

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Підвищення ефективності технологічного процесу
обробки тіста із використанням модернізованого
тістоприготувального агрегату”**

Виконав: студент IV курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агорінженерія”
(шифр і назва)

Луньо Богдан Васильович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: Буртак В.В.
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____

(підпис)

к.т.н., доцент Шарибура А.О.

“ _____ ” _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту
Луцьо Богдану Васильовичу

1. Тема проєкту: **“Підвищення ефективності технологічного процесу обробки тіста із використанням модернізованого тістоприготувального агрегату”**

Керівник проєкту: Буртак Володимир Володимирович, к.т.н., доцент
Затверджена наказом по університету від 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 12.06.2023 року

3. Вихідні дані: основні показники ефективності технологічного процесу обробки тіста згідно різних технологій; навчальна, наукова, довідкова література, патентний пошук.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Характеристика об'єкта проєктування.

2. Розрахунок елементів технологічного процесу.

3. Конструктивна розробка тістоприготувального агрегату.

4. Охорона праці.

5. Розрахунок техніко-економічних показників.

Висновки і пропозиції.

Бібліографічний список..

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Схема технологічного процесу - 1-ий аркуш.

2. Схема ПТЛ - 2-ий аркуш.

3. Огляд конструкцій – 3-ій аркуш.

4. Загальний вигляд тістоприготувального агрегату - 3-ий аркуш.
 5. Робочі креслення деталей – 5 -ий арк.
 6. Результати розрахунку техніко-економічних показників – 6-ий арк.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Буртак В.В. к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4	Тимочко В.О., к.т.н., доцент завідувач кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор.	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика об'єкта проєктування»</i>	<i>30.12.22-23.01.23</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Розрахунок елементів технологічного процесу»</i>	<i>24.01.23-20.02.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструктивна розробка тістоприготувального агрегату»</i>	<i>21.02.23-20.03.23</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	<i>21.03.23-17.04.23</i>	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок техніко-економічних показників»</i>	<i>18.04.23-22.05.23</i>	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	<i>23.05.23-12.06.23</i>	

Студент _____ Богдан Луцьо
 (підпис)

Керівник проєкту _____ Володимир Буртак
 (підпис)

УДК 664.628(477.88)

Дипломний проект: 55 с. текст. част., 5 рис., 10 табл., 6 арк. формату А1, 14 джерел.

Підвищення ефективності технологічного процесу обробки тіста із використанням модернізованого тістоприготувального агрегату.

Луцько Б.В.- Дипломний проект. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2023.

Приведено аналіз технологічних процесів обробки тіста, обґрунтовано актуальність теми, мету і завдання проекту.

На основі проаналізованих даних розроблено технологію виробництва хлібобулочних виробів, вибрано засоби механізації операцій технологічного процесу.

Проведено модернізацію тістоприготувального агрегату, зокрема визначення конструктивних, кінематичних та інші параметрів.

Розроблено заходи для забезпечення життєдіяльності та охорони праці хлібобулочного підприємства.

Розраховано економічні показники хлібобулочного виробництва, зокрема рентабельність, річний економічний ефект та термін окупності капітальних вкладень.

Зміст

	ст.
ВСТУП	
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	8
1.1 Огляд та аналіз існуючих технологій переробки сировини	8
1.2 Дослідження та обґрунтування запропонованої технології	10
1.3 Обґрунтування теми дипломного проєкту	12
2. РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	
2.1 Обґрунтування потреби в сировині	14
2.2 Визначення продуктивності	15
2.3 Визначення потреби в машинах та обладнанні ПТЛ	17
2.4 Визначення розміру проєктованої ПТЛ	21
2.5 Розрахунок потреби води та електроенергії	24
3. КОНСТРУКТИВНА РОЗРОБКА ТІСТОПРИГОТУВАЛЬНОГО АГРЕГАТА	
3.1 Аналіз існуючих машин, вузлів	26
3.2 Санітарні та технічні вимоги до даної машини, вузла	29
3.3 Обґрунтування розроблюваної конструкції	29
3.4 Конструктивний, кінематичний та інші розрахунки	31
3.5 Розрахунок елементів на міцність	38
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	
4.1 Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу виготовлення хліба та розроблення моделі травмонебезпечних ситуацій	40

4.2	Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу	43
4.2.1	Правила безпеки праці на машинах і обладнанні з виготовлення хлібобулочних виробів	43
4.2.2	Розрахунок освітлення хлібопекарні	45
4.3	Захист цивільного населення	46
5.	РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЄКТУ	48
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	53
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	54

ВСТУП

У процесі розвитку сільськогосподарського виробництва, зокрема налагодження малих переробних цехів, найбільший економічний ефект дадуть ті рішення, які направлені на раціональне використання сировини і матеріалів, впровадження матеріало-зберігальної техніки та технологій. Головним важелем сільськогосподарського виробництва на сьогодні є кардинальне прискорення науково-технічного прогресу, широке впровадження техніки нових поколінь і нових технологій, що забезпечують високу продуктивність і ефективність виробництва. У перспективі ставиться завдання, яке передбачає забезпечення глибокої технічної реконструкції сільськогосподарського виробництва на основі сучасних досягнень науки і техніки.

З урахуванням поставлених завдань виробничо-технічна база сільськогосподарського виробництва вимагає не тільки розширення, але й корінної реконструкції. Більша частина діючого тепер обладнання представлена застарілими машинами та обладнанням, що не відповідають сучасним вимогам. Низький рівень механізації та автоматизації призводить до зниження продуктивності праці. За цим показником вітчизняне сільськогосподарське виробництво значно відстає від економічно розвинутих країн світу.

Однією із основних причин такого відставання є низький рівень оптимізації потоково-технологічних ліній (ПТЛ) та технологічних процесів переробки сільськогосподарської сировини в умовах підприємств невеликої потужності. Переробка сировини у сільськогосподарських підприємствах нагоджена ще на недостатньому рівні. Тому питання оптимізації потоково-технологічних ліній (ПТЛ) та технологічних процесів переробки сільськогосподарської сировини в умовах підприємств невеликої потужності є актуальною науково-інженерною задачею.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Огляд та аналіз існуючих технологій переробки сировини

Технологічні процеси переробки сільськогосподарської сировини, зокрема борошна, передбачають виробництво хлібобулочних виробів. Технологічні процеси виробництва хлібобулочних виробів базуються на використанні наступних способів переробки борошна у хлібобулочні вироби:

- прісні продукти, які характеризуються відсутністю бродіння у проміжних продуктах (тісті);
- хлібобулочні вироби, для яких характерне бродіння на протязі певного часу;
- печиво, макаронні вироби та інші;

Приготування тіста здійснюється із використанням густої опари, без опари, закваски (частини дозрілого тіста), рідкої опари, молочно-кислої закваски [1].

Найбільш широкого застосування при приготуванні тіста використовують безопарний спосіб, при якому одразу замішується вся кількість основної та додаткової сировини та піддається механічній обробці. Технологічний процес приготування тіста передбачає заливання води, соляного розчину та змішування, надалі додають дріжджовий розчин та продовжують змішування до цього часу поки не утвориться однорідна маса. Правильне співвідношення борошна та допоміжних компонентів, тісто в процесі приготування повинно набути стану сухого на дотик та еластичності, при цьому бродіння такого тіста складає від 2,5 до 3 години. Згідно технологічних особливостей використовують для приготування тіста від 2 до 2,5% дріжджів від загальної маси борошна, температурні показники тіста повинні знаходитись у межах 28-32°C.

Технологічні особливості приготування тіста із використанням густої опари, передбачають виробництво хлібобулочних виробів які характеризуються характерним смаком. Даний спосіб приготування тіста дозволяє зменшити витрати дріжджів, та передбачає виконання двох стадій:

I – приготування опари, використовується від 40 до 50 % борошна, 60% підготовленої води, відповідна кількість дріжджів, надалі здійснюють процес замісу, отримавши при цьому густу в'язку масу (опару), залишають на здійснення першого етапу бродіння ($T=20-28\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t=4-4,5\text{ год}$).

II - додавання решти компонентів, ще раз перемішують, та залишають на здійснення другого етапу бродіння ($T=28-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t=1-1,5\text{ год}$) [2].

