

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Реконструкція лінії виробництва хлібобулочних виробів на
ТОВ «Хмельницькхліб» з модернізацією тістомісильної машини

Назва теми

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Шифр і найменування

Спеціальність 133 Машинобудування (за спеціалізаціями)

Код і найменування

Предметна

спеціальність /спеціалізація _____

Код і найменування

Освітня програма Машини і апарати харчових виробництв

Найменування

Шифр КвР. МАХВМ. 25.14.00.00.000

Виконав здобувач 2 курсу група МАХВМз-24-1

Шифр



Підпис

Тарас КРОТЕВИЧ

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник канд.техн.наук. доц.

Науковий ступінь, учене звання



Підпис

Віктор ФЕДОРІВ

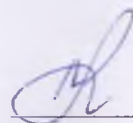
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри галузевого

машинобудування та агроінженерії

Назва



Підпис

Андрій МАРТИНЮК

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Дата

Хмельницький 2025

АНОТАЦІЯ
на кваліфікаційну роботу
спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

**Тема: «Реконструкція лінії виробництва хлібобулочних виробів на
ТОВ «Хмельницькхліб» з модернізацією тістомісильної машини»**

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки (82 стор. формату А4) і графічної частини (8 аркушів формату А1).

Розрахунково-пояснювальна записка містить вступ, технологічну і конструкторську частини.

У конструкторській частині приведено розрахунок кінематичної схеми, розраховані параметри і розміри вузлів машини.

Під час виконання кваліфікаційної роботи викладені основні вимоги до модернізації тістомісильної машини А2-ХТТ, що передбачає зміну конструкції валу в задній частині місильної камери. Замість нероз'ємного з'єднання, кінець валу тепер робиться роз'ємним, що дозволяє здійснювати заміну робочих органів значно легше. З'єднання валу з напіввалом тепер відбувається за допомогою різьбового з'єднання та центрування через конус. Така конструкція значно полегшує демонтаж і заміну робочих органів. Всі ці етапи забезпечують спрощення обслуговування машини та значно зменшують час на демонтаж.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що проєктована тістомісильна машина забезпечує інтенсивне перемішування тіста, його пластифікацію та раціональне переміщення по поверхні робочих органів та по всьому об'єму місильної камери.

В даній роботі приводиться розрахунок і обґрунтування доцільності впровадження у дію машини. Приведені розрахунки доводять доцільність машини у виготовленні та в експлуатації.

У графічній частині приведено загальний вид машини, блок замісу, план та розріз будівлі, робочі креслення лопаті гальмівної, вала місильного, пластикуючого органу, подовжувача, кришки підшипника, кінематична схема та схема змащування, технологічна схема виробництва батона особливого.

Список використаних джерел містить 18 найменувань.

Ключові слова:

СИРОВИНА, ТІСТО, ПЕРЕМІШУВАННЯ, МІСИЛЬНА КАМЕРА, ВАЛ МІСИЛЬНИЙ, ПЛАСТИКУЮЧИЙ ОРГАН, НАПІВВАЛ, ЛОПАТЬ ГАЛЬМІВНА, ПОДОВЖУВАЧ, ХЛІБ, МАШИНА, ПРОЄКТУВАННЯ, ПРИВОД.

Хмельницький національний університет

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Шифр і найменування

Спеціальність 133(G11) Машинобудування (за спеціалізаціями)

Код і найменування

Предметна

спеціальність /спеціалізація _____

Код і найменування

Освітня програма Машини і апарати харчових виробництв

Найменування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

_____.2025

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кротевич Тарас Ігорович

Прізвище, ім'я, по батькові здобувача

1 Тема роботи Реконструкція лінії виробництва хлібобулочних виробів на ТОВ «Хмельницькхліб» з модернізацією тістомісильної машини

Керівник роботи Федорів Віктор Михайлович, канд.техн.наук, доц.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від _____ 2025 р. № _____

2 Термін подання здобувачем роботи на кафедру _____

3 Вихідні дані до роботи) _____

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

6 Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання _____

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1.ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ.....	8
1.1. Зберігання і підготовка сировини до виробництва	8
1.2. Обґрунтування способів приготування тіста і технологічних режимів	10
1.3. Вибір і розрахунок обладнання.....	15
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	22
2.1. Опис технологічної схеми виробництва хліба білого формового масою 0,8 кг	22
2.2. Опис технологічної схеми виробництва хліба з борошна тритікале масою 0,8 кг.....	23
2.3. Опис технологічної схеми виробництва батонів «Особливих» масою 0,4 кг	23
2.4. Опис технологічної схеми виробництва булочки з пониженою кислотністю 0,2 кг	25
2.5. Розрахунок продуктивності печей.....	25
2.6. Розрахунок виробничих рецептур, витрат і запасу сировини	28
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	38
3.1. Техніко-економічне обґрунтування	38
3.2. Будова та принцип дії	43
3.3. Розрахунок і проєктування тістомісильної машини А2-ХТТ	48
4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА	64
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.....	72
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	78
ВИСНОВКИ.....	80
ДОДАТКИ.....	82

ВСТУП

Хлібобулочні виробниці відіграють ключову роль у харчуванні населення, і забезпечення їх високої якості є невід'ємною частиною продовольчої безпеки країни. Сучасне виробництво таких продуктів вимагає ретельного контролю за якістю сировини, дотримання технологічних параметрів та ефективної роботи обладнання. Одним із найважливіших етапів у даному процесі є заміс тіста, оскільки саме цей етап значною мірою впливає на якість готової продукції та економічну доцільність всього виробничого циклу. ТОВ «Хмельницькхліб» є одним із провідних українських виробників хлібобулочних виробів. Компанія пропонує широкий асортимент продукції: від традиційного українського хліба до булок, піци та кондитерських виробів. Щоб залишатися конкурентоспроможною і підтримувати високу якість своєї продукції, підприємство постійно вдосконалює технологічні процеси. Заміс тіста, що виконується за допомогою спеціалізованих тістомісильних машин, має вирішальне значення серед усіх виробничих операцій. Досягнення оптимальної структури тіста залежить від дотримання таких параметрів, як швидкість, тривалість процесу, температура та режими роботи обладнання. На підприємстві ТОВ «Хмельницькхліб» для замісу тіста використовують сучасну машину А2-ХТТ. Ця модель тістомісильної машини є важливою складовою виробничої лінії, забезпечуючи потрібну інтенсивність перемішування інгредієнтів для отримання тіста високої якості. Проте функціональні характеристики А2-ХТТ мають свої обмеження. Зокрема, машина не завжди забезпечує оптимальні умови для всіх видів тіста, що може спричинити варіативність у результатах. Крім того, обладнання є енергоємним, що створює додаткові труднощі у зниженні витрат на виробництво. Основне завдання кваліфікаційної роботи — розробити та обґрунтувати заходи щодо модернізації виробничої лінії хлібобулочних виробів на ТОВ «Хмельницькхліб», приділяючи особливу увагу тістомісильній машині А2-ХТТ. У рамках цього дослідження передбачено аналіз існуючих технологічних рішень, виявлення вузьких місць у роботі обладнання та формування оптимізованих технічних рішень для покращення його

функціональності. Це дозволить підвищити продуктивність підприємства, стабілізувати якість продукції, а також зменшити витрати на енергоресурси та сировину. Реконструкція виробничої лінії є актуальною для досягнення стратегічних цілей ТОВ «Хмельницькхліб», таких як покращення технологічного процесу замісу тіста, забезпечення стабільної якості хлібобулочних виробів та зменшення рівня енергетичних витрат. Завдяки модернізації А2-ХТТ очікується значне підвищення ефективності устаткування разом зі зменшенням витрат на його обслуговування та ремонти. Це сприятиме збільшенню строку служби машини та посиленню автоматизації виробництва, що відповідає сучасним вимогам ринку. Завдяки цій модернізації ТОВ «Хмельницькхліб» зможе не лише зміцнити свої позиції на ринку, але й досягти стійкого зростання обсягів продукції. Об'єкт дослідження — лінія з виробництва хлібобулочних виробів із особливим акцентом на процес замісу тіста, що виконують за допомогою машини А2-ХТТ. Предметом роботи є технічні та технологічні аспекти.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ Зберігання і підготовка сировини до виробництва

Пшеничне борошно марки ДСТУ 46.004-99, а також тритикале сорту "обойне" по ТУУ 46.22.ТК-018-97, доставляється на хлібокомбінат безтарним методом, використовуючи автоборошновози, зберігається ж воно у спеціальних силосах типу Spiromatik (6). Облік наявного борошна на заводі здійснюється шляхом фіксування ваги автоборошновоза до та після процесу вивантаження. Для розвантаження, автоборошновоз під'їжджає до приймального вузла ХЩП-1 (8), від якого гнучким шлангом підключається до трубопроводу цього вузла. Активується компресорна станція борошновоза, і борошно перекачується в силос Spiromatik (6) за допомогою повітряного потоку. Протягом семиденного періоду зберігання в борошні відбувається процес дозрівання, або "відлежування". Для стимулювання цього процесу, у зоні безтарного зберігання борошна необхідно підтримувати температуру повітря у діапазоні 15-25°C, а відносна вологість не повинна перевищувати 70%. Борошно потрапляє у силос через верхній патрубок, призначений для виходу повітря, яке транспортувало його; у верхній частині силосу для виділення цього повітря встановлено фільтр (3). З самого силосу борошно подається за допомогою пружинної системи (9). Завдяки цій системі, борошно відокремлюється від повітря і направляється на стадію просіювання. Просіювання борошна виконується на спеціальних просіювачах моделі ПТ-1500 (7). Після цього борошно зважується і відправляється у виробничий бункер ХС-112 (23), а звідти шнеком транспортується для приготування напівфабрикатів.

Пресовані хлібопекарські дріжджі згідно ТУУ. 56.1.18002-2001 зберігаються при температурі 0-4°C, при цьому заводський запас розрахований лише на три доби. Охолоджені дріжджі перебувають у стані анабіозу, через що їхні життєві процеси відбуваються вельми повільно. Якщо ж зберігати їх у теплому приміщенні, дріжджі швидко піддаються автолізу, оскільки вони містять значну кількість вологи (75%) та ферментів. Внаслідок цього білки

гідролізуються, дріжджі стають рідкими, набуваючи при цьому несприятливого смаку та запаху, а їхня підймальна сила суттєво знижується. Кислотність дріжджів має бути не більше 120 мг оцтової кислоти, час підймальної сили — не більше 70 хвилин, а вміст вологи — не перевищувати 75%. Для підготовки пресованих дріжджів до замішування напівфабрикатів їх розчиняють у воді у дріжджемішалках Х-14 (16), додаючи на одну частину дріжджів три частини води, яка дозується за допомогою водомірного бачка АВБ-100 (18) з температурою 29-32°C. Перед надходженням у виробництво, дріжджову суспензію пропускають крізь сито з розміром комірок не більше 2,5 мм. Дріжджова суспензія перекачується відцентровим насосом у виробничий збірник ХЄ-47 (12), з якого самопливом подається на виробництво.

Харчова кухонна сіль стандарту ДСТУ 3583-97 доставляється на хлібокомбінат автомобільним транспортом. На складі передбачено запас солі на п'ятнадцять діб. Сіль із самоскидів вивантажується у приймальний відсік резервуару Т1-ХСБ (15), потім у цей резервуар подається вода у кількості, що становить 50% від маси солі, по трубопроводу. Через барботер від повітрорудки подається стиснене повітря, що сприяє кращому перемішуванню солі та прискорює процес її розчинення. Коли густина розчину досягає 1,2 г/см³, оператор спрямовує розчин через фільтр і за допомогою насоса (2) перекачує його у накопичувальний резервуар ХЕ-46 (14), звідки він далі надходить у дозатори.

Цукор-пісок (ДСТУ 2316-93) доставляється на підприємство автотранспортом, фасованим у мішки вагою по 50 кг. Зберігання цукру-піску здійснюється у приміщенні, де відносна вологість повітря не перевищує 65%. Мішки з цукром розміщують на стелажах, формуючи штабелі висотою до восьми ярусів. Для замішування тіста цукор-пісок використовується у вигляді розчину, який готується у цукро-жиророзчиннику А2-ХРЦ (17). Розчин готують з густиною 1230 кг/м³. Вода для приготування розчину, з температурою 50-60°C, дозується за допомогою водомірного бачка АВБ-100 (18). Приготований розчин, пропущений через кран із сітчастим фільтром, перекачується насосом по

трубопроводу у збірник ХЕ-46 (11), з якого розчин самопливом надходить на стадію дозування.

Підкислювач марки «Ефективний» зберігається на підприємстві у бочках. При підготовці підкислювача «Ефективного» для формування напівфабрикатів його змішують у дріжджемішалці Х-14 (16). Перед надходженням у виробництво підкислювач необхідно пропустити крізь сито з осередком не більше 2,5 мм. Підкислювач перекачується відцентровим насосом у виробничий збірник ХС-46 (13), з якого самопливом подається у виробництво.

Вода для хлібокомбінату надходить із місцевої водопровідної мережі. Щоб забезпечити безперервність технологічних процесів, створити необхідний резерв та підтримувати постійний тиск холодної та гарячої води, у найвищій точці будівлі хлібокомбінату передбачено спеціальне приміщення, де встановлено резервуари для гарячої та холодної води. Запас холодної води забезпечується на чотири години, гарячої води, яку отримують шляхом підігріву паром за допомогою змішувача, — на вісім годин. Температура гарячої води становить 70°C. Наповнення бака гарячої води холодною водою регулюється штоковим вентилем.

Щодо подачі пари, необхідної для обслуговування обладнання, на підприємстві змонтовано котельну установку, що функціонує за циркуляційним принципом. Холодна вода, що надходить із водомережі, спочатку проходить через катіонітові фільтри (19) і далі надходить у деаератор (20), де частково позбавляється кисню. Потім вода за допомогою відцентрового насоса (2) спрямовується у паровий котел. Конденсат, що утворюється, збирається у резервуарі для конденсату (21), звідки він відцентровим насосом (2) перекачується спочатку до деаератора (20), а потім у паровий котел типу Е 1/9Г (22).

1.2. Обґрунтування способів приготування тіста і технологічних режимів

Тісто для штучного білого хліба вагою 0,8 кг виготовляють із пшеничного борошна другого ґатунку, використовуючи рідку солону закваску (РСЗ).

Опарний метод складається з двох етапів: приготування закваски та замішування тіста на ній. Закваску готують з частини борошна, солі, води та усіх дріжджів згідно з рецептурою. До добродившої закваски додають решту борошна, води і замішують тісто. Мета приготування закваски — акліматизація дріжджів до існування в безаеробних умовах борошняного середовища, їхнє стимулювання та розмноження; накопичення кислот, водорозчинних та ароматичних сполук. Для забезпечення сприятливих умов для життєдіяльності мікрофлори закваску роблять рідкою. РСЗ готують з вологістю від 65 до 75%. Для випікання високоякісного хліба бажано, аби якнайбільший об'єм борошна був зброджений на першій стадії. Максимально можливий вміст борошна в рідкій заквасці досягається при внесенні в неї всієї кількості води, передбаченої для замісу тіста, тому тісто на РСЗ замішують без додаткового заливу води. Дріжджові клітини в рідких заквасках демонструють кращу бродільну активність, ніж у густих, а також мають кращі умови для нарощення більшої біомаси. Оптимальна температура для дозрівання РСЗ становить від 28 до 32°C, тривалість бродіння — від 3,5 до 5 годин, що залежить від вологості закваски, сорту борошна, якості дріжджів, температури бродіння, до кінцевої кислотності від 5 до 6 градусів для борошна другого ґатунку при випуску білого хліба.

Для зниження в'язкості заквасок, зменшення піноутворення та стабілізації кислотності до закваски додають частку солі – від 0,3 до 0,5% від маси борошна у тісті. Сіль у РСЗ менше гальмує дріжджі, ніж у густих заквасках, оскільки концентрація солі в РСЗ у 1,5 рази менша, ніж у густих заквасках при однакових дозах. Сіль у РСЗ сповільнює протеоліз білкових речовин, покращує здатність тіста утримувати газ. Однак, вносити всю сіль, передбачену рецептурою, у РСЗ недоцільно, оскільки це пригнічує активність мікрофлори та уповільнює процес вистоювання тістових заготовок. Оптимальна кількість солі, що додається до РСЗ, становить 50% від загальної маси солі, визначеної рецептурою.

Головна перевага РСЗ полягає у їхній універсальності. На їхній основі можна виготовляти різноманітні вироби, змінюючи рецептуру під час замісу тіста, що сприяє раціоналізації праці у відділенні замісу хлібозаводу. За опарного методу замісу тіста легко досягти оптимального технологічного режиму з огляду на хлібопекарські характеристики борошна. Змінюючи співвідношення борошна і води у заквасці та тісті, температуру і тривалість бродіння, можна підібрати найбільш відповідний режим для переробки борошна різної якості, включно зі слабким чи дефектним борошном. Працюючи з РСЗ, технологічний процес легко корегувати, і вони менше схильні до переокисання у випадку непередбачених перерв у роботі. Рідкі закваски зручно перекачувати трубопроводами, їх легко дозувати, що створює умови для впровадження комплексно-механізованих ліній. При застосуванні РСЗ витрати на бродіння на 0,5% менші порівняно з витратами при замішуванні тіста на густих заквасках. РСЗ добре зберігаються при низьких температурах.

Мінусами приготування тіста на РСЗ є довший загальний цикл замісу тіста, що вимагає наявності додаткового обладнання для бродіння РСЗ. Замість тіста на РСЗ потребує більше праці для дозування та замішування закваски. Вихід хліба при опарному методі на 0,5% нижчий, ніж при безопарному, тому опарний спосіб замісу тіста є дещо менш економним і тривалішим за безопарний.

Тісто для штучного хліба з тритікале борошна вагою 0,8 кг готують безопарним методом за прискореною схемою з використанням підкислювача «Ефективний».

Безопарним методом тісто замішують із більшою кількістю дріжджів (від 1,5 до 2,5%). Збільшення витрати дріжджів пояснюється тим, що умови для їхньої життєдіяльності у тісті гірші, ніж у заквасці. Підвищення дозування дріжджів необхідне також для розпушення тіста за значно коротший термін.

Для поліпшення смакових якостей продукції та скорочення часу бродіння тіста застосовують підкислювач «Ефективний».

Підкислювач «Ефективний» — це поліпшувач, розроблений на основі молочної та лимонної кислот, а також солоду. Цей підкислювач пришвидшує процеси, тобто стимулює бродіння.

Початкова температура тіста 29-32°C, тривалість бродіння скорочується до 40 хвилин.

Безопарний спосіб замісу тіста, порівняно з іншими методами, має низку економічних та організаційних переваг. Цикл скорочується на 50-65%, зменшується потреба у бродильних ємностях, виробничих площах та обладнанні; втрати сухої речовини борошна на бродіння при традиційному безопарному методі знижуються на 1,2% порівняно з опарним, а фактичний вихід продукції зростає на 2% завдяки зменшенню втрат у процесах бродіння.

Тісто для батона «Особливий» вагою 0,4 кг із пшеничного борошна вищого гатунку готують на високій густій заквасці.

Метод замісу тіста на густих заквасках є гнучким, він забезпечує технологічному процесу певну адаптивність та гарантує високу якість усіх видів хліба, булочних та здобних виробів.

Опарний метод складається з двох технологічних операцій — приготування закваски та замішування тіста на ній. Закваску готують з частини загального обсягу борошна, води та дріжджів. До добродившої закваски додають залишок борошна, води, солі, іншої сировини та замішують тісто.

При опарному методі витрата дріжджів становить 1,5-3,0% до маси борошна при виробництві булочних та здобних виробів. Сіль та цукор у закваску не вносять, оскільки вони пригнічують життєдіяльність дріжджів.

Метою приготування закваски є акліматизація дріжджів до умов існування в безаеробному борошняному середовищі, їхня активація та ріст; гідратація та ферментативний розпад біополімерів борошна; накопичення кислот, водорозчинних та ароматичних сполук.

Для створення сприятливих умов для життєдіяльності мікрофлори закваску роблять рідшою, аніж тісто.

У промисловості поширені порційний та безперервний методи замісу тіста на густих заквасках.

Розрізняють традиційні густі закваски, які готують із 40-55% загального борошна, та великі густі закваски, на приготування яких використовують 60-70% усього борошна.

