

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії транспорту та архітектури
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

На тему: Удосконалення технологічного процесу зберігання сировини шляхом модернізації обладнання на підприємстві з виготовлення сухих сніданків ТОВ «САННІФУД»

Освітній ступінь: Магістр

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Спеціальність: G11 Машинобудування (за спеціалізаціями)

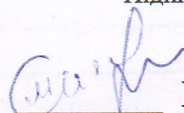
Предметна спеціальність/спеціалізація: Технологічні машини та обладнання

Освітня програма: Технологічні машини та обладнання харчових виробництв

Шифр: Кр.МАХВ 25.04.00.00.000 ПЗ

Виконав здобувач 2-го курсу гр. МАХВм-24-1  Віталій ГЛАДЧЕНКО
Підпис


Керівник: д.т.н., професор


Підпис

Мирослав СТЕЧИШИН

До захисту допускаю:

Завідувач кафедри галузевого
машинобудування та агроінженерії


Підпис

Андрій МАРТИНЮК

Дата

Хмельницький, 2025

АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу
спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

**Тема: «Реконструкція тістоприготувальної ділянки лінії виробництва
хліба галицького на хлібокомбінаті №12 м. Києва»**

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки (81 стор. формату А4) і графічної частини (10 аркушів формату А1).

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

У конструкторській частині приведено розрахунки основних конструктивних елементів деталей тістомісильної машини, здійснено кінематичний розрахунок і визначено необхідну потужність двигуна приводу машини та підібрано електродвигун. Описана будова та принцип дії машини. Приведена технічна характеристика.

Кваліфікаційна робота базується на реконструкції тістоприготувального відділення з модернізацією тістомісильної машини А2-ХТБ. Зокрема, зміна старої конструкції місильного органу на сучаснішу модель позитивно вплинула на однорідність та інтенсивність процесу замішування, що в кінцевому підсумку поліпшило якість тіста.

В результаті всіх впроваджених заходів вдалося скоротити час бродіння тіста, що призвело до зменшення втрат борошна під час цього процесу на 1%.

Застосування на лінії оновленої тістомісильної машини А2-ХТБ та дозатора АД-50-МЕ, що перевершують за продуктивністю стару машину, дозволить повністю заповнювати піч БН-50, отже, збільшити продуктивність лінії загалом.

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

В графічній частині приведено загальний вид тістомісильної машини, вузол редуктора, деталі, вузли механізму приводу місильного органу, технологічна схема виготовлення валу, план та розрізи тістоприготувальної ділянки, автоматизації виробництва хліба.

Список використаних джерел містить 18 найменування.

Ключові слова:

Хліб, борошно, бродіння, тісто, замішування, інтенсивність, місильний орган, траверса, діжа, вал, редуктор, машина, автоматизація, проектування, 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 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

Гончарук Вадим Віталійович

Прізвище, ім'я, по батькові здобувача

1 Тема роботи Реконструкція тістоприготувальної ділянки лінії виробництва хліба галицького на хлібокомбінаті №12 м. Києва

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. Вибір і обґрунтування способів приготування тіста	9
1.3. Принципова технологічна схема виробництва хліба Галицького масою 0,5кг. та характеристика основних технологічних операцій	10
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	12
3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	25
3.1. Техніко-економічне обґрунтування	25
3.2. Будова та принцип дії	29
3.3. Розрахунок і проектування тістомісильної машини А2-ХТБ	32
4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА.....	55
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.....	67
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	78
ВИСНОВКИ	80
ДОДАТКИ.....	81

ВСТУП

Підвищення ефективності виробництва, зокрема продуктивності праці, у харчовій промисловості значною мірою залежить від упровадження сучасного обладнання та передових технологій. Новітні технічні рішення сприяють інтенсифікації технологічних процесів, скороченню виробничих циклів і зниженню технологічних витрат сировини, що є важливим чинником для забезпечення конкурентоспроможності галузі та її стабільного розвитку. В умовах ринкової економіки підприємства харчової галузі функціонують як самостійні суб'єкти господарювання, що мають у своєму розпорядженні свободу приймати управлінські рішення згідно з вимогами законодавства. Центр економічної активності в ринкових умовах природно зміщується до підприємств, які відіграють ключову роль у виробництві продукції та наданні послуг. Тут приймаються стратегічні рішення, що стосуються впровадження інноваційного обладнання, модернізації технологій, раціонального використання ресурсів, мінімізації виробничих витрат і ефективного планування економічної діяльності. Також важливими напрямками є розробка бізнес-планів, застосування сучасних маркетингових інструментів і оптимізація управлінських процесів. Людське життя та його якість нерозривно пов'язані з прагненням задовольнити різноманітні потреби, які формуються через взаємодію людини з довкіллям. Для цього постійно створюються матеріальні блага та послуги, що уможливають забезпечення кращого рівня життя. У цьому контексті харчова промисловість відіграє одну з ключових ролей у формуванні національної економіки України. Її значення визначається не лише масштабами виробництва продукції, необхідної для задоволення потреб населення, але й внеском у розвиток матеріально-технічної бази суспільного виробництва. Сучасний науково-технічний прогрес має вирішальне значення для розвитку харчової промисловості. Йдеться про неперервний процес вдосконалення науки, техніки та технологій, а також про модернізацію існуючих засобів праці. Це дозволяє підвищувати ефективність виробництва, створювати комфортні умови праці, знижувати навантаження на довкілля та

одночасно сприяти зростанню добробуту населення. Завдяки інноваціям галузь отримує додаткові можливості для вирішення соціально-економічних питань. Як комплексна галузь економіки України, харчова промисловість займає вагомим місце у забезпеченні населення якісними продуктами харчування та формуванні експортного потенціалу країни. Її важливість варто розглядати через низку аспектів: підвищення якості життя громадян шляхом заощадження часу на приготування їжі; можливості тривалого зберігання продукції завдяки промисловій переробці; розвиток механізмів повної переробки сировини та повторного використання ресурсів. Перед галуззю постають численні виклики, серед яких удосконалення сировинної бази, усунення диспропорцій між виробничими потужностями та сировиною шляхом стимулювання розвитку малих підприємств, автоматизація виробничих процесів на основі досягнень науки і техніки. Не менш важливою є розробка і впровадження безвідходних технологій, розширення асортименту продукції, покращення методів її зберігання й упаковки, орієнтуючись на найкращі міжнародні стандарти якості. Сучасна харчова промисловість України вже демонструє позитивну динаміку розвитку. Зростає кількість робочих місць, відкриваються нові підприємства й дослідницькі центри, які наполегливо працюють над підвищенням продуктивності.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ

1.1. Зберігання і підготовка сировини до виробництва

Виробничий процес на хлібопекарні потребує ретельної організації постачання та зберігання основних і додаткових компонентів для приготування продукції. Пшеничне і житнє борошно доставляється в мішках і зберігається на піддонах. Для його просіювання застосовуються спеціальні просіювачі типу «Піонер», після чого борошно направляється до дозатора сипких компонентів і забезпечується запас на 7 діб безперервної роботи. Пресовані дріжджі (відповідно до стандарту ДСТУ 4812:2007) постачаються охолодженими (0–4°C) у брусках, обгорнутих у папір, вагою по 500 або 1000 г, що зберігаються в холодильній камері при рівні вологості до 75%. Складається терміном на 12 діб. Підготовка дріжджів включає звільнення від упаковки, подрібнення й приготування дріжджової суспензії в пропорції 1:4 із водою температурою до 40°C. Приготована суспензія очищується через сито з отворами до 2,5 мм перед використанням. Харчова кухонна сіль (ДСТУ 4843-2007) поставляється у вигляді розчину, який зберігається у механізованому солерозчиннику та в напірних ємкостях для підтримки необхідних властивостей. Частково сіль також доставляється у мішках. Кристалічний білий цукор (ДСТУ 4623:2006) надходить в мішках по 50 кг, зберігається штабелями й перетворюється на профільтрований розчин. Розчин готується у баках із мішалкою для рівномірного розчинення та проходить фільтрацію перед подачею до напірної ємності. Питна вода відповідає стандарту (ДержСанПіН 2.2.4-171-10) і служить важливим компонентом у технологічному процесі. Обсяг води на 100 кг борошна варіюється від 35 до 70 л залежно від виду продукції. Холодна та гаряча вода зберігається у спеціальних баках, розміщених у верхній частині корпусу хлібозаводу. Гарячу воду нагрівають до температури 70°C. Патока (ДСТУ 4498:2005) використовується у рецептурах хліба з покращеними якостями завдяки її здатності утримувати вологу, поліпшувати смак і прискорювати бродіння. Її солодкість нижча за солодкість цукру, а компоненти включають мальтозу, глюкозу та декстрини. Зберігається вона у бочках і

дозується вручну. Поліпшувач «Мажимікс із жовтою етикеткою» прибуває на виробництво у мішках по 10 кг та додається вручну. Соняшникова олія (ДСТУ 4492:2005) є основним видом жиру для хлібопечення. Її поставляють в бочках, фільтрують перед використанням та вручну направляють на виробництво. Усі компоненти проходять підготовку та зберігання відповідно до специфікацій, що забезпечує якість готової продукції та стабільність технологічного процесу.

1.2. Вибір і обґрунтування способів приготування тіста

Кваліфікаційна робота передбачає випікання хліба Галицького масою 0,5 кг із використанням густих заквасок. Цей метод виготовлення є оптимальним для тіста з житнього борошна або сумішей різних пропорцій житнього та пшеничного борошна. Процес приготування тіста з житнього чи житньо-пшеничного борошна ґрунтується на потребі забезпечити високу кислотність. Це знижує активність ферментів, покращує набухання білків, пентозанів та інших компонентів борошна, що позитивно впливає на якість готового виробу. Густі закваски мають ряд переваг. Завдяки підвищеній густині середовища молочнокислі бактерії активно розмножуються, що прискорює процес закисання. Тісто дозріває швидше, а хліб набуває характерного кислого смаку та аромату. Закваска готується методом розводочного циклу до досягнення потрібного об'єму. Її вологість повинна бути в межах 48-50%. Якщо відсутні чисті культури, можливе приготування закваски на основі залишків попередньої партії разом із дріжджами. Для закваски з обойного борошна кислотність повинна становити 13-16 градусів. За методом кульки, підйомна сила такої закваски не перевищує 25 хвилин. У виробничому процесі частина попередньо підготовленої густої закваски використовується для замішування тіста. Іншу частину піддають оновленню та повторному бродінню для досягнення потрібного рівня кислотності, що залежить від типу використовуваного борошна. Згідно з рецептурою, до тесту додають 25-30% закваски від загальної маси борошна. Процес бродіння триває в середньому 1,5–2 години.

1.3. Принципова технологічна схема виробництва хліба Галицького масою 0,5 кг. та характеристика основних технологічних операцій

Хліб Галицький випікають у вагою 0,5 кг, використовуючи житнє обдирне та пшеничне борошно II сорту, а процес заснований на застосуванні густих заквасок у діжах. Закваску і тісто замішують та ферментують у діжах. Виброджену закваску поділяють на 3 або 4 умовні частини: кожна частина містить орієнтовно 33% або 25% борошна. Одну з частин залишають у діжі для поновлення закваски, інші використовують для замішування тіста. Закваска переноситься в діжу, туди додається вода, змішується із закваскою, після чого додається борошно та готується нова партія закваски. Вологість процесу становить 50%, кислотність — 13-15°, а тривалість бродіння — 4-4,5 години. Житнє обдирне борошно (25%) завантажують у тістомісильну машину А2-ХТБ (14), де воно замішується протягом 10 хвилин. Після цього залишають для процесу закисання на 180-240 хвилин при температурі 26-28°C. Подальше замішування тіста проводиться в тій самій машині, куди дозуються усі рідкі компоненти за рецептурою. Для сухих компонентів, таких як житнє обдирне та пшеничне борошно II сорту, використовується дозатор МД-100 (13). Замішане в тістомісильній машині тісто залишають для короткого бродіння на 30 хвилин. Після ферментації тісто за допомогою діжеперекидача ДО-4 (16) надходить до тістоподільника «Кузбас» (19). Тістові заготовки потрапляють на стіл (23), де піддаються легкій механічній обробці. Їх вручну розкладають у форми, попередньо змащені олією. Форми розміщують на вагонетках і переміщують у шафу остаточного вистоювання Бриз-344П (25), де заготовки доходять при температурі 35-40°C. Після вистоювання форми вручну переносять до печі Циклон-Ротор 216 (29). Хліб випікається протягом 35-40 хвилин за температури 180-220°C. Готові вироби виймають з форм і охолоджують на вагонетках у приміщенні цеху. Після охолодження частина хліба пакується.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вихідні дані:

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку

Показники і параметри, одиниці виміру	Умовні позначе ння	Значення показників і параметрів для виробів		
		Хліб Галицький	Хліб Сонеч- ко	Батони Київські ДСТУ 4588:2006
1	2	3	4	5
<i>Показники якості виробів:</i>				
Маса, кг	G_e	0,5	0,660	0,3
Масова частка вологи, % не більше	W_e	47,5	42,0	42,0
Кислотність, град, не більше	K	8,0	3,0	3,0
Пористість, %, не менше	Π	57,0	68,0	68,0
Масова частка цукру, % до сухих речовин	$g_{\text{ц}}$	-	5,3	2,5
Масова частка жиру, % до сухих речовин		-	4,0	-
<i>Розміри виробів</i>				
Довжина, мм	l	600	325	600
Ширина, мм	b	800	215	800
<i>Рецептура на 100 кг борошна, кг:</i>				
Борошно житнє обдирне		60	-	-
Борошно пшеничне 2/с		40	-	-
Борошно пшеничне в/с			100	-
Борошно пшеничне 1/с				100
Дріжджі пресовані	$G_{\text{др}}$	0,5	4,6	1,5
Сіль кухонна харчова	G_c	1,5	1,8	1,3
Цукор білий	$G_{\text{ц}}$		3,4	
Патока		2,0		4,0
Кмин		1,0		-
Олія нерафінована		-	0,6	-
Олія нерафінована на змащування		-	1,2	-
Основні показники технологічних режимів		-	-	-
Вологість першої фази, %	W_o	-	-	-

1	2	3	4	5
Вологість тіста, %	<i>Wm</i>	46,5	41	41
Тривалість бродіння першої фази, хв	<i>Tб</i>	4	-	-
Тривалість бродіння другої фази, хв	<i>ТБ</i>	5	-	-
Тривалість вистоювання, хв			45	45
Тривалість випікання, хв	<i>тв</i>	44	35	24
Концентрація розчину солі, %	<i>Сс</i>	26	26	26
Концентрація розчину цукру, %	<i>Сц</i>		50	
Кратність розведення дріжджів водою		1:3	1:3	1:3
Технологічні втрати і затрати:				
Втрати борошна до замішування тіста, % до маси борошна	<i>gб</i>	0,02	0,02	0,06
Втрати тіста від замішування до випікання, % до маси борошна	<i>Gm</i>	0,03	0,03	0,04
Витрати сухих речовин на бродіння, % до сухих речовин тіста		0,2	-	-
Втрати борошна на оброблення тіста, % до маси тіста	<i>Gобр</i>	0,6	1,0	1,0
Упікання, % до маси тіста	<i>Gуп</i>	6,0	7,0	7,0
Зменшення маси хліба під час укладання, % до маси гарячого хліба	<i>Gукл</i>	0,5	0,7	0,5
Усихання, % до маси гарячого хліба	<i>Gус</i>	2,5	2,5	2,5
Відхилення маси штучних виробів від номінальної, % до маси гарячого хліба	<i>Gшт</i>	0,4	0,5	0,4
Масова частка крихт і лому, % до маси борошна	<i>Gкр</i>	0,02	0,0	0,2
Втрати від перероблення браку, % до маси борошна	<i>gбр</i>	0,02	2,6	0,2

2.2. Розрахунок пофазних рецептур

Хліб Галицький вагою 0,5 кг

Виробляється згідно з ТУУ 46.22.60-95

Вихідними даними для розрахунку є уніфікована рецептура на 100 кг борошна

Базова вологість борошна – 14,5%, вологість іншої сировини згідно з іншими стандартами.

Спосіб приготування: густа житня закваска – тісто.

Для спрощення розрахунків складаємо таблицю 2.2., де відображається маса кожного виду сировини, що використовується для приготування тіста, вміст сухих речовин у сировині, а також масова частка води в ній.