Даний спосіб набув широкого використання для борошна:

- грубий помел;
- із низькими показниками еластичності клейковини;
- невеликої підйомної сили;
- при зберіганні погіршились властивості крохмалю.

Використання даного способу приготування тіста передбачає використання великих ємностей при бродінні опари та тіста, також достатньо складно у порівнянні із попереднім способом регулювати температурні показники опари та тіста, яке бродить.

Контроль якості приготованого тіста та поживності виробів передбачає проведення пробних випічок, а їхні результати заносяться паспорт, який являється своєрідною технічною картою. Дана технологічна карта є основою для вироблення нормативів для даного виду виробництва. Технологічна карта (паспорт) повинна містити усю наявну інформацію щодо технологічного процесу виробництва того чи іншого виду виробу, а зокрема щодо:

- кількості борошна;
- кількості води, дріжджів, солі;

- ваги тіста;
- початкової температури тіста;
- часу замісу та бродіння;
- пікової температури тіста;
- часу випікання;
- зміни властивостей готових виробів при охолодженні;
- структурованію характеристику виробів низької та високої якості.

1.2 Дослідження та обґрунтування запропонованої технології

Споживчий попит на різні види хлібобулочних виробів являється основним критерієм, згідно якого буде здійснюватись вибір способу приготування тіста та виробництво відповідного виду продукції. Згідно аналізу та характеристики попиту на різні види хлібобулочних виробів, можливо зробити висновок, що споживачі схильні до споживання хлібобулочних виробів які характеризуються високою якістю та дуже хорошими смаковими властивостями.

На основі цього нами запропоновано для сільськогосподарських виробників, що займаються вирощування продукції рослинництва, її переробкою у борошно, виробництвом хлібобулочних виробів, звернути увагу та впровадити зокрема при приготуванні тіста технологію, яка передбачає використання густої опари. Використання запропонованого способу приготування тіста не потребує високих експлуатаційних затрат при виробництві, але в свою чергу надасть можливість забезпечити високі смакові і споживчі властивості готовим виробам.

Здійснення технологічного процесу переробки борошна у хлібобулочні вироби передбачає наступні операції [3]:

- транспортування та зберігання сировини хлібобулочного виробництва у відповідних сховищах;
- здійснення підготовки основної та допоміжної сировини, а саме - борошно (просіювання, змішування, аерація), вода (очищення, помякшення, підігрів), підготовка розчинів (дріжджового, соляного, цукрового);
- здійснення дозування різних компонентів, із використанням дозаторів;
- здійснення процесу заміс тіста у тістомісильних машинах або тістоприготувальних агрегатах, а саме така послідовність – опара – тісто – бродіння;
- механічна підготовка у тістоділильних, тістозакатувальних та тістоокруглювальних машинах, а саме - ділення тіста на шматки, тістозакатування, тістоокруглення заготовок;
- вистоювання тістових заготовок у шафах вистоювання, а саме: змащення виробів із тіста, та вистоювання у шафах вистоювання;
- випікання виробів у пекарних камерах;
- експедиція, охолодження, фасування готових виробів, транспортування хлібобулочних виробів на реалізацію.

Хліб являється однією з основних продуктів харчування людини, добова потреба його від 300 до 500 грам на добу, він містить майже всі поживні речовини яких потребує організм людини. Основну частину хліба складають сухі речовини від 45 до 55 %, з яких основним є крохмаль, та в залежності від сорту борошна у хлібі може міститись від 5 до 8 % білків. При споживанні житніх та пшеничних видів хліба організм людини отримує від а 25 до 30 % від потреби білків та від 30 до 40 % вуглеводів. Хлібобулочні вироби являються основними джерелами вітамінів групи РР, В, Е, мінеральних речовин заліза, фосфору, магнію, кальцію та ін.

Хліб відрізняється від багатьох інших продуктів харчування тим, що добре засвоюється організмом. Пориста, еластична, м'яка та наявність нелипкого м'якушу структура хлібобулочних виробів дозволяє їм добре засвоюватись організмом людини. Вміст сильно розм'якшених оболонкових часточок зерна, частково клейстеризованого та розчиненого крохмалю, денатурованих білків легко піддаються розщепленню ферментами травного каналу, що у свою чергу позитивно впливає на засвоюваність організмом людини усіх поживних речовин.

Організм людини отримує при споживанні 100 грамів хлібобулочних виробів від 798 до 1390 кДж, це близько 35 % його потреби в енергії, що підтверджує дуже високі показники енергетичної цінності хлібобулочних виробів [4].

1.3 Обґрунтування теми дипломного проєкту

Аналіз діяльності сільськогосподарських підприємств, які займаються виробництвом та реалізацією сільськогосподарської продукції та їхньою переробкою, споживчого попиту щодо хлібобулочних виробів, можливо надати рекомендації, що рівень рентабельності, а відповідно і прибутки сільськогосподарських підприємств можливо значно збільшити, якщо не тільки реалізовувати вирощену сировину, а здійснити впровадження переробки сировини у готову продукцію, зокрема хлібобулочні вироби.

Налагодження сільськогосподарськими підприємствами переробки сільськогосподарської сировини, зокрема у хлібобулочні вироби, дозволить збільшити кількість робочих місць, що є важливим фактором для залучення працездатного серед сільського населення. Сільськогосподарські підприємства будуть здійснювати оптимізацію виробничих та управлінських структур, аналізувати та розширювати канали реалізації готової продукції та закупівлі сировини.

Провівши ґрунтовний аналіз забезпечення зокрема хлібобулочними виробами сільське населення, нами запропоновано проектування сільськогосподарського підприємства по виробництву хлібобулочних виробів.

Для його реалізації нам потрібно:

- здійснити аналіз характеристики технологій;
- провести технологічні розрахунки технологічного процесу;
- провести аналіз, розрахунки та підбір технологічного обладнання, на основі сформувані потоково-технологічної лінії;
- аналіз та модернізацію тістоприготувального агрегату;
- аналіз стану охорони праці;
- здійснити розрахунки, щодо економічної ефективності.

2. РОЗРАХУНОК ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Обґрунтування потреби в сировині

Із врахуванням статистичних норм споживання на рівні 400 грам та орієнтовну кількість населення 20000 людей здійснюємо визначення необхідної добової кількості готової продукції згідно формули [6]:

$$N_{доб} = N_{нас} \cdot n_{сп} \cdot k_n, \quad (2.1)$$

де $N_{нас}$ – кількість населення, чол.;

$n_{сп}$ – значення добової норми, кг/люд.;

k_n – значення коефіцієнта нерівномірності споживання, $k_n = 0,75$.

Отримаємо:

$$N_{доб} = 20000 \cdot 0,4 \cdot 0,75 = 6000 \text{ кг/добу.}$$

Технологія виробництва передбачає на 100 кг борошна: дріжджів – 0,5-2,5, води – 40-60 л; солі – 1,3-2,5 кг; цукру – до 2,0 кг.

На основі рецептурних показників визначаємо добову потребу борошна:

$$Z_{доб}^б = \frac{N_{доб} \cdot 100}{X_{вих}}, \quad (2.2)$$

де $N_{доб}$ – значення добової продуктивності, кг;

$X_{вих}$ – вихід готового продукту із 100 кг борошна, кг.