Заміс тіста на великих густих заквасках передбачає вміст у заквасці 60-70% всього борошна, інтенсивну обробку тіста під час замішування, скорочення періоду бродіння тіста до 30-40 хвилин. Велику густу закваску готують з вологістю 43-45%. В умовах безперервного методу замісу вологість заквасок становить 41-43%. Тривалість бродіння заквасок — 3,5-4,5 години. Температура — 26-28°C. Цей метод застосовують як при порційному, так і при безперервному приготуванні тіста. За цим методом у заквасці 2/3 усього борошна протягом 3,5-4,5 годин піддається дії ферментів та мікроорганізмів, що зумовлює прискорене дозрівання тіста, накопичення ароматичних і смакових речовин.

Для забезпечення інтенсивної обробки тіста термін його замішування продовжують до 15-20 хвилин, залежно від сорту борошна. Внаслідок глибокого зброджування у заквасці більшої частки борошна, інтенсивної обробки тіста при подовженому замісі скорочується час дозрівання тіста. Порційний метод приготування великої густої закваски та тіста створює умови для легкого переходу на випуск іншого сорту борошна.

Тісто, виготовлене на великій густій заквасці, має високі фізичні властивості, є стабільним при розділці, округленні та формуванні. Хліб має гарний смак та аромат, добру пористість м'якушки.

Опарний метод замісу тіста є гнучким. При його використанні є можливість впливати на якість тіста через регулювання вмісту борошна у заквасці, її вологості, температури, терміну дозрівання. Цей спосіб незамінний при переробці борошна з пророслого зерна, зерна, пошкодженого клопом-черепашкою, інших видів борошна з підвищеною автолітичною активністю, коли необхідно знизити активність ферментів шляхом підвищення кислотності напівфабрикатів та хліба.

Тісто для булочки з низькою кислотністю вагою 0,2 кг готують безопарним методом.

Булочка з низькою кислотністю виготовляється з пшеничного борошна першого гатунку безопарним прискореним способом. Безопарний метод застосовується у виробництві булочних та здобних виробів із пшеничного борошна.

Безопарним методом тісто замішують із великою часткою дріжджів (від 1,5 до 2,5% до загальної кількості борошна); збільшення витрати дріжджів пояснюється тим, що умови для їхньої життєдіяльності у тісті гірші, ніж у заквасці. Підвищення дозування дріжджів також потрібне для розпушення тіста за значно коротший час — від 3 до 4 годин.

Для зниження витрат дріжджів та покращення смакових якостей виробів дріжджі перед замісом безопарного тіста активують, тобто приводять дріжджові клітини у робочий стан у поживному середовищі. Початкова температура тіста 29-32°C. Тривалість активації — 1-1,5 години, тісто бродить 40-60 хвилин.

Безопарний метод замішування тіста, порівняно з іншими, має низку економічних та організаційних переваг: цикл скорочується на 50-65%, зменшується потреба у бродильних ємностях, виробничій площі та обладнанні; втрати сухої речовини борошна на бродіння при традиційному безопарному методі знижуються на 1,2% порівняно з опарним, фактичний вихід виробів за рахунок зниження затрат на бродіння збільшується на 2%.

1.3. Вибір і розрахунок обладнання

1.3.1. Розрахунок обладнання для зберігання та підготовки сировини до виробництва

Розрахунок обладнання для зберігання і підготовки борошна приведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Розрахунок обладнання для зберігання і підготовки борошна

Назва показників, розрахункова формула	Розрахунок для борошна			
	обойне <u>тригікале</u>	<u>пшенич-</u> <u>ного</u> першого сорту	<u>пшенич-</u> <u>ного</u> другого сорту	<u>пшенич-</u> <u>ного</u> вищого сорту
Кількість <u>сілосів</u> N_c , в штуках, для зберігання борошна за формулою: $N_c = G_\epsilon^3 / G_\epsilon^c$, (1.1) де G_ϵ^c – маса борошна в сілосі, кг G_ϵ^3 – маса борошна на запасі, кг	75734,4/ 30000= 2,5	24633/ 30000 = 0,8	78970,5/ 30000 = 2,6	24397,1/ 30000 = 0,8
До установки приймаються <u>сілоси</u> <u>Spiromatic</u> з урахуванням запасних	3	2	3	2
Кількість <u>просіювачів</u> n_{np} , в штуках, за формулою: $n_{np} = G_\epsilon^{200} / Q_{np}^{200}$, (1.2) Q_{np}^{200} – продуктивність <u>просіювача</u> , кг/год	470,4 / 1500 = 0,3	459,4 / 1500 = 0,3	490,5 / 1500 = 0,3	227,5 /1500 = 0,15
<u>Встановлено</u> <u>дві</u> <u>просіювальні</u> <u>лінії</u> з <u>просіювачами</u> ПТ-1500				
Кількість виробничих бункерів n_ϵ , в штуках, за формулою $n_\epsilon = G_\epsilon^{200} \cdot T_{200} / G_\epsilon^b$, (1.3) де G_ϵ^b – маса борошна в бункері, кг	470,4*3/ 1500=0,9 3	459,4*3/ 1500=0,9 1	490,5*3/ 1500=0,98	227,5*3/ 1500=0,45
<u>Встановлено</u> 9 бункерів марки ХЕ-112 над кожною тістомісильною машиною				

Оцінка ємності для солі

Обсяг геометричний сховища для солі, виміряний у кубічних метрах, визначається за такою формулою:

$$V_c = \frac{G_p^3}{\rho \cdot K} \quad (1.4)$$

де G_p^3 – запас розчину солі, кг;

ρ – насипна маса солі, кг/м³;

K – коефіцієнт об'єму ($K=0,8$)

$$V_c = \frac{5141,8}{1200 \cdot 0,8} = 9,45 \text{ м}^3$$

На виробництві змонтовано сховище для солей, модель Т1-ХСБ.

Ємності для накопичення робочих розчинів та суспензій

Визначення габаритних розмірів цих резервуарів $V_{зб}$, в метрах кубічних, за формулою:

$$V_{зб} = G_p^3 \cdot K / P \quad (1.5)$$

де G_p^3 – маса розчину сировини на запасі, кг

Розрахунок геометричного об'єму збірників приведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розрахунок геометричного об'єму збірників

Назва сировини	Маса за годину, кг	Запас, год	Запас, кг	Густина, кг/м ³	Геометричний об'єм збірника, м ³	Марка збірника
Дріжджова суспензія	42,77	8	342,16	1150	0,28	ХЕ-46
Розчин солі	31,11	8	248,88	1060	0,23	ХЕ-47
Розчин цукру	11,45	8	91,6	1230	0,07	ХЕ-46
Підкислювач «Ефективний»	8,4	8	67,2	1200	0,05	ХЕ-48

Розрахунок обладнання для приготування рідких напівфабрикатів

Кількість заварочних машин для замісу РО для хліба білого $N_{зм}^o$, в штуках за формулою:

$$N_{зм}^o = \frac{G_o^{200} \cdot T_{зм} \cdot K}{60 \cdot V_{зм} \cdot \rho} \quad (1.6)$$

де G_o^{200} – маса рідкої опари за годину, кг

$T_{зм}$ – тривалість змішування, хв

K – коефіцієнт запасу об'єму

$V_{зм}$ – корисний об'єм заварочної машини ХЗМ-300, м³

$$N_{зм}^o = \frac{470,4 \cdot 15 \cdot 1,2}{60 \cdot 0,3 \cdot 1100} = 0,42 \text{ шт}$$

Ми застосовуємо один апарат для заварювання марки ХЗМ – 300 для обслуговування двох потоків виробництва.

Габаритний об'єм ферментаційних ємностей для розчину рідкої солоної закваски розраховується у штуках за наступним співвідношенням:

$$V_{\text{ч}} = G_o^{\text{зод}} \cdot T_{\text{бр}} \cdot K / \rho_o \quad (1.7)$$

де, $T_{\text{бр}}$ – тривалість бродіння, хв

ρ_o – густина рідкої солоної опари

$$V_{\text{ч}} = 470,4 \cdot 4 \cdot 1,2 / 1150 = 2,16 \text{ м}^3$$

До установки приймаються 4 чани ХЕ-45 на кожну виробничу лінію.

Розрахунок обладнання для приготування тіста.

Продуктивність тістомісильної машини безперервної дії, P_m , кг/хв, за формулою:

$$P_m = g_{\text{нф}} \cdot K_3 \quad (1.8)$$

де $g_{\text{нф}}$ – маса напівфабрикату, що замішується протягом 1 хв.

K_3 – коефіцієнт, який враховує можливі зупинки машини для регулювання та очищення ($K_3=1,016-1,081$)

Для хліба білого формового з борошна пшеничного другого сорту масою 0,85 кг.

$$P_m = 13,38 \cdot 1,08 = 14,45$$

Для хліба з борошна тритікале формового масою 0,8 кг.

$$P_m = 13,63 \cdot 1,08 = 14,72$$

Кількість тістомісильних машин, $N_{\text{т.м.}}$, в штуках, за формулою:

$$N_{\text{т.м.}} = P_m / P \quad (1.9)$$

де P – продуктивність тістомісильної машини.

Для хліба білого формового з борошна пшеничного другого сорту масою 0,8 кг.

$$N_{\text{т.м.}} = 14,45 / 21,6 = 0,67 \text{ шт}$$

Для хліба з борошна тритікале формового масою 0,8 кг.

$$N_{\text{т.м.}} = 14,72/21,6 = 0,68 \text{ шт}$$

Приймаємо 3 тістомісильні машини А2-ХТТ.

Кількість борошна у діжі для приготування тіста та напівфабриката G_{δ}° , розраховуємо за формулою:

$$G_{\delta}^{\circ} = g \cdot V_{\delta} / 100 \quad (1.10)$$

де g – норма завантаження борошна на 100 дм³ геометричного об'єму діжі, кг

V_{δ} – тривалість замішування напівфабрикату, хв

Для батона Особливого з борошна пшеничного вищого сорту масою 0,4 кг. для великої густої опари:

$$G_{\delta}^{\circ} = 23 \cdot 330 / 100 = 75,9 \text{ кг/год}$$

для тіста

$$G_{\delta}^{\circ} = 30 \cdot 330 / 100 = 99 \text{ кг/год}$$

Для булочки з пониженою кислотністю з борошна пшеничного першого сорту масою 0,2 кг.:

$$G_{\delta}^{\circ} = 35 \cdot 330 / 100 = 115,5 \text{ кг/год}$$

Кількість діж для приготування тіста, N_{δ} в штуках, за формулою

$$N_{\delta}^{\text{зод}} = G_{\delta}^{\text{зод}} / G_{\delta, \text{д}} \quad (1.11)$$

де $G_{\delta, \text{д}}$ – маса борошна в діжу, кг

Для батона Особливого з борошна пшеничного вищого сорту масою 0,4 кг. для великої густої опари:

$$N_{\delta}^{\text{зод}} = 2217,5 / 75,91 = 3,0 \text{ шт}$$

для тіста

$$N_{\delta}^{\text{зод}} = 2217,5 / 919 = 2,13 = 3 \text{ шт}$$

Для випічки зі зниженою кислотністю з муки просяної першого сорту масою 0,2 кг.:

$$N_{\delta}^{\text{зод}} = 459,4 / 115,5 = 4,0 \text{ шт}$$

До машини приймаємо 5 діж для замішування тіста

Ритм замісу кожного напівфабрикату, R розраховується в хвилинах, за формулою

$$R=60/N_0^{zod} \quad (1.12)$$

Для батона Особливого з борошна пшеничного вищого сорту масою 0,4 кг. для великої густої опари:

$$R=50/3,0=20,1 \text{ хв}$$

для тіста

$$R=50/2,3=26,1 \text{ хв}$$

Для булочки з пониженою кислотністю з борошна пшеничного першого сорту масою 0,2 кг.:

$$R=64/4,0=15,2 \text{ хв}$$

Кількість тістоділильних машин, $N_{т.м.}$, в штуках, за формулою:

$$N_{т.м.} = T_3 / R \quad (1.13)$$

де T_3 – тривалість замішування напівфабрикату.

Щодо батону "Особливий", виготовленого з пшеничного борошна гатунку "вищий сорт", вагою нуль цілих чотири кілограми, для приготування густої, великої закваски:

$$N_{т.м.} = 12 / 21 = 0,65 \text{ шт}$$

для тіста

$$R=12/25=0,44 \text{ шт}$$

Для вмпічки з пониженою кислотністю з борошна пшоняного першого сорту масою 0,2 кг.:

$$R=12/14=0,81 \text{ шт}$$

До установки приймається 1 тістомісильна машина А2-ХТБП

Проведення розрахунків апаратури для опрацювання тіста й умов для утримання готової продукції.

Дані щодо розрахунку необхідного інвентарю для формування тістових мас та їх подальшого зберігання представлено у Таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Розрахунок обладнання для оброблення тіста

Назва показників, розрахункова формула	Розрахунок для виробів			
	хліб білий формовий з борошна пшеничного другого сорту масою 0,8 кг	хліб з борошна тритікале формовий масою 0,8 кг	батон Особливий з борошна пшенично-го вищого сорту масою 0,4 кг	Булочка з пониженою кислотністю з борошна пшенично-го першого сорту масою 0,2 кг
1	2	3	4	5
<p>Кількість тістоподільних машин, N_{∂}, в штуках за формулою:</p> $N_{\partial} = Q_n^{zob} \cdot x / G_{\partial} \cdot n_{\partial} \cdot 60, (1.14)$ <p>Де M_{∂} – маса виробів, кг</p> <p>n_{∂} – продуктивність тістоподільних машин, шт./хв.</p> <p>x – коефіцієнт запасу продуктивності.</p>	$665,6 \cdot 1,05 / 0,8 \cdot 30 \cdot 60 = 0,5$	$665,6 \cdot 1,05 / 0,8 \cdot 30 \cdot 60 = 0,5$	$300,5 \cdot 1,05 / 0,4 \cdot 60 \cdot 60 = 0,4$	$576,0 \cdot 1,05 / 0,2 \cdot 60 \cdot 60 = 0,84$

Приймаємо тістодільник А2-ХТН для батона особливого та булочки з пониженою кислотністю, і дільнично-укладальний автомат ШЗЗ-ХДЗУ для хліба білого і хліба з борошна тритікале

<p>Кількість робочих колисок в шафі остаточного вистоювання, N_{PK}, в штуках за формулою:</p> $N_{PK} = Q_n^{zob} \cdot T_{вист} / G_{\partial} \cdot n_{ек} \cdot 60 (1.15)$ <p>де $n_{ек}$ – кількість виробів на колискі шафи, шт.</p>	$665,6 \cdot 40 / 0,8 \cdot 16 \cdot 60 = 35$ шт	$665,6 \cdot 30 / 0,8 \cdot 16 \cdot 60 = 26$ шт	$300,5 \cdot 39 / 0,4 \cdot 12 \cdot 60 = 41$ шт	$576 \cdot 30 / 24 \cdot 0,2 \cdot 60 = 60$ шт
	Розстійна шафа від Г4-РПА-12	Розстійна шафа від Г4-РПА-12	Розстійна шафа Г1-ХР-2А-72	Розстійна шафа Т1-ХР-2А-72
<p>Кількість контейнерів для зберігання готової продукції, N_{κ}, в штуках за формулою:</p> $N_{\kappa} = G_n^{zob} \cdot T_{зб} / G_{\partial} \cdot n_{л\kappa} \cdot n_{\partial\kappa}, (1.16)$ <p>де $n_{л}$ – кількість лотків в контейнері, шт.</p> <p>n_{∂} – кількість виробів в лотку, шт.</p> <p>$T_{зб}$ – тривалість зберігання виробів, годин</p>	$665,6 \cdot 8 / 0,8 \cdot 16 \cdot 8 = 52$ шт	$665,6 \cdot 8 / 0,8 \cdot 16 \cdot 8 = 52$ шт	$300,5 \cdot 6 / 0,4 \cdot 8 \cdot 8 = 93$ шт	$576 \cdot 6 / 0,2 \cdot 16 \cdot 8 = 135$ шт

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Опис технологічної схеми виробництва хліба білого формового з борошна пшеничного другого сорту масою 0,8 кг

Замішана опара автоматично передається насосом (поз. 27) до чанів ХЕ-45 (поз. 28), де відбувається процес бродіння тривалістю близько 4 годин. У процесі цього стадія бродіння досягає кінцевої кислотності 5° за шкалою кислотності. Після завершення бродіння готова РСО спрямовується у виробничий збірник ХЕ-45 (поз. 32). Для замісу тіста в процесі виготовлення використовують безперервну систему. Процес замісу виконується у тістомісильній машині безперервної дії А2-ХТТ (поз. 30). Борошно транспортується від виробничого бункера ХЕ-112 (поз. 23) до тістомісильного апарата за допомогою шнека і дозується барабанним дозатором. РСО додається черпаковими дозаторами (поз. 31), а розчин солі – через дозувальну станцію Ш2-ХДМ (поз. 29). Під час замішування тісто готується без додаткового внесення води, маючи остаточну вологість на рівні 45,5%. Готове замішане тісто поміщають у корито типу ХТР (поз. 33) для подальшого короткострокового бродіння, яке триває 40 хвилин, а кінцева кислотність становить 4°. Після завершення бродіння за допомогою пристрою для вивантаження тіста з корита воно направляється у воронку ділильно-вкладальної машини Ш33-ХДЗУ (поз. 34). Вона виконує функцію поділу тіста на окремі шматки і автоматично вкладає їх у форми. Процес остаточного вистоювання і випікання хліба здійснюється у розстійно-пічному агрегаті Г4-РПА-12 (поз. 35). Тривалість вистоювання формових заготовок триває близько 30 хвилин, після чого відбувається випікання при температурі від 250 до 280°С і відносній вологості в пекарній камері на рівні 40-60%, яка підтримується протягом 40 хвилин. Випечений хліб автоматизовано вивільняється з форм і переміщується транспортерною системою (поз. 36) на спеціальний циркуляційний стіл для формового хліба (поз. 37), де він розкладається в лотки або контейнери (поз. 38). Далі виріб направляють на нарізку.

2.2. Опис технологічної схеми виробництва хліба з борошна тритікале масою 0,8 кг

Приготування тіста для формового тритикалевого хліба вагою 0,8 кг виконується безопарним методом із застосуванням підкислювача "Ефективний". Після підготовки усіх складників тіста, відбувається безпосередньо процес замішування у тістомісі альній машині моделі А2-ХТТ (30). Борошно, призначене для замісу, надходить із виробничого бункера ХЕ-112 (23) і проходить дозування у замісний барабан через шнек та барабанний дозатор. Водний розчин солі, дріжджова суспензія та підкислювач "Ефективний" дозуються за допомогою станції дозування Ш2-ХДМ (29). Замішана маса переходить у корито ХТР (33) для здійснення бродіння. Час бродіння тіста становить від 40 до 70 хвилин. За допомогою механізму спуску тісто вивантажується з корита і спрямовується у завантажувальну воронку машини для ділення та укладання ШЗЗ-ХДЗУ (34), яка розрізає тісто на порції та розміщує їх у форми. Процеси остаточного розстоювання тістових заготовок та випікання хліба відбуваються в агрегаті розстоювання-випікання Г4-РПА-12 (35). Термін розстоювання для білого формового хліба складає 30 хвилин, час випікання — 35 хвилин; температура випікання підтримується в межах 250-280 градусів Цельсія, при вологості пекарної камери 40-60% протягом 40 хвилин. Готові випечені вироби автоматично виймаються з форм і за допомогою конвеєрних систем (36) доставляються на етап охолодження у кулер КВЛ-1 (41). Після охолодження продукція переміщується на циркуляційний стіл, призначений для формового хліба (37), де її вміщують у лотки та контейнери (38), а потім направляють на різання у слайсер SIMPLEX (39) та подальше пакування у пакувальну машину FUJI MACHINERY (40), звідки, власне, готові вироби відправляються на зберігання до хлібосховища.