Маса сухих речовин у тісті хліба Галицького наведена в таблиці 2.2

Таблиця 2.2. – Маса сухих речовин у тісті хліба Галицького

Сировина за рецептурою	Маса,кг	Масова частка води,%	Маса сухих речовин,кг
Борошно житнє обдирне	60	14,5	51,3
Борошно пшеничне 2/с	40	14,5	34,2
Дріжджі пресовані	0,5	75	0,13
Сіль кухонна харчова	1,5	3,0	1,5
Патока	2,0	22	1,56
Кмин	1,0	16	0,84
Разом	105,0		89,53

Визначаємо вологість тіста (W_m), %:

$$W_m = W_{xl} + n, \quad (2.1)$$

де W_{xl} – вологість м'якушки хлібобулочних виробів, %;

n – різниця між початковою вологістю тіста і м'якушки готового виробу, %. Для хлібобулочних виробів масою до 0,5кг $n=0,5\%$, понад 0,5кг – 1%, для дрібноштучних виробів – 0%, для житнього і житньо-пшеничного хліба – 1%.

$$W_m = 46,5 + 1,0 = 47,5\%$$

Знаходимо вихід тіста (G_m), кг, за формулою:

$$G_m = \frac{\sum G_{CP} \times 100}{100 - W_m} \quad (2.2)$$

$$G_m = \frac{89,53 \times 100}{100 - 47,5} = 170,53 \text{ кг}$$

Кількість води (загальна) в тісто (G_n), кг:

$$G_n = G_m - \sum G_{\text{сир}} \quad (2.3)$$

$$G_n = 170,53 - 105,0 = 65,53 \text{ кг}$$

Розраховуємо кількість розчину солі ($G_{c.p}$), кг, визначаємо за формулою:

$$G_{c.p.} = \frac{G_c \times 100}{C_c}, \quad (2.4)$$

C_c – концентрація солі, кг у 100кг розчину, визначають, виходячи з густини розчину солі.

Густина сольового розчину $1,2 \text{ г/см}^3$, отже за таблицею концентрація солі – 26кг в 100кг розчину.

$$G_{c.p.} = \frac{1,5 \times 100}{26} = 5,77 \text{ кг}$$

Кількість води, що вноситься з розчином солі ($G_n^{c.p.}$), кг, визначаємо за формулою:

$$G_n^{c.p.} = G_{c.p.} - G_c \quad (2.5)$$

$$G_n^{c.p.} = 5,77 - 1,50 = 4,27 \text{ кг}$$

Дріжджі подають у вигляді суспензії в співвідношенні 1:3 з водою.

Кількість дріжджової суспензії ($G_{др.с}$), кг, визначаємо за формулою:

$$G_{др.с} = G_{др} + (G_{др} \times 3) \quad (2.6)$$

$$G_{др.с} = 0,5 + (0,5 \times 3) = 2,0 \text{ кг}$$

де $G_{др.с}$ – маса дріжджової суспензії, кг;

$G_{др}$ – маса дріжджів, кг

Кількість води в дріжджовій суспензії ($G_n^{др.с}$), кг, визначаємо за формулою:

$$G_n^{др.с} = G_{др.с} - G_{др} \quad (2.7)$$

$$G_n^{др.с} = 2,0 - 0,5 = 1,5 \text{ кг}$$

Визначаємо кількість води, що йде на заміс у чистому вигляді, тобто за мінусом води, що вноситься з розчинами (G_n^w), кг:

$$G_n^w = G_n - G_n^{c.p.} - G_n^{др.с} \quad (2.8)$$

$$G_a^m = 65,53 - 4,27 - 1,5 = 59,76 \text{ кг}$$

де G_a^m – загальна маса води в тісті, кг;

$G_a^{p.c.}$ – маса води в розчині солі, кг;

$G_a^{др.ж.}$ – маса води в дріжджовій суспензії, кг

За умовою, що вся вода використовується на приготування закваски, тоді кількість борошна в заквасці ($G_b^{закв}$), кг, розраховуємо за формулою:

$$G_b^z = \frac{G_a^m \times (100 - W_{закв})}{W_{закв} - W_b} \quad (2.9)$$

$$G_b^z = \frac{45 \cdot (100 - 48)}{100 - 14,5} = 27,37 \text{ кг}$$

де G_b^z – маса води в заквасці, кг;

W_z – масова частка вологи в заквасці, %;

W_b – масова частка вологи в борошні, кг

Кількість води в заквасці розраховуємо за формулою:

$$G_a^z = G_z - G_b^z \quad (2.10)$$

$$G_a^z = 45 - 27,37 = 17,63$$

Кількість борошна яка вноситься під час замішування тіста знаходимо за формулою:

$$G_b^m = G_b - G_b^z - G_b^{др.ж.} \quad (2.11)$$

$$G_b^m = 100 - 1,32 - 1 = 97,68 \text{ кг}$$

Розрахунок рецептури закваски:

$$G_{cm.z} = \frac{\%cm.z \times G_z}{100} \quad (2.12)$$

$$G_{cm.z} = \frac{55 \cdot 45}{100} = 24,75 \text{ кг},$$

де $\%G_{cm.z}$ – частка стиглої закваски на поновлення, %;

G_z – маса закваски, кг

Кількість борошна в стиглій заквасці ($G_b^{cm.z}$), кг, розраховуємо за формулою:

$$G_6^{cm.z} = \frac{G_{cm.z} \times (100 - W_3)}{100 - W_6} \quad (2.13)$$

$$G_6^{cm.z} = \frac{24,75 \cdot (100 - 48)}{100 - 14,5} = 15,05 \text{ кг},$$

де $G_{cm.z}$ – маса стиглої закваски, кг;

W_3 – масова частка вологи в заквасці, %;

W_6 – масова частка вологи в борошні, %

Кількість води в стиглій заквасці ($G_n^{cm.z}$), кг, розраховуємо за формулою:

$$G_n^{cm.z} = G_{cm.z} - G_6^{cm.z} \quad (2.14)$$

$$G_n^{cm.z} = 24,75 - 15,05 = 9,7 \text{ кг},$$

де $G_{cm.z}$ – маса стиглої закваски, кг;

$G_6^{cm.z}$ – маса борошна в стиглій заквасці, кг

Кількість живильної суміші ($G_{ж.с.}$), кг, визначаємо з формули:

$$G_{ж.с.} = G_{закв} - G_{cm.z} \quad (2.15)$$

$$G_{ж.с.} = 45 - 24,75 = 20,25 \text{ кг},$$

де $G_{закв}$ – маса закваски, кг;

$G_{cm.z}$ – маса стиглої закваски, кг

Кількість борошна і води в живильній суміші ($G_6^{ж.с.}$, $G_n^{ж.с.}$), кг, визначаємо за різницею:

$$G_6^{ж.с.} = G_6^z - G_6^{cm.z} \quad (2.16)$$

де G_6^z – маса борошна в заквасці, кг;

$G_6^{cm.z}$ – маса борошна в стиглій заквасці, кг;

$$G_6^{ж.с.} = 27,37 - 15,05 = 12,32 \text{ кг},$$

$$G_n^{ж.с.} = G_n^z - G_n^{cm.z} \quad (2.17)$$

де G_n^z – маса води в заквасці, кг;

$G_n^{cm.z}$ – маса води в стиглій заквасці, кг

$$G_n^{ж.с.} = 17,63 - 9,7 = 7,93 \text{ кг},$$

Рецептура приготування закваски хліба Галицького приведено в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Рецептuru приготування закваски хліба Галицького

Сировина	Стигла закваска	Живильна суміш	Всього
Борошно житнє обдирне	15,05	12,32	-
Вода	9,7	7,93	-
Стигла закваска	-	-	24,75
Живильна суміш	-	-	20,25
Разом	24,75	20,25	45

Пофазна рецептура хліба Галицького приведено в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Пофазна рецептура хліба Галицького

Сировина	Маса	Закваска	Тісто
Борошно житнє обдирне	60,0	27,37	33,63
Борошно пшеничне 2/с	40,0	-	40,0
Дріжджова суспензія	2,0	-	2,0
Розчин солі	5,77	-	5,77
Вода	59,76	17,63	42,13
Закваска	-	-	45
Патока	2,0		2,0
Кмин	1,0	-	1,0
Разом	170,53	45	170,53

2.2. Добір та розрахунок кількості основного та допоміжного технологічного устаткування

Розрахунок місткості для зберігання розчинів

Об'єм ємкості для зберігання сольового розчину

$$V = \frac{G_{\text{зап}} \cdot 100 \cdot K}{c \cdot \rho} \quad (2.18)$$

$G_{\text{зап}}$ – запас солі (цукру), кг

K – коефіцієнт збільшення об'єму ємкості (K=1,2);

ρ – густина розчину солі (цукру). кг/дм³.

Для солі

$$V = \frac{1,5 \cdot 100 \cdot 4,6}{26 \cdot 1,2} = 3,400 \text{ дм}^3$$

Для дріжджів

$$V = \frac{1,2 \cdot 100 \cdot 6,6}{26 \cdot 0,4} = 1,98 \text{ дм}^3$$

Для цукру

$$V = \frac{0,6 \cdot 100 \cdot 1,2}{26 \cdot 0,4} = 60 \text{ дм}^3$$

Розрахунку місткості для кожного виду сировини підбирають типові стандартні місткості й обчислюють

$$N_{\text{міст}} = \frac{V}{V_{\text{міст}}} \quad (2.19)$$

$V_{\text{міст}}$ – об'єм стандартної місткості, м³

V – потрібний ~~об'єм~~ об'єм цукру, солі

Для солі

$$N_{\text{міст}} = \frac{3400}{1} = 3400 \text{ дм}^3$$

Для дріжджів

$$N_{\text{міст}} = \frac{1,98}{1} = 1,98 \text{ дм}^3$$

Для цукру

$$N_{\text{міст}} = \frac{60}{1} = 60 \text{ дм}^3$$

Розрахунок обладнання для замішування і бродіння густих чапівфабрикатів

Хліб Галицький

Розрахунок обладнання у разі порційного приготування напівфабрикатів у діжах

Визначають максимальну кількість борошна у діжах для приготування гіста

$$G_{\text{г}}^{\text{д}} = \frac{q \cdot V}{100} \quad (2.20)$$

Закваска

$$G_6^{\phi} = \frac{40 \cdot 330}{100} = 132 \text{ кг}$$

$$g_{\text{ср}}^{\phi} = \frac{30 \cdot 40}{2} = 35 \text{ кг}$$

Тісто

$$G_6^{\phi} = \frac{40 \cdot 330}{100} = 132 \text{ кг}$$

Годинну кількість діж $D_{\text{год}}$, шт знаходимо за формулою:

$$D_{\text{год}} = \frac{G_6^{\text{год}}}{G_6^{\phi}} \quad (2.21)$$

$$D_{\text{год}} = \frac{108,52}{39} = 2,78, \text{шт.}$$

Приймаємо 3 шт

Ритм замішування r , хв знаходимо за формулою:

$$r = \frac{60}{D_{\text{год}}} \quad (2.22)$$

$$r = \frac{60}{2} = 30 \text{ хв}$$

Розрахований ритм не перевищує максимально допустимий ритм замішування – 30 хв.

Зайнятість діж $\tau_{\text{з.д}}$, хв розраховуємо за формулою:

$$\tau_{\text{з.д}} = \tau_{\text{зап}} + \tau_{\text{пр}} + \tau_{\text{доп}} \quad (2.23)$$

$$\tau_{\text{з.д}} = 8 + 60 + 10 = 78 \text{ хв}$$

де $\tau_{\text{доп}}$ – тривалість додаткових операцій, (5-10)

Кількість діж для приготування напівфабрикату D , шт знаходимо за формулою:

$$D = \frac{\tau_{\text{з.д}}}{r} \quad (2.24)$$

$$D = \frac{78}{30} = 2,6 \text{ шт.}$$

Приймаємо 3 шт

Зайнятість тістомісильної машини для приготування пшеничних напівфабрикатів $\tau_{\text{т.м.}}^{\text{шт}}$, хв, визначають за формулою:

$$\tau_{\text{т.м.}}^{\text{шт}} = \tau_{\text{зам}} + \tau_{\text{обм}} + \tau_{\text{зач}} \quad (2.25)$$

$$\tau_{\text{т.м.}}^{\text{шт}} = 8 + 2 + 1 = 11, \text{ хв}$$

де $\tau_{\text{зам}}$ – тривалість замішування напівфабрикату, хв;

$\tau_{\text{обм}}$ – тривалість обминання, хв ($\tau_{\text{обм}} = 2-4$);

$\tau_{\text{зач}}$ – тривалість зачищення, хв ($\tau_{\text{зач}} = 1-3$).

Кількість тістомісильних машин $N_{\text{т.м.}}$ шт., для замішування кожного виду напівфабрикатів визначають за формулою:

$$N_{\text{т.м.}} = \frac{\tau_{\text{т.м.}}^{\text{шт}}}{r} \quad (2.26)$$

де r – прийнятий ритм замішування напівфабрикату, хв.

$$N_{\text{т.м.}} = \frac{11}{30} = 0,5 \text{ шт}$$

Приймаємо 1 шт

Продуктивність тістомісильної машини періодичної дії знаходимо за формулою

$$P = \frac{60 g_{\text{шт}}}{t_{\text{зам}} + t_{\text{доп}}} \quad (2.27)$$

де $g_{\text{шт}}$ – кількість тіста, що одночасно замішується в діжі тістомісильної машини, кг(беруть із таблиці виробничої рецептури);

$t_{\text{зам}}$ – тривалість замішування тіста, хв;

$t_{\text{доп}}$ – час, потрібний для допоміжних операцій, хв

$$P = \frac{60 \cdot 66,5}{15 + 3} = 221,66 \text{ кг/год}$$

Максимальну кількість борошна у діжі для приготування тіста знаходимо за формулою :

$$G_{\text{д}}^{\text{д}} = \frac{q \cdot V_{\text{д}}}{100} \quad (2.28)$$

де g – норма завантаження борошна на 100 дм^3 геометричного об'єму діжі, кг; V_0 – геометрична ємкість діжі, дм^3 .

$$G_0^0 = \frac{35 \cdot 330}{100} = 115,5 \text{ кг}$$

Розрахунок обладнання для оброблення напівфабрикатів

Для оброблення напівфабрикатів приймають відповідні тістообробні лінії, до складу яких входять тістоподільники, тістоокруглювачі, тістозакатувальні машини, а також конвеєри для попереднього і кінцевого вистоювання тіста.

Хліб Галицький

Тістоподільник

Необхідну кількість тістових заготовок $N_{m,з}$ шт/хв. знаходимо за формулою:

$$N_{m,з} = \frac{P_{zob}}{60 \cdot g_a} \quad (2.29)$$

де P_{zob} – годинна продуктивність печі, кг/год;

g_a – маса виробу, кг.

$$N_{m,з} = \frac{162}{60 \cdot 0,5} = 5,4$$

Приймаємо 5 шт

Кількість тістоподільних машин визначають, шт за формулою:

$$N = \frac{N_{m,з} \cdot K}{P} \quad (2.30)$$

де P – продуктивність тістоподільника за технічною характеристикою, шматків за хвилину (тісто подільник Кузбас);

K – коефіцієнт запасу, який враховує зупинку тістоподільника і брак шматків ($K=1,04 \dots 1,05$).

$$N = \frac{5,4 \cdot 1,04}{40} = 0,14,$$

Приймаємо 1 тістоподільник Кузбас

Остаточне вистоювання

Кількість тістових заготовок у шафі для остаточного вистоювання $N_{m,r}^{n,r}$, шт. знаходимо за формулою:

$$N_{m,r}^{n,r} = \frac{P_{\text{ост}} \cdot \tau_{\text{ост}}}{g \cdot 60} \quad (2.31)$$

де $\tau_{\text{ост}}$ – тривалість остаточного вистоювання, хв

де $\tau_{\text{ост}}$ – тривалість остаточного вистоювання, хв

$$N_{m,r}^{n,r} = \frac{162 \cdot 35}{0,5 \cdot 60} = 189,$$

Приймаємо 189 шт. відбувається у вистійній шафі Бриз-344П

Згідно технічних характеристик для вагонетки ТС-9-КЗ максимальна кількість виробів у формах ЗЛ-10 на вагонетці становить 72 шт.

Таким чином кількість необхідних вагонеток становить:

$$189/72=2,6.$$

Отже приймаємо 3 вагонеток ТС-9-КЗ, та одну вистійну шафу «БРИЗ-344П».

