навчальний посібник. – Сімферополь: Бізнес-Інформ, 1999. – 328 с.

27. Бутко Д.А. Організація охорони праці в сільському господарстві / Д.А. Бутко, В.Л. Луценков, М.Т. Воїнов, С.Д. Мазілін // Навчальний посібник. – Сімферополь: Бізнес-Інформ, 1998. – 368 с.

28. Луценков В.Л. Критерії оцінки виробничих небезпек / В.Л. Луценков, Д.А. Бутко, М.Т. Воїнов, С.Д. Лехман, С.Д. Мазілін // Навчальний посібник. – Сімферополь: Бізнес-Інформ, 1996. – 224 с.

29. Бутко Д.А. Вимоги санітарії і гігієни праці при переробці м'яса і м'ясних продуктів / Д.А. Бутко, Ю.П. Рогач, В.Д. Бутко, С.В. Головін // Навчальний посібник. – Мелітополь, 2011 – 280 с.

					<i>19ХВД.9683790.06.25ПЗ</i>	Аркуш
						62
Зм..	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		