2.3. Опис технологічної схеми виробництва батонів «Особливих» з борошна пшеничного вищого сорту масою 0,4 кг

Тісто для батонів «Особливих», виготовлених з пшеничного борошна вищого сорту, масою 0,4 кг, готується за технологією на основі опари, що забезпечує високу якість продукції. Процес приготування проходить у спеціально обладнаній тістомісильній машині періодичної дії моделі А2-ХТБ (42), яка працює з використанням діж (43). Борошно необхідного сорту подається у технологічний процес за допомогою пружинно-транспортної системи, яка направляє його до виробничого бункера ХЕ-112 (23). З бункера борошно, ретельно дозоване через спеціальний пристрій, а саме дозатор борошна Ш2-ХДА (25), поступає у тістомісильну машину А2-ХТБ (42), де відбувається замішування опари. Додаткові компоненти, такі як дріжджова суспензія, що відповідає за ферментацію і підйом тіста, та вода, яка є основою консистенції тесту, вводяться у процес приготування за допомогою дозатора рідких інгредієнтів моделі Ш2-ХДБ (24). Цей ретельно контрольований технологічний процес забезпечує точність у пропорціях та високу якість готової продукції.

2.4. Опис технологічної схеми виробництва булочки з пониженою кислотністю масою 0,2 кг

Тісто для булочок з меншою кислотністю, вагою 0,2 кілограма, готується безопарним методом із залученням заквасок, що містять пропіонову кислоту. Процес замішування тіста для батонів сорту "Нива" виконується періодично, причому борошно дозується ваговою порцією із заводського бункера ХЕ-112 (22) за допомогою борошнодозатора Ш2-ХДА (35). Сольовий та цукровий розчини, маргарин, дріжджова суспензія, пропіоновокисла закваска із збірників, а також гаряча та холодна вода з резервуарів (1) надходять у дозатор рідких інгредієнтів Ш2-ХДБ (34), звідки подаються до тістомісильної машини. Замішування триває 12 хвилин, після чого маса переміщується у діжу (50). Бродіння тіста займає 90 хвилин, досягаючи фінальної кислотності у 3 градуси. Вибродило тісто за допомогою перекидача діж ПО-1 (51) та лотка для спуску подається у приймальну лійку тістороздільника А2-ХТН (43). Далі сформовані порції тіста прямують на округлювач Восход ТО-5 (52) та у камеру попереднього

розстоювання Бриз-плюс (53), де вистоюються 5 хвилин. Після цього заготовки надходять на формувальну машину Восход ТЗ-ЗМ (55), де їм надається форма батона.

Руками робітників (56) тістові заготовки поміщаються у шафу фінального розстоювання Т1-ХР2А-48 (54) на 40 хвилин. Перекладання заготовок у піч ФТЛ-2 (47) здійснюється вручну. Випікання батона "Нива" триває 21 хвилину. Готова продукція конвеєрами (29) доставляється на обертовий стіл Х-ХГФ (30), звідки вручну розміщується у транспортні контейнери МО-6В (31) та прямує на розрізання у різальній машині SIMPLEX (32) та пакування у пакувальній машині FUJI MACHINERY (33), після чого відправляється до зони зберігання.

У зоні зберігання для переміщення контейнерів з готовою продукцією обладнано рейкові шляхи та ланцюгові штовхачі. Хліб тут зберігається не довше 8 годин, а батони – не більше 6 годин. Контейнери з виробами вручну підкочують до рейок, де їх захоплюють ланцюгові штовхачі, і вони транспортуються до зон відвантаження. Завантаження автотранспорту готовою продукцією виконується вручну.

У зоні зберігання також передбачено рейкову лінію для порожніх контейнерів. Санітарна обробка лотків проводиться на спеціалізованій установці, що включає апарат для миття лотків та накопичувач лужного розчину.

2.5. Розрахунок продуктивності печей

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

Назва показника	Умовні позначення	Назва виробу			
		Хліб з борошна тритікале	Хліб білий формовий з борошна пшеничного другого сорту, масою 0,8 кг	Батон «Особливий»	Булочка з пониженою кислотністю
Марка печі		Г4-РПА-12	Г4-РПА-12	ФТЛ-2	ФТЛ-2
Кількість люльок	N_1	39	39		
Розміри люльки:					
довжина, мм	L	1920	1920	1920	1920
ширина, мм	B	350	350	350	350
Кількість форм на люльці	N_2	16	16	-	-
Кількість листів на люльці	N_3	-	-	3	3
Кількість виробів на листі	N_4	-	-	4	8
Тривалість випікання, хв	T	45-48	45-47	22-24	11-14

Розрахунок продуктивності печі за годину, $P_n^{год}$, в кілограмах, за формулою

$$P_{год} = N \cdot n_2 \cdot G_в \cdot 60 / T_в \quad (2.1)$$

де N – кількість колісок в печі, шт,

n_2 – кількість виробів на колісці, шт

$G_в$ – нормативна маса виробу, кг.

$T_в$ – тривалість випікання, хв.

для хліба з борошна тритікале формового:

$$P_n^{год} = 39 \cdot 16 \cdot 0,8 \cdot 60 / 45 = 665,6 \text{ кг} / \text{год}$$

для хліба білого формового з борошна пшеничного другого сорту, масою 0,8 кг:

$$P_n^{год} = 39 \cdot 16 \cdot 0,8 \cdot 60 / 45 = 665,6 \text{ кг} / \text{год}$$

Кількість штук виробів, зокрема батона "Особливий" №1, що вміщуються на одному листі, визначається за наступним розрахунком:

$$N_1 = (L - a) / (l + a) \quad (2.2)$$

де L – довжина листа, мм

a – відстань між виробами, мм

$$N_1 = (640 - 30) / (100 + 30) = 4 \text{ шт}$$

Годинна продуктивність печі для випікання хліба "Особливий", виміряна в кілограмах, обчислюється згідно з формулою (2.1):

$$P_n^{год} = 24 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 0,4 \cdot 60 / 23 = 300,5 \text{ кг/год}$$

Годинна продуктивність печі, коли мова йде про випікання Булочок із зниженим рівнем кислоти, вимірюється у кілограмах та визначається згідно із формулою (2.1):

$$P_n^{год} = 24 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 0,2 \cdot 60 / 12 = 576,0 \text{ кг/год}$$

Продуктивність печей за годину і добу приведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Продуктивність печей за годину і добу

№ печі	Марка печі	Назва виробу	Продуктивність кг за год.	Тривалість роботи печі, год	Продуктивність за добу, кг
1	Г4-РПА-12	Хліб з борошна тритікале	665,6	23	15308,8
2	Г4-РПА-12	Хліб білий формовий з борошна пшеничного другого сорту, масою 0,8 кг	665,6	23	15308,8
3	Г4-РПА-12	Хліб білий формовий з борошна пшеничного другого сорту, масою 0,8 кг	665,6	23	15308,8
3	ФТЛ-2	Батон «Особливий»	300,5	15,32	4603,6
4	ФТЛ-2	Булочка з пониженою кислотністю	576,0	7,66	4412,1
Всього					54942,1

Графік роботи печей приведено на рисунку 2.1



Рис. 2.1 Графік завантаження печей

2.6. Розрахунок виробничих рецептур, витрат і запасу сировини

Розрахунок пофазної рецептури для хліба з борошна тритікале

Вихід тіста з 100 кг борошна, G_T , розраховуємо в кілограмах за формулою:

$$G_T = \sum G_{cp}^{сир} \cdot (100 - W_\delta) / (100 - W_T) \quad (2.3)$$

де $\sum G_{cp}^{сир}$ – сума сухих речовин сировини в тісті, кг

W_T – вологість тіста, %

W_δ – вологість борошна, %

$$G_T = 104,8 \cdot (100 - 14,5) / (100 - 48,0) = 172,3 \text{ кг}$$

Маса води в тісті, G_{em} , в кілограмах, за формулою:

$$G_{em} = G_m - G_c. \quad (2.4)$$

$$G_{em} = 172,3 - 104,8 = 67,5 \text{ кг.}$$

Маса дріжджової суспензії $G_{др.с}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{др.с} = G_{др} + n \cdot G_{др}. \quad (2.5)$$

$$G_{др.с} = 2,0 + 3 \cdot 2,0 = 8,0 \text{ кг.}$$

Маса води у дріжджовій суспензії $G_{в.др.с}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{в.др.с} = G_{др.с} - G_{др.} \quad (2.6)$$

$$G_{в.др.с} = 8,0 - 2,0 = 6,0 \text{ кг.}$$

Вологість дріжджової суспензії $W_{др.с}$, у відсотках, за формулою:

$$W_{др.с} = (2,0 \cdot 75 + 6 \cdot 100) / 8,0 = 93,75 \text{ \%}.$$

Маса розчину солі $G_{р.с}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{р.с} = G_{в} \cdot G_{с} / C_{р.с}, \quad (2.7)$$

де $C_{р.с}$ – концентрація розчину солі, %.

$$G_{р.с} = 100 \cdot 1,0 / 26 = 3,8 \text{ кг.}$$

Маса води у розчині солі $G_{в.р.с}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{в.р.с} = 3,8 - 1,0 = 2,8 \text{ кг.}$$

Маса води в тісто, за винятком води у розчинах, $G_{в.т}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{в.т} = 67,5 - 6,0 - 2,8 = 58,7 \text{ кг.}$$

Пофазна рецептура для хліба з борошна тритікале приведена в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Пофазна рецептура для хліба з борошна тритікале

Назва сировини та напівфабрикатів	Всього, кг	Фаза технологічного процесу
		тісто, кг
Борошно обойне тритікале	100	100
Дріжджова суспензія	8,0	8,0
Розчин солі	3,8	3,8
Підкислювач «Ефективний»	1,8	1,8
Вода	58,7	58,7
Разом	172,3	172,3

Проведення розрахунку пофазної рецептури для приготування білого формового хліба із пшеничного борошна другого сорту, з кінцевою масою виробу 0,8 кг, вимагає точного дотримання відповідної методики. В першу чергу визначаємо вихід тіста з 100 кг борошна. Цей параметр, позначений як G_t , розраховується в кілограмах за спеціальною формулою. Розрахунок базується на

ряді змінних, що враховують гігроскопічність борошна, використання додаткових компонентів, таких як вода, дріжджі, сіль або інші добавки, які впливають на кінцеву масу тіста. Значення G_T необхідне для визначення точного співвідношення інгредієнтів у загальному тісті, що гарантує отримання виробу із заданими характеристиками — оптимальною текстурою, смаком і формою після випічки. У процесі підготовки необхідно врахувати втрати маси під час замісу та випічки, зокрема випаровування вологи. Остаточний розрахунок дозволяє не лише зрозуміти об'єм компонентів, які потрібно закладати на початковому етапі виготовлення, але й забезпечити стабільність виробничого процесу, дозволяючи отримувати продукцію високої якості при кожному циклі.

$$G_T = 102,8 \cdot (100 - 14,5) / (100 - 46) = 162,76 \text{ кг}$$

Маса води в тісті, G_{em} , в кілограмах, за формулою:

$$G_{em} = 162,76 - 102,8 = 59,96 \text{ кг.}$$

Маса дріжджової суспензії $G_{dp.c}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{dp.c} = 1,5 + 3 \cdot 1,5 = 6,0 \text{ кг.}$$

Маса води у дріжджовій суспензії $G_{e.dp.c}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{e.dp.c} = 6,0 - 1,5 = 4,5 \text{ кг.}$$

Вологість дріжджової суспензії $W_{dp.c}$, у відсотках, за формулою:

$$W_{dp.c} = (1,5 \cdot 75 + 4,5 \cdot 100) / 6,0 = 93,75 \text{ \%}.$$

Маса розчину солі $G_{p.c}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{p.c} = 100 \cdot 1,3 / 26 = 5,0 \text{ кг.}$$

Маса води у розчині солі $G_{e.p.c}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{e.p.c} = 5,0 - 1,3 = 3,7 \text{ кг.}$$

Так як вся вода піде на приготування рідкої соленої опари, то кількість води, що іде в опару, $G_{B.o}$ буде розраховуватись за формулою

$$G_{B.o} = G_B - G_{B.p.c} - G_{B.dp.c} \quad (2.8)$$

$$G_{B.o} = 59,96 - 3,7 - 4,5 = 51,76 \text{ кг}$$

Маса борошна, що піде на приготування рідкої соленої опари, $G_{б.о}$, в кілограмах за формулою

$$G_{б.о} = (G_{в.о}(100-W_о)+G_{др.с}(W_{др.с}-W_о)+G_{р.с}(W_{р.с}-W_о) / (W_о-W_б) \quad (2.9)$$

$$G_{б.о} = (51,76 (100-69)+6,0 (93,75-69)+1,5 (74-69) / (69 - 14,5) = 32,3 \text{ кг}$$

Маса рідкої соленої опари, що піде на приготування тіста, $G_о$, в кілограмах за формулою

$$G_о = G_{б.о} + G_{в.о} + G_{др.с} + G_{р.с} \quad (2.10)$$

$$G_о = 32,3 + 51,76 + 6,0 + 1,5 = 91,56 \text{ кг}$$

Маса борошна на замішування тіста в кілограмах за формулою:

$$G_{б.т} = G_е - G_{б.о} \quad (2.11)$$

$$G_{б.т} = 100 - 32,3 = 67,7 \text{ кг}$$

Температура води на замішування опари $t_а^f$, в градусах Цельсія, за формулою:

$$t_е^о = t_о + G_{б.о} \cdot C_б(t_о - t_б) / (G_е \cdot C_е), \quad (2.12)$$

де $t_о$, $t_б$ – температура відповідно рідкої соленої опари та борошна, $^{\circ}\text{C}$;

$C_о$, $C_б$ – теплоємність відповідно води та борошна, $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$;

n – коефіцієнт зміни температури оточуючого середовища

$$t_е^о = 30 + 32,3 \cdot 2,1(30 - 18) / (51,76 \cdot 4,2) + 1 = 34^{\circ}\text{C}.$$

Пофазна рецептура для хліба білого формового з борошна пшеничного другого сорту масою 0,8 кг. приведена в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Пофазна рецептура для хліба білого формового з борошна пшеничного другого сорту масою 0,8 кг.

Назва сировини та напівфабрикатів	Всього, кг	Фаза технологічного процесу	
		Рідка солена опара	Тісто
Борошно пшеничне 2-го сорту	100	32,3	67,7
Дріжджова суспензія	6,0	6,0	
Розчин солі	5,0	1,5	3,5
Рідка солена опара	-	-	91,56
Вода	51,76	51,76	-
Разом	162,76	91,56	162,76

Розрахунок пофазної рецептури на Батон «Особливий»

Вихід тіста з 100 кг борошна, G_T , розраховуємо в кілограмах за формулою:

$$G_T = 107,5 \cdot (100 - 14,51) / (100 - 45,5) = 1618,64 \text{ кг}$$

Загальна маса води в тісті, G_{em} , в кілограмах, за формулою:

$$G_{em} = 1618,64 - 1071,5 = 61,141 \text{ кг.}$$

Маса дріжджової суспензії $G_{др.с}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{др.с} = 5,10 + 3 \cdot 51,0 = 210,0 \text{ кг.}$$

Маса води у дріжджовій суспензії $G_{в.др.с}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{в.др.с} = G_{др.с} - G_{др.}$$

$$G_{в.др.с} = 210 - 5,10 = 115,0 \text{ кг.}$$

Вологість дріжджової суспензії $W_{др.с}$, у відсотках, за формулою:

$$W_{др.с} = (5 \cdot 75 + 15 \cdot 100) / 20 = 93,75 \%$$

Маса розчину солі $G_{р.с}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{р.с} = 100 \cdot 1,5 / 26 = 6,0 \text{ кг.}$$

Маса води у розчині солі $G_{в.р.с}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{в.р.с} = 6,10 - 1,15 = 4,51 \text{ кг.}$$

Маса розчину цукру $G_{р.ц}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{р.ц} = 100 \cdot 1,0 / 50 = 2,0 \text{ кг.}$$

Маса води у розчині цукру $G_{в.р.ц}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_{в.р.ц} = 2,10 - 1,0 = 1,10 \text{ кг.}$$

Маса борошна в опарі, $G_{б.о}$, становить 65% від загальної кількості борошна в тісті в кілограмах за формулою:

$$G_{б.о} = 100 \cdot 615 / 100 = 66 \text{ кг}$$

Маса сухих речовин і сировини, що входять до складу опари, наведена в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Маса сировини і сухих речовин в опарі

Назва сировини	Маса сировини, кг	Вологість сировини, %	Сухі речовини, кг	
			%	кг
Борошно пшеничне вищого сорту	65	14,5	85,5	55,57
Дріжджі хлібопекарські пресовані	5,0	75	25	1,25
Разом	70,0			56,82

Маса опари, G_o , в кілограмах за формулою:

$$G_o = 56,812 \cdot 110 / (100 - 451) = 103,4 \text{ кг}$$

Маса води, що входить до складу тіста, за винятком тієї частини, яка додається через сольовий розчин, дріжджову суспензію, розчин цукру або опару, позначається як $G_{в.т}$ і визначається в кілограмах за допомогою такої формули. У цій формулі враховується точне співвідношення інгредієнтів, що дозволяє домогтися оптимальної консистенції та властивостей тіста для подальшого технологічного процесу.

$$G_{в.т} = 61,14 - 1,0 - 3,5 - 14 = 40,54 \text{ кг}$$

Маса води, що піде на приготування опари, $G_{в.о}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{в.о} = 103,3 - 70 - 15 = 18,3 \text{ кг}$$

Маса борошна на заміс тіста, $G_{б.т}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{б.т} = 100 - 65 = 35 \text{ кг}$$

Пофазна рецептура приготування тіста для батона «Особливого» на 100 кг борошна приведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Пофазна рецептура приготування тіста для батона «Особливого»

Сировина і напівфабрикати	Маса сировини	Фази технологічного процесу	
		ВГО	Тісто
Борошно пшеничне вищого сорту	100	65	35
Дріжджова суспензія	20	20,0	-
Розчин солі	6,0	-	6,0
Розчин цукру	2,0	-	2,0
Вода	40,64	18,3	22,34
Велика густа опара	-	-	103,3
Всього	168,64	103,3	168,64

Розрахунок виробничих рецептур

Розрахунок виробничої рецептури для хліба білого формового з борошна пшеничного другого сорту масою 0,8 кг.

Маса рідкої соленої опари в заварювальній машині, $G_{o.p.}^{зм}$, в кілограмах розраховуємо за формулою:

$$G_{o.p.}^{зм} = \frac{V_{з.м.} \cdot K_{зап}}{\rho}, \quad (2.13)$$

де $V_{з.м.}$ – об'єм заварювальної машини

$K_{зап}$ – коефіцієнт заповнення заварювальної машини

ρ – густина опари

$$G_{o.p.}^{зм} = \frac{300 \cdot 0,8}{1,08} = 222,2 \text{ кг}$$

Маса тістової заготовки $G_{тз}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{тз} = G_0 \cdot 100 \cdot 100 / (100 - Y_n)(100 + Y_c) \quad (2.14)$$

$$G_{тз} = 0,8 \cdot 100 \cdot 100 / (100 - 10,3)(100 + 4,0) = 0,929 \text{ кг}$$

Коефіцієнт перерахунку на виробничу рецептуру, K_2 , розраховуємо за формулою

$$K = G_0 / G_0^2 \quad (2.15)$$

$$K = 222,2 / 91,56 = 2,4$$

Витрата борошна за нодину при роботі однієї печі, $G_6^{год}$, в кг/год, розраховуємо за формулою:

$$G_6^{год} = \frac{P_{год} \cdot 100}{B_x} \quad (2.16)$$

де B_x – розрахований вихід виробу, %

$$G_6^{год} = \frac{665,6 \cdot 100}{134,7} = 494,1 \text{ кг/год}$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури при безперервному замісі опари та тіста, $K_{зв}$, розраховуємо за формулою:

$$K_{зв} = \frac{G_6^{год}}{100 \cdot 60} \quad (2.17)$$

$$K_{зв} = \frac{494,1}{100 \cdot 60} = 0,0823$$

У таблиці 2.7 наведено виробничу рецептуру та технологічні параметри процесу приготування тіста, які застосовуються для випікання білого формового хліба, вага якого складає 0,8 кілограма. Ця таблиця містить детальний опис необхідних складових, їх пропорції, а також ключові етапи й умови технологічного процесу, що забезпечують отримання якісного готового продукту.