Розрахунок хлібосховища та експедиції

Вихідними даними для розрахунку площі хлібосховища по кожному виду виробів є годинна продуктивність $P_{\text{год}}$, кг/год; кількість виробів на одному лотку n , шт.; кількість лотків на вагонетці $N_{\text{л}}$, шт.; маса одного виробу $g_{\text{в}}$, кг.

Тривалість зберігання виробів τ приймають відповідно до графіку виробництва та із врахуванням перерви у вивезенні їх у торговельну мережу із 20 до 4 год ранку, тобто протягом 8 год.

Кількість лотків за годину для зберігання одного виду виробів розраховують за формулою:

$$N_{\text{л}}^{\text{год}} = \frac{P_{\text{год}}}{n \cdot g_{\text{в}}} \quad (2.32)$$

де $P_{\text{год}}$ – годинна продуктивність печі, кг/год;

n – кількість виробів на лотку, шт.;

g – маса виробу, кг

Хліб Галицький

$$N_s^{mod} = \frac{162}{9 \cdot 0,5} = 36$$

Приймаємо 36 шт

Кількість вагонеток за годину для зберігання одного виду виробів знаходимо за формулою:

$$N_{mod} = \frac{N_s^{mod}}{N_s} \quad (2.33)$$

де N_s – кількість лотків у вагонетці, шт

Хліб Галицький

$$N_{mod} = \frac{36}{9} = 4$$

Приймаємо 4 шт

Необхідну кількість вагонеток на термін зберігання одного сорту виробів розраховуємо за формулою:

$$N_i = \frac{P_{mod} \cdot \tau}{n \cdot g \cdot N_s} \quad (2.34)$$

де τ – тривалість зберігання виробів на хлібопекарському підприємстві, год

Хліб Галицький

$$N_i = \frac{162 \cdot 8}{9 \cdot 0,5 \cdot 9} = 32 \text{ шт}$$

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Техніко-економічне обґрунтування

Процес приготування тіста є одним із ключових етапів у технології виготовлення хлібобулочних і кондитерських виробів. Сучасна практика дедалі частіше впроваджує інтенсифікований спосіб замісу тіста та напівфабрикатів. Така інтенсифікація прискорює підготовку сировини, підвищує продуктивність праці, покращує якість кінцевого продукту, знижує втрати сухих речовин під час бродіння та приносить значний економічний ефект. Окрім цього, безперервний заміс допомагає усунути важку фізичну працю, спрощує робочий процес для персоналу і дозволяє підприємствам працювати у двозмінному режимі. Для виконання цього завдання використовуються спеціалізовані тістомісильні машини, які складаються з трьох основних частин: місткості для замісу, місильного механізму та приводу. Залежно від принципу роботи такі машини поділяються на періодичні та безперервні. За типом конструкції місткості вони розрізняються на варіанти зі стаціонарними ємностями та підкатними діжами. Також існує класифікація машин за розташуванням і характером руху місильного органу: вони можуть мати горизонтальну, вертикальну або похилу осьову орієнтацію обертання. Крім того, машини діляться на тихохідні (15–60 обертів за хвилину) та швидкохідні (80–280 обертів за хвилину). Тістомісильні машини періодичної дії з підкатними діжами застосовуються для приготування тіста з пшеничного або житнього борошна, а також опари. Серед моделей цього типу можна виділити такі, як ТММ-1М, Т1-ХТ-2А та А2-ХТБ. У роботі цих машин є своя специфіка: перед початком замісу до місткості завантажують визначену кількість компонентів, після чого діжу закріплюють на основній платформі машини. Після завершення замісу вона переміщується в камеру для бродіння, де тісто дозріває протягом кількох годин. У цей час для нового циклу підкочується наступна діжа. На одну тістомісильну машину може припадати від 5 до 12 діжей залежно від продуктивності виробничої лінії. Оскільки пересування діжей потребує значних фізичних зусиль, у сучасних конструкціях часто впроваджують механізовані

системи транспортування, такі як кільцеві або ланцюгові конвеєри. Наприклад, машина ТММ-1М з підкатною діжею використовується для замісу тіста з вологістю не менше 39% при виготовленні здобних булочних виробів у пекарнях малої потужності або кондитерських цехах. Конструкція цієї машини складається зі станини, важеля з місильним органом і направляючою лопаткою, захисного кожуха та приводу. Місильний важіль закріплений на шарнірній вилці, а його хвостовик встановлений у підшипник, що розташований у кривошипі машинного механізму. Це дозволяє забезпечити ефективне функціонування навіть при значному навантаженні.

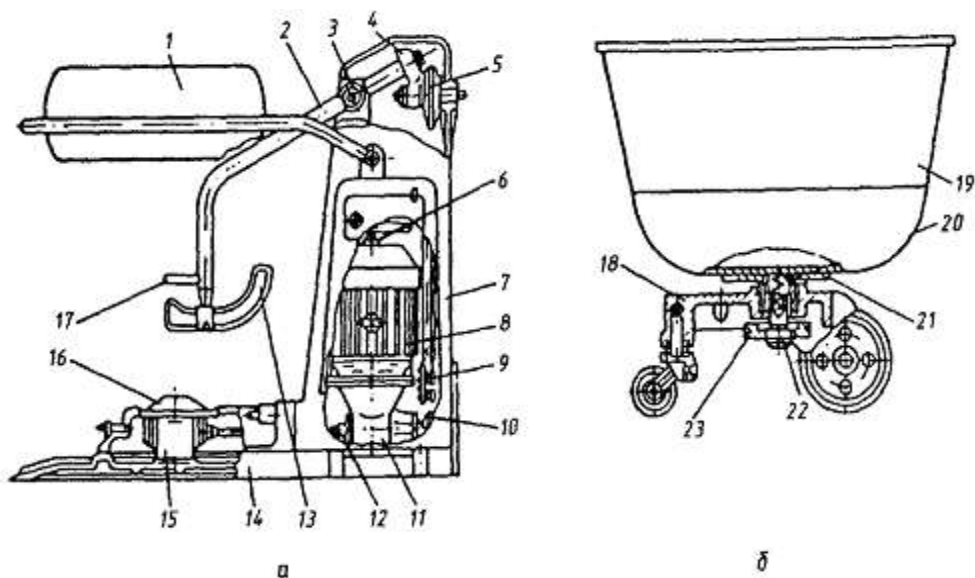


Рис.3.1. Тістомісильна машина ТММ-1М а) загальний вигляд; б) діжа

Замішування тіста здійснюється за допомогою підкатної діжі, яка має об'єм 140 літрів і є важливою складовою тістомісильної машини. Конструкція діжі, як зображено на рисунку, включає триколісну каретку, на яку прикріплена зварна ємність для тіста. Днище ємності оснащено шліцьовим фланцем із втулкою, що закріплена на маточині каретки, де розташовується шліцьовий валик із квадратним хвостовиком. У момент встановлення діжі на платформу машини квадратний хвостовик входить у відповідне гніздо диска, що забезпечує її правильне позиціонування. Після автоматичної фіксації в діжу надходять необхідні інгредієнти: борошно і рідкі компоненти. Привід машини функціонує за допомогою електродвигуна, який через головний редуктор

приводить в рух усі механізми машини. Від черв'ячного колеса через ланцюгову передачу і муфти забезпечується обертання місильного важеля та інших компонентів системи. Тістомісильна машина А2-ХТБ розроблена для порціонного процесу замішування тіста та напівфабрикатів у підкатних не обертальних діжах, що використовуються у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів. Машина доступна як окреме обладнання, так і частина комплексу для невеликих пекарень, що спеціалізуються на випіканні батонів та рогаликів найвищого ґатунку. Її конструкція складається з кількох основних компонентів: фундаментної плити, підкатної діжі, місильного органу, кришки, траверси, станини і приводних механізмів місильного органу. Фундаментна плита обладнана спеціальними направляючими і упорами для точного встановлення і надійної фіксації діжі під час роботи машини. До плити приєднується станина, яка служить корпусом для розміщення електроустаткування. Конструкція станини ретельно спроектована для захисту від попадання борошняного пилу. Частина цієї станини включає нерухому вісь із підшипниками для кріплення траверси, а також упори механізму її повороту. Траверса з'єднана шарнірно з нерухомою віссю станини, що дозволяє їй переміщення на 60 градусів відносно станини. На траверсі встановлено перемішувач із місильним органом та кришкою. Система приводу місильного органу складається з електродвигуна, клинопасової передачі і планетарного редуктора. Місильний орган кріпиться безпосередньо до вихідного валу редуктора за допомогою болтових з'єднань, що забезпечує надійний контакт і стабільність під час роботи. Процес функціонування тістомісильної машини виглядає наступним чином: оператор вручну накочує підкатну діжу на платформу до упору, після чого контакти кінцевого вимикача фіксують її положення. Далі натискається кнопка «Вниз», і привід повороту траверси переводить її в робоче положення – траверса опускається на діжу, де вона закривається спеціальною кришкою. Це дозволяє зафіксувати діжу на плиті та водночас помістити робочий орган всередину ємності. Через отвір в кришці компоненти станції дозування вводять рідкі складники по гнучкому

шлангу. Завантаження борошна або інших сипучих матеріалів відбувається через овальну горловину, розташовану в кришці, яка з'єднана тканинним рукавом із системою дозування сипких продуктів.

Порівняльна характеристика тістомісильних машин представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика тістомісильних машин

Показники	Тістомісильні машини		
	T1-ХТ-2А	ТММ-1М	А2-ХТБ
Продуктивність, т/добу	16	7	19
Ємність діжі, м ³	0,33	0,14	0,33
Час одного замісу, с	360-600	420-1200	180-480
Число коливань місильного органа, хв	24,2	26,75	-
Частота обертання місильного органа навколо власної вісі, с ⁻¹ (об/хв)	-	-	6,3(60)
Частота обертання місильного органа навколо вісі діжі, с ⁻¹ (об/хв)	-	-	1,63(15,6)
Потужність електродвигуна, кВт	3	2,2	6,25
Габаритні розміри, мм	1820x1300x1500	1325x795x1100	1800x1100x1250
Габаритні розміри діжі, мм:			
діаметр	1082	795	1082
висота	888	722	888
Маса машини, кг	800	293	825
Маса діжі, кг	120	65	120

Як свідчать дані порівняльної характеристики, тістомісильна машина моделі А2-ХТБ володіє найбільшою продуктивністю серед аналогічного обладнання, демонструючи при цьому найкоротшу тривалість процесу замішування тіста. Особливої уваги заслуговує унікальний механізм її місильного органа, який одночасно здійснює складний комбінований рух як

навколо своєї осі, так і довкола осі діжі. Така конструктивна особливість сприятливо впливає на якість отриманого тіста, забезпечуючи його однорідність та оптимальну текстуру. Додатково варто відзначити компактні габаритні розміри машини моделі А2-ХТБ, які навіть менші у порівнянні з машиною Т1-ХТ-2А, при практично аналогічній масі обох агрегатів. Важливим аргументом на користь цієї машини є її зручність в експлуатації: проста конструкція та інтуїтивно зрозумілий процес управління дозволяють швидко підготувати обслуговуючий персонал до роботи з обладнанням. Крім того, конструкція машини передбачає легкий доступ до вузлів для проведення обслуговування та ремонтних робіт, що значно спрощує її технічне обслуговування. Окремо варто згадати про високу увагу до аспектів техніки безпеки, що продумана у дизайні і функціональних характеристиках машини. Це додає аргументів щодо її надійності та відповідності сучасним вимогам до безпечного виробничого процесу. Враховуючи наведені вищенаведені факти, а також проаналізувавши інформацію із порівняльної характеристики, можна зробити обґрунтований висновок про доцільність впровадження та активної експлуатації тістомісильної машини А2-ХТБ у виробничих процесах підприємств хлібопекарської галузі. Її ефективність, зручність у використанні та висока якість результату роблять її чудовим вибором для сучасних виробництв.

3.2. Будова та принцип дії

На сьогоднішній день сучасні хлібопекарські підприємства представляють собою складні комплекси, що об'єднують різноманітні агрегати і машини зі специфічними властивостями та високими експлуатаційними характеристиками. Ці технічні рішення дозволяють значно підвищувати продуктивність праці, оптимізуючи виробничі процеси, та вдосконалювати якість кінцевої продукції, яку випускає підприємство. В умовах нинішнього розвитку галузі особливо актуальним стає питання про якість готової продукції, а також прагнення до підвищення ефективності праці як важливого чинника

економічної конкурентоспроможності. Особливу увагу при виробництві хлібобулочних виробів приділяють процесу замішування тіста, який виконує кілька ключових функцій: забезпечує рівномірне перемішування всіх компонентів тіста та проводить його механічну обробку, формуючи специфічну структуру суміші. Ця структура створює оптимальні умови для збражування тіста завдяки дріжджовим культурам. Якісне замішування напряму впливає на фізичні властивості тіста, його здатність до бродіння та якість готового хліба. Для досягнення високих стандартів продукції необхідно враховувати такі параметри процесу, як інтенсивність, тривалість і температура замішування, а також забезпечувати правильний режим роботи місильного органу. У рамках реконструкції виробничих процесів було запропоновано знизити моральне та фізичне зношення устаткування шляхом заміни застарілих машин безперервної дії на сучасні моделі. Одним із запланованих заходів модернізації є встановлення вдосконаленої тістомісильної машини моделі А2-ХТБ. Під час модернізації передбачено використання нового місильного органу, який розроблений на основі ретельного математичного моделювання і точного добору оптимальної форми поверхонь робочих елементів. Інновації в конструкції цього органу дозволяють значно підвищити інтенсивність процесу замішування тіста, що позитивно впливає як на бродіння, так і на якість готового хліба. Машина А2-ХТБ призначена для виконання замішування тіста з борошна пшеничних чи житніх сортів у нерухомих діжах місткістю 330 літрів. Конструкція обладнання передбачає його встановлення на спеціальній фундаментній плиті, де вбудовані всі ключові елементи машини: станина з приводним електродвигуном, поворотна траверса, планетарний редуктор для руху місильного органу, який закріплюється на шпинделі. Діжу накочують на плиту і фіксують за допомогою спеціального механізму, а траверса перед її встановленням повертається на 55° завдяки гвинтовому механізму та поводкам. Ця система також дозволяє повернути траверсу в горизонтальне положення після встановлення діжі, забезпечуючи оптимальні умови роботи місильного органу. Робочий орган машини складається з конічного хвостовика, який

фіксується на валу редуктора за допомогою болта, а планетарні рухи досягаються завдяки взаємодії мобільної шестерні з нерухомою. Кришка діжі має технологічні отвори для внесення сухих і рідких компонентів. Управління процесом здійснюється через інтегровану панель управління із кнопками регуляції висоти траверси, старту і зупинки місильного органу, а також автоматичного реле часу для встановлення тривалості замішування. Робочий принцип функціонування машини досить простий: оператор закріплює діжу на плиті, після чого за допомогою натискання кнопки «Вниз» приводить траверсу в робоче положення. Механізм реле часу визначає необхідний параметр.

Економічна ефективність цієї розробки підтверджується розрахунками.

3.3. Розрахунок і проєктування тістомісильної машини А2-ХТБ

3.3.1. Технологічний розрахунок

Продуктивність тістомісильної машини визначаємо за формулою:

$$P_M = P_{год}^{гх} \frac{100+y}{100} k_0 \quad (3.1)$$

де $P_{год}^{гх}$ – продуктивність печі по гарячому хлібу.