Відповідно:

$$Z_{доб}^б = \frac{6000 \cdot 100}{130} = 4615 \text{ кг.}$$

Визначення потрібної кількості борошна на 7 днів, згідно формули:

$$Z_{7дів}^б = Z_{доб}^б \cdot 7. \quad (2.3)$$

Визначення потрібної кількості борошна на рік, згідно формули:

$$Z_{рік}^б = Z_{доб}^б \cdot 365. \quad (2.4)$$

Відповідно:

$$Z_{7д\bar{д}}^{\bar{д}} = 4615 \cdot 7 = 32305 \text{ кг};$$

$$Z_{р\bar{к}}^{\bar{д}} = 4615 \cdot 365 = 1684475 \text{ кг}.$$

Кількість допоміжної сировини згідно рецептури визначаємо аналогічно, а на основі розрахунків складаємо таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Кількість допоміжної сировини

Допоміжна сировина	Потреба на 100 кг борошна	Період		
		на 1 добу	на 7 діб	на 1 рік
Вода	40 – 60	2779	19393	1010785
Дріжджі	0,2 – 2,5	69	493	25285
Цукор	0 – 2,0	46	332	16890
Сіль	1,3 – 2,5	92	654	33680

2.2 Визначення продуктивності

Підприємства які займаються переробкою сільськогосподарської сировини у товарну продукцію, як правило працюють у 2 зміни по 7 годин, приймаючи такий графік роботи, ми зможемо визначити годинну продуктивність згідно формули [7,8,12]

$$Q_{год} = \frac{N_{доб}}{n_{зм} \cdot T_{зм} \cdot k_{зм}}, \quad (2.5)$$

де $n_{зм}$ – значення кількості змін;

$T_{зм}$ – значення тривалості зміни, год;

$k_{зм}$ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$Q_{год} = \frac{6000}{2 \cdot 7 \cdot 0,75} = 571,43 \text{ кг/год}.$$

На основі розрахунку отримаємо середнє значення продуктивності поотоково-технологічної лінії 571 кг/год.

Значення продуктивності роботи потоково-технологічної лінії в щосновному залежить від роботи печі, відповідно отримане значення продуктивності відноситься безпосередньо до неї.

Надалі здійснюємо визначення продуктивності шафи вистоювання згідно формули:

$$Q_{ш} = \frac{K_p \cdot m \cdot n_{xl} \cdot k_n}{T_e}, \quad (2.6)$$

де K_p – кількість робочих люльок які є у шафі, шт.;

m – маса одного виробу, кг;

n_{xl} – кількість заготовок розміщених на полиці, шт.;

k_n – кількість полиць на 1 люльці, шт.;

T_e – час за який здійснюється операція вистоювання, с.

$$Q_{ш} = \frac{24 \cdot 1,0 \cdot 27 \cdot 1}{0,917} = 706,65 \text{ кг/год.}$$

На основі розрахунку для шафи вистоювання потрібна продуктивність 707 кг/год.

Наступним є здійснення розрахунків щодо визначення продуктивності тістоприготувального агрегату, згідно формули:

$$Q_{тм} = \frac{Q_n \cdot (100 + Y) \cdot K_o}{100}, \quad (2.7)$$

де Q_n – значення продуктивності пекарної камери, кг/год;

Y – значення коефіцієнта спікання, %;

K_o – значення коефіцієнта, зупинок по регулюванні та очищенні тістоприготувального агрегату.

$$Q_{тм} = \frac{571 \cdot (100 + 8) \cdot 1,2}{100} = 740,02 \text{ кг/год.}$$

Відповідно ми визначили розрахункову продуктивність тістоприготувального агрегату 740 кг/год.

Здійснимо визначення продуктивності просіювача-дозатора сировини, згідно формули:

$$Q_{np} = \frac{Q_{mm} \cdot 100}{Y_m \cdot k_{\delta}}, \quad (2.8)$$

де Y_m – значення коефіцієнта виходу тіста, %;
 k_{δ} – коефіцієнт щодо опору сировини.

$$Q_{np} = \frac{740 \cdot 100}{150 \cdot 0,995} = 495,81 \text{ кг/год.}$$

Отримали значення розрахункової продуктивності дозатора-просіювача сировини 496 кг/год.

2.3 Визначення потреби в машинах та обладнанні ПТЛ

На основі проведених технологічних розрахунків здійснюємо аналіз та підбір технологічного обладнання для формування потоково-технологічної лінії [10,14].

Кількість машин однієї марки, які необхідно для здійснення технологічної операції, згідно формули:

$$n_m = \frac{Q_{год}}{Q_m}, \quad (2.9)$$

де $Q_{год}$ – значення годинної продуктивності ПТЛ, кг/год;

Q_m – значення продуктивності відповідної машини або обладнання, кг/год.

Визначення потрібної кількості машин процесу приготування тіста

$$n_{np} = \frac{740}{7100} = 0,10$$

Відповідно для приготування тіста достатньо одного тістоприготувального агрегату Т2-М-63.

Аналогічно здійснюємо визначення кількості машин, які здійснюють технологічні операції.

Таблиця 2.2 – Дозатори згідно технічної характеристики

№ п/п	Технічні показники	Марка дозатора		
		Ш2-ХДА	МД-100	А1-ХБУ- 39+ДББ-500
1.	Вмістимість бункера, кг	100	100	600
2.	Періодичність зважування	5	10	10
3.	Площа, м ²	1,44	1,53	11,88
4.	Маса, кг	280	190	310

Тістоприготувальні агрегати (табл.2.3).

Таблиця 2.3 - Тістомісильні машини та тістоприготувальні агрегати

№ п/п	Технічні показники	Марка				
		Т2- М-63	ТММ -1М	А2- ХТМ	А2- ХБМ	А2- ХТЗ- Б
1.	Продуктивність, кг/год	780	820	830	485	1450
2.	Змішування, тривалість	7	7	10	10	5
3.	Потужність електродвигуна, кВт	7,5	2,4	6,2	1,9	4,8
4.	Площа, м ²	2,04	0,78	1,47	0,83	1,88
5.	Маса, кг	380	280	820	340	680

Тістоділильні машини (табл.2.4).

Таблиця 2.4 - Тістоділильні машини

№ п/п	Технічні показники	Марка				
		A2- ХТН	“Парта- 5”	I8- ХМД	ХДФ	ХДД
1.	Продуктивність, шт/хв	8-60	17	20	16	20
2.	Потужність електродвигуна, кВт	3	2,5	0,85	3,5	1,9
3.	Кратність варіювання маси тістових заготовок	5	6	12	7	12
4.	Маса, кг	1172	760	340	610	1275
5.	Площа, м ²	2,53	1,9	0,4	1,11	2,55

Тістоокруглювальні машини (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 - Тістоокруглювальні машини

№ п/п	Технічні показники	Марка		
		A2-ХНО	T1-ХТН	НХД
1.	Продуктивність, шт/хв	до 65	до 63	до 63
2.	Потужність електродвигуна, кВт	1,2	1,1	2,0
3.	Кратність варіювання маси тістових заготовок	7	5,5	8
4.	Площа, м ²	1,25	1,08	0,85
5.	Маса, кг	320	277	670

Шафи вистоювання (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 - Шафи вистоювання

№ п/п	Технічні показники	Марка	
		ВНХП-Р-3-59	Т1-ХР- 2А-72
1.	Продуктивність, т/год	до 1	0,8
2.	Потужність електродвигуна, кВт	1,8	8,6
3.	Тривалість вистоювання, хв	30-60	30-60
4.	Площа, м ²	16	33
5.	Маса, кг	2780	2150

Печі для випікання (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 - Печі

№ п/п	Параметри технічної характеристики	Марка печі		
		РЗ-ХП	Г4-ХПЛ- 25-02	ШПЄСМ- 3
1.	Продуктивність, кг	145	688	250
3.	К-сть пекарних камер, шт	3	4	3
3.	Тривалість випікання, хв	30-75	24-60	30-70
4.	Потужність, кВт	15,4	1,5	17,6
5.	Площа череня, м ² (печі)	2,99	18,5	4,28
6.	Площа, м ²	3,8	24,44	6,25
7.	Маса, кг	690	780	585

На основі аналізу фомуємо необхідні марки машин та їхню кількість у табл. 2.8.

Таблиця 2.8 – Підбір обладнання для забезпечення виконання технологічних операцій

Технологічна операція	Марка	Кількість	Продуктивність, кг/год	Потужність, кВт	Площа, м ²
1. Бункер уніфікований з дозатором	A1-ХБУ-39 + ДББ-500	1	600	5,5	12,88
2. Тістоприготувальний агрегат	T2-M-63	1	780	5,3	5,36
3. Поділ тіста на заготовка	A2-ХТН	1	1200	3	3,53
4. Округлювання тістових заготовок	T1-ХТН	1	1500	1,1	3,37
5. Вистоювання тістових заготовок	T1-ХР-2А-72	1	870	8,6	33
6. Випікання хліба	Г4-ХПЛ-25-02	1	688	1,5	24,44
7. Зберігання хліба	A2-ХМТ/25	39	200	-	0,8

2.4 Визначення розміру проектованої ПТЛ

Площу для проектованої ПТЛ необхідно визначати корисуючись розрахунковим методом [9].