Таблиця 2.7 – Виробнича рецептура для хліба білого формового масою 0,8 кг

Назва сировини, напівфабрикатів та режим приготування	PCO на 1 заміс, кг	Тісто на 1 хвилину, кг
Борошно пшеничне другого сорту	77,52	5,4
Дріжджова суспензія, кг	14,4	-
Розчин солі, кг	3,6	0,28
Вода, кг	124,2	-
Рідка солена опара, кг	-	7,3
Вологість, %	69,0	46
Тривалість бродіння, год, хв.	240	40
Початкова температура, °C	30	31
Кінцева кислотність, град	5	4
Тривалість вистійки, хв.	-	40
Тривалість випікання, хв.	-	45
Маса тістової заготовки, кг	-	0,929

Обчислення виробничої рецептури для хліба з тритікалевого борошна передбачає визначення витрат борошна за годину, враховуючи роботу однієї печі. Для цього використовується формула розрахунку, яка дозволяє отримати значення $G_{б}^{год}$, що подається в одиницях кг/год.

$$G_{б}^{год} = \frac{665,6 \cdot 100}{140} = 475,4 \text{ кг/год}$$

Маса тістової заготовки $G_{мз}$, в кілограмах за формулою:

$$G_{Т.з} = 0,8 \cdot 100 \cdot 100 / (100 - 9,0)(100 - 4,0) = 0,915 \text{ кг}$$

Коефіцієнт перерахунку пофазної рецептури при безперервному замісі тіста, $K_{хв}$, розраховуємо за формулою:

$$K_{хв} = \frac{475,4}{100 \cdot 60} = 0,0792$$

Виробнича рецептура та технологічний режим приготування тіста для хліба кминного формового масою 0,9 кг, приведені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Виробнича рецептура для хліба з борошна тритікале

Назва сировини, напівфабрикатів та режим приготування	Тісто на 1 хвилину, кг
Борошно обойне тритікале	7,92
Дріжджова суспензія	0,63
Розчин солі	0,3
Підкислювач «Ефективний»	0,14
Вода	4,64
Вологість, %	48
Тривалість бродіння, год, хв.	40
Початкова температура, °С	45
Кінцева кислотність, град	
Тривалість вистійки, хв.	30
Тривалість випікання, хв.	45
Маса тістової заготовки, кг	0,915

Розрахунок витрат і запасу сировини

Витрати борошна за годину, $G_6^{зоб}$, в кілограмах, за формулою:

$$G_6^{зоб} = 665,6 \cdot 100 / 135,7 = 490,5 \text{ кг,}$$

для хліба з борошна тритікале, масою 0,8 кг:

$$G_6^{зоб} = 665,6 \cdot 100 / 141,5 = 470,4 \text{ кг,}$$

для батона Особливого, масою 0,4 кг:

$$G_{\bar{o}}^{zod} = 300.5 \cdot 100 / 132.1 = 227,5 \text{ кг.}$$

для булочки з пониженою кислотністю масою 0,2 кг:

$$G_{\bar{o}}^{zod} = 576,0 \cdot 100 / 125,36 = 459,4 \text{ кг.}$$

Витрати інших видів сировини за годину, G_c^{zod} , в кілограмах за формулою:

$$G_c^{zod} = G_{\bar{o}}^{zod} \cdot G_{cup} / 100, \quad (2.18)$$

де G_{cup} – маса сировини відповідно рецептур на 100 кг борошна для виробів, кг.

Витрата сировини на 1 тону готових виробів G_c^{num} , в кілограмах, за формулою:

$$G_c^{num} = 1000 \cdot G_{cup} / B_x. \quad (2.19)$$

Питома витрата сировини і витрата сировини за годину, приведена в таблиці 2.9 та 2.10.

Таблиця 2.9 – Питома витрата сировини і витрата сировини за годину

Назва сировини	Хліб білий формовий з борошна пшеничного другого сорту масою 0,8 кг				Хліб з борошна тритікале масою 0,8 кг			
	на 1 тону виробів	за годину, кг	тривалість	за добу, кг	на 1 тону виробів	за годину, кг	тривалість роботи печі	за добу, кг
Борошно обойне тритікале	-	-	-	-	706,7	470,4	23	10819,2
Борошно пшеничне другого сорту	736,9	490,5	23	11281,5	-	-	-	-
Дріжджі пресовані	11,05	15,1	23	347,3	14,1	9,4	23	216,2
Сіль кухонна харчова	5,57	17,5	23	402,5	7,06	4,7	23	108,1
Підкислювач «Ефективний»	-	-	-	-	12,7	8,4	23	193,2

Таблиця 2.10 – Питома витрата сировини і витрата сировини за годину

Назва сировини	Батон «Особливий» з борошна пшеничного вищого сорту, масою 0,4 кг				Булочка з пониженою кислотністю масою 0,2 кг			
	на 1 тонну виробів	за годину, кг	тривалість роботи печі,	за добу, кг	на 1 тонну виробів	за годину, кг	тривалість роботи печі	за добу, кг
Борошно пшеничне першого сорту	-	-	-	-	797,7	459,4	7,66	3519,0
Борошно пшеничне вищого сорту	757,0	227,5	15,32	3485,3	-	-	-	-
Дріжджі пресовані	37,8	11,37	15,32	174,18	11,96	6,9	7,66	52,85
Цукор - пісок	7,5	2,27	15,32	34,77	15,95	9,18	7,66	70,31
Сіль кухонна харчова	11,35	3,4	15,32	52,08	9,5	5,51	7,66	42,2

Витрата сировини за добу, запас сировини для зберігання, площі складів приведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Витрата сировини, запас сировини і площа складів

Назва сировини	Витрата сировини за добу, кг	Тривалість зберігання сировини, діб	Запас сировини, кг	Норма складування, кг/м ²	Площа складу м ²
Борошно обойне тритікале	10819,2	7	75734,4	БЗБ	-
Борошно пшеничне першого сорту	3519,0	7	24633	БЗБ	-
Борошно пшеничне другого сорту	11281,5	7	78970,5	БЗБ	-
Борошно пшеничне вищого сорту	3485,3	7	24397,1	БЗБ	-
Дріжджі пресовані	790,53	5	3952,65	250	15,8
Сіль кухонна харчова	604,88	15	9073,2	БЗС	-
Підкислювач «Ефективний»	193,2	15	2898,0	540	5,36
Цукор	105,08	15	1576,2	800	1,97

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Техніко-економічне обґрунтування

Для замішування хлібного тіста застосовуються різні види спеціалізованих машин, які залежно від типу борошна, складу рецептури та специфічних вимог асортименту виконують різноманітний механічний вплив на тісто. Ці машини забезпечують якісний процес замішування, а їхню ефективність оцінюють як органолептично (за зовнішнім виглядом, текстурою і запахом тіста), так і за характеристиками готових виробів, які вони дозволяють отримати. З огляду на технологічні вимоги, тістомісильні машини повинні бути сконструйовані таким чином, щоб їхні робочі органи мали максимально зручну та ефективну конфігурацію. Крім того, важливо забезпечити оптимальну частоту обертання цих органів, яка дозволяє досягти необхідного рівня інтенсивності замішування за якомога коротший проміжок часу. Функція регулювання обертів також є обов'язковою, оскільки вона дає змогу налаштовувати роботу машини залежно від властивостей і типу оброблюваного матеріалу. Сучасні тістомісильні машини безперервної дії з'явилися в харчовій промисловості порівняно недавно. Історично, в нашій країні перші моделі такого обладнання були розроблені ще у 1947 році. Завдяки багатостадійному підходу до процесу замішування хлібного тіста в більшості таких машин використовується кілька камер, у кожній з яких застосовуються різні типи місильних елементів. Це дозволяє досягати оптимальних умов для формування тіста із заданими характеристиками. У кожній машині робочі органи можуть об'єднувати особливості кількох типів змішувачів, що розширює їхні функціональні можливості. Більшість таких пристроїв оснащені місильними камерами циліндричної форми або елементами із подібною геометрією. Особливий інтерес представляють кілька конструктивних рішень найбільш поширених тістомісильних машин безперервної дії, як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва. Наприклад, одним із добре зарекомендованих прикладів є тістомісильна машина ФТК-1000, яка зазвичай використовується для інтенсивного та високопродуктивного замішування тіста на основі пшеничного та житнього борошна. Машина ФТК-1000 оснащена циліндричною місильною камерою

діаметром 200 міліметрів, що є доволі компактним розміром. Камера має водоохолоджуючий кожух для стабілізації температурного режиму у процесі змішування, а на її внутрішній поверхні встановлені штифти для забезпечення якісного змішування інгредієнтів. Конструкція передбачає можливість зручного очищення – камера розділена на дві частини, які відкриваються завдяки шарнірному механізму. Робочий механізм машини включає головний вал, на якому закріплені змішувальний шнек і спеціальна насадка з місильними лопатями. Місильна камера закінчується конічною насадкою, яка плавно переходить у пластифікуючий патрубок для фінального етапу обробки тіста. При роботі з частотою обертання місильного вала до 200 обертів за хвилину ця машина здатна забезпечити продуктивність до 1000 кілограмів тіста на годину. Однією з головних характеристик цієї моделі є її компактність та продуманий дизайн, який не тільки сприяє ефективному виконанню своїх функцій, але й значно полегшує обслуговування – огляд, очищення внутрішніх поверхонь та проведення ремонтних робіт здійснюються максимально просто та оперативно. Висока надійність і зручність експлуатації роблять машину.

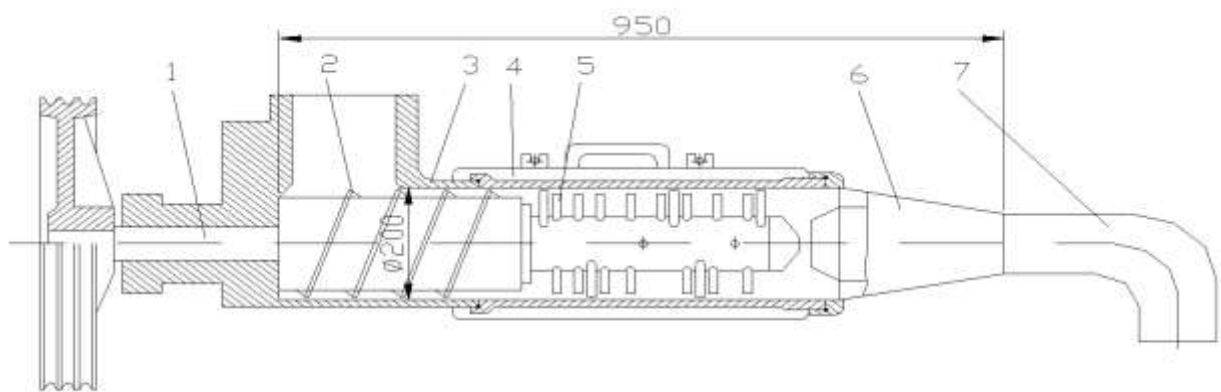


Рис. 3.1. Тістомісильна машина ФТК-1000.

1 – головний вал; 2 – шнек; 3 – місильна камера; 4 – водоохолоджувальний кожух; 5 – місильні лопаті; 6 – конічна насадка; 7 – пластифікуючий патрубок.

Тарілчатий змішувач І8-ХТМ КТІХП призначений для ефективного приготування рідких опар, заквасок, борошняних живильних сумішей і інших

компонентів з вмістом вологи в межах 65-95%. Конструкція змішувача складається з робочої камери, виконаної у формі двох сполучених циліндрів різного діаметра. У середині камери розташований консольний головний вал із закріпленими на ньому змішувачими елементами. Камера розділена на дві зони: зона попереднього змішування, яка має менший діаметр, оснащена робочим валом зі стержнями, розташованими по спіральній траєкторії. Інша зона, яка призначена для гомогенізації, характеризується більшою шириною і містить робочі тарілки на валу, що забезпечують інтенсивне перемішування. Борошно подається до камери через патрубок за допомогою роторного дозатора із самостійним приводом та механізмом для точного регулювання подачі. Рідкі компоненти також надходять через окремий патрубок у спеціальний розподільчий пристрій. Готова суміш видаляється через зливну трубу, оснащену гвинтовим регулятором, завдяки якому можна змінювати час змішування шляхом регулювання рівня вмісту в камері. Для стабілізації зливу передбачено спеціальну решітку. На корпусі змішувача встановлено вікно для візуального контролю за процесом роботи. Привідний електродвигун пристрою розташований в основі станини. Змішувач ефективно працює на бактеріальних середовищах із вмістом дріжджових, молочнокислих, оцтовокислих та інших мікроорганізмів, забезпечуючи високий ступінь дисперсності сумішей за короткий проміжок часу від 80 до 180 секунд. Тривалість та інтенсивність змішування можуть регулюватися: за допомогою реверсивного електродвигуна з дистанційним управлінням змінюється час операції, а теристорний привід дозволяє

налаштувати частоту обертання в межах від 3 до 30 оборотів за секунду.

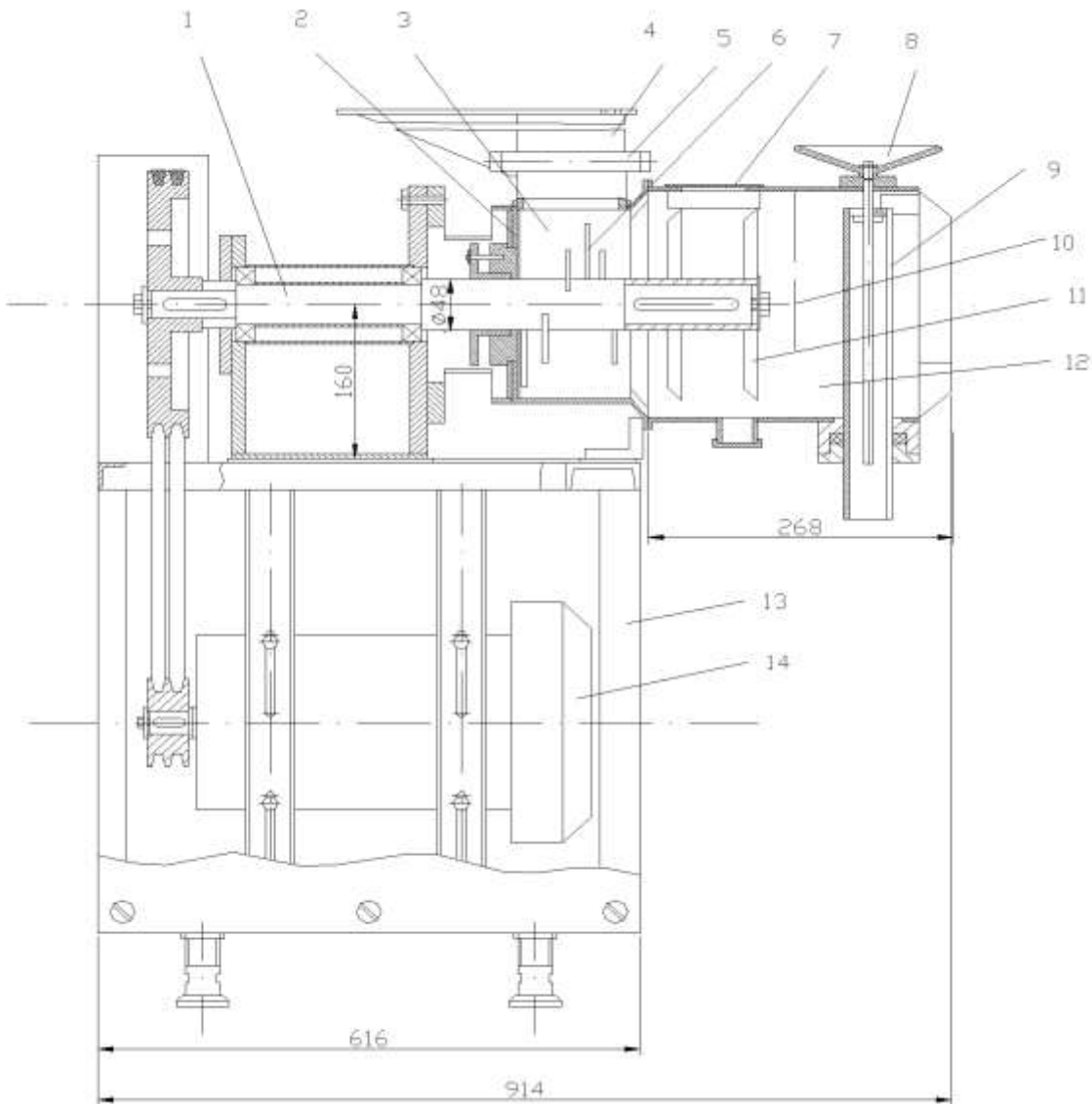


Рис 3.2. Тарільчастий змішувач І8-ХТМ КТІХП.

1 – головний вал; 2 – корпус робочої камери; 3 – камера попереднього змішування; 4 – патрубок подачі борошна; 5 – патрубок для подачі рідких компонентів; 6 – стержні; 7 – вікно; 8 – гвинтовий пристрій; 9 – зливна труба; 10 – заспокійлива решітка; 11 – робоча тарілка; 12 – камера гомогенізації; 13 – станина; 14 – привідний електродвигун.

Частота обертання контролюється за допомогою автоматичного тахометра ЕТА-3А, який відображає дані на цифровому табло. Альтернативний спосіб приводу передбачає використання клинопасового варіатора. Це дозволяє

налаштовувати змішувач на оптимальний режим роботи, а також інтегрувати його в загальну систему автоматизації. Такий пристрій відповідає сучасним технічним стандартам і може бути частиною автоматичної системи управління параметрами технологічного процесу. Тістомісильна машина X-12 належить до категорії тихохідних однокамерних машин і спеціально призначена для замішування пшеничного та житнього тіста з продуктивністю до 20 тонн на добу. Машина широко застосовується завдяки простоті конструкції та легкості у користуванні й обслуговуванні. Конструкція машини (рис. 3.3) складається з напівциліндричної місильної ємності 5, всередині якої розташований місильний вал 4 із закріпленими на ньому лопатями 3. Верх корита накривається відкидною кришкою для захисту та зручності експлуатації. Борошно подається в машину через прямокутний патрубок 1, оснащений двома ємкісними датчиками рівня. Дозування борошна здійснюється роторним живильником, механізм якого приводиться в дію кривошипно-шатунною системою через клиновий фрекційний храповик. Над живильником розташований зворушувач, який здійснює коливальні рухи за допомогою системи важелів. Готове тісто виходить з машини через патрубок 6. Привод машини реалізований електродвигуном через редуктор 7 і зубчасту передачу. На передній панелі встановлено чотири крани-дозатори для введення рідких компонентів в процесі замішування. Процес роботи виглядає так: усі компоненти невеликими дозами подаються від дозаторів до передньої частини корита 5, яке відділене порогом. Лопаті 3, закріплені під кутом до осі місильного валу, забезпечують інтенсивне перемішування компонентів і поступове переміщення тіста вздовж ємності. В міру наближення маси до патрубку виантаження 6 вона ретельно перемішується та одночасно піддається процесу пластифікації, що забезпечує отримання замішаного тіста високої якості.