Визначимо продуктивність печі по холодному хлібу:

$$P_{П}^{хх} = \frac{N_{пп}^{хх}}{60 \cdot \tau_{вип}} \quad (3.2)$$

де N – кількість рядів виробів по довжині поду:

$$N = \frac{L_{пк} - a}{b + a} \quad (3.3)$$

$L_{пк}$ – довжина пекарної камери, $L_{пк} = 24000$ мм;

a – зазор між виробами, $a = (30 \dots 50)$ мм, приймаємо 50 мм;

b – ширина хліба, $b = 225$ мм.

$$N = \frac{24000 - 50}{225 + 50} = 87 \text{ (шт.)}$$

n – кількість виробів в одному ряду

$$n = \frac{B-a}{l+a} \quad (3.4)$$

B – ширина поду, $B = 2100$ мм,

l – довжина виробу, $l = 225$ мм.

$$n = \frac{2100 - 50}{225 - 50} = 8 \text{ (шт)}$$

$\tau_{\text{ВВП}}$ – час випікання, для хліба $\tau_{\text{ВВП}} = 44$ хв

$m_{\text{хх}}$ – маса холодного хліба, $m_{\text{хх}} = 0,9$ кг

Продуктивність по холодному хлібу, кг/с:

$$P_{\text{сек}}^{\text{хх}} = \frac{Nnt}{\tau \cdot 60} = \frac{87 \cdot 8 \cdot 0,9}{44 \cdot 60} = 0,237 \text{ (кг/с)}$$

Продуктивність по гарячому хлібу, кг/с:

$$P_{\text{сек}}^{\text{гх}} = k \cdot P_{\text{сек}}^{\text{хх}} = 1,04 \cdot 0,237 = 0,246 \text{ (кг/с)}$$

Погодинна продуктивність по холодному хлібу:

$$P_{\text{год}}^{\text{хх}} = 3600 \cdot P_{\text{сек}}^{\text{хх}} = 3600 \cdot 0,237 = 853,2 \text{ (кг/год)}$$

Погодинна продуктивність по гарячому хлібу:

$$P_{\text{год}}^{\text{гх}} = 3600 \cdot P_{\text{сек}}^{\text{гх}} = 3600 \cdot 0,246 = 885,6 \text{ (кг/год)}$$

Добова продуктивність по холодному хлібу:

$$P_{\text{доб}}^{\text{хх}} = \frac{23 \cdot P_{\text{год}}^{\text{хх}}}{1000} = \frac{23 \cdot 853,2}{1000} = 19,623 \text{ (т/доб)}$$

Добова продуктивність по гарячому хлібу:

$$P_{\text{доб}}^{\text{гх}} = \frac{23 \cdot P_{\text{год}}^{\text{гх}}}{1000} = \frac{23 \cdot 885,6}{1000} = 20,369 \text{ (т/доб)}$$

k_0 – коефіцієнт, який враховує можливі зупинки на врегулювання. Для машин періодичної дії $k_0 = 1,2-1,3$. Приймаємо $k_0 = 1,2$

y – упікання

$$y = \frac{m_m - m_{zx}}{m_m} 100\% \quad (3.5)$$

m_m – маса тістової заготовки, $m_m = 1,025$ кг

$$y = \frac{1,025 - 0,950}{1,025} 100\% = 7,3\%$$

Отже, визначимо продуктивність тістомісильної машини:

$$P_M = 885,6 \frac{100 + 7,3}{100} 1,2 = 1140,3 (\text{кг} / \text{год})$$

Об'єм тістомісильної машини вираховуємо за формулою:

$$V = \frac{P_M \cdot \tau}{3600 \cdot k_1 \cdot \rho} \quad (3.6)$$

де, $\tau = 5$ хв – час замішування тіста;

$\tau_a = 3$ хв – тривалість допоміжних операцій;

k_1 – коефіцієнт заповнення місильної камери $k_1 = (0,4 \dots 0,5)$, приймаємо $k_1 = 0,4$;

$\rho = 1100$ кг/м³ густина тіста:

$$V = \frac{1140,3 \cdot 8 \cdot 60}{3600 \cdot 0,4 \cdot 1100} = 0,33 (\text{м}^3)$$

3.3.2 Енергетичний розрахунок

Складаємо енергетичний баланс тістомісильної машини за один робочий цикл робочого органа:

$$A = A_1 + A_3 \quad (3.7)$$

де A_1 – робота замісу що здійснюється усією поверхнею лопатей

A_3 – робота, затрачена на нагрів суміші та металоконструкції тістомісильної машини

$$A_1 = a \cdot b \cdot \pi \cdot \rho \cdot n^2 \cdot \sin \alpha \cdot (r_2^2 - r_1^2) \cdot [(1-k) \cdot \pi^2 \cdot (r_1^2 + r_2^2) + k \cdot \frac{S^2}{2}] \quad (3.8)$$

$\alpha = 90^\circ$, кут нахилу лопатей відносно вісі;

k – коефіцієнт подачі суміші, вказує яка доля маси, захвачена місильною лопаткою переміщується в осьовому напрямленні, $k = 0.2$;

b – ширина лопатей;

$$b = 0,5(D-d) = 0,5(350 - 270) = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$$

S – крок утворюючий нахил лопаті, $S = 0,175$ м;

a – кількість лопатей, $a = 1$ шт;

n – частота обертання лопатей, $n = 240 \text{ об/хв} = 4 \text{ с}^{-1}$

r_1 – зовнішній радіус лопатей, $r_1 = 0.135$ м;

r_2 – внутрішній радіус лопатей, $r_2 = 0.175$ м;

$$A_1 = 1 \cdot 0,04 \cdot 3,14 \cdot 1100 \cdot 4^2 \cdot 1 \cdot (0,175^2 - 0,135^2) \cdot$$

$$[(1 - 0,2) \cdot 3,14^2 \cdot (0,135^2 + 0,175^2) + 0,2 \cdot \frac{0,175^2}{2}] = 10,04 (\text{Дж} / \text{об})$$

$$A_3 = 124 \cdot a \cdot \mu \cdot n \cdot \left(\frac{r_2^4 - r_1^4}{l} + 2 \cdot \frac{r_2^3 \cdot b \cdot \sin \alpha}{f} \right)$$

$\mu = 20$, середня в'язкість суміші

l – відстань від лопаті до дна ємкості, $l = 0,02$ м;

f – зазор між торцем лопаті та стінкою діжні, $f = 0,15$ м;

$$A_3 = 124 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 4 \cdot \left(\frac{0,175^4 - 0,135^4}{0,02} + 2 \cdot \frac{0,175^3 \cdot 0,04 \cdot \sin 90^\circ}{0,15} \right) = 382,9 \text{ Дж} / \text{об}$$

Отже, баланс роботи дорівнює

$$A = 10,04 + 382,9 = 392,95 (\text{Дж} / \text{об})$$

Потужність електродвигуна:

$$N = \frac{A \cdot n}{\eta} \quad (3.9)$$

$\eta = 0,7$ – ККД привода:

$$N = \frac{392,95 \cdot 4}{0,7} = 2,2 (\text{кВт})$$

Вибираємо трьохфазний асинхронний двигун типу 4A100S4У3, з потужністю 3 кВт, та частотою обертання валу 1500 об/хв.

$$\frac{T_{\text{пуск}}}{T_{\text{ном}}} = 2.0$$

$$\frac{T_{\text{макс}}}{T_{\text{ном}}} = 2.2$$

ККД – коефіцієнт корисної дії, ККД = 82%

3.3.3. Кінематичний розрахунок

Вихідні дані:

$$T_{\text{вих}} = 110 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$n_{\text{вих}} = 240 \text{ об/хв}$$

$$N_{\text{ел.двиг}} = 3 \text{ кВт}$$

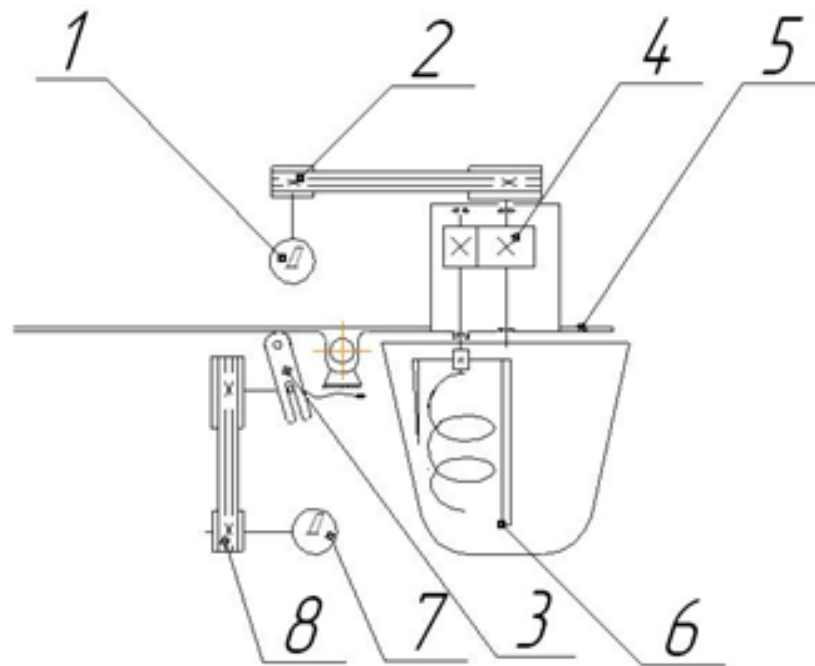


Рис. 3.1. Кінематична схема тістомісильної машини А2-ХТБ

1 – привідний електродвигун; 2 – клинопасова передача; 3 – механізм підйому траверси; 4 – планетарний редуктор; 5 – траверса; 6 – місильний орган; 7 – привідний електродвигун підйому траверси; 8 – клинопасова передача

Визначення потужності на вихідному валу привода:

$$N_{вих} = T_{вих} \cdot \omega_{вих} = 110 \cdot 25,15 = 2,77 \text{ KBm}$$

$\omega_{вих}$ – кутова швидкість вихідного вала

$$\omega_{вих} = \pi \cdot n_{вих} / 30 = 3,14 \cdot 240 / 30 = 25,15 \text{ c}^{-1}$$

Визначення частоти обертання окремих валів привода:

$$n_1 = n_{дв. електр.} = 1500 \text{ об/хв.}$$

$$n_2 = n_1 / U_{пас} = 1500 / 1,61 = 932 \text{ об/хв.}$$

$U_{пас}$ – передаточне число пасової передачі

$$n_3 = n_2 / U_{циклер.} = 932 / 3,87 = 240 \text{ об / хв}$$

$U_{циклер.}$ – передаточне число пасової передачі

Визначення значення кутової швидкості на валах привода:

$$\omega_1 = \pi \cdot n_1 / 30 = 3,14 \cdot 1500 / 30 = 157 \text{ c}^{-1}$$

$$\omega_2 = \pi \cdot n_2 / 30 = 3,14 \cdot 928,8 / 30 = 97,2 c^{-1}$$

$$\omega_3 = \pi \cdot n_3 / 30 = 3,14 \cdot 240 / 30 = 25,12 c^{-1}$$

Визначення потужності на окремих валах привода:

$$N_1 = N_{дв} = 3 \text{ КВт}$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{мех} = 3 \cdot 0,95 = 2,85 \text{ КВт}$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{цилпер.} \cdot \eta_{підш.} = 2,85 \cdot 0,98 \cdot 0,995 = 2,78 \text{ КВт}$$

Визначення значення крутніх моментів на окремих валах привода:

$$T_1 = N_1 / \omega_1 = 3000 / 157 = 19,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_2 = N_2 / \omega_2 = 2850 / 97,2 = 29,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$T_3 = N_3 / \omega_3 = 2780 / 25,12 = 110,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Передаточне число клинопасової передачі 1. (рис.3.2)

$$U_{\text{клинпер.1}} = \frac{d_{шк2}}{d_{шк1}} = \frac{224}{140} = 1,61,$$

$d_{шк1}, d_{шк2}$ – діаметри першого та другого шківів.

Передаточне число клинопасової передачі 8. (рис.3.2)

$$U_{\text{клинпер.2}} = \frac{d_{шк2}}{d_{шк1}} = \frac{225}{75} = 3,$$

Отже, $n_{елдвиг.} = n_{гв} \cdot U_{\text{клпер.}}$

$n_{гв}$ – кількість обертів гвинта, для того, щоб підняти кришку на $\alpha = 55^\circ$

$\alpha = 55^\circ$ – кут підняття кришки для безперешкодного відкоту діжі.

$$n_{гв} = \frac{L_{гв}}{S_{гв}} \cdot K = \frac{175}{5} \cdot 2 = 70 \text{ об/хв},$$

$L_{гв}$ – хід гвинта;

$S_{гв}$ – крок різьби гвинта;

$K=2$, коефіцієнт відношення часу. Беремо $K=2$, тому що кришку потрібно підняти за 30 с.

$$n_{ел.двиг} = 70 \cdot 3 = 210 \text{ об/хв}$$

Отже, беремо двигун типу: *4A254PB7Y3*

Потужність двигуна $N=1,6$ *кВт*.

Частота обертання вала 410 об/хв.

ККД=76%.

3.3.4. Розрахунок клинопасової передачі

Для розрахунку візьмемо наступні початкові дані:

$$N_1 = 3 \text{ кВт}$$

$$n_1 = 1500 \text{ хв}^{-1}$$

$$U_1 = 1.61$$

Розрахунок

1. Крутний момент на бистрохідному валу

$$T_1 = 9550 \frac{N_1}{n_1}, \quad (3.10)$$

де N_1 – потужність на бистрохідному валу, $N_1 = 3$ кВт

n_1 – кількість обертів на бистрохідному валу, $n_1 = 1500 \text{ хв}^{-1}$

$$T_1 = 9550 \frac{3}{1500} = 19,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

2. При даному крутному моменті по табл.2.12 вибираємо переріз паса «О» з розмірами : $b_p = 8.5$ мм; $h = 6.0$ мм; $b_o = 10$ мм; $y_o = 2.1$ мм; $F_1 = 0.47$ см².

3. Діаметр меншого шківа у відповідності з рекомендаціями табл.2.12 $d_{p,min} = 63$ мм, але так як в розглядуваному випадку немає жорстких обмежень габаритів передачі, то для збільшення строку служби паса приймаємо d_{p1} (табл. 2.21), тобто $d_{p1} = 140$ мм.

4. Діаметр великого шківа

$$d_{P2} = d_{P1} \cdot U \cdot (1 - \varepsilon), \quad (3.11)$$

де d_{p1} – діаметр ведучого шківа, $d_{p1} = 140$ мм.

U – передаточне число пасової передачі, $U = 1,61$

ε – коефіцієнт проковзування пасів по шківах, $\varepsilon = 0,02$

$$d_{P2} = 140 \cdot 1,61 \cdot (1 - 0,02) = 220,9 \text{ мм}$$

Стандартний діаметр d_{P2} вибираємо з ряду стандартних значень (табл.2.21)
 $d_{P2} = 224$ мм

5. Фактичне передаточне число

$$U_P = \frac{d_{P2}}{d_{P1} \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (3.12)$$

d_{P2} – діаметр веденого (другого) шківа, $d_{P2} = 224$ мм

d_{P1} – діаметр ведучого (першого) шківа, $d_{P1} = 140$ мм

ε – коефіцієнт проковзування пасів по шківах, $\varepsilon = 0,02$

$$U_P = \frac{224}{140 \cdot (1 - 0,02)} = 1,63$$

Це передаточне число допускається оскільки його відхилення від заданого $U = 1,63$ в межах 5%

6. Швидкість паса

$$V = \frac{\pi \cdot d_{P1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \text{ , де} \quad (3.13)$$

d_{P1} – діаметр ведучого шківа, $d_{P1} = 140$ мм

n_1 – кількість обертів на першому валу, $n_1 = 1500$ хв⁻¹

$$V = \frac{3,14 \cdot 140 \cdot 1500}{60 \cdot 1000} = 11 \text{ м/с}$$

7. Частота обертання веденого вала

$$n_{P2} = \frac{d_{P1} \cdot n_1 \cdot (1 - \varepsilon)}{d_{P2}} = \frac{140 \cdot 1500 \cdot (1 - 0,02)}{224} = 918,75 \text{ хв}^{-1}$$

Значення n_{P2} входить в поле допустимих значень 5%

8. Міжосьова відстань відповідно рекомендаціям (табл.2.14)

$$a = 0,95 \cdot d_{P2} = 1 \cdot 224 = 213 \text{ мм}$$

9. Розрахункова довжина паса

$$L = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} (d_{P1} + d_{P2}) + \frac{(d_{P2} - d_{P1})^2}{4 \cdot a} \quad (3.14)$$

де a – між осьова відстань,

$$a = 213 \text{ мм}$$

d_{P1} – діаметр ведучого шківа,

$$d_{P1} = 140 \text{ мм}$$

d_{P2} – діаметр веденого шківа,

$$d_{P2} = 224 \text{ мм}$$

$$L = 2 \cdot 213 + \frac{3,14}{2} \cdot (140 + 224) + \frac{(224 - 140)^2}{4 \cdot 213} = 997,58 \text{ мм}$$

Стандартна величина $L = 1000$ мм

10. По стандартній величині паса $L = 1000$ мм уточнюємо дійсну між осьову відстань.