Здійснюємо визначення загальної площі виробничого приміщення F згідно формули:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5, \quad (2.10)$$

де F_1 - площа, під основними машинами та обладнанням, м²;

F_2 - площа, відведена обслуговуючому персоналу, м²;

F_3 - площа для проходів та проїздів м²;

F_4 – площа, яку відводиться під допоміжні приміщення, м²;

F_5 - площа під сховища, м².

Площа під основними машинами та обладнанням:

$$F_1 = \sum_{i=1}^{n_m} f_i, \quad (2.11)$$

де f_i - площа згідно плану, під кожен окрему машину, м²;
 n_m - загальна кількість машин.

$$F_1 = 12,88 + 0,94 + 2,04 + 1,19 + 2 \cdot 3,29 + 2,53 + 1,08 + 33 + 24,44 + \\ + 39 \cdot 0,8 = 183,62 \text{ м}^2.$$

Площа F_2 , визначається на основі кількості задіяних працівників n_p :

$$F_2 = f_p \cdot n_p, \quad (2.12)$$

де f_p - нормативні значення площі для 1 працівника, $f_p = 4-5 \text{ м}^2$;
 n_p - загальна кількість працюючих працівників.

$$F_2 = 4,5 \cdot 8 = 36 \text{ м}^2.$$

Площа F_3 визначається згідно наступних норм:

- проходи повинні бути не менші 1,2-1,5 м;
- проходи у допоміжних приміщеннях - 1,0 м;
- проходи між основним обладнанням та машинами - 1,5 м;
- відстань від обладнання або машини до стінок - 0,5-0,7 м.

Відповідно ця площа приймається у 2,5 рази більшою ніж площа, яка зайнята технологічним обладнанням та машинами:

$$F_3 = 2,5 \cdot F_1. \quad (2.13)$$

$$F_3 = 2,5 \cdot 183,62 = 459,05 \text{ м}^2.$$

Площа F_4 приймається згідно нормативів, зокрема:

- кімната для відпочинку працівників 15-20 м²;
- санвузол та духова 5-7 м²;
- лабораторія для аналізу 7-10 м².

Площу F_5 визначають із врахуванням:

- кількості основної і допоміжної сировини;

- накопичення та дозрівання готової продукції.

$$F_5 = F_c + F_{np}, \quad (2.14)$$

де F_c – площа складських приміщень основної і допоміжної сировини, м²;

F_{np} – площа складських приміщень готової продукції, м²

Площу складських приміщень для основної і допоміжної сировини визначають згідно формули:

$$F_c = \frac{N_{\delta} \cdot f_{\delta}}{K_{np}}, \quad (2.15)$$

де N_{δ} – кількість бункерів для зберігання основної і допоміжної сировини;

K_{np} – значення коефіцієнта, який враховує нормативні показники технологічних проходів.

$$F_c = \frac{1 \cdot 12,88}{0,8} = 16,1 \text{ м}^2.$$

Площу складських приміщень для готової продукції визначають згідно формули:

$$F_c = \frac{N_{xl} \cdot f_k}{K_l \cdot N_l \cdot K_{np}}, \quad (2.16)$$

де N_{xl} – кількість готової продукції, шт.;

K_l – кількість лотків, які розміщуються у одному контейнері, шт.;

f_k – площа одного контейнера, м²;

N_l – кількість готової продукції, яку можливо розмістити на 1 лотку, шт.

$$F_c = \frac{6000 \cdot 0,8}{11 \cdot 14 \cdot 0,8} = 39 \text{ м}^2$$

Відповідно, на основі цього можна розрахувати загальну площу сховища:

$$F_5 = 16,1 + 39 = 55,1 \text{ м}^2$$

Значення загальної площі:

$$F = 183,62 + 36 + 459,05 + 42 + 55,1 = 775,77 \text{ м}^2$$

Виробничі приміщення повинні мати площу 776 м², із вразуванням будівельних норм (довжини та ширини, які повинні бути кратними 3 або 6 м) площа буде 756 м² (відповідно довжина 36 м, а ширина 21 м).

2.5 Розрахунок потреби води та електроенергії

Вода використовується для виробничих потреб, утворення пари, санітарної обробки машин та обладнання, миття підлоги, а також побутові потреби [12]. Визначення добової витрати води B здійснюється згідно формули:

$$B = B_k + B_n + B_o + B_m + B_b, \quad (2.17)$$

де B_k – виробничі потреби, л;

B_n – утворення пари, л;

B_o та B_m – миття машин і обладнання, а також підлоги, л;

B_b – витрати води на побутові потреби, л.

Нормативи передбачають що на 1 кілограм маси хліба затрачається від 0,4 до 0,7 л води. Згідно розрахунків витрати води становлять 2769 л.

Визначення витрата води на миття машин та обладнання:

$$B_o = H_o \cdot n_m, \quad (2.18)$$

де H_o – нормативні показники на миття машин і обладнання, л/машину.

$$B_o = 50 \cdot 10 = 500 \text{ л.}$$

Аналогічно здійснюється визначення витрати води на інші потреби.

Загальні значення витрати води:

$$B = 2769 + 500 + 1680 + 480 = 5429 \text{ л.}$$

Надалі здійснимо визначення добової витрати електроенергії E_{δ} із формули:

$$E_{\delta} = \sum_{i=1}^{n_M} N_i \cdot t_i \cdot K_{\delta}, \quad (2.19)$$

де N_i – значення потужності електроприводу кожної машини або обладнання, кВт;

t_i – значення тривалості циклу роботи кожної машини або обладнання, год;

K_{δ} – значення кількості включень кожної машини або обладнання.

$$E_{\delta} = (5,5 + 1,5 + 14,5 + 5,1 + 2 \cdot 0,25 + 3 + 1,1 + 8,6 + 1,5)1,4 \cdot 6 = 346,92$$

кВт·год.

3. КОНСТРУКТИВНА РОЗРОБКА ТІСТОПРИГОТУВАЛЬНОГО АГРЕГАТА

3.1 Аналіз існуючих машин, вузлів

Тістоприготувальні агрегати із підкатними діжами містять тістомісильні машини що мають робочі органи:

- спіралеподібну або фігурну місильну лопать, яка здійснює обертання навколо вертикальної осі, сюди відносять машину марки А2-Т2-64;
- поступального кругового руху похилої місильної лопаті, сюди відносять машини ТММ-1М, Стандарт, Т1-ХТ2А;
- несиметричну місильну лопать, вісь якої зміщується від центру нерухомої діжі, до них відносяться машини марок А2-ХТБ, А2-МТ2-Э, А2-ХТМ.

Тістоприготувальні агрегати, які обладнуються стаціонарними діжами містять робочі органи:

- горизонтальний багатолопатекий вал із Z-подібними лопатями, машина марки ТММ-120.
- спарені горизонтальні лопаті, машина марки Т2-М-63.

Розглянемо тістоприготувальний агрегат А2-ХНП/21 (рис.3.1), який складається із:

- машини для приготування тіста тістомісильна А2-ХНП/5 (1);
- камери для бродіння А2-ХНП/6 (2);
- дозатора води та інших розчинів А2-ХНП/5.04.000 (3);
- бункера для зброджування тіста А2-ХНП/18 (4);
- робочої платформи А2-ХНП/21.00.010 (5);
- ваги настільної циферблатної РН-3Ц-13У (6);
- насоса перекачування опари (7);
- насоса подачі води (8).