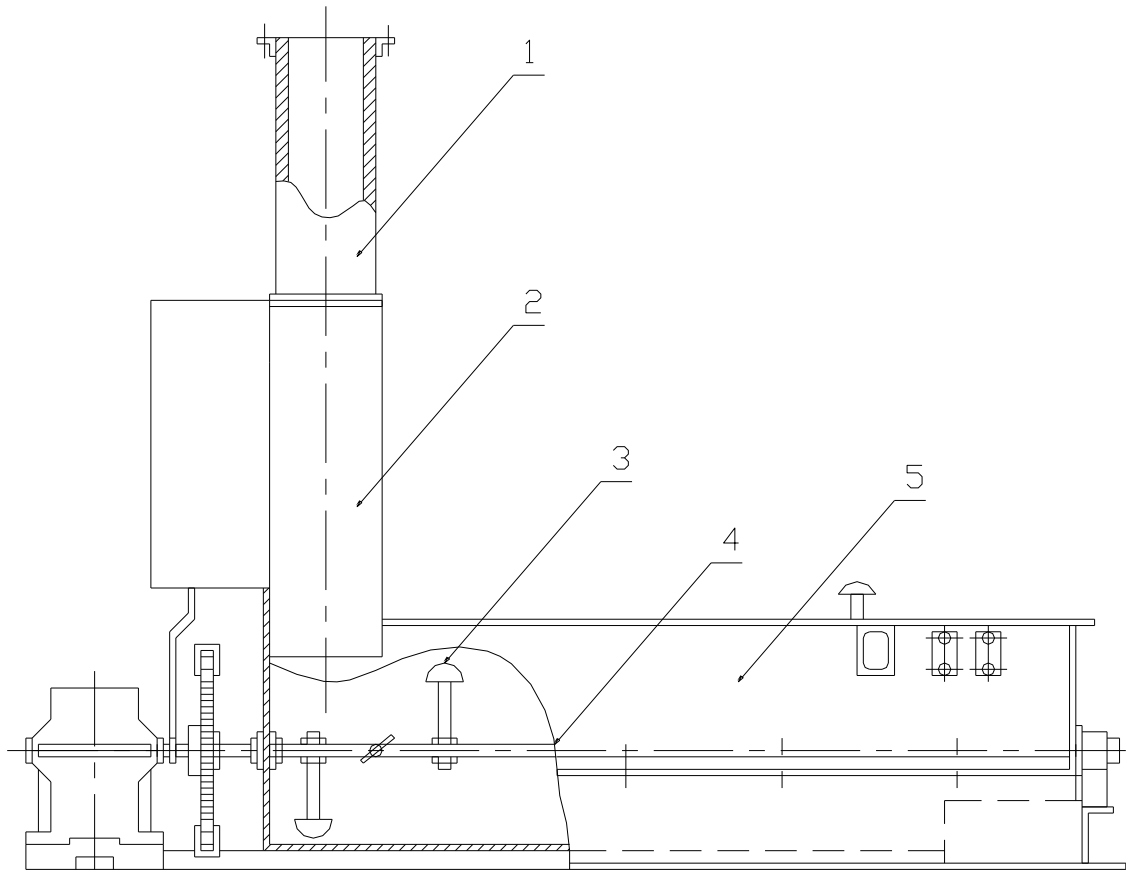


Рис. 3.3. Тістомісильна машина Х-12.

1 – патрубок подачі борошна; 2 – дозатор борошна; 3 – місильні лопаті; 4 – вал; 5 – місильна ємкість.

Санітарна обробка машини виконується без необхідності її розбирання, що створює певні незручності. Серед недоліків обладнання виділяються слабе перемішування тіста, значні коливання у складі через ненадійну роботу дозуючих систем, а також відсутність пристроїв для регулювання швидкості обертання місильного валу та тривалості замісу. Максимальна частота обертання місильного валу становить 48 об/хв, а інтенсивність механічної дії зумовлена тертям тіста об стінки місильної камери. Через це неможливо збільшити інтенсивність замісу шляхом підвищення частоти обертання валу. Для покращення процесу замісу можна подовжити місильне корито та збільшити кількість лопатей. Також доцільним є зменшення робочої площі місильних лопатей або встановлення гальмівних лопатей на стінках місильного корита, що

дозволить підвищити частоту обертання валу й інтенсивність процесу. Тістомісильна машина А2-ХТТ складається з механізмів, які забезпечують дозування борошна, змішування його з рідкими компонентами, а також заміс опари чи тіста. Вона призначена виключно для роботи з пшеничним тестом та опарою. Серед переваг тістомісильної машини А2-ХТТ: – наявність окремого приводу для дозатора борошна, що дозволяє точно налаштувати його роботу незалежно від тістомісильної машини, зберігати рецептуру тіста і підвищувати рівень автоматизації процесу приготування; – застосування нової конфігурації місильних органів, які забезпечують високоякісне перемішування компонентів тіста, усуваючи енергоємну другу стадію замісу, що покращує якість тіста та скорочує час його приготування; – використання легко знімної конструкції місильного валу, що забезпечує швидкий його демонтаж і монтаж для ремонту чи санітарної обробки; – компактний привід і раціональна конструкція, завдяки чому вдалося зменшити вагу машини на 20 %. На основі викладених фактів та порівняльних характеристик можна зробити висновок про доцільність впровадження та експлуатації тістомісильної машини А2-ХТТ на підприємствах хлібопекарської галузі.

3.2. Будова та принцип дії

Тістомісильна машина А2-ХТТ являє собою технологічно вдосконалений комплекс механізмів, створений для автоматизації і значного спрощення процесу змішування борошна з рідкими компонентами, а також замісу опари чи тіста. Ця машина спеціалізується виключно на роботі з пшеничним тестом та опарою, що робить її ідеальним рішенням для підприємств, які займаються виробництвом хлібобулочних виробів. Основу конструкції машини складає зварна рама, яка виготовляється із міцної квадратної труби для забезпечення міцності та витривалості в експлуатації. Додатково вона облаштована колесами, що сприяють зручному переміщенню обладнання у межах виробничих приміщень. Для стабільного розміщення машини на робочому місці передбачено стопорний болт, який забезпечує надійну фіксацію пристрою під час роботи. Корито, що є

основною зоною виконання замісу, міцно фіксується на рамі за допомогою болтових з'єднань, що сприяють його стійкості та довговічності. Воно виготовлено з харчової нержавіючої сталі марки 12Х18Н9Т, що гарантує безпечну взаємодію з продуктами харчування, а також мінімізує ризик корозії навіть при тривалій експлуатації. Усі інші металеві деталі, які безпосередньо контактують із тістом, виконані з аналогічного матеріалу. Для забезпечення гігієни та безпеки процесу корито зверху закривається кришкою зі спеціального прозорого органічного скла. Ця кришка не лише дозволяє здійснювати візуальний контроль за процесом замісу, але й оснащена додатковим отвором для дозованого додавання рідких опар або інших інгредієнтів при необхідності. Отвір закритий спеціальною кришкою, що зберігає герметичність та перешкоджає потраплянню сторонніх предметів. На верхній край корита додатково приварена основа, яка призначена для надійної фіксації роторного дозатора борошна разом із його приводом. Це істотно полегшує процес точного дозування борошна, забезпечуючи оптимальну структуру майбутнього тіста. Місильний вал є ще однією важливою деталлю машини: він одним кінцем приєднаний через спеціальний з'єднувач до мотора-редуктора, а другим – закріплений у підшипниковому вузлі, встановленому на корпусі корита. На валу закріплено робочі органи у вигляді трьох місильних елементів і трьох пластикуючих пристосувань, які забезпечують ретельне перемішування інгредієнтів і досягнення однорідної консистенції тіста. Для запобігання накопиченню тіста у важкодоступних місцях корита передбачено зачищувальні скребки, що встановлюються на валу з внутрішньої сторони пристрою вздовж його бортів. Вони ефективно видаляють залишки тіста зі стінок, усувають застійні зони та мінімізують ризик попадання маси тісту в підшипниковий вузол або назовні межі місильної камери. Така продумана конструкція тістомісильної машини А2-ХТТ робить її незамінною у процесах виробництва продукції з пшеничного тіста, гарантуючи високу продуктивність, стабільність роботи та легкість в обслуговуванні.

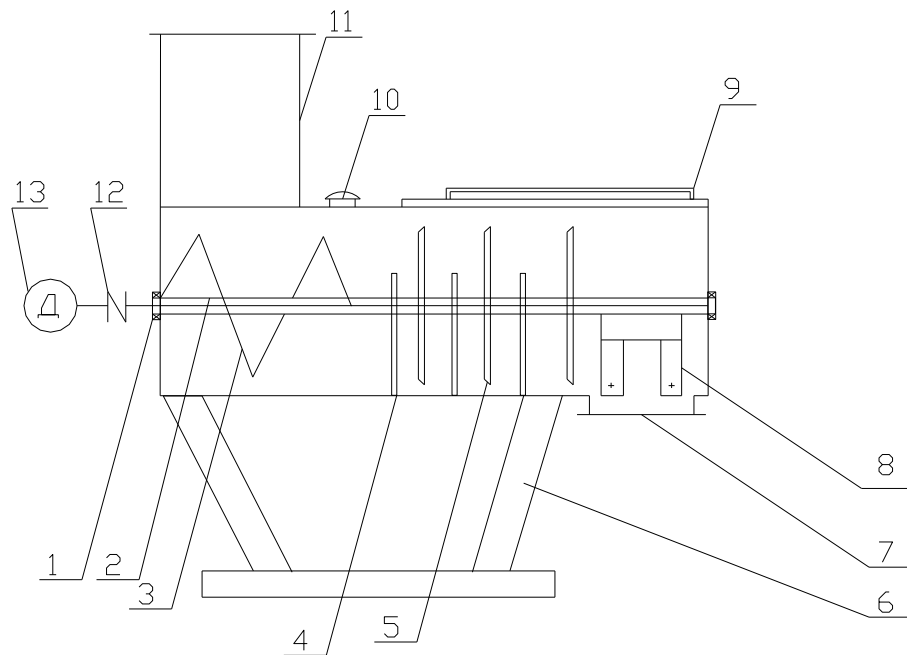


Рис.3.4. Принципова схема тістомісильної машини А2-ХТТ

На дні корита місильного апарата, безпосередньо за місильними робочими органами, інтегровано встановлену реборду, яка виконує важливу функцію: вона запобігає витіканню рідких компонентів, що не встигли змішатися з борошном, забезпечуючи їх утримання всередині корита для подальшого процесу перемішування. Між пластикуючими робочими органами із позначенням 5 розташовані спеціальні гальмівні лопаті, марковані під номером 4. У взаємодії ці елементи діють як комплексний механізм, сприяючи якісному перемішуванню та пластикації тіста. На завершальному етапі місильної камери встановлено зручний розвантажувач з індексом 8, який відповідає за плавне переміщення замішаного тіста у наступний відсік – тістобродильне корито. Для передачі готового тіста передбачено патрубок із позначкою 7, через який продукт виводиться з механізму для подальшого використання. Функціонування тістомісильної машини базується на принципі безперервного дозування необхідних компонентів у змішувальну камеру. Усередині цієї камери реалізується тристадійний технологічний процес замісу, що забезпечує отримання однорідної та якісної консистенції тіста. Перша стадія розпочинається в першій частині місильної камери. Тут місильні органи здійснюють початкове механічне змішування та активну аерацію компонентів. У

результаті забезпечується рівномірний розподіл інгредієнтів у суміші. На цьому етапі відбувається зволоження сухих частинок, їх диспергування, агрегація, а також сорбція вологи. Процес триває відносно короткий проміжок часу, оскільки на первинному етапі важливо уникнути надмірного набухання борошняних часток і їх когезії, яка може створити труднощі при подальшому змішуванні. Ігнорування цього аспекту може призвести до підвищеного споживання електроенергії через збільшене навантаження на місильні органи. Друга стадія, що визначається як основний заміс, відбувається у центральній частині місильної камери. У цей період усі компоненти тіста вирівнюються за вологістю, а розчинні компоненти борошна переходять у розчин. Спостерігається підвищення напруження зрушення, яке в свою чергу призводить до зростання енергоспоживання двигуна тістомісильної машини. Основну частину вологи активно поглинають білкові речовини борошна, які мають високий рівень водопоглинання — близько 200%. Ця стадія якнайкраще проходить в умовах спокою між місильними та пластикуючими елементами (ефективність на даному етапі залежить від успішного виконання першої стадії). Третя стадія характеризується інтенсивною пластикацією тіста. Вона відбувається між пластикуючими робочими органами, а саме дисками та гальмівними лопатями. На цій стадії здійснюється ретельне інтенсивне проминання тіста, під час якого проходять структурні зміни крохмальних часток і формується стійка клейковинна решітка. Ця решітка оточує крохмальні зерна і формує правильну структуру тіста. Робота на цьому етапі потребує значних механічних зусиль у зв'язку з необхідністю інтенсивної обробки для створення клейковинних плівок та подрібнення їхньої пористої структури. Важливим фактором є вплив активності ферментів, рівень вологості та температура тіста. Внаслідок цих процесів на третину.

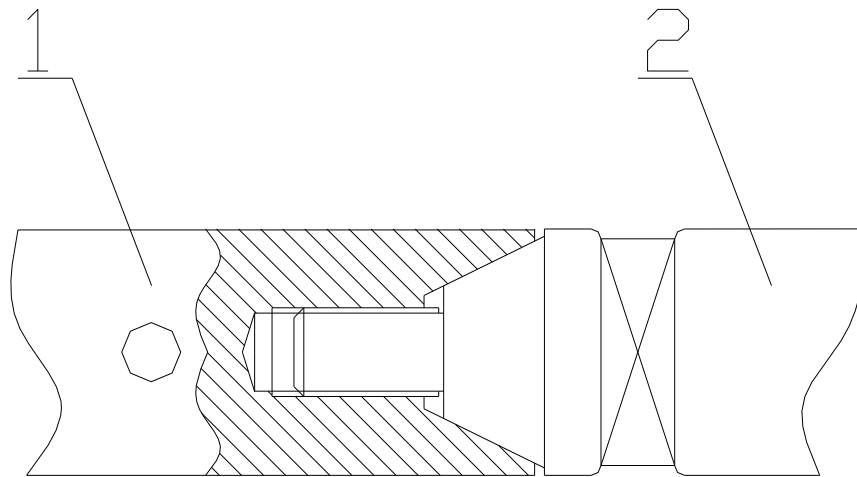


Рис. 3.5. Схема модернізованого вузла.

Модернізація конструкції націлена на вдосконалення роботи тістомісильної машини шляхом внесення змін до розташування та сполучення ключових елементів механізму. Основним аспектом є те, що крайня частина валу, розташована в задній секції місильної камери, виконується з можливістю роз'єму. Зчеплення між валом та напіввалом реалізується через різьбове з'єднання, при цьому точне центрування забезпечується за допомогою конічного спряження. Такий підхід дозволяє значно спростити демонтаж і подальшу заміну робочих органів. У процесі зміни робочих елементів спершу необхідно зняти кришку підшипника, після чого відкрутити напіввал, який разом із підшипником плавно виймається із задньої частини місильної камери. Потім решту робочого валу витягують із камери без значних зусиль. Завдяки продуманій системі посадок між валом, підшипником і муфтою, демонтаж відбувається легко і швидко, що мінімізує простой при обслуговуванні машини. Втім, будь-яке конструктивне вдосконалення вимагатиме проведення попередніх ґрунтових розрахунків. Особливу увагу слід приділити аналізу енергетичних витрат під час замісу тіста, адже саме баланс споживаної енергії є критично важливим для ефективності роботи машини. При цьому удосконалення конструкції не можна проводити без детального дослідження специфіки процесів замісу, які відбуваються всередині робочих камер. Необхідно забезпечити дотримання оптимальних умов і параметрів роботи, що включає і ретельну оцінку

конструкції місильних органів. Їхня дія повинна відповідати всім технологічним вимогам, які висуваються теорією процесу замішування тіста. Зрештою, головною метою модернізації залишається досягнення більш високої ефективності роботи машини та підвищення її продуктивності при збереженні надійності, енергоефективності та якості кінцевого продукту.

3.3. Розрахунок і проєктування тістомісильної машини А2-ХТТ

3.3.1. Технологічний розрахунок

Продуктивність тістомісильної машини, виражена у кг/год, розраховується з урахуванням забезпечення оптимального завантаження печі для конкретного асортименту продукції. Під час визначення цього параметру враховуються встановлені виробничі інтервали та ритм роботи технологічної лінії, до складу якої входить зазначена машина. Розглянемо продуктивність, необхідну для забезпечення роботи тунельної печі типу БН-50 з площею поду 50 м² під час виготовлення нарізних батонів вагою 0,5 кг. Розрахунок базується на умовах повного завантаження печі для досягнення заданої маси заготовок.

$$Pn = \frac{N \cdot n \cdot g \cdot 60}{\tau_{\text{вип}}} = \frac{133 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 60}{25} = 1276 \text{ кг/год} \quad (3.1)$$

де N – кількість рядів виробів на поду по довжині, шт;

n – кількість виробів по ширині поду в одному ряді, шт;

g – маса одного батона, кг;

τ – тривалість випікання, хв;

Продуктивність тістомісильної машини повинна забезпечувати продуктивність лінії по тісту:

$$P_{т.м} = Pn \frac{100+Y}{100} K_0 \quad (3.2)$$

де P_n – продуктивність печі по гарячому хлібу, кг/год;

Y – упікання, % до гарячого хліба для пшеничного хліба з борошна першого гатунку $Y=8,9\%$.

K_0 – коефіцієнт, який враховує можливості зупинки на регулювання та зупинку ($K= 1,06-1,08$).

Підставивши дані у формулу (3.2) отримаємо:

$$\Pi_{m.m} = 1276 \frac{100 + 8,9}{100} \cdot 1,08 = 1500,7 \text{ кг/год}$$

Отже тістомісильна машина повинна забезпечувати продуктивність лінії по тісту $\Pi_{т.м} = 1500,7$ кг/год.

Визначаємо теоретичну місткість місильної камери (в m^3):

$$V_m = \frac{\Pi_{m.m} \cdot \tau}{3600 \cdot \rho \cdot K_1} \quad (3.3)$$

де K_1 – коефіцієнт заповнення місильної камери, $K_1=(0,5-0,7)$.

$$V_m = \frac{1500,7 \cdot 150}{3600 \cdot 1050 \cdot 0,5} = 0,12 \text{ м}^3$$

Знайдемо фактичну місткість робочої камери тістомісильної машини А2-ХТТ, параметри якої наведені в таблиці 3.1.

$$V = \left((H - R) \cdot 2R + \frac{\pi R^2}{2} \right) \cdot L \quad (3.4)$$

де H – висота камери тістомісильної машини, м;

R – радіус робочої камери, м;

L – довжина робочої камери, м.

$$V = (0,42 - 0,18) \cdot 2 \cdot 0,18 + \frac{3,14 \cdot 0,18^2}{2} \cdot 0,9 = 0,1235 \text{ м}^2$$

$$V = (0,42 - 0,18) \cdot 2 \cdot 0,18 + \frac{3,14 \cdot 0,18^2}{2} \cdot 0,9 = 0,1235 \text{ м}^2$$

Виконаємо перевірочний розрахунок продуктивності тістомісильної машини за відомим об'ємом робочої камери:

$$\Pi = \frac{3600 \cdot V \cdot \rho \cdot K_1}{\tau}, \text{ кг/год} \quad (3.5)$$

$$\Pi = \frac{3600 \cdot 0,1235 \cdot 1050 \cdot 0,5}{150} = 1556 \text{ кг/год}$$

Після визначення реальної продуктивності тістомісильної машини стало зрозуміло, що її потужності цілком вистачає для забезпечення необхідною кількістю тіста як виробничої лінії, так і пекарської печі моделі БН-50.

$P_{п}=(12761 \text{ кг/ГОД}) < P_{тм}(15516 \text{ кг/год})$, яка є на хлібозаводі.

3.3.2. Енергетичний розрахунок

Приведення в дію місильного механізму тістомісильної машини А2-ХТТ вимагає певного рівня потужності. Ця потужність використовується для забезпечення роботи місильного органу. Для обчислення необхідної електродвигуну потужності, яка забезпечить ефективне функціонування місильного механізму, застосовується наступна формула:

$$N = A \cdot n / (\eta_1 \cdot \eta_2) \quad (3.6)$$

де A – робота, яка витрачається на заміс, Дж/об; n – частота обертів місильного вала; η_1 , і η_2 – коефіцієнти корисної дії механізмів тістомісильної машини, проміжних механізмів привода, при їх відсутності $\eta_2=1$. В нашому випадку $\eta_1=0,96$.

$$A=A_1+A_2+A_3+A_4, \quad (3.7)$$

де A_1 – робота, яка втрачається на перемішування маси без урахування витрат на нагрів маси за рахунок тертя; A_2 – робота на переміщення лопатей; A_3 – робота на нагрів тіста і металевих частин машини, що з ним контактують; A_4 – робота яка втрачається на зміну структури тіста. $A_4=0,1 \cdot A_1$

Вихідні дані беремо з паспорта машини і креслень.