$$a = \frac{2 \cdot L - \pi \cdot (d_{P1} + d_{P2}) + \sqrt{[2 \cdot L - \pi \cdot (d_{P1} + d_{P2})]^2 - 8 \cdot (d_{P2} - d_{P1})^2}}{8},$$

де L – довжина паса, $L = 1000$ мм

$$a = \frac{2 \cdot 1000 - 3,14 \cdot (140 + 224) + \sqrt{[2 \cdot 1000 - 3,14 \cdot (140 + 224)]^2 - 8 \cdot (224 - 140)^2}}{8} = 210 \text{ мм}$$

Мінімальна міжосьова відстань для натяжки і підтяжки пасів при витяганні

$$a_{\min} = a - 0,01 \cdot L = 210 - 0,01 \cdot 1000 = 200 \text{ мм}$$

Максимальна міжосьова відстань для натяжки і підтяжки пасів при витяганні

$$a_{\max} = a + 0,025 \cdot L = 210 + 0,025 \cdot 1000 = 235 \text{ мм}$$

11. Кут охоплення на меншому шківу

$$\alpha_1^0 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{d_{P2} - d_{P1}}{a}, \quad (3.15)$$

де $d_{P1} = 140$ мм

$d_{P2} = 224$ мм

$a = 210$ мм

$$\alpha_1^0 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{224 - 140}{210} = 156^\circ \rightarrow [\alpha] = 110^\circ$$

12. Початкова довжина паса (табл.2.15) $L_0 = 1320$ мм.

$$\text{Відносна довжина} - \frac{L}{L_0} = \frac{1000}{1320} = 0,76$$

13. Коефіцієнт довжини (табл. 2.19) $C_L = 0,93$

14. Початкова потужність при $d_{pl} = 140$ мм і $V = 11$ м/с (табл. 2.15)

$$N_0 = 1,61 \text{ кВт}$$

15. Коефіцієнт кута охоплення (табл. 2.18) $C_\alpha = 0,94$

16. Поправка до крутного моменту на передаточне число (табл. 2.20)

$$\Delta T_n = 0,4 \text{ Нм}$$

17. Поправка до потужності

$$\Delta N_n = 0,0001 \cdot \Delta T_n \cdot n_\delta, \text{ де}$$

ΔT_n – поправка до крутного моменту, $\Delta N_n = 0,06H \cdot M$

n_δ – кількість обертів на першому валу, $n_\delta = 1500 \text{ хв}^{-1}$

$$\Delta N_n = 0,0001 \cdot 0,4 \cdot 1500 = 0,06 \text{ кВт}$$

18. Коефіцієнт режиму роботи при вказаному навантаженні (табл. 2.8)

$$C_p = 0,73$$

19. Допустима потужність на один пас

$$[N] = (N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta N_n) \cdot C_p, \text{ де}$$

N_0 – початкова потужність при $d_{pl} = 140$ мм і $V = 11$ м/с; $N_0 = 1,65$ кВт

C_α – коефіцієнт кута охоплення, $C_\alpha = 0,94$

C_L – коефіцієнт довжини, $C_L = 0,93$

C_p – коефіцієнт режиму роботи, $C_p = 0,73$

N_0 – початкова потужність, $N_0 = 1,65$ кВт

ΔN_n – поправка до потужності, $\Delta N_n = 0,06$ кВт

$$[N] = (1,65 \cdot 0,94 \cdot 0,93 + 0,06) \cdot 0,73 = 1,1 \text{ кВт}$$

20. Розрахункове число пасів

$$Z = \frac{N}{[N]}, \text{ де}$$

N – потужність яку потрібно передати пасвою передачею $N = 3$ кВт

$[N]$ – допустима потужність на один пас $[N]=1,1$ кВт

$$Z = \frac{3}{1,1} = 2,72$$

21. Коефіцієнт враховуючий нерівномірність навантаження $C_Z = 0,95$

22. Дійсне число пасів у передачі

$$Z' = \frac{Z}{C_Z} = \frac{2,72}{0,95} = 2,86$$

Приймаємо число пасів $Z' = 3$

23. Сила початкового натягу одного клинового паса

$$S_{0,1} = \frac{780 \cdot N}{V \cdot C_\alpha \cdot C_p \cdot Z'} + q \cdot V^2, \text{ де}$$

$N = 3$ кВт

$V = 11$ м/с

$C_\alpha = 0,94$

$C_p = 0,73$

$Z' = 3$

$q = 0,07$ кг/м (табл. 2.12)

$$S_{0,1} = \frac{780 \cdot 3}{11 \cdot 0,93 \cdot 0,73 \cdot 3} + 0,07 \cdot 11^2 = 113 \text{ Н}$$

24. Зусилля діюче на вали передачі

$$Q = 2 \cdot S_{0,1} \cdot Z' \cdot \sin \frac{\alpha_1^0}{2}, \text{ де}$$

$S_{0,1}$ – сила початкового натягу одного паса $S_{0,1} = 113$ Н

Z' – дійсне число пасів $Z' = 3$

α_1^0 – кут охоплення пасом меншого шківa $\alpha_1^0 = 156^\circ$

$$Q = 2 \cdot 113 \cdot 3 \cdot \sin \frac{156^\circ}{2} = 665 \text{ Н}$$

25. Розміри обода шківа по (табл. 2.21)

$$l_P = 8,5 \text{ мм}; h = 7 \text{ мм}; b = 2,5 \text{ мм}; l = 12 \pm 0,3 \text{ мм}; f = 8,0 \pm 1 \text{ мм}; r = 0,5 \text{ мм};$$

$$h_{1min} = 6 \text{ мм};$$

$$\alpha_1 = 38^\circ; \alpha_2 = 40^\circ.$$

26. Зовнішній діаметр шківів

$$d_{e1} = d_{p1} + 2 \cdot b = 10 + 2 \cdot 2,5 = 145 \text{ мм}$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2 \cdot b = 224 + 2 \cdot 2,5 = 229 \text{ мм}$$

27. Ширина обода шківа

$$M = (Z' - 1) \cdot e + 2 \cdot f = (3 - 1) \cdot 12 + 2 \cdot 8 = 40 \text{ мм}.$$

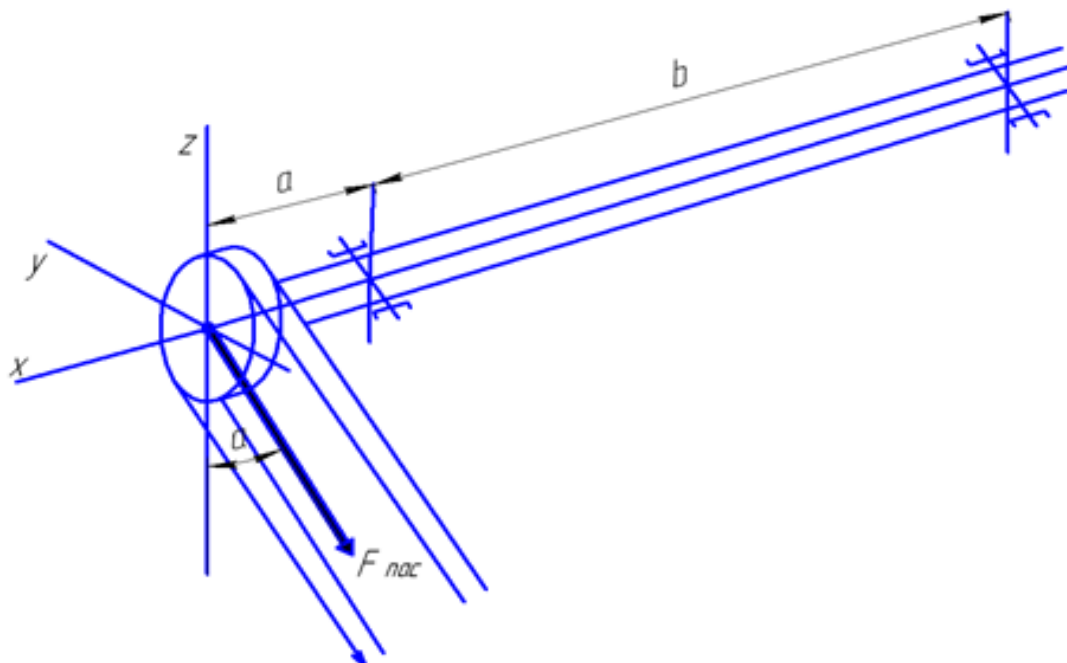


Рис.3.2 Ескіз пасової передачі

3.3.5. Перевірочний розрахунок вала

Визначення діючих на вал зусиль:

Крутний момент діючий на валу:

$$T = 9550 \frac{N}{n} \quad (3.16)$$

де N – потужність на валу, n – частота обертання вала

потужність на валу $N = 2.85$ кВт,.

частота обертання вала 932 об/хв

$$T = 9550 \frac{2,85}{932} = 29,3 (H \cdot m)$$

Будуємо епюру крутних моментів.

В площині XOY та XOZ на вал, в точці А та точці В, де розміщені ідшипники, діють сили реакції опор.

В площині XOY , в точці О на ведений шків діє зусилля Q , величина якого:

$$Q = 2 \cdot S_{0,1} \cdot Z' \sin \frac{\alpha_1^0}{2} = 2 \cdot 113 \cdot 3 \cdot \sin \frac{156^\circ}{2} = 665 (H)$$

В точці С на зубчасте колесо діє колова сила, її величина:

$$F_t = \frac{2T}{D} = \frac{2 \cdot 29,3}{0,045} = 1238 (H)$$

А в точці С на зубчасте колесо буде діяти радіальна сила F_r , її величина уде дорівнювати:

$$F_r = F_t \operatorname{tg} \alpha = 1238 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ = 1238 \cdot 0,36 = 446 (H)$$

Площина xoy

Проекція сил на площину xoy буде рівна:

$$F_r = 446 (H)$$

$$Q = 665 (H)$$

Визначаємо реакції в опорах:

Сума моментів відносно точки А буде рівна нулю:

$$\sum M(A) = Qa - R_B b + F_r (b+c) = 0$$

звідси:

$$R_B^z = Qa + F_r(b+c)/b$$

$$R_B^z = 665 \cdot 0,7 + 446(0,78 + 0,44)/0,78 = 1294,385(H)$$

$$R_B^z = 1294,385(H)$$

Сума моментів відносно точки В буде рівна нулю:

$$\sum M(B) = Q(a+b) - R_A b + F_r c = 0$$

звідси:

$$R_A^z = Q(a+b) - F_r c / b$$

$$R_A^z = 665(0,7 + 0,78) + 446 \cdot 0,44 / 0,78 = 1513,385(H)$$

$$R_A^z = 1513,385(H)$$

Робимо перевірку, сума всіх поперечних сил повинна дорівнювати нулю:

$$\sum F = Q - R_A^z + R_B^z - F_r = 665 - 1513,385 + 1294,385 - 446 = 0$$

Знаходимо величини згинаючих моментів на перерізах вала та будуємо епюру згинаючих моментів в площині хоу:

$$M(0) = 0(H \cdot m)$$

$$M(a) = Qa$$

$$M(a) = 665 \cdot 0,7 = 465,5(H \cdot m)$$

$$M(b) = Q(a+b) - R_A^z b$$

$$M(b) = 665 \cdot (0,7 + 0,78) - 1513,385 \cdot 0,78 = -196,24(H \cdot m)$$

$$M(c) = Q(a+b+c) - R_A^z(b+c) + R_B^z c$$

$$M(c)=665\cdot(0,7+0,78+0,44)-1513,385\cdot(0,78+0,44)+1294,385\cdot0,44=0$$

Площина XOZ

Проекція сил на площину хоз буде рівна:

$$F_t=1238(H)$$

Визначаємо реакції в опорах:

Сума моментів відносно точки А буде рівна нулю:

$$\sum M(A)=-R_B^6 b - F_t(b+c)=0$$

звідси:

$$R_B^6 = -F_t(b+c)/b$$

$$R_B^6 = 1238\cdot(0,78+0,44)/0,78=1936,359(H)$$

$$R_B^6 = 1936,359(H)$$

Сума моментів відносно точки В буде рівна нулю:

$$\sum M(B)=R_A^6 b - F_t\cdot c=0$$

звідси:

$$R_A^6 = F_t\cdot c/b$$

$$R_A^6 = 1238\cdot0,44/0,78=698,359(H)$$

$$R_A^6 = 698,359(H)$$

Робимо перевірку, сума всіх поперечних сил повинна дорівнювати нулю:

$$\sum F = R_A^6 - R_B^6 + F_t = 698,359 - 1936,359 + 1238 = 0$$

Знаходимо величини згинаючих моментів на перерізах вала та будемо епюру згинаючих моментів в площині хоз:

$$M(0)=0(H\cdot m)$$

$$M(a)=0(H \cdot m)$$

$$M(b)=R_A^e \cdot b$$

$$M(b)=698,359 \cdot 0,78=1324,72(H \cdot m)$$

$$M(c)=R_A^e(b+c)-R_B \cdot c$$

$$M(c)=698,359(0,78+0,44)-1936,359 \cdot 0,44=0$$

Визначаємо сумарні моменти в перерізах вала та будуємо епюру сумарних згинаючих моментів:

$$M(0)_{\text{сум}}=0(H \cdot m)$$

$$M(a)_{\text{сум}}=\sqrt{465,5^2+0^2}=465,5(H \cdot m)$$

$$M(b)_{\text{сум}}=\sqrt{(-196,24)^2+1324,72^2}=1339,176(H \cdot m)$$

$$M(c)_{\text{сум}}=0(H \cdot m)$$

Визначаємо еквівалентні моменти в перерізах вала за третьою теорією міцності, та будуємо епюру еквівалентних моментів:

$$M_{\text{Еке}}=\sqrt{M_{\text{сум}}^2+\alpha \cdot T^2}$$

$$\alpha \cdot T=0,59091 \cdot 29,3=17,313$$

$$M(0)_{\text{Еке}}=\alpha \cdot T=17,313(H \cdot m)$$

$$M(a)_{\text{Еке}}=\sqrt{465,5^2+17,313^2}=465,822(H \cdot m)$$

$$M(b)_{\text{Еке}}=\sqrt{(1339,176)^2+17,313^2}=1339,288(H \cdot m)$$

$$M(c)_{E_{кв}} = 0(H \cdot m)$$

Розрахункові діаметри вала в відповідних точках:

$$d = 3 \sqrt[3]{\frac{M_{np}}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}}$$

$$d(0) = 3 \sqrt[3]{\frac{17,313 \cdot 10^3}{9}} \approx 12 \text{ мм}$$

$$d(a) = 3 \sqrt[3]{\frac{465,822 \cdot 10^3}{9}} \approx 22 \text{ мм}$$

$$d(b) = 3 \sqrt[3]{\frac{1339,288 \cdot 10^3}{9}} \approx 26 \text{ мм}$$

Робимо перевірку вала в найбільш небезпечних перерізах виходячи з умови міцності:

$$\sigma = \frac{M_{E_{кв}}}{\omega_{\rho}} \leq [\sigma_{-1}]$$

. Вал виготовлено із матеріалу – сталь 40ХН, допустима границя міцності по еквівалентним навантаженням

$[\sigma_{-1}] = 0,6 \cdot [\sigma_T] = 0,6 \cdot 800 = 480 \text{ МПа}$, мінімальний коефіцієнт запасу міцності $[n] = 1,8$.

де ω_{ρ} – полярний момент опору, для круглого поперечного перерізу:

$$\omega_{\rho} = \frac{\pi \cdot D^3}{32}$$

Небезпечні перерізи при даних навантаженнях.