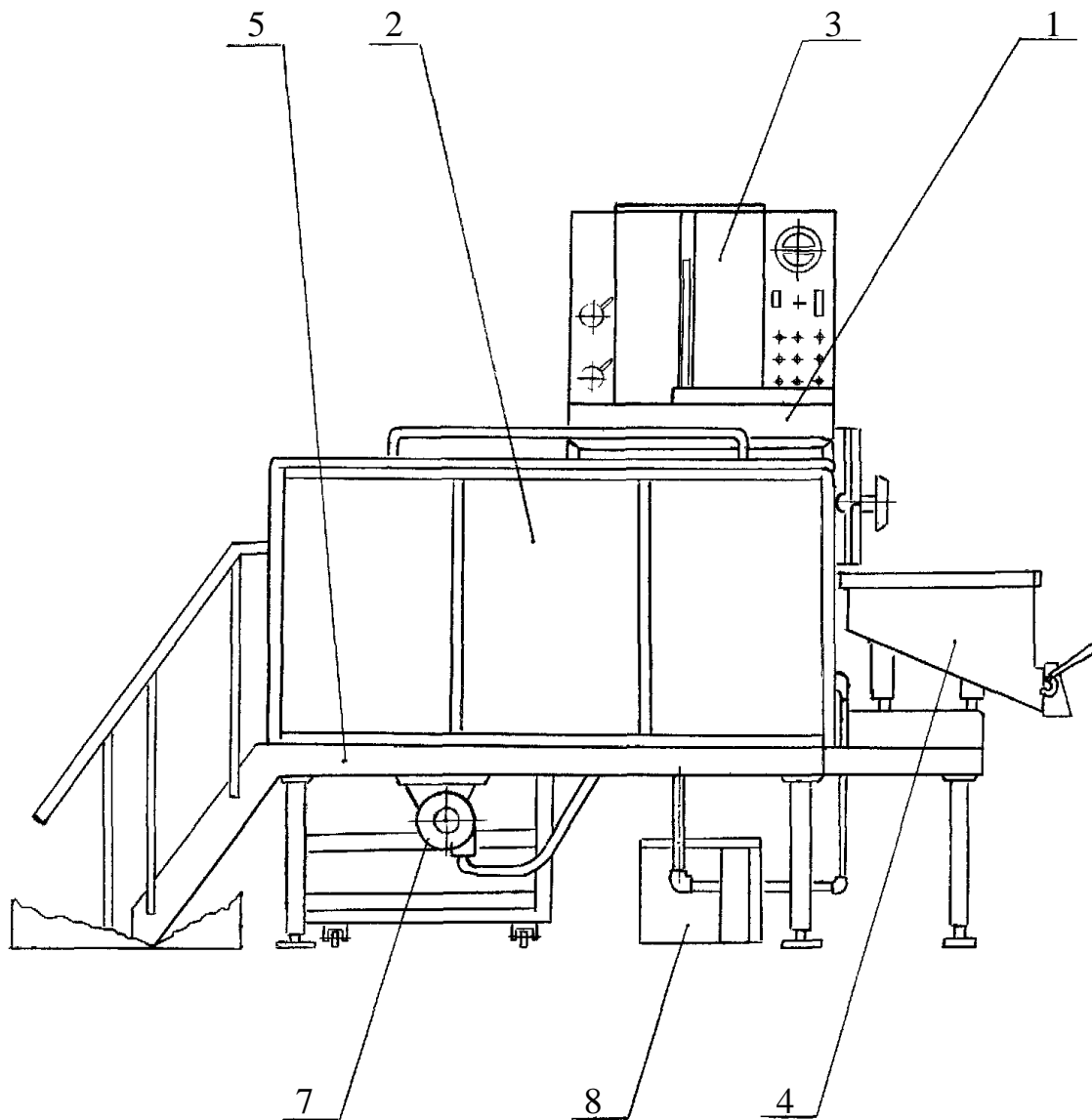


Рис. 3.1 – Принципова схема тістоприготувального агрегату А2-ХНП/21:

Наступним розглянемо схему тістомісильного агрегату А2-МТ2-Є (рис.3.2), який містить:

- тістомісильну машину, робочий орган (1);
- діжі, у кількості 5 штук (2);
- направляючу руху діж (3);

- установку для очистки, підготовки (нагрівання) води, та її дозування (4);
- пульт керування (5);
- привід (6);
- стяжки (7);
- опори під направляючі (8);
- з'єднувачі (9).

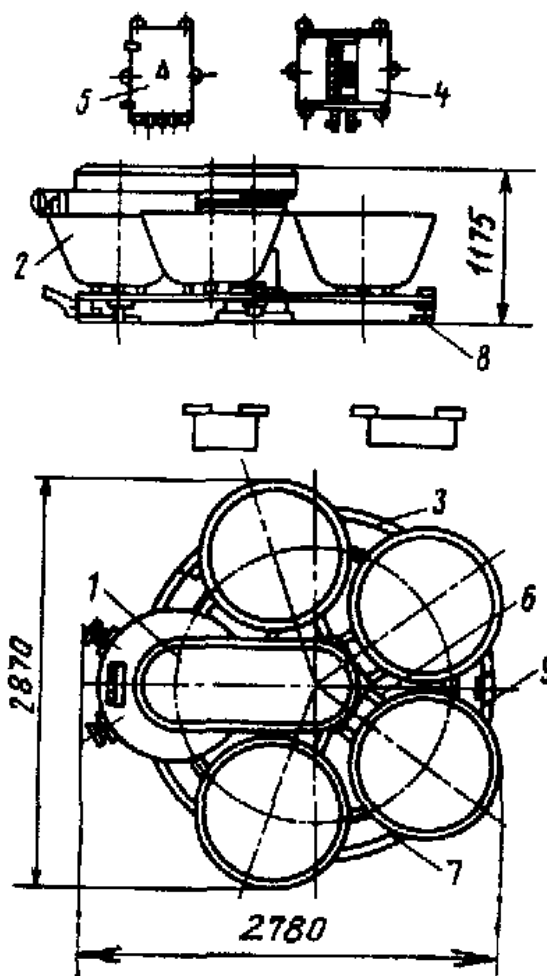


Рис.3.2 - Схема агрегату тістомісильного А2-МТ2-Є:

3.2 Санітарні та технічні вимоги до даної машини, вузла

До технологічного обладнання і машин які використовуються при приготуванні тіста, ставиться велика кількість технічних вимог. Зокрема вони повинні:

- забезпечувати впровадження сучасних прогресивних технологій;
- виконувати сучасні вимоги щодо автоматизації виробництва, контролю та регулювання виробничих процесів;
- надійну герметизацію та аспірацію окремих вузлів;
- відповідати високим показникам зносостійкості робочих органів машин та апаратів;
- відповідати вимогам щодо охорони праці та забезпечення виробничої санітарії;
- мати високі техніко-економічні показники ефективності.

Складові тістоприготувального агрегату, які задіяні у технологічних процесах при приготуванні опари, тіста, повинні відповідати наступним санітарно-гігієнічним та технологічним вимогам:

- матеріали з яких виготовляють робочі органи та місильні ємності повинні мати нейтральний вплив на них опари або тіста;
- високі показники адгезійної стійкості;
- повинні бути зручними приїхній тсанітарній обробці, митті та очищенні;
- низькі показники шуму та вібрації, тощо.

3.3 Обґрунтування розроблюваної конструкції

Комплектування потоково-механізованих ліній малогабаритними комплектними машинами та обладнанням, дозволить сільськогосподарським виробникам автоматизувати та механізувати поєднання різних технологічних операцій у одній машині. В свою чергу це дозволить прискорити технологічні процеси, зменшити кількість робітничого персоналу,

використовувати меншу площу під виробничі потужності, зменшити затрати енергетичних ресурсів.

Нами представлено розробку комбінованого рішення щодо тістоприготувального агрегату, який дозволяє сумістити виконня операцій по підготовці сировини та інших компонентів, дозування сировини та додаткових компонентів та сам процес приготування тіста.

Запропонований варіант тістоприготувального агрегату надасть змогу не тільки поєднати декілька операцій в одній машині, але дозволить вилучити із технологічного ланцюга такі операції як, міжопераційне транспортування від підготовки основної та допоміжної сировини до приготування тіста.

Тістоприготувальний агрегат зображений на рисунку 3.3.