Таблиця 3.1. – Технічна характеристика машини

Кількість місильних лопатей,шт	6
Ширина місильних лопатей,м	0,04
Товщина місильних лопатей,м	0,005
Відстань від осі обертання до початку місильної лопаті,м	0,048
Відстань від осі обертання до кінця місильної лопаті,м	0,1425
Кут нахилу місильної лопаті,град	30

Крок твірної нахилу місильної лопаті,м	0,3
Зазор між кінцями лопатей і стінками місильної камери,м	0,015
Частота обертання місильного вала,об/хв	50...100
Кількість дисків,шт	3
Ширина диска,м	1
Товщина диска,м	0,002
Відстань від осі обертання до початку диска,м	0,048
Відстань від осі обертання до кінця диска,м	0,17
Кут нахилу диска,град	90
Крок твірної нахилу диска,м	0
Зазор між кінцями диска і стінками місильної камери,м	0,015
Коефіцієнт подачі тіста для диска	0,005
Крок розміщення дисків,м	0,068
Відстань між місильними лопатями, м	0,16
Кількість гальмівних лопатей,шт	2
Ширина гальмівних лопатей,м	1
Кут нахилу гальмівних лопатей,град	90
Відстань від осі обертання до початку гальмівної лопаті,м	0,075
Відстань від осі обертання до кінця гальмівної лопаті,м	0,2
Коефіцієнт подачі тіста для гальмівної лопаті	0,005
Густина тіста,кг/м ³	950
Динамічна в'язкість,Па с	8
Густина металевих частин,кг/м ³	7800
Коефіцієнт подачі тіста для лопаті	0,05
Коефіцієнт корисної дії	0,9
Тривалість замісу,с	150

1. Робота на перемішування тіста:

$$\begin{aligned}
 A_1 &= a_1 \cdot \epsilon_1 \cdot \Pi \cdot \rho \cdot n^2 \cdot \sin \alpha (r_{21}^2 - r_{11}^2) \cdot \left[(1 - K_1) \cdot \Pi^2 \cdot (r_{21}^2 - r_{11}^2) + \frac{K_1 \cdot S_1^2}{2} \right] + \\
 &+ a_2 \cdot \epsilon_2 \cdot \Pi \cdot \rho \cdot n^2 \cdot \sin \alpha (r_{22}^2 - r_{12}^2) \cdot \left[(1 - K_2) \cdot \Pi^2 \cdot (r_{22}^2 - r_{12}^2) + \frac{K_2 \cdot S_2^2}{2} \right] + \\
 &+ a_3 \cdot \epsilon_3 \cdot \Pi \cdot \rho \cdot n^2 \cdot \sin \alpha (r_{23}^2 - r_{13}^2) \cdot \left[(1 - K_3) \cdot \Pi^2 \cdot (r_{23}^2 - r_{13}^2) + \frac{K_3 \cdot S_3^2}{2} \right] = \\
 &6 \cdot 0,04 \cdot 3,14 \cdot 950 \left(\frac{70}{60} \right)^2 \sin 30 (0,1425^2 - 0,048^2) \left[(1 - 0,05) \cdot 3,14^2 \cdot (0,1425^2 + 0,048^2) + \frac{0,05 \cdot 0,3^2}{2} \right] + \\
 &+ 3 \cdot 1 \cdot 3,14 \cdot 950 \left(\frac{70}{60} \right)^2 \cdot \sin 90 (0,17^2 - 0,048^2) \cdot \left[(1 - 0,005) \cdot 3,14^2 \cdot (0,17^2 + 0,048^2) + \frac{0,05 \cdot 0,2^2}{2} \right] + \\
 &+ 2 \cdot 1 \cdot 3,14 \cdot 950 \left(\frac{70}{60} \right)^2 \cdot \sin 90 (0,2^2 - 0,075^2) \cdot \left[(1 - 0,005) \cdot 3,14^2 \cdot (0,2^2 + 0,075^2) + \frac{0,005 \cdot 0,2^2}{2} \right] = \\
 &= 225,99 \text{ Дж/об.}
 \end{aligned}$$

2. Робота на переміщення лопатей:

$$\begin{aligned}
 A_2 &= 0,75 \cdot a_1 \cdot \epsilon_1 \cdot b_1 \cdot \rho \cdot \Pi^2 \cdot n^2 \cdot (r_{21}^3 - r_{11}^3) + \\
 &+ 0,75 \cdot a_2 \cdot \epsilon_2 \cdot b_2 \cdot \rho_m \cdot \Pi^2 \cdot n^2 \cdot (r_{22}^3 - r_{12}^3) + \\
 &+ 0,75 \cdot a_3 \cdot \epsilon_3 \cdot b_3 \cdot \rho_m \cdot \Pi^2 \cdot n^2 \cdot (r_{23}^3 - r_{13}^3) = \\
 &= 0,75 \cdot 6 \cdot 0,04 \cdot 0,005 \cdot 7800 \cdot 3,14^2 \cdot \left(\frac{70}{60} \right)^2 \cdot (0,1425^3 - 0,048^3) + \\
 &+ 0,75 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 0,002 \cdot 7800 \cdot 3,14^2 \cdot \left(\frac{70}{60} \right)^2 \cdot (0,17^3 - 0,048^3) + \\
 &+ 0,75 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0,002 \cdot 7800 \cdot 3,14^2 \cdot \left(\frac{70}{60} \right)^2 \cdot (0,2^3 - 0,075^3) = 4,9 \text{ Дж / об.}
 \end{aligned}$$

3. Робота на нагрів тіста і металевих частин, які з ним контактують:

$$\begin{aligned}
A_3 &= 124 \cdot \alpha_3 \cdot \mu \cdot n \cdot \left(\frac{r_{23}^4 - r_{13}^4}{L} + \frac{2r_{23}^3 \cdot \epsilon_3 \cdot \sin \alpha}{F} \right) + \\
&+ 124 \cdot \alpha_0 \cdot \mu \cdot n \cdot \left(\frac{r_{20}^4 - r_{10}^4}{L} + \frac{2r_{20}^3 \cdot \epsilon_0 \cdot \sin \alpha}{F} \right) + \\
&+ 124 \cdot \alpha_2 \cdot \mu \cdot n \cdot \left(\frac{r_{22}^4 - r_{12}^4}{L} + \frac{2r_{22}^3 \cdot \epsilon_2 \cdot \sin \alpha}{F} \right) + \\
&= 124 \cdot 6 \cdot 8 \cdot \frac{70}{60} \cdot \left(\frac{0,1425^4 - 0,048^4}{0,45} + \frac{2 \cdot 0,1425^3 \cdot 0,04 \cdot \sin 30}{0,015} \right) + \\
&+ 124 \cdot 3 \cdot 8 \cdot \frac{70}{60} \cdot \left(\frac{0,17^4 - 0,048^4}{0,45} + \frac{2 \cdot 0,17^3 \cdot 1 \cdot \sin 90}{0,015} \right) + \\
&+ 124 \cdot 2 \cdot 8 \cdot \frac{70}{60} \cdot \left(\frac{0,2^4 - 0,075^4}{0,45} \right) = 1413,897 \text{ Дж/об.}
\end{aligned}$$

4.Робота на зміну структури тіста:

$$A_4 = 0,1 \cdot A_1 = 0,1 \cdot 225,99 = 22,59 \text{ Дж/об.}$$

5.Загальна робота:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 225,99 + 4,9 + 1413,897 + 22,59 = 1667,39 \text{ Дж/об.}$$

6.Питома робота:

$$A_{\text{пит}} = \frac{A \cdot n \cdot \tau}{m \cdot 1000} = \frac{1667,39 \cdot 70 \cdot 60 \cdot 180}{50 \cdot 1000} = 7 \text{ Дж/об.}$$

де $m = 50$ кг – маса тіста в місильній камері

7.Потужність привідного електродвигуна:

$$N = \frac{A \cdot n}{1000 \cdot \eta} = \frac{1667,39 \cdot \frac{70}{60}}{1000 \cdot 0,9} = 2,2 \text{ кВт.}$$

8. Визначаємо необхідну потужність тістомісильної машини:

$$N = \frac{2252 \cdot 0,93}{0,96} = 2200 \text{ Вт} = 2,2 \text{ кВт.}$$

Всі розрахунки зводимо в таблицю 3.2.

Всі розрахунки зводимо в таблицю 3.2.

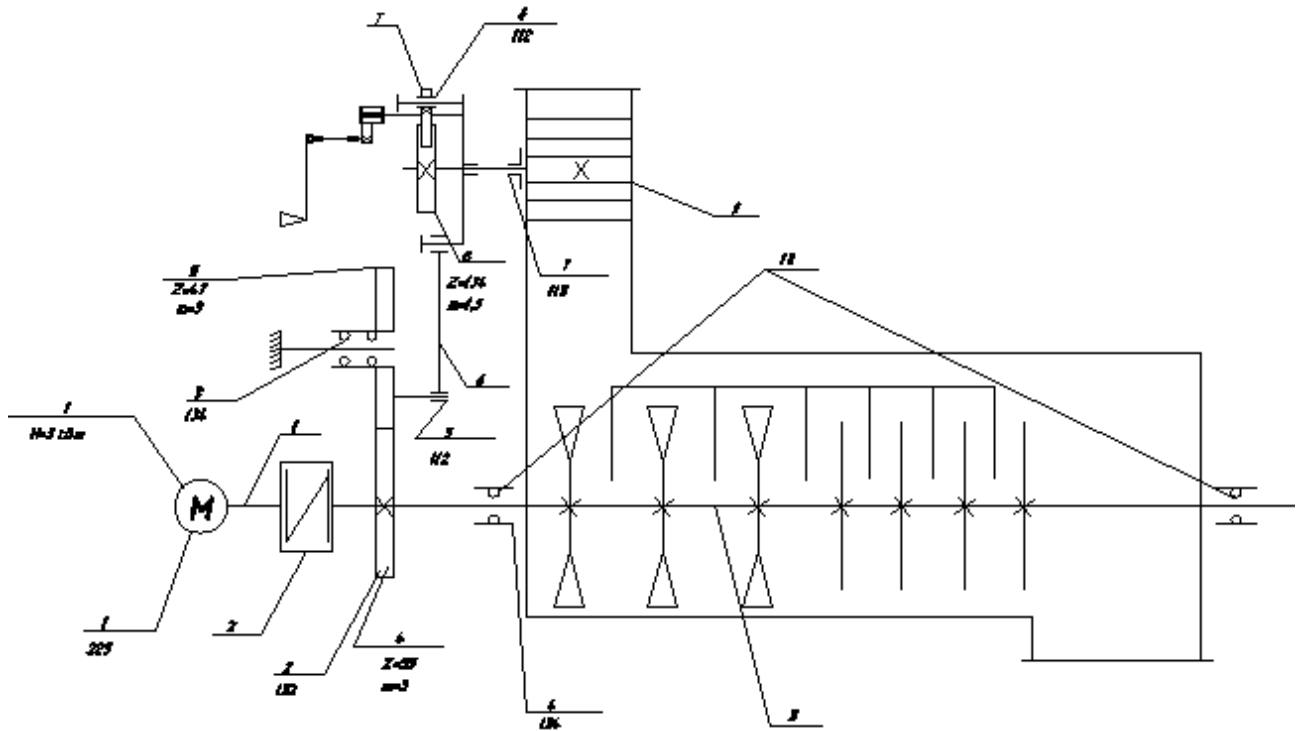
Таблиця 3.2

№	$n, \text{об/хв}$	$A1, \text{ Дж/об}$	$A2, \text{ Дж/об}$	$A3, \text{ Дж/об}$	$A4, \text{ Дж/об}$	$A, \text{ Дж/об}$	$A_{\text{итт}}, \text{ Дж/г}$	$N, \text{ кВт}$
1	50	115,30	2,50	1009,926	11,53	1139,26	3,42	1,1
2	55	139,51	3,03	1110,919	13,95	1267,41	4,18	1,3
3	60	166,03	3,60	1211,911	16,60	1398,15	5,03	1,6
4	65	194,86	4,23	1312,904	19,49	1531,47	5,97	1,8
5	70	225,99	4,90	1413,897	22,60	1667,39	7,00	2,2
6	75	259,42	5,63	1514,889	25,94	1805,89	8,13	2,5
7	80	295,17	6,41	1615,882	29,52	1946,97	9,35	2,9
8	85	333,22	7,23	1716,874	33,32	2090,64	10,66	3,3
9	90	373,57	8,11	1817,867	37,36	2236,90	12,08	3,7
10	95	416,23	9,03	1918,860	41,62	2385,75	13,60	4,2
11	100	416,20	10,01	2019,852	46,12	2537,18	15,22	4,7

Підбираю по каталогу мотор - редуктор типорозміру ЗМВз-40 типу АІР 90 L4 з потужністю $N = 2,2 \text{ кВт}$ і частотою обертання $n_{\text{дв}} = 68 \text{ об/хв}$.

3.3.3. Кінематичний розрахунок.

Кінематичну схему тістомісильної машини А2-ХТТ зображено на рис.3.1.



Визначаємо частоту обертання валів тістомісильної машини, позначивши їх для зручності I і II:

$$n_I + n_{II} = n_{ДВ}, \quad (3.8)$$

де $n_I + n_{II}$ – частоти обертання I і II валів відповідно;

$n_{ДВ}$ – частота обертання мотора – редуктора (з технічної характеристики).

$$n_I = n_{II} = 68 \text{ об/хв.}$$

Визначаємо потужність на двигунах:

$$n = \frac{N_{вих}}{\eta}; \quad (3.9)$$

де: $N_{вих}$ – потужність, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії.

$$N_1 = N_{дв} = 2,2 \text{ кВт};$$

$$N_2 = \frac{N_1}{\eta_M \times \eta_{під}}; \quad (3.10)$$

де: η_M – ККД муфти;

$\eta_{під}$ – ККД підшипників.

Вибираємо такі дані: $\eta_m = 0,99$; $\eta_{nid} = 0,97$;

Також враховуємо витрату потужності на розвантажування борошна.

$$N_2 = \frac{2,2 - 0,2}{0,99 \cdot 0,97} = 1,35 \text{ кВт}$$

Визначаємо крутний момент на валу:

$$T = \frac{N \cdot 9550}{n} \text{ Нм}$$

$$T_1 = \frac{N_1}{n_1}$$

$$T_1 = \frac{N_1}{n_1} \times 9550 = \frac{2,2}{68} \times 9550 = 411,63 \text{ Нм}$$

Отримані дані зводимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3.

№ вала	Число обертів, n, об./хв.	Потужність, N, Квт	Крутний момент, T, Нм
I	688	2,28	411,638

3.3.4. Розрахунок на міцність

Розрахунок вала

Маємо вал на якому сидять шнек і три тарілки, зубчасте колесо. На місильні органи з боку тіста діє сила реакції. Цю силу можна розглядати як складову трьох сил: колової – R_k , осьової – P_o і радіальної – P_p .

Знайдемо значення крутного моменту по всій довжині вала.

$T_A = 411,63 \text{ Нм}$ (з попередніх розрахунків);

$$T_{C,D,E,F,K,L,M} = \frac{411,63}{6} = 68,61 \text{ Нм};$$

$T_B = 411,63 \text{ Нм};$

$T_C = 411,63 - 22,87 = 388,76 \text{ Нм};$

$T_D = 388,76 - 22,87 = 365,89 \text{ Нм};$

$T_E = 365,89 - 22,87 = 343,03 \text{ Нм};$

$$T_F = 343,03 - 68,61 = 274,42 \text{ Нм};$$

$$T_G = 274,42 - 22,87 = 251,55 \text{ Нм};$$

$$T_H = 251,55 - 68,61 = 182,95 \text{ Нм};$$

$$T_I = 182,95 - 22,87 = 160,08 \text{ Нм};$$

$$T_K = 160,08 - 68,61 = 91,48 \text{ Нм};$$

$$T_L = 91,48 - 22,74 = 68,61 \text{ Нм};$$

Визначаємо колові сили, які діють на вал.

$$P_c = P_B = P_D = \frac{T_C}{0,17} = \frac{22,87}{0,17} = 134,53 \text{ Н};$$

$$P_E = P_G = P_J = P_L = \frac{T_E}{0,15} = \frac{68,61}{0,15} = 457,4 \text{ Н};$$

$$P_F = P_H = P_K = \frac{T_K}{0,07} = \frac{22,87}{0,07} = 326,71 \text{ Н};$$

Знайдемо сили, що діють в площині x:

$$P_{XC} = P_{XD} = P_{XB} = P_B \cdot \sin 9^\circ = 21,01 \text{ Н};$$

Визначимо опорні реакції в площині x:

$$\sum M(A) = 0;$$

$$\begin{aligned} & P_{XB} \cdot b + P_{XC} \cdot (b+c) + P_{XD} \cdot (b+c+d) + P_{XE} \cdot (b+c+d+e) - P_{XF} \cdot (b+c+d+e+f) + \\ & + P_{XG} \cdot (b+c+d+e+f+g) - P_{XH} \cdot (b+c+d+e+f+g+h) + \\ & + P_{XI} \cdot (b+c+d+e+f+g+h+i) - \\ & - P_{XK} \cdot (b+c+d+e+f+g+h+i+j+k) + P_{XL} \cdot (b+c+d+e+f+g+h+i+j+k) + \\ & + R_{XM} \cdot (b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l) = 0; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \frac{-P_{XB}b - P_{XC}(b+c) - P_{XD}(b+c+d) - P_{XE}(b+c+d+e) + P_{XF}(b+c+d+e+f)}{(b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l)} - \\ & \frac{P_{XG}(b+c+d+e+f+g) + P_{XH}(b+c+d+e+f+g+h) - P_{XI}(b+c+d+e+f+g+h+i)}{(b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l)} + \\ & + \frac{P_{XK}(b+c+d+e+f+g+h+i+j) - P_{XL}(b+c+d+e+f+g+h+i+j)}{(b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l)} = R_{XM} \end{aligned}$$

$$R_{XM} = -618,12;$$

Підставивши значення отримаємо:

$R_{XM} = 618,12 \text{ Н}$ - але направлена в протилежному напрямку

$$\sum M_X(M) = 0;$$

$$\begin{aligned} & -P_{XL} \cdot L + P_{XK} \cdot (l+k) - P_{XI} \cdot (j+k+l) + P_{XH} \cdot (i+j+k+l) - P_{XG} \cdot (h+i+j+k+l) + \\ & + P_{XF} \cdot (g+h+i+j+k+l) - P_{XE} \cdot (f+g+h+i+j+k+l) - \\ & - P_{XD} \cdot (e+f+g+h+i+j+k+l) - P_{XC} \cdot (d+e+f+g+h+i+j+k+l) - \\ & - P_{XB} \cdot (c+d+e+f+g+h+i+j+k+l) + R_{XA} \cdot (d+e+f+g+h+i+j+k+l) = 0; \end{aligned}$$

$$R_{XA} = \frac{\left(\begin{aligned} & P_{XL} \cdot L + P_{XK} \cdot (l+k) - P_{XI} \cdot (j+k+l) + P_{XH} \cdot (i+j+k+l) - P_{XG} \cdot (h+i+j+k+l) + \\ & + P_{XF} \cdot (g+h+i+j+k+l) - P_{XE} \cdot (f+g+h+i+j+k+l) - \\ & - P_{XD} \cdot (e+f+g+h+i+j+k+l) - P_{XC} \cdot (d+e+f+g+h+i+j+k+l) - \\ & - P_{XB} \cdot (c+d+e+f+g+h+i+j+k+l) \end{aligned} \right)}{(b+c+d+e+f+g+h+i+j+k+l)} = -634,94$$

$R_{XA} = 634,94 \text{ Н}$ - але направлена в протилежному напрямку

Перевірка:

$$\sum F_X = -R_{XA} + P_{XB} + P_{XC} + P_{XD} + P_{XE} - P_{XF} + P_{XG} - P_{XH} + P_{XI} - P_{XK} + P_{XL} - R_{XM} = 0;$$