в точці O, діаметр вала 12 мм:

$$\omega_{\rho}^O = \frac{3,14 \cdot 0,012^3}{32} = 0,169 \cdot 10^{-6} (\text{м}^3)$$

$$\sigma^O = \frac{29,3}{0,169 \cdot 10^{-6}} = 173,4 (\text{М})$$

$$n = \frac{[\sigma_{-1}]}{\sigma} = \frac{480}{173,4} = 2,8 > [n]$$

в точці A діаметр вала 22 мм:

$$\omega_{\rho}^A = \frac{3,14 \cdot 0,022^3}{32} = 1,045 \cdot 10^{-6} (\text{м}^3)$$

$$\sigma^O = \frac{29,3}{1,045 \cdot 10^{-6}} = 28,038 (\text{М})$$

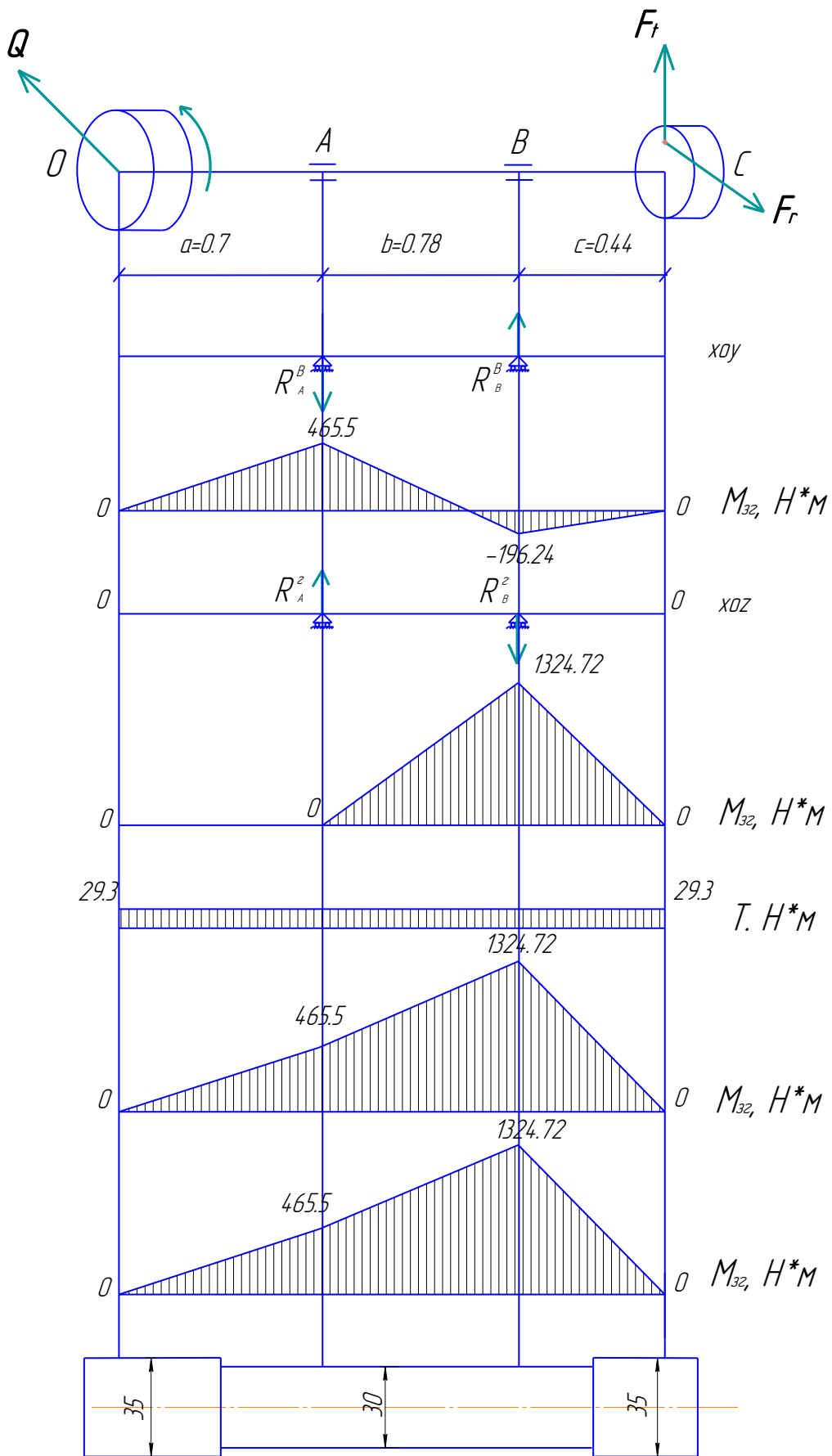


Рис.3.3 Епюри навантажень на валу редуктора

$$n = \frac{[\sigma_{-1}]}{\sigma} = \frac{480}{28,038} = 17,1 > [n]$$

в точці В, діаметр вала 26 мм:

$$\omega_B = \frac{3,14 \cdot 0,026^3}{32} = 1,724 \cdot 10^{-6} (\text{м}^3)$$

$$\sigma^O = \frac{29,3}{1,724 \cdot 10^{-6}} = 22,9 (\text{МПа})$$

$$n = \frac{[\sigma_{-1}]}{\sigma} = \frac{480}{22,9} = 20,9 > [n]$$

Вал є придатний для роботи при даних умовах навантажень, так як в найбільш небезпечних перерізах коефіцієнт запасу міцності перевищує мінімальний.

Конструктивно обираємо діаметр вала під шківом $d=35$ мм, діаметр вала під підшипниками $d=30$ мм, діаметр вала під шестерньою $d=35$ мм.

3.3.6. Вибір підшипників.

Визначимо приведені навантаження в місцях встановлення підшипників:

$$R_A = \sqrt{(R_A^X)^2 + (R_A^Y)^2} = \sqrt{1513,4^2 + 698,3^2} = 1667 \text{ Н.}$$

$$R_B = \sqrt{(R_B^X)^2 + (R_B^Y)^2} = \sqrt{1294,4^2 + 1936,4^2} = 2329 \text{ Н.}$$

Більш навантажена опора В.

У зв'язку з тим, що частота обертання $n=932 > 1$ об/хв., вибір підшипників робимо по динамічній вантажопідйомності.

$$P = V \cdot R \cdot \underline{D_{ГПР}} \cdot K_\delta \cdot K_m$$

де $V=1$, так як обертається внутрішнє кільце підшипника.

$K_\delta=1$ – коефіцієнт безпеки.

$K_m=1,05$ – температурний коефіцієнт.

$$P=1 \cdot 2329 \cdot 1 \cdot 1,5=3494H.$$

Потрібна динамічна вантажепідємність:

$$C_{nom} = P^p \cdot \sqrt{t \cdot n \cdot 60 / 10^6} = 3494^{0,33} \sqrt{32000 \cdot 932 \cdot 60 / 10^6} = 625H$$

Приймаємо підшипники радіальні однорядні особливо легкої серії №7000106

$$C=756 > 625H.$$

Розміри шарикопідшипника: 30x55x9

4. ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1. Загальні вимоги

Правила технічної експлуатації обладнання вимагають забезпечення стандартних умов для його коректного функціонування. Це включає відповідність приміщень, оптимальний температурний режим, рівень вологості, чистоту повітря, а також належний стан робочого простору, серед іншого – зручність підходу до обладнання, організоване зберігання напівфабрикатів і інвентарю. Особливе значення надається підтриманню чистоти обладнання, своєчасному та правильному змащуванню згідно з установленими режимами, дотриманню допустимих параметрів роботи механізмів (сила навантаження, швидкість), виконанню вимог щодо управління машинами й правил міжремонтного обслуговування, передбачених регламентом планово-попереджувальних ремонтів (ППР). Контроль за технічним станом обладнання на підприємстві здійснює відділ головного механіка. Його завдання полягає не лише в моніторингу умов експлуатації, а й у створенні технічних рекомендацій для підвищення ефективності та покращення стану обладнання. Правильний догляд за технікою відіграє ключову роль у збереженні її працездатності. Дбайливе ставлення дозволяє значно продовжити термін служби обладнання до чергового ремонту. Перед початком роботи працівник має обов'язково оглянути машину, переконатися, що вона була ретельно очищена попередньою зміною операторів, увімкнути її та перевірити справність механізмів, а також оглянути точки змащування й наявність мастила у відповідних вузлах. У разі виявлення несправностей чи пошкоджень, працівник повинен одразу сповістити про це майстра без початку виконання робіт. У ході експлуатації необхідно уважно стежити за справністю робочих вузлів машини. За поломки, викликані неналежною експлуатацією, несуть відповідальність як звичайний працівник, так і відповідальний майстер. Категорично заборонено залишати працююче обладнання без нагляду. Під час робочої зміни працівник повинен виконувати змащування всіх вузлів відповідно до карти змащування для конкретної машини, використовуючи мастильні матеріали, визначені

інструкцією. При роботі обладнання слід контролювати температуру підшипників і звертати увагу на появу сторонніх звуків. У разі їх виявлення необхідно негайно зупинити машину та провести регулювання. Якщо дрібна несправність не впливає на продуктивність роботи, її слід усунути відразу заміною пошкодженого елемента запасним. При серйозних поломках, які спричиняють простої, працівник зобов'язаний оперативно повідомити майстра про проблему для подальшого усунення неполадок.

4.2. Налагодження

Устаткування, яке постачається безпосередньо із заводу-виробника в повністю зібраному стані, не потребує додаткових процедур складання під час його встановлення. Процес монтажу технологічного устаткування включає низку чітко визначених етапів: починаючи з транспортування обладнання зі складу до монтажної зони, виконання такелажних робіт на місці встановлення, розпакування та видалення консерваційних матеріалів, а також встановлення на заздалегідь підготовлені опори чи поверхні. Устаткування монтується на відповідні основи, такі як фундаменти, металеві опорні конструкції, залізобетонні перекриття або ж чисту поверхню підлоги. Особливу увагу приділяють вивіренню положення устаткування в горизонтальній і вертикальній площинах із застосуванням вимірювальних інструментів. Закріплення здійснюється за допомогою фундаментних або самоанкеруючих гвинтів. Завершальним етапом є випробування роботи обладнання в режимі холостого ходу. Переміщення елементів устаткування до ділянки встановлення виконується механізованими способами у точній відповідності до проектно-планувальної документації (ППР). Перший етап регулювання устаткування проводиться, коли воно тимчасово лежить на підкладках, а остаточне налаштування – після затягування гайок фундаментних гвинтів. Виконане згідно з усіма технічними вимогами регулювання забезпечує рівномірне навантаження на пакети підкладок, що перевіряється шляхом обстукування молотком – результатом має бути чистий звук без сторонніх вібрацій та

стукотіння. Уся процедура монтажу виконується згідно зі схемою розташування устаткування, із точним дотриманням осей і висотних відміток машин. Під час налагодження технологічних ліній особливо строго дотримуються нормативних величин взаємного розташування всіх елементів, а також їх прив'язки до несучих конструкцій у повній відповідності до проектної документації. Встановлене технологічне устаткування доводять до кінцевого стану за допомогою спеціальних регулювальних елементів: інвентарних чи металевих підкладок або регулювальних гвинтів, змонтованих у стійках. Для цього місця кріплення відповідно готують – очищають поверхню опори, вивіряють її рівнем і забезпечують такі розміри, які перевищують розміри підкладок не менш ніж на 25 мм із кожного боку. Робочі поверхні підкладок мають бути гладкими, без вигинів або механічних пошкоджень. Їх установлюють з обох сторін кожного фундаментного гвинта, намагаючись розташувати якомога ближче до них. Якщо ж устаткування легке, допускається встановлення підкладок лише з одного боку гвинта. Перевірка горизонтальності установки відбувається по оброблених поверхнях у двох взаємно перпендикулярних напрямках за допомогою рівня та виска. Вертикальність контролюється шляхом вимірювань по тих самих поверхнях. Будь-які відхилення осей або висотних показників у горизонтальному чи вертикальному напрямках повинні знаходитися в межах допустимих норм. Окрему увагу заслуговує детальний опис монтажу тістомісильної машини серії А2-ХТБ. Ця установка складається з кількох основних конструктивних елементів: фундаментної плити, станини, місильного органу, підкочуваної діжі та привода. Основою роботи привідного механізму місильного органу є пасова передача та планетарний редуктор. У процесі функціонування планетарні зірочки забезпечують одночасне обертання кінця місильного органу по колу діаметра діжі й навколо власної.

4.3. Технічне обслуговування

Для забезпечення безперебійної, надійної та тривалої роботи тістомісильної машини моделі А2-ХТБ у складі виробничої лінії слід уважно

дотримуватися процедур регулярного технічного обслуговування, поточного та капітального ремонту обладнання. Технічне обслуговування має бути проведене своєчасно та систематично, щоб уникнути небажаних зупинок і поломок. До комплексу заходів з технічного обслуговування обладнання входять, насамперед, щоденні профілактичні огляди. Перед стартом роботи і після завершення змін слід ретельно очистити машину від забруднень, включаючи пил і залишки виробничих продуктів. Обов'язковою є регулярна перевірка надійності з'єднань болтів та кріпильних елементів у вузлах машини, таких як редуктор, станина, траверса, двигуни, а також місильний орган. Зона тертя приводу повороту траверси потребує змащення: змащується гвинт, гайка і напрямні, а мастило в картері редуктора повинно підтримуватись на оптимальному рівні. Особливу увагу слід звертати на конічні підшипники вихідного валу редуктора. Регулярно перевіряйте ступінь їхнього зношення та за потреби регулюйте осьовий люфт у межах 0,05–0,1 мм. Своєчасне і правильне регулювання натягу клинопасових передач також сприяє продовженню строку служби обладнання. Поточний ремонт передбачає діагностування технічного стану машини з метою виявлення дефектів та своєчасного усунення несправностей. До основних робіт належать заміна зношених деталей механізму повороту траверси, підтягування кріпильних елементів і регулювання пружин та зазорів. Також необхідно проводити очищення і перевірку підшипників, очищення мастильних вузлів, а за потреби замінювати приводні паси. Капітальний ремонт вимагає більш розширеного спектра ремонтних робіт із глибокою діагностикою всіх деталей і механізмів тістомісильної машини. Під час такого обслуговування виконується комплексний огляд стану обладнання, фіксація дефектів у відповідній документації та подальше виконання ремонтних або відновлювальних робіт. При загальному контролі роботи обладнання дуже важливо здійснювати періодичну перевірку функціональних режимів машини. Усі ущільнення мають бути підтягнуті, а технічні огляди повинні проходити не рідше одного разу на два місяці. Перед початком роботи необхідно перевіряти машину на відсутність

сторонніх предметів у її механізмах. Всі захисні огороження мають бути встановлені й закріплені на своїх місцях. Перед передачею зміни оператору необхідно подбати про чистоту дежі та місильних елементів, усунувши залишки тіста. У щоденній експлуатації тістомісильних машин, особливо з більш складним рухом місильного органу, слід уважно моніторити потрапляння борошна до масляної ванни привідної головки. Це запобіжить засміченню системи та підвищить ефективність роботи вузлів. Клиноподібні паси потребують періодичного очищення як від борошна, так і від залишків тіста. Щодо змащення вузлів — воно виконується строго відповідно до робочої карти та таблиці змащення. Усі точки змащуються спеціальним шприцом через масляні отвори та прес-маслянки. Масло в редукторах перед кожною заміною повинно бути попередньо промито мийним розчином. Необхідно також контролювати затяжку всіх кріплень, періодично підтягуючи болти й гайки

Карта змащення тістомісильної машини А2-ХТБ

Номер позиції на схемі	Місце змащування	Вид мастила	Спосіб змащування	Періодичність змащування
1	Підшипники валу електродвигуна приводу місильного органу	Солідол УС – 2	Набивка	1 раз в рік
2	Редуктор приводу місильного органу	Циліндричне 52	Заливання в корпус	1 раз в 3 місяці
3	Підшипники кочення гвинтової передачі	Солідол УС – 2	Набивка	1 раз в рік
4	Передача гвинт-гайка	Циліндричне 52	Набивка	1 раз в тиждень
5	Вісь повороту траверси	Ціатім-221	Шприцування	1 раз в місяць

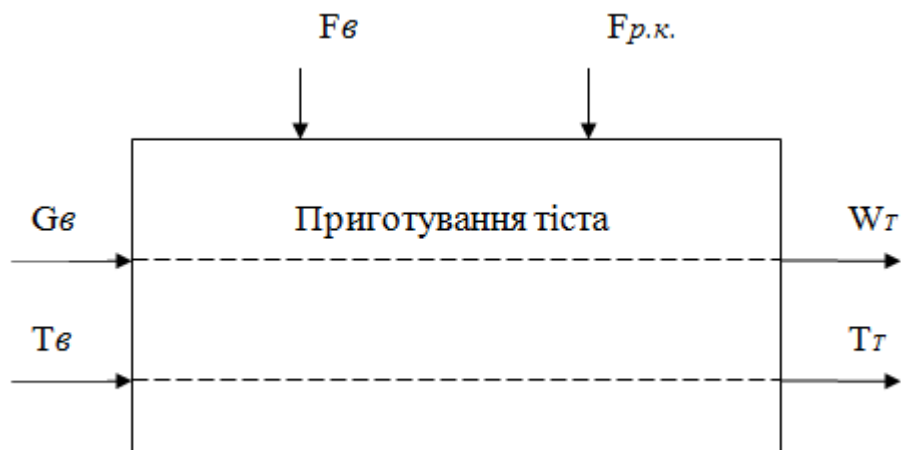
4.4. Автоматизація виробництва

Автоматизація є науково-технічним напрямом, що досліджує та розробляє підходи і засоби для ефективного контролю й управління різними виробничими