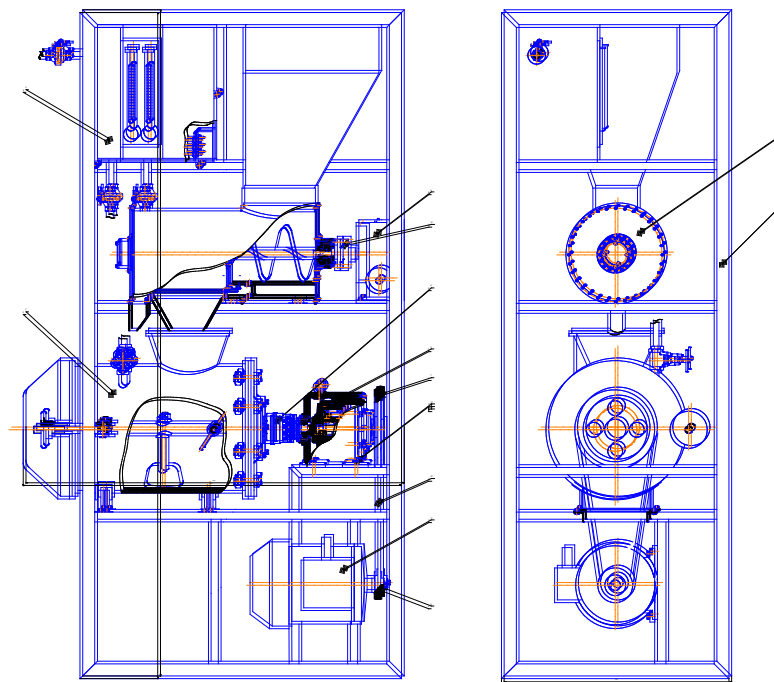


Рис. 3.3 - Схема запропонованого тістоприготувального агрегату
 1-рама; 2-машина для приготування тіста; 3-бачок для підготовки розчинів і їх дозування; 4- установка дозувально-просіювальна; 5,9-привід; 6,10-муфта; 7,8-шків; 11-двигун, 12-пас, 13,14,15-болти.

3.4 Конструктивний, кінематичний та інші розрахунки

Конструктивні розрахунки тістоприготувального агрегату почнемо із визначення параметрів просіювача борошна із циліндричним ситом [13]. Розглянемо конструктивну схему даного просіювача та здійснимо виявлення умов його роботоздатності.

Частинки борошна які здійснюють рух у циліндричному ситі (рис.3.4) можливо відобразити наступним чином:

- рухаються уздовж барабана, який є нахилений, або спричиняється конусністю;
- разом із ситом здійснюють піднімання на деякий кут і різко опускаються униз.

Борошно, яке поступає на барабан піддається дії наступних сил в точці В:

- сили тяжіння mg частинки борошна, яка має напрям униз, а якщо розкласти на дотичну та нормальну складові, отримаємо

$$mg \sin \beta \quad \text{і} \quad mg \cos \beta, \quad (3.1)$$

де β – значення кута підйому борошна.

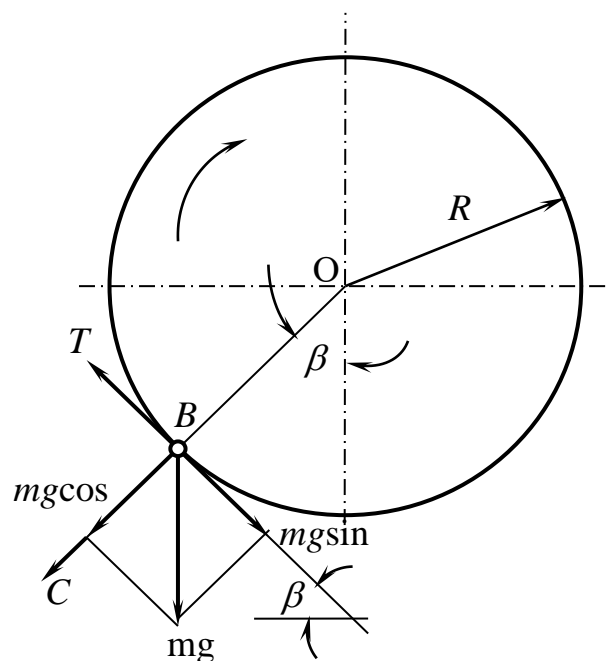


Рис.3.4 - Схема визначення швидкості обертання барабанного сита.

- відцентрова сила інерції C , яка здійснює притискає просіювальної частинки до сита та діє по нормалі

$$C = m \cdot \omega^2 \cdot R, \quad (3.2)$$

де ω – значення кутової частоти обертання сита, хв^{-1} ;

R – значення радіуса циліндра, м .

- сила тертя T , дія якої відбувається у протилежному напрямку до $mg \sin \beta$.

$$T = f(mg \cos \beta + m\omega^2 R). \quad (3.3)$$

Частинки борошна які розміщуються на похилій поверхні сита точки B не затримуються силою тертя T , відповідно значення сили тертя T у точці B рівне силі $mg \sin \beta$, а саме

$$mg \sin \beta = T, \quad (3.4)$$

$$mg \sin \beta = f(mg \cos \beta + m\omega^2 R), \quad (3.5)$$

відповідно

$$\omega = 3 \sqrt{\frac{\sin \beta - f \cos \beta}{fR}}. \quad (3.6)$$

Робота барабанного сита залежить від значення кута β , значення якого повиннобути у межах $40-60^\circ$.

Значення кута приймаємо $\beta = 40^\circ$, коефіцієнта тертя $f = tg35 = 0,7$; а відносно формули (3.6) отримаємо:

$$\omega = \frac{1,2}{\sqrt{R}}. \quad (3.7)$$

Із практичної точки зору приймамо

$$\omega = \frac{1,2}{\sqrt{R}} - \frac{1,9}{\sqrt{R}}. \quad (3.8)$$

Одержуємо:

$$\omega = \frac{1,2}{\sqrt{0,15}} - \frac{1,9}{\sqrt{0,15}} = 3,1 - 4,9 \text{ с}^{-1}.$$

Значення кутової частоти обертання приймаємо 4,19 с⁻¹, яка буде відповідати частоті обертання 40 об/хв.

Для визначення продуктивності просіювача борошна із обертовими ситами, скористаємось формулою:

$$\Pi = \frac{30 \cdot \rho \cdot g \cdot \omega \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sqrt{R^3 \cdot h^3}}{\pi}, \quad (3.9)$$

де R - значення радіуса барабана, м;

ρ - значення об'ємної ваги борошна в кг/м³;

α - значення кута нахилу осі барабана, град;

h - значення найбільшої товщини шару борошна у барабані, м
(приймаємо - 0,05 м);

ω - значення кутової частоти обертання вала барабана, с⁻¹;

На основі відомих значень згідно формули (3.9) отримаємо результат теоретичної продуктивності:

$$\Pi = \frac{30 \cdot 650 \cdot 9,81 \cdot 4,19 \cdot \operatorname{tg} 10 \cdot \sqrt{0,15^3 \cdot 0,05^3}}{3,14} = 292,3 \text{ кг/год.}$$

Практичні дані продуктивності передбачають врахування навантаження на 1 м² сита за годину, та приймають $\Pi_0 = 1,2 - 2,5 \text{ т/(м}^2 \cdot \text{год)}$. Відповідно для визначення продуктивності барабанного сита доцільно скористатись формулою:

$$\Pi = \Pi_0 F, \quad (3.10)$$

де F - значення площі поверхні сита, м².

$$\Pi = (1,2 - 2,5) \cdot 0,135 = 0,162 - 0,337 \text{ т/год.}$$

На основі розрахованих значень продуктивності теоретичних та розрахункових можливо зробити висновок, що даний тип просіювача задовляє наші потреби по усіх відповідних показниках.

Визначення затрат енергії на валу просіювального барабана яка затрачається на подолання опору тертя у підшипниках та піднімання борошна на певну висоту H , яка зумовлена кутом підйому β (рис.3.5).

Визначення потужності на подолання тертя у підшипниках здійснюється згідно формули [4]:

$$N_1 = (m_{\bar{o}} + m_m) \cdot g \cdot k_m \cdot d \cdot \omega, \quad (3.11)$$

де, m_m - значення маси борошна розміщеного у барабані, кг;

$m_{\bar{o}}$ – значення маси барабана циліндричного сита, кг;

d - значення діаметра шийки вала, м;

k_m - значення коефіцієнта тертя ковзання у підшипниках, приймаємо 0,15 - 0,20;

ω - значення кутової частоти обертання вала барабана, c^{-1} .