Знайдемо згинальні моменти, які діють в точці X:

$$M_A = 0;$$

$$M_B = R_A \cdot b = -179,96 \cdot 0,153 = -27,53 \text{ Нм};$$

$$M_C = -R_A \cdot (b+c) + P_{XB} \cdot c = -179,96 \cdot 0,328 + 25,24 \cdot 0,175 = -54,61 \text{ Нм};$$

$$M_D = -R_A \cdot (b+c+d) + P_{XB} \cdot (c+d) + P_{XC} \cdot d = -179,96 \cdot 0,503 + 25,24 \cdot 0,340 + 25,24 \cdot 0,175 = -77,52 \text{ Нм}.$$

$$M_E = -R_A \cdot (b+c+d+e) + P_{XB} \cdot (c+d+e) + P_{XC} \cdot (d+e) + P_{XD} \cdot e = -179,96$$

$$\cdot 0,573 + 25,24 \cdot 0,420 + 25,24 \cdot 0,245 + 25,24 \cdot 0,175 = -84,56 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_F = -R_A \cdot (b+c+d+e+f) + P_{XB} \cdot (c+d+e+f) + P_{XC} \cdot (d+e+f) + P_{XD} \cdot (e+f) - P_E \cdot f = -179,96 \cdot 0,618 + 25,24 \cdot 0,47 + 25,24 \cdot 0,3 + 25,24 \cdot 0,12 - 392 \cdot 0,045 = -106,38 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_G = -R_A \cdot (b+c+d+e+f+g) + P_{XB} \cdot (c+d+e+f+g) + P_{XC} \cdot (d+e+f+g) + P_{XD} \cdot (e+f+g) - P_E \cdot (f+g) + P_F \cdot g = -179,96 \cdot 0,668 + 25,24 \cdot 0,515 + 25,24 \cdot 0,34 + 25,24 \cdot 0,165 - 392 \cdot 0,095 + 548,87 \cdot 0,05 = -104,26 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_H = R_A \cdot (b+c+d+e+f+g+h) + P_{XB} \cdot (c+d+e+f+g+h) + P_{XC} \cdot (d+e+f+g+h) + P_{XD} \cdot (e+f+g+h) - P_E \cdot (f+g+h) + P_F \cdot (g+h) - P_G \cdot h = -179,96 \cdot 0,703 + 25,24 \cdot 0,550 + 25,24 \cdot 0,375 + 25,24 \cdot 0,2 - 392 \cdot 130 + 548,87 \cdot 0,085 - 392 \cdot 0,035 = -116,13 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_K = -R_A \cdot (b+c+d+e+f+g+h+i) + P_{XB} \cdot (c+d+e+f+g+h+i) + P_{XC} \cdot (d+e+f+g+h+i) + P_{XD} \cdot (e+f+g+h+i) - P_E \cdot (f+g+h+i) + P_F \cdot (g+h+i) - P_G \cdot (h+i) + P_H \cdot i = -179,96 \cdot 0,743 + 25,24 \cdot 0,59 + 25,24 \cdot 0,415 + 25,24 \cdot 0,24 - 392 \cdot 0,17 + 548,87 \cdot 0,125 - 392 \cdot 0,075 + 548,87 \cdot 0,04 = -110,02 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_L = -R_A \cdot (b+c+d+e+f+g+h+i+j) + P_{XB} \cdot (c+d+e+f+g+h+i+j) + P_{XC} \cdot (d+e+f+g+h+i+j) + P_{XD} \cdot (e+f+g+h+i+j) - P_E \cdot (f+g+h+i+j) + P_F \cdot (g+h+i+j) - P_G \cdot (h+i+j) + P_H \cdot (i+j) - P_K \cdot j = -179,96 \cdot 0,791 + 25,24 \cdot 0,638 + 25,24 \cdot 0,463 + 25,24 \cdot 0,288 - 392 \cdot 0,218 + 548,87 \cdot 0,173 - 392 \cdot 0,123 + 548,87 \cdot 0,088 - 392 \cdot 0,048 = -116,51 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_M = 0$$

Еквівалентні розрахункові моменти в перерізах валу визначаємо за третьою теорією міцності:

$$M_{екв} = \sqrt{M^2 + T^2}, \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Результати розрахунків по кожному перерізу заносимо в таблицю 3.4

	T, Н·м	M _x , Н·м	M _{екв} , Н·м
A	411,63	0	411,63
B	411,63	-27,53	412,55
C	384,19	-54,61	388,05
D	356,65	-77,52	365,08
E	329,31	-84,56	339,99
F	301,87	-106,38	320,07
G	219,54	-104,26	243,04
H	192,10	-116,13	224,47
K	109,77	-110,02	155,42
L	82,33	-116,51	142,66
M	0	0	0

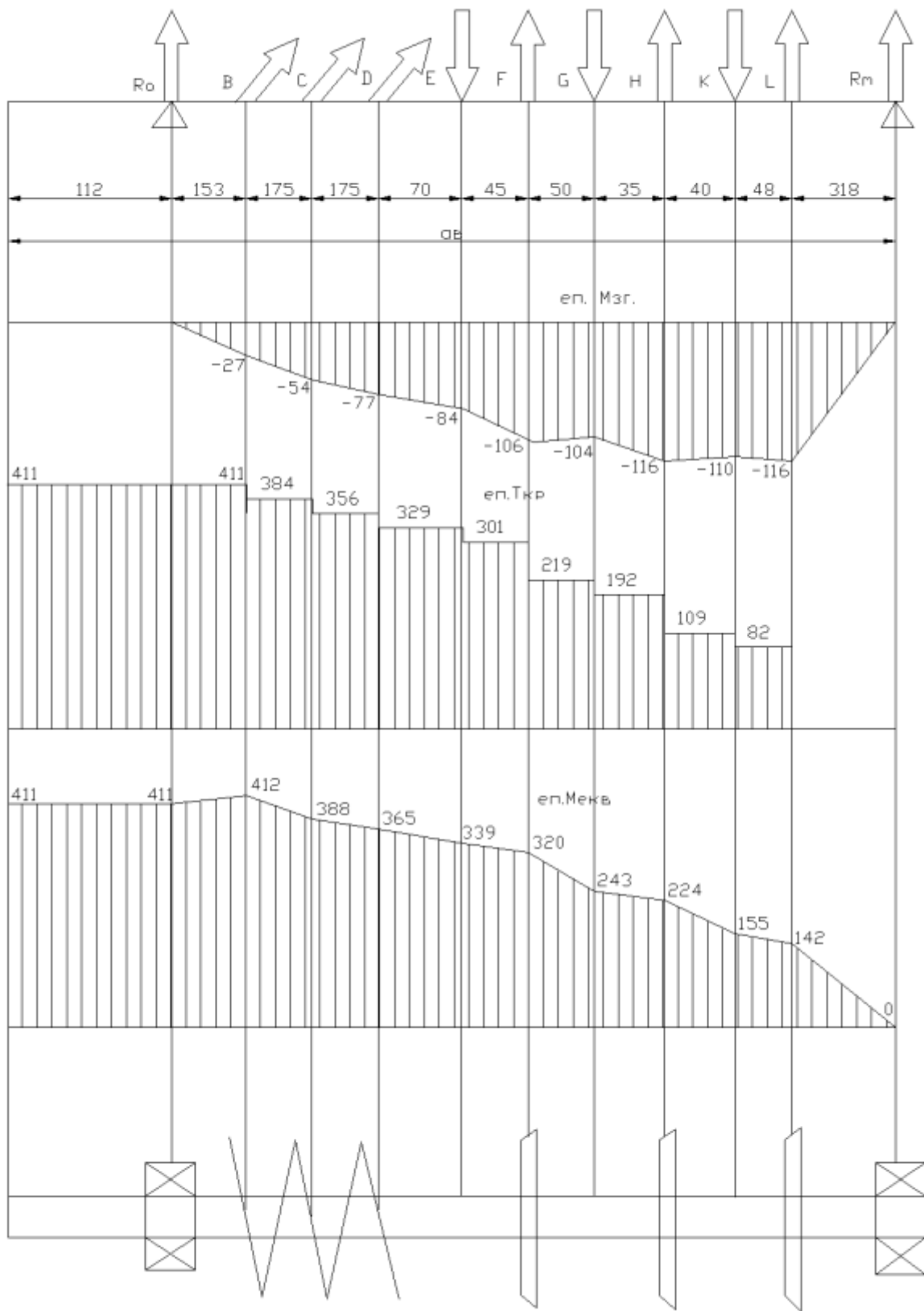


Рис.3.2. Епюри моментів на валу тістомісильної машини А2–ХТТ

Визначаємо допустиму напругу згину: $[\sigma] = \frac{\sigma - 1}{[n] \cdot K_\sigma} = \frac{260}{1,6 \cdot 1,75} = 93 \text{ МПа}$

– $\sigma_{-1} = 260 \text{ МПа}$ – межа витривалості для вибраної сталі;

– $[n] = 1,6$ – коефіцієнт запасу міцності ;

– $K_\sigma = 1,75$ – ефективний коефіцієнт концентрації напруги .

Визначаємо діаметр валу в небезпечному перерізі:

$$D = \frac{\sqrt[3]{M_{\max}}}{0,1 \cdot [\sigma]} = \frac{\sqrt[3]{412,55 \cdot 10^4}}{0,1 \cdot 30} = 48,5 \text{ мм}$$

Приймаємо $d=50 \text{ мм}$.

Підбір підшипників

Знаходимо максимальні радіальні та осьові навантаження на валу:

$$F_{\max}^r = P_B = 548,87 \text{ Н}$$

$$F_{\max}^o = 3 \cdot P_B \cdot \cos \alpha^o = 161,4 \cdot \cos 9^\circ = 159,41 \text{ Н}$$

Потрібно підібрати роликпідшипники валу тістомісильної машини, при посадочному діаметрі вала під підшипники $d = 50 \text{ мм}$, частота обертання вала $n = 56 \text{ об/хв}$, коефіцієнт обертання кільця $V = 1$, коефіцієнт безпеки $K_B = 1,2$, температурний коефіцієнт $K_m = 1,0$, потрібна довговічність $L_n = 25 \text{ 000 год}$.

Приймаємо попередньо підшипник середньої серії 7310 у якого динамічна вантажопідйомність $C = 96600 \text{ Н}$, кут контакту $J = 12^\circ$ коефіцієнт $e = 0,31$.

Вибираємо коефіцієнти радіального і осьового навантаження для підшипника

$$\frac{F_a}{V \cdot F_r} = \frac{159,41}{1 \cdot 548,87} = 0,29 < e = 0,31;$$

X=1; Y=0.

Визначаємо еквівалентні навантаження

$$P_B = V \cdot F_r \cdot K_B \cdot K_T = 1 \cdot 548,87 \cdot 1,2 \cdot 1 = 685,64 \text{ Н}$$

За довідковою літературою потрібне відношення $C/P=4,50$, звідки $C=4,50 \cdot 685,64=2963,89 \text{ Н}$, що нижче каталожної вантажопідйомності $C = 96600 \text{ Н}$.

Отже підшипники прийнято вірно.

Розрахунок шпонки

За діаметром вала $d=50$ мм., згідно з стандартом вибираємо такі розміри з'єднання.

- ширина шпонки $b=16$ мм.;
- висота $h=10$ мм.;
- глибина паза на валу $t_1 = 6$ мм.;
- глибина паза у маточині півмуфти $t_2 = 4,3$ мм.

Для чавунної муфти, при посадці з гарантованим натягом беремо допустиме напруження зминання $[\sigma_{зм}]=110$ мПа

Обчислюємо потрібну робочу довжину шпонки

$$l_p = \frac{2T}{d(h-t_1) \cdot [\sigma_{зм}]} \approx \frac{4T}{dh[\sigma_{зм}]} \quad (3.11)$$

$$l_p = \frac{4 \cdot 411,63}{50 \cdot 10 \cdot 110} = 0,029 \text{ м}$$

Приймаю шпонку довжиною $l=60$ см.

4.4.4. Підбір муфти

Для з'єднання вала двигуна і робочого вала машини беремо пружну втулково-пальцеву муфту ДСТУ 21424-95 яка передає крутний момент $T=1000$ Нм.

Крутний момент на валу: $T=411,63$ Нм.

Розрахунковий момент який передає муфта:

$$T_p = K_p \cdot T \quad (3.12)$$

де K_p – коефіцієнт режиму праці муфти.

Працездатність муфти визначається міцністю пальців та гумових втулок. Перевірочний розрахунок гумових втулок виконуємо за умови обмеження тиску на поверхні їхнього контакту із пальцями, а самих пальців – за умовою міцності на згин.

Навантаження, яке припадає на один палець:

$$F_n = 2T_p / D_1 \cdot z = 2 \cdot 411,63 / 0,16 \cdot 10 = 514,53 \text{ Н ,}$$

де: D_1 – діаметр розташування пальців, м;

z – кількість пальців.

Умова міцності втулок муфти:

$$P = F_n / d \cdot l_5 = 514,53 / 0,036 \cdot 0,36 = 0,4 \text{ МПа} \leq [p] = (2 \dots 2,5) \text{ МПа}$$

Умова міцності на згин пальців:

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{M}{W_0} = \frac{32 \cdot F_n \cdot (0,5 \cdot l_5 + B)}{(\pi \cdot d^3)} = \\ &= \frac{32 \cdot 514,53 \cdot (0,5 \cdot 0,36 + 0,006)}{3,14 \cdot (0,036)^3} = 20,9 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 60 \text{ МПа} \end{aligned}$$

3.3.5. Конструктивний розрахунок

Вибір ущільнень

В якості ущільнень приймаємо манжети гумові, армовані для ущільнень валів за ДСТУ з наступними розмірами:

$$D=50 \text{ мм}, D=70 \text{ мм}, h=10 \text{ мм}.$$

Манжети огорожують пристрій місильної камери від підшипникового вузла і оточуючого середовища.

Розрахунок місткості для бродіння тіста і опари.

Об'єм місткості для бродіння опари:

$$V_{on} = \frac{B_{on} \cdot T_{on} \cdot 100}{q_{on}} K_{on}, \text{ л} \quad (3.13)$$

де B_{on} – кількість борошна на опару, кг.

T_{on} – тривалість бродіння, 3-4,5 год.

q_{on} – кількість замішеного борошна на 100 л місткості.

K_{on} – коефіцієнт заповнення, 0,75.

$$V_{on} = \frac{698,5 \cdot 4,5 \cdot 100}{25} \cdot 0,75 = 9429,75 \approx 9500 \text{ л}$$

Об'єм місткості для бродіння тіста:

$$V_T = \frac{B_T \cdot T_T \cdot 100}{q_T} \cdot K_T, \text{ л} \quad (3.14)$$

де B_T – кількість борошна для тіста, кг.

T_T – тривалість бродіння тіста, 1-1,5 год.

q_T – кількість замішеного борошна на 100 л місткості.

K_T – коефіцієнт заповнення, 0,90.

$$V_T = \frac{1397 \cdot 1,5 \cdot 100}{35} \cdot 0,90 = 5388 \approx 5500 \text{ л}$$

Геометричні параметри корита:

для опари: $V = a \cdot b \cdot l, \text{ м}^3 \Rightarrow l_{on} = \frac{V_{on}}{a \cdot b} = \frac{9500}{1,2 \cdot 1,2} = 6,6 \text{ м}$

приймаємо $l_{on} = 6 \text{ м}$.

для тіста: $V = \frac{V_T}{a \cdot b} = \frac{5500}{1,2 \cdot 1,2} = 3,8 \text{ м}$

приймаємо $l_T = 4 \text{ м}$.

4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1. Загальні вимоги

Технічна експлуатація обладнання передбачає створення оптимальних умов для його роботи, що включає відповідність приміщень вимогам щодо температури, вологості, чистоти повітря, а також належне облаштування робочого місця. Це охоплює зручність підходів до обладнання, правильне зберігання напівфабрикатів та інвентарю, підтримання обладнання в чистоті, за графіком та коректне змащування відповідно до заданих режимів, дотримання допустимих робочих параметрів механізмів (зокрема сили навантаження та швидкостей), коректне управління машинами, а також виконання встановлених правил міжремонтного обслуговування згідно з системою планово-попереджувального ремонту (ППР). Контроль технічного стану обладнання на підприємстві здійснює відділ головного механіка. Цей відділ не лише слідкує за умовами експлуатації, а й розробляє технічні рекомендації для поліпшення стану обладнання. Забезпечення належного догляду за обладнанням має ключове значення для підтримання його працездатності. Ретельний догляд дозволяє значно продовжити термін служби до наступного запланованого ремонту. Перед початком роботи працівник зобов'язаний здійснити перевірку машини, переконатися у її чистоті після попередньої зміни, увімкнути та оцінити робочий стан агрегата, оглянути точки змащування та перевірити наявність мастила. У разі виявлення будь-яких несправностей працівник повинен негайно повідомити про них майстра і не приступати до роботи до усунення проблем. Під час роботи потрібно уважно слідкувати за справністю робочих механізмів машини. У випадку несправностей через неправильну експлуатацію відповідальність несуть як працівник, так і майстер. Залишати працюючу машину без нагляду категорично заборонено. Упродовж робочої зміни необхідно регулярно здійснювати змащування всіх точок, вказаних у карті змащування для конкретної машини, використовуючи мастило, рекомендоване в інструкції. У процесі роботи необхідно контролювати температуру підшипників і звертати увагу на будь-які сторонні шуми в механізмах. У разі їх появи працівник повинен негайно

призупинити роботу машини і виконати необхідне регулювання. При незначних поломках, які не спричиняють зупинку агрегату, запасні частини слід замінювати негайно. Якщо несправності призводять до простою обладнання, робітник має одразу повідомити про це майстра для оперативного вирішення ситуації.

4.2. Налагодження

Тістомісильна машина А2-ХТТ постачається замовнику в упаковці, упакованою в дерев'яний ящик. На етапі транспортування та розпаковування забороняється нахилити або перевертати машину. Перед початком розпакування обов'язково слід уважно оглянути упаковку, щоб впевнитись у її цілісності та відсутності пошкоджень. Після розпаковування потрібно перевірити наявність усіх комплектуючих відповідно до пакувального листа, який знаходиться всередині упаковки. Для підняття машини необхідно стропувати її згідно із прикладеною схемою. Подальші дії включають складання основи: бокові частини з'єднуються поперечними елементами за допомогою болтів і гайок. До нижньої частини основи потрібно прикріпити чотири опори, після чого встановити і закріпити машину на основі. Далі на машину монтується накопичувач, який фіксують за допомогою болтів. Датчики рівня борошна розташовуються зліва при спогляданні машини з боку електродвигуна. Датчики підключаються до машини через відповідний роз'єм. Конструкція тістомісильної машини забезпечує її швидку переналаштування під різні умови роботи: 1. Для обслуговування машини з будь-якої сторони необхідно: - Повернути пульт керування у бік обслуговуваної зони. - Переставити щитки розвантажувача борошна таким чином, щоб кришка люка для відбору дози борошна знаходилася у потрібному місці. 2. Для подачі рідких компонентів у місильну камеру з будь-якого боку треба: - Перемістити кришку, зачиняючи отвір, що не використовується для подачі рідини. - У разі потреби встановити бункер для рідких компонентів у спеціально відведений отвір на місильній камері. 3. Для зменшення динамічних навантажень під час роботи машини зі швидкістю близько 700 кг/год необхідно: - Замінити основний турнікет дозатора борошна

на турнікет з набору змінних запчастин. У тому випадку, якщо машина використовується для обробки мас високої вологості, необхідно зафіксувати гайками по одному болту в кожному диску згідно зі схемою та встановити контргайки. Всі кріпильні елементи входять до комплекту поставки. Перед початком роботи рекомендується перевірити щільність затяжки болтів, гайок та гвинтів і за потреби підтягнути їх. Також слід перевірити і провести змащення машини відповідно до наведеної у документації таблиці змащення. Усі операції зі складання основи, переналагодження та обслуговування виконуються за допомогою інструментів, які комплексно надаються у поставці. Можливі механічні пошкодження лакофарбового покриття, які виникають під час транспортування та монтажу, потрібно усунути шляхом додаткового фарбування. Для цього використовується фарба з комплекту постачання. Машину слід установити безпосередньо на підлогу без використання фундаменту. Вісь робочого об'єму має бути розміщена з нахилом до випускного отвору пропорційно співвідношенню 2:1000. Перед запуском необхідно очистити тістомісильну машину від консерваційного мастила: всі робочі поверхні, що контактують із харчовими продуктами, слід протерти чистими серветками, промити гарячим розчином натрію двовуглекислого, а потім чистою теплою водою згідно з чинними санітарними регламентами. Необхідно перевірити регулювання нульового положення датчика числа обертів розвантажувального турнікета через налаштування довжини прив

4.3. Технічне обслуговування

До роботи з тістомісильною машиною А2-ХТТ допускаються лише ті особи, які ознайомлені з її конструкцією, пройшли інструктаж із техніки безпеки та відповідне навчання на робочому місці. При обслуговуванні машини необхідно щодня виконувати такі дії: – проводити огляд усіх механічних і електричних частин обладнання, особливо звертаючи увагу на надійність кріплення робочих органів усередині камери замішування; – перевіряти відсутність підтікання мастила у моторі-редукторі; – забезпечувати перевірку справності

заземлюючих пристроїв. Раз на тиждень під час обслуговування слід: – контролювати затягнутість болтів, гайок і гвинтів; – перевіряти рівень мастила в моторі-редукторі; – перевіряти регулювання нульового положення налаштувань кількості обертів вивантажувального турнікета. Заміна мастила повинна здійснюватись за таким графіком: – перша заміна – через 500 годин роботи; – друга – через 1000 годин; – кожна наступна – через 2000 годин. Особлива увага приділяється типу мастила в мотор-редукторі. Якщо завод-виробник заправив його напіврідким мастилом «Трансол-200», як це зазначено у паспорті в розділі про приймання і консервацію, заміна такого мастила проводиться лише після 10 000 годин безперервної роботи редуктора. У рамках загального обслуговування машини необхідно періодично контролювати режим її функціонування, стежити за станом усіх сальникових ущільнень і підтягувати їх за потреби. Технічний огляд проводиться не рідше одного разу на два місяці. Перед запуском у роботу переконайтеся, що машина не містить сторонніх предметів і всі захисні елементи встановлені на своїх місцях. Після закінчення робочої зміни слід ретельно очистити місильне корито й лопатки від залишків тіста. Під час роботи тістомісильної машини важливо не допускати потрапляння борошна в масляну ванну привідної головки, а також регулярно очищувати клинові паси від борошна та залишків тіста. Змащення обладнання слід виконувати відповідно до карти та схеми змащування. Регулярно перевіряйте стан ущільнень підшипників місильного вала, щоб запобігти потраплянню тіста, яке може спричиняти передчасний знос підшипників. Кріплення лопаток на валу та їх положення щодо осі вала також необхідно контролювати. Дозувальні станції та дозатор борошна слід періодично перевіряти на точність зважування, забезпечуючи відповідність доз рецептурі. У разі виникнення шуму, ударів чи стуків машину слід негайно вимкнути, знайти причину несправності та усунути її. При переході на інший тип тіста або після зупинки машини всі робочі частини, що контактують із тістом, необхідно очистити від залишків тіста, промити водою та змастити рослинною олією.