процесами. Автоматизація технологічних процесів передбачає застосування технічних рішень у рамках виробництва або його окремих етапів, забезпечуючи виконання чи керування без прямої участі людини. Основною її метою є зниження трудових витрат, покращення умов праці, збільшення обсягів виробництва та підвищення якості продукції. Часткова автоматизація означає впровадження в технологічні процеси таких систем, де робота людини, зокрема і управлінські завдання, замінюється засобами автоматики лише частково. Повна автоматизація, зі свого боку, забезпечує повну заміну людської праці, включно з управлінням, технічними рішеннями, що базуються на використанні автоматичних систем. Залежно від функціонального призначення такі системи виконують такі завдання: – контроль, який включає постійний моніторинг параметрів процесу та передачу даних на пристрої сигналізації, управління чи реєстрації; – регулювання, метою якого є утримання процесу на заданому рівні або його зміна згідно з визначеним алгоритмом. Щодо харчової промисловості, автоматизація хлібопекарного та макаронного виробництв реалізується за допомогою автоматизованих систем регулювання та управління. Ступінь її впровадження на хлібозаводах залежить від конкретних технологічних задач та рівня механізації виробничих процесів. Процес приготування тіста включає кілька важливих етапів, таких як дозування сировини й напівфабрикатів, замішування тіста та його бродіння. Автоматизація цих процесів передбачає: – програмоване керування обладнанням тістоприготувального відділення; – автоматичний контроль і регулювання подачі сировинних матеріалів і напівфабрикатів у тістомісильну машину; – контроль і регулювання температури напівфабрикатів у процесі приготування. Розглядаючи тістоприготувальне обладнання як об'єкт автоматизації, варто зазначити, що автоматичне управління обладнанням забезпечується для всього комплексу машино-механізмів відділення. Наприклад, у тістомісильній машині А2-ХТБ налаштовують час замішування через реле часу. Контроль витрат рідких компонентів можна реалізувати за допомогою витратомірів, а регулювання — спеціальними вентилями на трубопроводах. Дозування борошна здійснюється

за допомогою спеціальних дозаторів. Таким чином, впровадження автоматизації в технологічні процеси сприяє підвищенню ефективності та якості виробництва, одночасно спрощуючи роботу персоналу й оптимізуючи витрати ресурсів.

Параметрична схема приготування тіста



Вихідними контрольованими параметрами виступатимуть температура тіста (T_t) та його вологість (W_t).

Вхідними керуючими впливами будуть кількість води (G_v) і температура води (T_v).

Збурювальні впливи представлятимуть собою такі параметри: витрата води (F_v) та витрати рідких компонентів ($F_{p.k.}$).

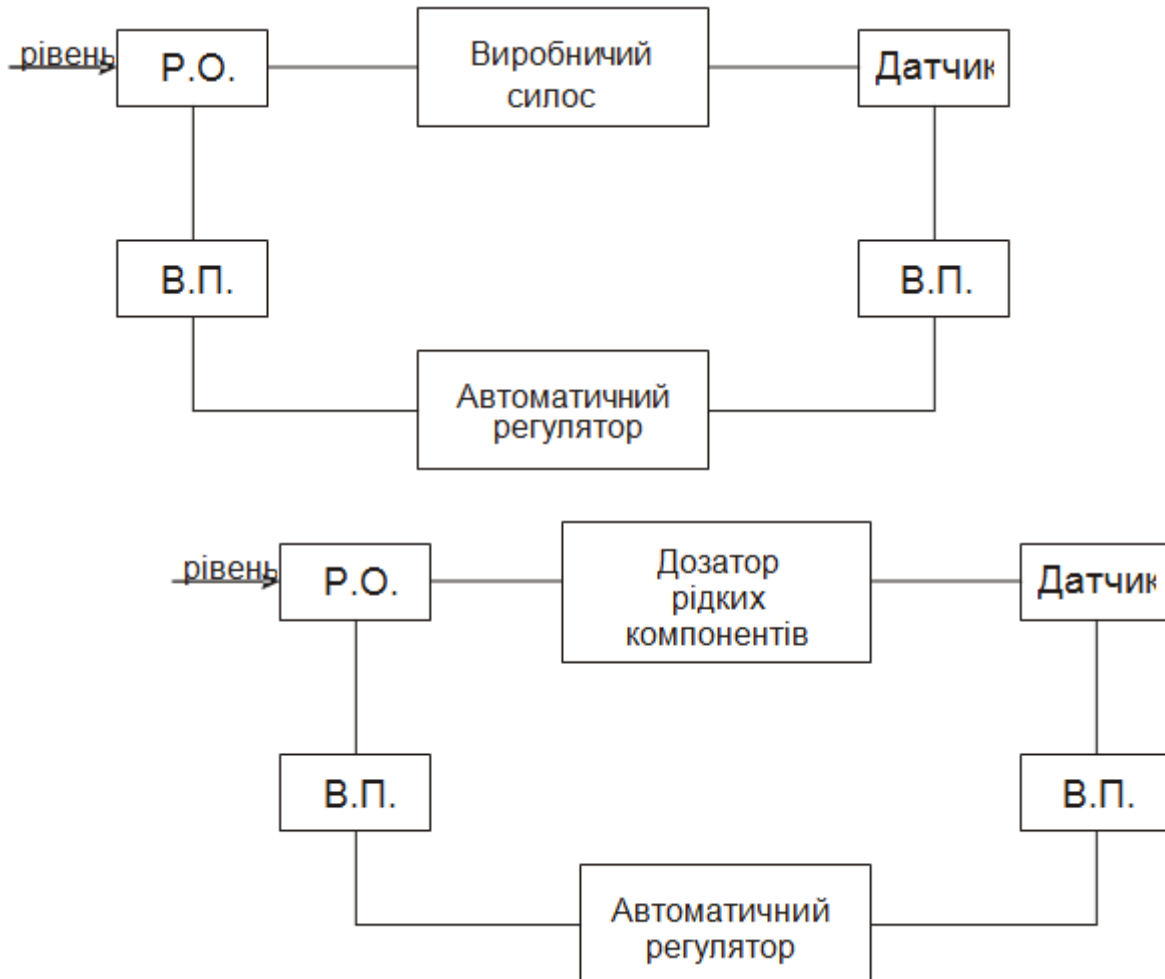
Таблиця 3.1 – Завдання на розробку автоматизації

Машина, агрегат	Параметричне місце відбору сигналу	Місце відбору сигналу	Вид автоматизації	Характер контролю
Виробничий силос ХЕ-6А-Т	Рівень нижній, верхній Борошно	Верхній, нижній	Контроль, регулювання	Покази, реєстрація, стабілізація
Дозатор рідких компонентів	Рівень Вода, дріжджова суспензія, сольовий розчин, мочка, закваска	Верхній, нижній	Контроль регулювання	Покази, реєстрація, стабілізація

Тістомісильна машина А2-ХТБ	Температура	На початку бродіння	Контроль, регулювання	Покази, реєстрація, стабілізація
-----------------------------	-------------	---------------------	-----------------------	----------------------------------

Під час проведення вимірювання температури як первинний вимірювальний прилад доцільно обрати термометр опору. Цей прилад включає термочутливий елемент (термоперетворювальний опір), електровимірювальний пристрій, а також сполучні дроти, які забезпечують передачу сигналу. Робочий діапазон вимірювання цього термометра становить від 260 до 1100 градусів, що дозволяє ефективно контролювати температуру у заданих межах. Для вимірювання рівня обирається ємкісний рівнемір типу ДУЕ-2. Він спеціалізується на безперервному автоматичному реєструванні ємності датчика, яка прямо залежить від висоти контрольованого середовища, наприклад, рідини або сипучого матеріалу. Як електровимірювальний прилад використовується автоматичний міст, що працює за принципом збалансованої мостової схеми. Така система забезпечує високоточне визначення змін ємності та, відповідно, рівня матеріалу. Для впровадження автоматичного регулювання використовуються контури Р-25.1 та Р-25.3. Контур Р-25.1 призначений для взаємодії з датчиками та проміжними перетворювачами, які формують вихідний сигнал змінного струму в межах від 0 до 2 В. Його основна сфера застосування включає задачі регулювання тиску, контролю рівня та обчислення витрати. Контур Р-25.3, у свою чергу, орієнтований на співпрацю з термоелектричними термометрами стандартного градування, що відповідають високим вимогам точності при температурних вимірюваннях. Енергозабезпечення асинхронного електродвигуна здійснюється за рахунок трифазного змінного струму з номінальною напругою в діапазоні 220–380 В і частотою 50 Гц. Такий двигун є оптимальним вибором для забезпечення стабільної роботи механізмів у системі. У ролі регулювальних органів використовуються клапани та заслінки. Клапани виступають одним із найпоширеніших дросельних елементів регулювання потоку, які можуть бути застосовані як для рідких, так і для газоподібних середовищ. Вони дозволяють

точно і надійно управляти витратою носія в технологічному процесі. Розробка структурних схем регулювання основних параметрів є важливим етапом створення автоматизованої системи управління. Обґрунтований добір технічних засобів для цієї системи дозволяє забезпечити її ефективну роботу, яка відповідає необхідним технологічним і експлуатаційним характеристикам.



Таблиця 4.2 – Специфікація на прилади і засоби автоматизації

Позначення на схемі	Найменування і технічна характеристика	Тип	Кількість
1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1	Первинний вимірювальний перетворювач рівнемір ємкісний. Датчик стержневий, покриття електрода фторопласт. Температура середовища	ЕИУ-2	9
1-3, 2-3, 3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2	Прилад для вимірювання рівня із контактним пристроєм. Заслонка використовується для регулювання	ЕПП	7

	поток газів у трубопроводах для регулювання витрат рідини		
8-1	Термоперетворювач опору градуїровка 23,24.Матеріал замкненої арматури, сталь СХ13,монтажна довжина 120-2000 мм, вібростійкий	ТСМ-5071	1
8-2	Прилад для вимірювання температури, міст автоматичний. Градуїровка 23,ширина діафрагми 160 мм	КСП-2	1
КМ1, КМ2, КМ3, КМ4, КМ5, КМ6, КМ7, КМ8, КМ9, КМ10	Магнітний пускач , призначений для управління електричним виконавчими механізмами. Габаритні розміри 207х220х96 мм	ПАЛРТ-69-1	10
SA1, SA2, SA3, SA4, SA5, SA6, SA7, SA8	Перемикачі, здійснюють перехід з автоматичного регулювання на ручне. Габаритні розміри 64х55х100 мм.	ППП6-1	8
SB1,SB2,SB3, SB4, SB5,SB6,SB7, SB8, SB9,SB10,SB11, SB12,SB13,SB14, SB15,SB16,SB17, SB18,SB19,SB20	Пневмокнопки, призначені для короткочасної передачі тиску живлення в схему. Габаритні розміри пневмокнопки: 24х24х45 мм.	П1-КН.3	20
HL1,HL2,HL3,HL4, HL5,HL6,HL7,HL8, HL9,HL10,HL11, HL12,HL13,HL14, HL15,HL16,HL17, HL18, HL19,HL20, HL21,HL22,HL23 HL24	Прилад сигналізації світловий		24

Таблиця 3.3 – Позиційне позначення електроапаратури

Позначення	Найменування
HL	Прилад світлової сигналізації в ланцюгах управління, сигналізації і т.п.
SA	Вимикач або перемикач
SB	Вимикач кнопочний
КМ	Магнітний пускач

Таблиця 3.4 – Умовні позначення приладів і засобів автоматизації

TE	Первинний вимірювальний перетворювач для вимірювання температури
TI	Прилад для вимірювання температури з автоматичним пристроєм, реєструючий, встановлений на щиті(потенціометр)
HS	Перемикач електричний
H	Апарат призначений для ручного дистанційного керування(ввімкнення, вимкнення електродвигуна)
LE	Первинний вимірювальний перетворювач для вимірювання рівня (ємкісний рівнемір).
LSA	Прилад для вимірювання рівня із контактним пристроєм. Встановлений за місцем.
NS	Пускова апаратура для керування електродвигуном(ввімкнення, вимкнення насосу).

Швидкий розвиток харчової промисловості створює об'єктивну потребу в активному запровадженні інноваційних технічних рішень, сучасних виробничих технологій і прогресивних підходів до організації виробничих процесів. Ця необхідність виникає через постійне прагнення галузі підвищувати ефективність роботи, оптимізувати ресурси та забезпечувати відповідність продукції високим стандартам якості. На сьогоднішній день впроваджуються різноманітні заходи, спрямовані на досягнення більш раціонального та економного використання матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів. Це включає вдосконалення технологічних ланцюгів, мінімізацію втрат під час виробництва, а також ініціювання нових методів моніторингу й контролю на всіх етапах процесу. Одним із визначальних факторів ефективної діяльності є застосування вимірювальних перетворювачів і спеціалізованих приладів, які дозволяють отримувати точні дані про перебіг технологічних процесів. Їх основним призначенням є забезпечення можливості для точного контролю заданих параметрів, що дозволяє управляти процесами з максимальною продуктивністю та мінімальними відхиленнями. Такі інструменти є незамінними для отримання як прямих, так і непрямих показників, що

характеризують основні аспекти керування виробничих процесів, забезпечуючи стабільність і рівномірність їхньої роботи.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Охорона праці являє собою комплекс заходів, які включають правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні та лікувально-профілактичні аспекти. Головною метою цих дій є забезпечення збереження здоров'я працівників і підтримання їхньої працездатності під час виконання професійних обов'язків. Всі дії у сфері охорони праці суворо регулюються чинними законодавчими актами, директивами і нормативними документами технічного характеру. Основні обов'язки служби охорони праці розподіляються наступним чином: проведення спеціалізованих навчань для персоналу, спрямованих на освоєння принципів безпечної роботи та підвищення обізнаності у сфері охорони праці; забезпечення безпечності технологічних процесів, виробничого обладнання, а також різних об'єктів виробничої інфраструктури; створення та підтримання оптимальних санітарно-гігієнічних умов; надання працівникам засобів індивідуального захисту; розробка раціональних графіків праці та відпочинку; організація системи лікування й профілактики; проведення добору кандидатів для виконання спеціальних професійних завдань та покращення нормативної бази з питань охорони праці. Відповідна служба на підприємстві уповноважена регулярно проводити систематичний і неупереджений контроль за дотриманням норм охорони праці. Основними формами контролю є оперативний моніторинг, громадський нагляд і трирівневий адміністративно-громадський контроль. Щодо техніки безпеки у процесі експлуатації обладнання тістоприготувального відділення встановлюється кілька ключових правил. Співробітники мають дотримуватися технологічного регламенту і виробничих інструкцій. Робота виконується виключно за умови функціонування вентиляції, яка вмикається мінімум за 15–20 хвилин до початку роботи. Працівники повинні використовувати спеціальний одяг і засоби захисту на кожному етапі технологічного процесу, а всі рухомі частини обладнання необхідно оснащувати захисними огорожами. Для запобігання статичній електриці обладнання має бути заземлене із опором не більше 10 Ом, а напруга повинна

становити 40 В. Також необхідно покривати тепловою ізоляцією ті поверхні обладнання і трубопроводів, температура яких перевищує 45 °С. Регулярна чистка вентиляційних систем проводиться відповідно до наперед затвердженого графіку. Серед основних технічних засобів безпеки, спрямованих на зменшення ризику виробничого травматизму, виділяються огорожувальні та запобіжні пристрої, системи блокування і профілактичне тестування машин та обладнання. Їх розробка і впровадження мають забезпечувати підвищення продуктивності праці, мінімізацію ризиків небезпек та шкідливих впливів у процесі експлуатації обладнання, а також зручність і безпеку для персоналу. Крім того, дедалі більшої ваги набуває застосування механізації, автоматизації виробничих циклів та дистанційного керування для усунення контакту персоналу з небезпечними факторами. Забезпечення безпеки роботи тістоприготувального відділення передбачає вибір оптимальних конструкційних схем, матеріалів, автоматизацію основних процесів і точне дотримання вимог технічної документації під час монтажу, експлуатації та обслуговування обладнання. Оцінюючи небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть виникати у процесі експлуатації обладнання тістоприготувального відділення, можна виділити такі потенційні ризики: підвищена запиленість повітряного середовища у приміщенні; інтенсивне наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Норми мікроклімату

Період року	Температура, С			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Опт.	Доп.		Опт.	Доп.	Опт.	Доп.
		верхн.	нижн.				
Холодний	17...19	23	13	40...60	75	0,2	0,4
Теплий	20...22	29	15	40...60	70	0,3	0,2...0,5

Контроль метеорологічних умов виконує централізована лабораторія. За підсумками інструментальних вимірювань формується протокол, де фіксується відповідність нормам, що не мають бути перевищені.