Відповідно:

$$N_1 = (45 + 15) \cdot 9,81 \cdot 0,15 \cdot 0,4 \cdot 4,19 = 147,97 \text{ Вт.}$$

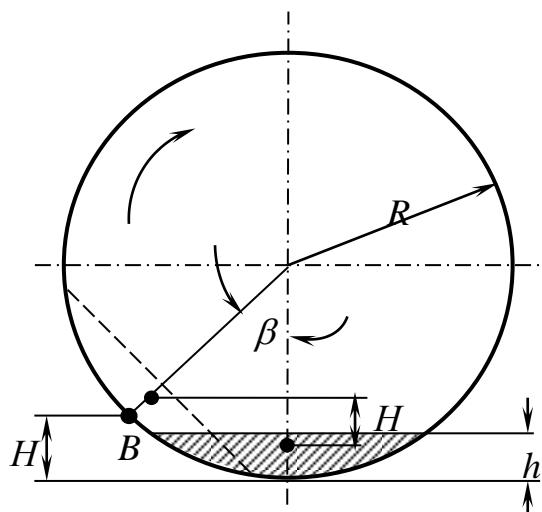


Рис. 3.5 - Схема по визначенню енергії яка затрачається при просіюванні барабанним ситом.

Надалі здійснено визначення потужність на підняття борошна, згідно формули:

$$H = R - R \cdot \cos \beta \quad (3.12)$$

При наченні $\beta \approx 45^\circ$, $H \approx 0,3R$.

Робота яка затрачається на підняття борошна:

$$A = m_{\delta} \cdot g \cdot 0,3 \cdot R \cdot \omega \quad (3.13)$$

Робота здійснюється за 1/8 частини обертання (при $\beta = 45^\circ$), тобто за час

$$t = \frac{2 \cdot \pi}{8 \cdot \omega} = \frac{\pi}{4\omega} \quad (3.14)$$

Відповідно значення потужності:

$$N_2 = \frac{A}{t} = \frac{m_{\delta} \cdot 0,3 \cdot R \cdot g \cdot 4 \cdot \omega}{\pi} = \frac{m_{\delta} \cdot 1,2 \cdot R \cdot g \cdot \omega}{\pi} \quad (3.15)$$

У розрахунковому значенні:

$$N_2 = \frac{150 \cdot 1,2 \cdot 9,81 \cdot 4,19}{3,14} = 353,4 \text{ Вт.}$$

Значення сумарної потужності, яку потрібно щоб здійснити обертання барабанного сита:

$$N = N_1 + N_2 \quad (3.16)$$

$$N = 147,97 + 353,4 = 501,37 \text{ Вт}$$

При врахуванні к.к.д. приводу значення необхідної потужності електродвигуна барабанного сита:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta} \quad (3.17)$$

при $\eta = 0,5-0,7$.

$$N = \frac{147,97 + 353,4}{0,65} = 771,34 \text{ Вт.}$$

Визначення продуктивності тістомісильної машини (кг/год) здійснюють згідно із рівняння:

$$Q_M = Q_{II} \frac{100 + Y}{100} k_0, \quad (3.18)$$

де Y – показник впікання, % по гарячому хлібу;

Q_n – значення продуктивності печі по гарячому хлібу, кг/год;

k_0 – значення коефіцієнта, який характеризує можливі зупинки при регулюванні та очищенні, $k_0=1,2-1,2$.

Надалі здійснюється розрахунок місткості місильної ємності, м³:

$$V = \frac{Q_M \cdot (\tau + \tau_\partial)}{3600 \cdot \rho \cdot k_2}, \quad (3.19)$$

де k_2 – значення коефіцієнта, який характеризує заповнення місильної ємності, $k_2=0,4-0,5$;

τ_∂ – час, за який здійснюються допоміжні операції, сек;

Здійснимо виконання перевірного розрахунку продуктивності тістомісильної машини:

$$Q = \frac{3600 \cdot V \cdot \rho \cdot k_2}{(\tau + \tau_\partial)}. \quad (3.20)$$

$$Q = \frac{3600 \cdot 0,15 \cdot 1100 \cdot 0,51}{(600 + 180)} = 388,4 \text{ кг/год.}$$

Визначення витрат енергії буде здійснено складання балансу енерговитрат (Дж) при один цикл який здійснює місильна лопать, надалі здійснимо визначення на час приготування тіста [1]:

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4, \quad (3.21)$$

де A_1 – значення роботи затраченої при перемішуванні;

A_2 – значення роботи затраченої при переміщенні місильних органів;

A_3 – значення роботи затраченої при нагріванні тіста та відповідних складових обладнання;

A_4 – значення роботи затраченої при зміні структури тіста.

Визначаємо A_1 :

$$A_1 = ab\pi\rho n^2 \cos(90 - \alpha)(r_2^2 - r_1^2)[(1 - k)\pi^2(r_2^2 - r_1^2) + kS^2 / 2], \quad (3.22)$$

$$A_1 = 2 \cdot 0,2 \cdot 3,14 \cdot 1100 \cdot 24,3^2 \cdot 0,69 \cdot 0,15 [(1 - 0,4)3,14^2 \cdot 0,15 + 0,4 \cdot 0,9^2 / 2] = 88,57 \text{ Дж/об.}$$

Визначення A_2 :

$$A_2 = \frac{2}{3} ab\delta\rho_l \pi^2 n^2 (r_2^3 - r_1^3). \quad (3.23)$$

$$A_2 = \frac{2}{3} \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 0,01 \cdot 7800 \cdot 3,14^2 \cdot 24,3^2 \cdot 0,15^3 = 40,87 \text{ Дж/об.}$$

Визначення A_3 :

$$A_3 = \frac{t_2 - t_1}{n \cdot \tau} (m_T c_T + m_M c_M). \quad (3.24)$$

$$A_3 = \frac{35 - 28}{24,3 \cdot 600} (150 \cdot 2300 + 320 \cdot 500) = 242,46 \text{ Дж/об.}$$

Визначення A_4 :

$$A_4 = (0,05 \dots 0,10) A_1. \quad (3.25)$$

$$A_4 = 0,05 \cdot 88,57 = 4,43 \text{ Дж/об.}$$

Загальна робота буде рівна:

$$A = 88,57 + 40,87 + 242,46 + 4,43 = 376,33 \text{ Дж/об.}$$

Визначення потужності електродвигуна приводу (Дж) здійснюється згідно рівняння:

$$N_e = \frac{A \cdot n}{\eta_1 \cdot \eta_2}. \quad (3.26)$$

де η_1 – ККД, які відповідають основним механізмам тістомісильної машини;

η_2 – ККД, які відповідають проміжним механізмам приводу, а при їх відсутності $\eta_2=1$.

$$N_e = \frac{376,33 \cdot 2,54}{0,82 \cdot 0,85} = 1371,45 \text{ Вт.}$$

Згідно величини N_e здійснюємо підбір привідного електродвигуна марки 4A160S4Y3 із встановленою потужністю 1,5 кВт.

3.5 Розрахунок елементів на міцність

Розрахунок почнемо із визначення допустимого напруження на кручення вала у тістомісильній машині [19]

$$\tau_{кр} = \frac{T}{W_{кр}} \leq [\tau_{кр}], \quad (3.27)$$

де $W_{кр}$ – значення моменту опору вала при крученні, м²;

T – значення крутного моменту на валу, Нм;

Визначення крутного моменту на валу:

$$T = \frac{N_{пр}}{\omega}, \quad (3.28)$$

де ω – значення кутової швидкості вала, с⁻¹.

Підставивши відомі значення отримаємо:

$$T = \frac{1371}{2,54} = 539,8 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Визначення моменту опору вала при крученні

$$W_{кр} = \frac{\pi \cdot D^3}{16}, \text{ м}^3 \quad (3.29)$$

де D – значення діаметра вала, м.

Підставивши відомі значення отримаємо:

$$W_{кр} = \frac{3,14 \cdot 0,02^3}{16} = 0,00000157 \text{ м}^3,$$

$$\tau_{кр} = \frac{539,8}{0,00000157} = 34,38 \text{ МПа.}$$

Ст 30Х повинна відповідати допустимому напруженню від 60 до 80МПа, а відповідно умова міцності буде виконуватись [18].