Таблиця 4.1. Неполадки в роботі тістомісильної машини А2-ХТТ та способи їх усунення

Неполадка	Можлива причина	Спосіб усунення
Тістомісильна машина не вмикається	1.Немає напруги. 2.Не нажаті кінцевики кришками корита або дверками огорожень.	1.Визвати електрика, перевірити наявність струму. 2.Перевірити ,чи нажаті усі кінцевики.
В кориті працюючої машини чути стук та скрежет	1.В корито попав сторонній предмет. 2.Відійшли місильні лопатки 3.Прогнуввся місильний вал	1.Зупинити,вимкнути на пульті та перевірити 2.Перевірити лопатки, виставити і загвинтити контргайки. 3.Відрихтувати вал.
Під час вмикання тістомісильної машини виникає перенаповнення бункера дозатора борошна	1.Електронний сигналізатор рівня налаштований на інший об'єм борошна	1.Провести наладку датчика електронного сигналізатора рівня
Під час роботи тістомісильної машини не вмикається шнек, який подає борошно	1.Вийшов із ладу датчик електронного сигналізатора рівня	1.Замінити датчик який вийшов із ладу електронного сигналізатора рівня новим
Під час роботи тістомісильної машини не подаються рідкі компоненти	1.Перегорів електромагніт 2. Зіскочив шплінт, який з'єднує сердечник з тягою запорних кранів	1.Замінити електромагніт який вийшов із ладу новим 2.Встановити новий шплінт
Подача рідких інгредієнтів проходить з великими відхиленнями від рецептури	1.Зменшився прохідний отвір в пробках рідких дозаторів внаслідок попадання кристалів солі, цукру, комочків дріжджів і т.д. 2. Різке коливання рівня рідких інгредієнтів в бачках постійного рівня. 3. Забилися зливні труби	1.Зупинити машину, промити пробкові крани від сумішей. 2.Перевірити поплавкову систему на герметичність в бачках постійного рівня. 3. Зняти зливні труби, прочистити і промити водою.
Подавання борошна з секторного барабану	1.Послабла пружина стопорної клинової собачки, і вона	1. Підтягнути пружину на 2-3 гвйтка і закріпити в цьому

Карта змащування тістомісильної машини А2-ХТТ

Номер точки на схемі змащування	Місце змащування	Кількість мастила	Мастильний матеріал	Спосіб змащування	Періодичність змащування
1	Мотор-редуктор	1	ТАП-15В	Заливання в корпус	1 раз в рік
2	Венчики зубчастих коліс	2	Літол 24	Набивка	1 раз в тиждень
3	Підшипники зубчастого колеса	4	Літол 24	Набивка	1 раз в 6 місяців
4	Підшипники місильного валу	2	Літол 24	Набивка	1 раз в 6 місяців
5	Підшипники валу та важеля гурнікету	2	Літол 24	Шприцування	1 раз в тиждень
6	Підшипник храпового механізму	1	Літол 24	Шприцування	1 раз в тиждень
7	Підшипник задагчика оборотів гурнікета	1	Літол 24	Шприцування	1 раз в місяць

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Безпека праці – це сукупність нормативно-правових, соціально-економічних, техніко-організаційних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних кроків разом із засобами, що забезпечують збереження здоров'я та працездатності людини впродовж виконання нею трудових обов'язків.

Норми охорони праці під час роботи із замішувачем тіста моделі А2-ХТТ

Експлуатація та обслуговування тістомісильної машини А2-ХТТ вимагає неухильного дотримання певних стандартів із охорони праці з метою гарантування безпеки персоналу, задіяного у роботі з цим механізмом. Це критично важливо не лише для недопущення травматизму, а й для формування сприятливих та безпечних умов праці на виробництві.

Вимоги безпеки праці при використанні та технічному обслуговуванні тістоміса

Навчання персоналу. Увесь персонал, відповідальний за обслуговування тістомісильної машини А2-ХТТ, має пройти відповідну підготовку. Вона має охоплювати основи техніки безпеки, правила експлуатації обладнання та чіткі інструкції щодо надання невідкладної медичної допомоги у випадках інцидентів.

Огляд технічного стану. Перш ніж розпочати роботу, оператори зобов'язані перевірити технічну справність машини, включаючи огляд усіх електричних з'єднань, перевірку системи змащування механізмів та стан приводних ланцюгів чи пасів. У разі виявлення будь-яких недоліків, запуск обладнання суворо заборонений до повного усунення несправностей.

Захисні елементи та огороження. Тістомісильна машина А2-ХТТ повинна бути оснащена всіма необхідними захисними пристроями, які унеможливають прямий контакт працівника з рухомими частинами апарату. Сюди входять

захисні кожухи на валах, блокувальні кришки та пристрої для фіксації роторної частини машини.

Правила роботи з електроустановками. Оскільки тістомісильна машина має електричне живлення, слід беззаперечно дотримуватись норм електробезпеки. Перед початком будь-яких робіт із обслуговування агрегату, необхідно його повністю від'єднати від електромережі та переконатися у відсутності напруги. При потребі ремонту чи регулювання обладнання, обов'язковим є застосування індивідуальних засобів захисту від електричного струму.

Механічна безпека. Для недопущення травмування життєво важливо надійно фіксувати всі рухомі елементи машини в процесі її обслуговування. Не можна втручатися у роботу внутрішніх механізмів без використання належних ЗІЗ, як-от захисні рукавиці чи екрани.

Сигналізація та попереджувальні знаки. На тістомісильній машині повинні бути розміщені попереджувальні знаки, інструкції з безпечного обслуговування та чіткі позначення зон підвищеної небезпеки. Мають бути також ясно визначені кнопки аварійного зупинки та системи екстреного вимкнення.

Психофізіологічні аспекти. Не менш вагомим моментом у системі охорони праці є створення комфортних умов для персоналу. З огляду на інтенсивний робочий ритм при використанні А2-ХТТ, необхідно забезпечити якісне освітлення робочої зони, встановити регулярні перерви для відновлення сил та здійснювати контроль за психофізіологічним станом працівників, адже тривала робота з машиною може спричинити стомлюваність та зниження уваги.

Протипожежна безпека. Оскільки машина А2-ХТТ підключена до електромережі, суворе дотримання протипожежних вимог є обов'язковим:

Робоче місце слід тримати у бездоганній чистоті, уникаючи скупчення легкозаймистих речовин поблизу обладнання.

Необхідно регулярно обстежувати електричні проводи та кабелі на предмет пошкоджень.

Повинні бути встановлені автоматичні системи захисту від короткого замикання чи перегріву.

Екологічні приписи при технічному обслуговуванні тістомісильної машини А2-ХТТ

Виробництво хлібобулочних виробів, як і будь-який інший виробничий процес, несе потенційну загрозу для довкілля. Тому вкрай важливо враховувати екологічні вимоги для мінімізації потенційного забруднення та надлишкового використання ресурсів.

Керування виробничими відходами. Поводження з відходами. У ході роботи з машиною А2-ХТТ утворюються різні типи відходів, зокрема залишки борошна, пакувальні матеріали, а також невеликі механічні елементи (зношені деталі, фільтри тощо). Усі ці відходи мають бути належним чином утилізовані або перероблені згідно з екологічними нормами.

Регулярне очищення обладнання. Важливо дотримуватись встановлених норм щодо очищення тістоміса від залишків сировини. Це не тільки сприятиме покращенню якості кінцевого продукту, але й знизить екологічне навантаження.

Забезпечення мінімізації викидів та шуму. Шум як забруднювач. Тістомісильна машина може генерувати відчутний рівень шуму під час роботи. Для зменшення його впливу на оточуюче середовище та персонал, слід застосовувати шумопоглинаючі рішення, наприклад, звукоізоляційні покриття або обмеження часу роботи в умовах підвищеного шуму.

Енергозбереження. Тістомісильні агрегати, особливо старіші моделі, можуть мати високе енергоспоживання. Впровадження модернізації з використанням енергоефективних компонентів допоможе знизити обсяги

спожитої енергії, що позитивно відобразиться на скороченні викидів вуглекислого газу та інших шкідливих речовин в атмосферу.

Вплив на водні ресурси. При обслуговуванні машини необхідно дотримуватись вимог щодо збереження водних ресурсів. Процес миття обладнання має відбуватися у спеціально відведених місцях, де збір та очищення стічних вод здійснюється відповідно до екологічних стандартів. Вода не повинна забруднюватися залишками хімікатів чи борошняними відходами.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ). Для забезпечення безпеки працівників при обслуговуванні тістомісильної машини А2-ХТТ обов'язковим є використання індивідуальних засобів захисту:

спеціальні рукавички для захисту від механічних травм;

захисні окуляри або маски, щоб запобігти потраплянню частинок борошна в очі;

відповідне спецвзуття для захисту від травмування на робочому місці;

антишумові навушники у разі роботи із значним рівнем шуму.

Екологічна відповідальність. Відповідно до вимог природоохоронного законодавства, підприємство зобов'язане розробити комплекс заходів для мінімізації впливу виробничих процесів на довкілля. Для цього необхідно регулярно проводити моніторинг викидів у повітря, контроль за водними об'єктами та ефективне управління відходами.

Атмосферні викиди. Під час функціонування тістомісильних машин, зокрема моделі А2-ХТТ, можливі незначні викиди пилу та тепла в атмосферу, що може негативно позначитися на довкіллі, особливо у замкнених виробничих приміщеннях. Для зменшення цього ефекту необхідно:

встановлення систем вентиляції та пилоуловлювання. Застосування вентиляційних систем, які ефективно видаляють пил та інші забруднювачі з повітря, запобігаючи їх виходу в атмосферу;

регулярне інспектування та чищення фільтрів. Чищення та заміна елементів фільтрації вентиляційних та пилоуловлювальних систем мають здійснюватись за

чітким графіком для гарантування їхньої ефективності та мінімізації викидів пилу;

моніторинг якості повітря. Регулярне вимірювання рівня забруднення повітря як на робочих місцях, так і навколо промислової зони, для забезпечення відповідності гранично допустимим нормам по пилу та потенційно шкідливим викидам.

Вплив на водні ресурси. Ще одним важливим аспектом екологічної безпеки є зменшення забруднення водойм. Обслуговування та миття тістоміса може супроводжуватися скидом забрудненої води (від залишків борошна та інших компонентів), що за умови недотримання стандартів може призвести до забруднення ґрунтових вод.

Система очищення води. Перед випуском стічних вод у каналізацію, вода мусить бути очищена від борошняних залишків та інших органічних домішок за допомогою спеціалізованих фільтраційних установок.

Контроль за герметичністю. Усі злизові системи, які використовуються для збору та відведення рідин, повинні регулярно піддаватися перевірці на герметичність, щоб запобігти забрудненню ґрунту та водних об'єктів.

Управління промисловими відходами. Хлібопекарські процеси, зокрема ті, що задіяні на тістомісильній машині А2-ХТТ, генерують різноманітні види відходів, які потребують правильного поводження:

Борошняні відходи. Усі залишки борошна, що утворюються під час роботи, мають бути зібрані та утилізовані згідно з чинними нормами. Нерідко їх можна спрямувати на виробництво кормів для худоби або компостування.

Механічні відходи. Усі зношені компоненти, деталі обладнання, а також інші металеві чи пластикові залишки слід передавати на переробку спеціалізованим компаніям. Їхній викид у загальне сміття неприпустимий.

Пакувальні матеріали. Усе пакування (пластик, картон, плівка), яке використовується у виробництві, має бути коректно відсортоване та направлене на вторинну переробку, що зменшує загальний негативний вплив на довкілля.

Зменшення енергоспоживання та збереження природних ресурсів. Енергоефективність. Машина А2-ХТТ, як і будь-який інший промисловий агрегат, вимагає значних енерговитрат. Проте, завдяки вдосконаленню та запровадженню енергоощадних технологій, є можливість знизити обсяги споживання електроенергії та, відповідно, зменшити викиди CO₂. Це також призведе до зниження експлуатаційних витрат на енергоресурси та зменшення навантаження на енергетичну інфраструктуру підприємства.

Рециркуляція води та енергії. Впровадження систем відновлення енергії або використання теплообмінників для повторного використання теплової енергії сприяє зменшенню витрат на опалення та інші енергетичні потреби виробництва.

Забезпечення екологічної безпеки при обслуговуванні тістомісильної машини А2-ХТТ є необхідною умовою для запобігання негативному впливу на довкілля та збереження здоров'я робітників. Ключовими напрямками є нагляд за атмосферними викидами, ефективне управління водними ресурсами та відходами, а також економія енергетичних і матеріальних ресурсів. Регулярне технічне обслуговування та впровадження інноваційних рішень дозволяють суттєво зменшити екологічний слід, підвищити виробничу ефективність та скоротити витрати на енергоносії й сировину.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богомолів О.В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств / О.В. Богомолів, П.В. Гурський, В.П. Богомолів. –Х.: Еспада, 2005. – 432 с.
2. Гулий І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості /І.С. Гулий. –Вінниця: Нова книга, 2001. – 575 с.
3. Дацишин О.В. Машини та обладнання переробних виробництв / О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, Д.С. Чубов. –К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.
4. Дипломне проектування / Г.В. Дейниченко, О.І. Черевко, Н.О. Власова, І.Г. Дейнека. –Луганськ: Видавництво СНУ ім. В. Даля, 2004. – 256 с.
5. Дробот В.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництва: Навчальний посібник / В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва, О.А. Білик та ін. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.
6. Закалов О.В. Розрахунок типових робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв / О.В. Закалов, А.І. Бортник.–Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2005. – 105 с.
7. Лісовенко О.Т. Технологічне обладнання хлібопекарських і макаронних виробництв / О.Т. Лісовенко. –Київ: Наукова думка, 2000. – 282 с.
8. Лисюк Г.М. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів: Навчальний посібник / Г.М. Лисюк, О.Г. Самохвалова, З.І. Кучерук та ін. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2009. – 464 с.
9. Лисюк Г.М. Технологічні розрахунки рецептур для хлібобулочних, макаронних, кондитерських і харчоконцентратних виробів [Текст]: Навч. посібник / Г.М. Лисюк, М.В. Артамонова, О.Г. Шидакова-Каменюка. – Х.: ХДУХТ, 2009. – 144 с.
10. Малезик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малезик. –К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
11. Мирончук В.Г. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підручник / В.Г. Мирончук. – Вінниця: Нова книга, 2007.–648 с.

12. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навчальний посібник / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець. та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.

13. Методичні рекомендації до складання технологічних схем хлібопекарського і макаронного виробництв у курсовому і дипломному проектуванні для студ. напряму 6.051701 «Харчові технології та інженерія» та спеціальності 7.05170103 «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів» ден. та заочн. форм навч. / Уклад.: В.Г. Юрчак, В.Ф. Доценко, В.М. Махинько. – К.: НУХТ, 2012. – 44 с.

14. Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» / В.М.Федорів -Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2021. – 96с.

15. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва / П.С. Берник, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук, І.А. Зозуляк.– Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2004. – 336 с.

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

17. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв: підручник / В.Ф. Петько, О.І. Гапонюк, Є.В.Петько, А.В. Уляницький. – К.: ЦНЛ, 2007. – 432с.

18. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: навчальний посібник / О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева. –Суми: Довкілля, 2004. – 420 с.

ВИСНОВКИ

У процесі розробки кваліфікаційної роботи було викладено ключові вимоги до оновлення тістомісильного апарату моделі А2-ХТТ, що сфокусовані на зміні конструктивного рішення вала у задній секції замісової камери. Замість цілісного вузла, тепер передбачено роз'ємний кінець вала, що суттєво спрощує операції із заміни робочих насадок. З'єднання вала з його напівчастиною реалізовано через різьбове кріплення з додаванням конічного центрування. Ця нова схема значно полегшує процес розбирання та заміни робочих елементів. Сукупність цих змін спрямована на спрощення технічного обслуговування апарату та критичне скорочення часу, необхідного для проведення демонтажних робіт.

Проектування модернізації вимагало проведення розрахунків механічної стійкості вала, опорних вузлів (підшипників), місць з'єднання та муфт, а також детальної оцінки робочих навантажень, що виникають під час експлуатації машини, з метою гарантувати, що оновлена конструкція витримає ці зусилля без втрати продуктивності чи прискореного зносу.

При оновленні тістомісильної машини були взяті до уваги фундаментальні принципи замішування тістових мас, а саме: технічні параметри засобів замісу — їхня геометрія, розмірність та розташування, — задля досягнення однорідного та ефективного процесу замісу; забезпечення збереження ідеальних умов у робочій зоні, аби модифікація конструкції не змінила динамічних характеристик та якості замішування. Отже, було забезпечено відповідність оновленої системи оптимальним робочим режимам, специфічним для різних сортів тіста.

Також було здійснено аналіз взаємодії між усіма робочими компонентами та вибір матеріалів для виготовлення робочих частин із метою мінімізації стирання та підвищення загальної функціональності. Рекомендовано провести оцінку можливого зниження або збільшення енергоспоживання, що може бути спричинене зміненним рівнем тертя та механічного напруження.

Крім того, було виконано дослідження термічних режимів роботи апарату, оскільки структурні зміни можуть вплинути на процеси тепловідведення між рухомими та нерухомими елементами.

Завдяки можливості швидкої зміни робочих інструментів та зменшенню інтервалів на обслуговування, модернізація забезпечить зниження операційних витрат і підвищить час безперебійної роботи машини.

Це оновлення дозволить зменшити енергомісткість виробничого процесу при збереженні або поліпшенні якості замісу, що стане суттєвою перевагою для виробничого циклу.

Отже, модернізація тістомісильного апарату А2-ХТТ є кроком до здешевлення технічного супроводу, покращення зручності експлуатації та потенційного зростання енергоефективності. Водночас, для успішної імплементації змін, необхідно всебічно врахувати усі технічні, механічні та енергетичні аспекти для гарантування стабільності функціонування та високої якості кінцевого харчового продукту.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що спроектована тістомісильна одиниця забезпечує інтенсивну механічну обробку тіста, його необхідну пластифікацію та оптимальне переміщення по поверхні робочих елементів та у всьому об'ємі замісової камери.

Іншими словами, застосування цього тістомісильного агрегату гарантуватиме оптимальний механічний вплив на тістову масу під час замішування, що приведе до отримання тіста преміальної якості.

ДОДАТКИ