Шум

Через високу потужність електродвигунів, приводів машин та транспортерів, ще одним негативним чинником, який впливає на працівника тістоприготувального відділення, є шум. Шум серйозно шкодить здоров'ю та робочому процесу людини. Внаслідок втоми, спричиненої шумом, зростає кількість помилок у роботі, збільшується ризик травматизму, знижується продуктивність праці.

Допустимі рівні шуму на робочих місцях встановлено ДСТУ «Шум. Загальні вимоги безпеки». Допустимі рівні шуму представлено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Допустимі рівні шуму

Робочі місця	Рівні звукового тиску, Дб в активних смугах із середньгеометричними частотами, Гц									Рівень звуку, Дб
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Постійні робочі місця і робочі зони у виробничих приміщеннях	103	99	92	86	83	80	78	76	74	85

При проектуванні технологій, конструюванні, виробництві та експлуатації механізмів та апаратури, а також у процесі облаштування робочого місця, треба впроваджувати дії для мінімізації шуму до рівнів, що не перевищують встановлені норми. Максимально допустимий рівень шуму на стаціонарних робочих позиціях не має бути вищим за 80 децибел. Блоки, де розміщено обладнання зі значним рівнем шуму, потребують звукоізоляції та оснащення відповідними засобами. Щоб знизити шум у машинах, слід передбачити періодичне змащування та своєчасну заміну зношених компонентів, балансування рухомих частин, а також використання звукопоглинальних матеріалів у зчленуваннях окремих вузлів та деталей.

Для пом'якшення шумового забруднення у виробничому середовищі, зокрема у приготувальному цеху для тіста, застосовується п'ять підходів: придушення шуму безпосередньо в точці його генерації; зміна вектора

випромінювання шуму від джерела; використання будівельно-акустичного методу; ослаблення шуму на траєкторії його розповсюдження; застосування індивідуальних захисних засобів.

Газова забрудненість

У цьому випадку, у цеху замісу тіста забруднення атмосфери спричинене виділенням двоокису вуглецю (CO_2). Цей газ утворюється як результат ферментації закваски та тіста. Він подразнює слизові оболонки, викликаючи дзвін у вухах та запаморочення.

Способи протидії загазованості:

– У конструкції апаратури слід передбачати інтегровані (локальні) системи витяжки.

– Забезпечення належної вентиляції робочого простору.

– Проведення інструктажів з техніки безпеки та навчання персоналу безпечним робочим процедурам.

Для моніторингу чистоти повітряного середовища у відділенні замісу тіста необхідно встановити гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин, визначені чинним санітарним законодавством.

Запиленість

Дрібнодисперсний пил є ключовим негативним фактором на багатьох харчових та переробних підприємствах. Його присутність у повітрі робочої зони зумовлена недосконалістю технологічних схем.

У цеху замісу тіста виділяється борошняний пил. ГДК пилу, відповідно до будівельних норм СНх245-84, становить $2 \times 10^{-6} \text{ кг/м}^3$. Перевищення встановлених нормативів може спровокувати професійні захворювання. Зростання концентрації борошняного пилу понад $10 \times 10^{-5} \text{ мг/м}^3$ несе ризик вибуху за наявності іскроутворюючого джерела. Для видалення пилових частинок та газів у цеху замісу тіста встановлено локальну припливно-витяжну вентиляцію та газоаналізатори, які синхронізовані зі світловою та звуковою сигналізацією, що оповіщає про небезпечний рівень концентрації забруднюючих речовин.

Для нейтралізації газового забруднення та запиленості повітря робочої зони необхідно впроваджувати герметизацію обладнання, ущільнення з'єднань, люків та отворів, вдосконалювати технологічні процеси; видаляти гази за допомогою вентиляційних або аспіраційних систем; регулярно проводити вологе та вакуумне прибирання.

Вібрація

Вібрація – універсальний біологічно небезпечний фактор, що призводить до професійних патологій – віброзахворювань, ефективне лікування яких можливе лише на ранніх стадіях. Хвороба характеризується стійкими порушеннями в організмі людини (опорно-руховий апарат, незворотні зміни в кісткових та суглобових тканинах, зміщення органів черевної порожнини, порушення у нервово-психічній сфері). Працездатність людини знижується частково або повністю.

За механізмом передачі на людину вібрація класифікується як загальна та локальна. Загальна впливає на увесь організм через контактні поверхні ніг. Локальна – спрямована на окремі ділянки тіла.

У цеху замісу тіста головними джерелами вібрації виступають тістомісильники, апарати для замішування опари, тістоокруглювальні машини, їхні приводи, а також приводи тістотранспортерів. Задля запобігання розвитку вібраційних хвороб у цеху замісу тіста мають постійно діяти комісії, які відповідають за визначення актуальних параметрів вібрації обладнання, складання списку професій із вібраційним ризиком, а також розробку організаційно-технічних заходів для мінімізації негативного впливу вібрації на персонал.

Заходи протидії:

У повністю автоматизованих виробництвах засобом захисту є дистанційне управління (що усуває прямий контакт). У виробництвах, що не використовують повну автоматизацію:

– Зниження вібрацій у першоджерелах: підвищення точності обробки деталей; оптимізація технологічних схем; поліпшення балансування.

- Уникнення резонансних режимів (посилення жорсткості системи).
- Вібропоглинання (використання пружних віброізоляторів).

Покращення організації роботи на процесах з вібраційним навантаженням: сумарний час контакту з пристроями, що вібрують, не повинен перевищувати тривалості зміни; індивідуальний вплив на локальні зони не повинен перевищувати 20 хвилин, а на загальний організм – 40 хвилин за один раз.

До профілактичних та лікувальних заходів належать: масажні процедури; загальнозміцнюючі оздоровчі програми; водні процедури. Вібрація має здатність до кумуляції (накопичення в організмі).

Освітлення: денне та штучне

Рівень освітлення регламентується відповідно до вимог ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення», залежно від типу зорової роботи, коефіцієнта природної освітленості, яскравості фону, контрасту між об'єктом та фоном, а також типу світлоджерела та системи освітлення.

Цех замісу тіста належить до приміщень з IV-V категорією складності зорових робіт, отже, використовується як природне, так і штучне освітлення. Штучне освітлення реалізовано за комбінованою схемою. У приготувальному цеху встановлено 18 люмінесцентних світильників із білим спектром світла моделі ЛБ, які повністю забезпечують необхідний рівень освітлення у робочих зонах персоналу.

До вимог охорони праці до освітлення відносяться: освітлення має бути достатнім і відповідати характеру виконуваних зорових завдань; освітлення має бути рівномірним, без утворення тіней.

Таблиця 5.4 – Нормативні параметри освітлення робочих місць

Робоче місце	Фактично, лк	Норма, лк
Пекар	180	150
Формовщик	250	150
Укладчик	250	150
Тістороб	230	150

Випромінювання

У приміщенні для замісу тіста теплообмін відбувається значною мірою через конвективні потоки та випромінювання. Інтенсивність теплопередачі шляхом випромінювання залежить від температури поверхні та властивості тіла щодо поглинання випромінювання (чорноти).

Заходи, спрямовані на захист працівників від термічних впливів та теплового випромінювання, поділяються на загальні, що забезпечують комплексний захист, та індивідуальні, націлені на окремий специфічний фактор.

Ключові методи захисту включають:

- усунення джерел надмірної генерації тепла;
- термоізоляція та охолодження гарячих поверхонь;
- організація ефективної системи вентиляції;
- застосування індивідуальних засобів захисту;
- запровадження збалансованих графіків праці та відпочинку.

Для пониження теплового навантаження в цеху, що спричинене обладнанням, його зовнішні поверхні покривають теплоізоляційними матеріалами. Теплова ізоляція є ефективним та економічно обґрунтованим способом зменшення інтенсивності інфрачервоного випромінювання від розігрітих поверхонь, зниження загальних тепловтрат, а також уникнення опіків при прямому контакті з гарячими об'єктами та економії енергоресурсів.

Аспекти електробезпеки

Електробезпека електроустановок споживачів має відповідати директивам ПУЕ (Правил улаштування електроустановок). Виробничий цех класифікується як «зона з підвищеним ризиком ураження електричним струмом».

Для забезпечення безпечної експлуатації електроапаратури передбачено обов'язкове заземлення: конвеєрних систем, корпусів електродвигунів, пультів управління. Устаткування оснащено механічним та електричним блокуванням для автоматичного відключення живлення струмопровідних елементів. У зоні замішування тіста усі частини, що проводять струм, надійно заземлені незалежно від величини робочого струму.

Електростатика

У відділенні замісу тіста електризація виникає під час роботи стрічкових конвеєрів. Запобіжні дії включають аспірацію технологічних систем для недопущення розпилення пилу в повітрі та обмеження концентрації горючих речовин. Апарати та трубопроводи повинні мати точки заземлення щонайменше у двох місцях.

Згідно з «Правилами улаштування електроустановок», діляниця замісу тіста, враховуючи потенційний ризик ураження електрикою та особливості виробничого середовища, віднесена до категорії приміщень з підвищеною небезпекою.

Заходи з пожежної безпеки

Відповідно до норм технологічного проектування ОНТП24-86, зона замісу тіста належить до категорії Д за рівнем вибухопожежної небезпеки.

Згідно з ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека будівельних об'єктів», клас вогнестійкості промислових будівель має бути не нижче другого.

Діляниця замісу тіста не вимагає встановлення автоматичних систем пожежогасіння та автоматичної пожежної сигналізації. Вона забезпечується первинними засобами пожежогасіння, згідно з її площею, яка менша за 1500 м².

Оснащення приміщень первинними засобами пожежогасіння визначається стандартом на основі класу пожежі, категорії приміщення та його площі. До первинних засобів належать вогнегасники, інвентар для гасіння (негорючі теплоізоляційні покривала, ящики з піском, ємності з водою, пожежні відра та совки), а також інструмент (гаки, ломи, сокири).

Пожежні щити з первинним інвентарем розміщуються на території об'єкта з розрахунку: один щит на кожні 5000 кв.м.

Для тістомісильного цеху характерний клас пожежі А. Площа становить $48 \times 36 = 1728$ (м²). Відповідно до цієї площі необхідний такий набір:

- вогнегасники пінні та водяні по 10 л – 4 одиниці;
- вогнегасники порошкові по 10 л – 4 одиниці;
- вогнегасники порошкові по 5 кг – 4 одиниці;

У місцях, де неможливо підтримувати мікроклімат відповідно до санітарних норм, застосовуються індивідуальні ЗІЗ: захисні костюми, засоби захисту органів дихання, ніг, рук та голови, а також захист обличчя.

До обслуговування тістомісильної машини А2-ХТБ допускаються лише фахівці, які пройшли необхідну технічну підготовку щодо цієї машини, а також отримали вступний інструктаж з техніки безпеки згідно з інструкціями, та інструктаж безпосередньо на робочому місці.

Робоча зона має бути освітлена згідно з вимогами правил техніки безпеки та санітарних норм харчових виробництв.

Має бути забезпечений безперешкодний доступ до тістомісильної машини.

Тістомісильна машина А2-ХТБ повинна бути заземлена відповідно до ПБЕ.

Під час проведення ремонтних чи налагоджувальних робіт необхідно вивішувати попереджувальні знаки «Не вмикати», «Ремонт».

Перед початком роботи слід:

–прибрати з території навколо апарату все, що може заважати робочому процесу;

- переконатися у достатньому освітленні робочої зони (100 лк);
- виконати візуальний огляд машини, підтвердити її справність;
- перевірити функціональність та надійність електричних блокувань;
- забезпечити блокування траверси у вищому та нижчому положеннях;
- впевнитися у надійності фіксації діжі;

–забезпечити зупинку місильного органу після завершення встановленого часу замісу.

Під час експлуатації необхідно:

–підтримувати чистоту та порядок на робочому місці, не допускати захащення проходів;

–при переміщенні діжі переконатися у її надійному закріпленні.

Машину необхідно негайно зупинити у таких випадках:

–при перериванні електропостачання;

–при виявленні на металевих конструкціях електричної напруги;

–при появі стукоту, нехарактерного шуму або вібрації, з метою налагодження, ремонту чи чищення.

Під час роботи тістомісильної машини А2-ХТБ заборонено:

–здійснювати чищення, змащування чи ремонт машини;

–відкривати дверцята станини, знімати захисні екрани з траверси, виконувати ремонт електрообладнання;

–експлуатувати машину, якщо вона не закріплена на фундаменті.

Для превенції професійних травм та нещасних випадків у процесі виробництва вкрай важливо неухильно дотримуватися правил протипожежної безпеки та ретельно виконувати інструкції з обслуговування обладнання.

Варто впроваджувати системи автоматичного моніторингу та оповіщення про наявність шкідливих та небезпечних виробничих чинників. Крім того, необхідно передбачити блокувальні механізми, які гарантуватимуть аварійне вимкнення технологічних та енергетичних систем у разі виникнення загрози для обслуговуючого персоналу та інших працівників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Богомолів О.В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств / О.В. Богомолів, П.В. Гурський, В.П. Богомоліва. –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. Ульяницький. – 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.

ВИСНОВОК

В процесі реалізації кваліфікаційної роботи було здійснено ґрунтовну реконструкцію тістоприготувального відділення, яка включала модернізацію тістомісильної машини А2-ХТБ. У рамках цих змін було замінено застарілу конструкцію місильного органу на більш сучасну модель, що сприяло суттєвому поліпшенню процесу замішування. Завдяки новій конструкції вдалося досягти більшої однорідності тіста та підвищення інтенсивності роботи, що в цілому позитивно позначилося на якості готового продукту. Вдосконалення процесу також включало заміну шафи остаточного вистою Т1-ХРЗ на інноваційну модель РЗ-2.1ШР.248, яка має ряд значних переваг. Серед ключових переваг слід зазначити її компактний дизайн, розширені можливості автоматизації всіх виробничих етапів завдяки використанню простих і водночас надійних механізмів. Важливо підкреслити, що нова шафа дозволяє здійснювати легкий моніторинг роботи механізмів і процесу дозрівання тістових заготовок без потреби в ручному втручанні для відкриття дверей, що значно спрощує обслуговування обладнання та скорочує експлуатаційні ризики. Результатом упроваджених заходів стало не лише підвищення ефективності технологічних процесів, а й скорочення часу, необхідного для бродіння тіста. Це дало можливість зменшити витрати борошна на цьому етапі виробництва на 1%, що є важливим економічним досягненням. Додатково була впроваджена на лінії оновлена модель тістомісильної машини А2-ХТБ, а також сучасний дозатор АД-50-МЕ. Обидва ці елементи значно перевищують попереднє обладнання у продуктивності, що дозволяє забезпечити повне завантаження печей БН-50. Це відповідно призводить до загального підвищення продуктивності лінії. Оснащеність цих машин регуляторами інтенсивності та часу замішування дозволяє оперативно адаптувати технологічні параметри відповідно до вимог виробництва, що додає гнучкості у забезпеченні стабільного рівня якості готового тіста. Проведені техніко-економічні розрахунки підтвердили економічну вигоду від реалізованої модернізації. Основними результатами стали: – зниження витрат борошна на

0,8%; – підвищення рівня ефективності використання обладнання; – забезпечення стабільної та передбачуваної якості продукції; – спроможність адаптувати обладнання для виготовлення тіста широкого спектра рецептур. Усі наведені переваги оновленої тістомісильної машини А2-ХТБ дозволяють вирішити актуальні питання хлібопекарської галузі, які пов'язані з необхідністю застосування сучасного конкурентоспроможного устаткування. Таке обладнання має відповідати стандартам високої продуктивності та забезпечувати ефективну роботу підприємств, задовольняючи потреби ринку на належному рівні.

ДОДАТКИ