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу виготовлення хліба та розроблення моделі травмонебезпечних ситуацій

Виробництво хлібобулочних виробів здійснюється з виконанням певної послідовності технологічних операцій, серед яких можна виділити такі основні: приготування борошна, приготування і бродіння тіста, поділ тіста на заготовки і їх вистоювання, випікання і реалізація хліба. Кожен з цих процесів містить свої небезпечні чинники, які можуть негативно вплинути на життя та здоров'я працівників при недотриманні правил техніки безпеки.

Під час роботи пекарні виникають такі небезпечні чинники як механічний, враження електричним струмом та теплові опіки.

До механічних чинників виникнення небезпечних ситуацій належать машини та механізми, які мають рухомі та обертові робочі органи. До них також відносять всі види передач (ланцюгові, стрічкові, пасові тощо); транспортери (стрічкові, скребкові, шнекові тощо); лопаті тістомісильних машин тощо. Ці небезпечні зони повинні бути недоступні для випадкового контакту з ними персоналу підприємства, тобто огорожені та захищені спеціальним захисним обладнанням.

Ураження електричним струмом виникають в результаті неполадок в електричних системах машин і апаратів, або при неправильній експлуатації електричних пристроїв цих машин. Для запобігання ураження електричним струмом необхідно вчасно проводити перевірки стану електрообладнання та заземлення.

Чинник теплового опіку може виникати при не укомплектуванні персоналу цеху, які працюють із тепловими апаратами (шафи вистоювання, пекарні камери тощо) відповідними засобами індивідуального захисту.

Великих збитків виробництву завдають виробничий травматизм та захворювання. Умовою запобігання виробничого травматизму та аварій є розробка спеціальних заходів, які базуються на аналізі стану охорони праці, оцінці наявних небезпечних виробничих чинників, що можуть призвести до травм, аварій та захворювання.

У процесах виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події, що утворюють конкретну аварійну або травмонебезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В цих умовах є початкові, проміжні і кінцеві події. Виробнича безпека характеризується небезпечною умовою виникнення (НУ), небезпечною дією (НД) і небезпечною ситуацією (НС), що може призвести до травми (Т) або електротравми (Е_Т), аварії (А), захворювання (З) [3].

Аналіз травмонебезпечних чинників показує, що за характером дії і наслідками їх можна розбити на такі групи:

- характеризують стан або рівень безпеки машин і апаратів;
- спонукають обслуговчий персонал допускати технологічні помилки;
- створюють можливість проникнення робітника в небезпечну зону;
- призводять до виконання небезпечних дій.

Представимо моделі деяких можливих травмонебезпечних ситуацій в пекарні у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Моделі формування і виникнення травмонебезпечних ситуацій в пекарні

Операція	Виробнича небезпека			На-слід-ки	Заходи
	НУ	НД	НС		
1. Просіювання борошна. Модель:	НУ-1 – відсутній захист пасової передачі. НУ-1 →	НД-1 – рука робітника в зоні приводу. НД-1 →	НС-1 – захват одягу або руки пасом.	Травма. Т	Встановити захист пасової передачі.
2. Приготування тіста. Модель:	НУ-2 – незакрита мі-сильна діжа. НУ-2 →	НД-2 – рука робітника в зоні дії мішалки; НД-3 – сторонній предмет в діжі. НД-2 → НД-3 →	НС-1 → НС-2 – захват одягу або руки мішалкою; НС-3 – блокування роботи мішалки.	Травма. Аварія. Т А	Слідкувати за закриттям діжі.
3. Поділ тіста на заготовки Модель:	НУ-3 – подача тіста рукою; НУ-4 – пошкоджене заземлення НУ-3 → НУ-4 →	НД-4 – рука робітника в зоні дії шнека; НД-5 – рука робітника в зоні дії струму НД-4 → НД-5 →	НС-2 → НС-3 → НС-4 – захват одягу або руки шнеком; НС-5 – можливість вра-	Травма Електрична травма Т Ет	Слідкувати за дотриманням правил експлуатації машини Перевірка справності заземлення
4. Випікання хліба.	НУ-5 –	НД-5 –	НС-5 –	Т Ет	

Модель: 5. Транспортування сировини Модель:	робота біля печі без терморюкавиць.	НД-6 – контакт незахищених рук із нагрітою поверхнею.	електро-струмом НС-4 → НС-5 →	Травма. Т	Забезпечити працівників спецодягом.
	НУ-5 → НУ-6 – слизька підлога, сходи НУ-6 →	НД-6 – падіння робітника НД-7 →	НС-6 – можливість отримання опіків. НС-6 → НС-7 – можливість сильного удару НС-7 →	ТравМА Т	Слідкувати за чистотою підлоги, сходів

4.2 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу

4.2.1 Правила безпеки праці на машинах і обладнанні з виготовлення хлібобулочних виробів

До роботи з машинами і апаратами допускаються тільки працівники, які навчені прийомам роботи і пройшли ввідний інструктаж з техніки безпеки та інструктаж на робочому місці.

Робочі місця повинні освітлюватись згідно з вимогами правил техніки безпеки і промислової санітарії харчових виробництв.

Повинен забезпечуватись вільний доступ до всіх частин і механізмів обладнання.

Для запобігання теплових опіків при термічній обробці виробів необхідно користуватись захисними термостійкими рукавицями або спеціальним додатковим інструментом.

У випадку несправності машин і апаратів ремонт слід виконувати тільки після від'єднання її від електричної мережі з обов'язковим вивішуванням таблички “НЕ ВМИКАТИ! Ремонтні роботи”.

Для запобігання ураженню електричним струмом машини і апарати повинні бути надійно заземлені згідно з вимогами чинних державних стандартів.

Перед початком роботи необхідно:

- прибрати з технологічного обладнання та навколо нього все, що може заважати роботі;
- переконатися у повній справності машин і апаратів;
- перевірити роботу обладнання без навантаження.

Під час роботи необхідно:

- постійно підтримувати робоче місце в чистоті і порядку;
- перед кожним вмиканням машини і апарата переконатись, що нікому не загрожує небезпека;
- не залишати увімкнену машину і апарат без нагляду;
- регулювати і ремонтувати машину і апарат тільки при вимкненні її з електричної мережі;
- при появі електричного струму на корпусі негайно вимкнути машину і апарат з електричної мережі;
- при проведенні регулювальних, ремонтних та інших робіт користуватись тільки справним інструментом.

Після закінчення роботи необхідно:

- вимкнути електроживлення обладнання;
- очистити машину і апарат від залишків тіста та хліба;

- здійснити миття машини та обладнання;
- у випадку виявлення недоліків у роботі машин і апаратів повідомити про це керівництво.

4.2.2 Розрахунок освітлення хлібопекарні

Розглянемо розрахунок освітлення на прикладі виробничого цеху [10]. В цеху є чотири вікна. Вимірюємо розміри вікна і визначимо площу. Площа одного вікна становить 2,25 м², отже площа сорока вікон 90 м².

Площа підлоги становить 235 м².

Визначаємо кількість вікон, що відповідає нашому аналогу:

$$N_B = \frac{F_n \alpha}{F_B}, \quad (4.1)$$

де F_n – площа підлоги;

α – коефіцієнт природного освітлення, $\alpha = 0,18$;

F_B – площа одного вікна.

Підставивши дані, отримаємо:

$$N_B = \frac{235 \times 0,18}{2,25} = 18,8.$$

Приймаємо $N_B = 20$.

Яке бачимо з розрахунку, площа вікон забезпечує необхідне освітленні приміщення. Для зимового періоду розраховуємо штучне освітлення.

Визначаємо загальну потужність освітлення:

$$P_{заг} = \omega F_n, \quad (4.2)$$

де ω – питома потужність, 10-12 Вт/м².

Підставивши дані, отримаємо:

$$P_{заг} = 12 * 23,5 = 2820 \text{ Вт.}$$

Визначаємо необхідну кількість світильників:

$$n = \frac{P_{заг}}{P_{св}}, \quad (4.3)$$

де $P_{св}$ – потужність прийнятого світильника – 60 Вт.

Підставивши дані, отримаємо:

$$n = \frac{2820}{60} = 47.$$

Приймаємо 50 світильників. Отже, у виробничому цеху повинно бути 50 ламп потужністю 60 Вт.

4.3 Захист цивільного населення

Актуальність проблеми природно-техногенної безпеки населення України і її території в останні роки обумовлена тривожною тенденцією зростання числа небезпечних природних явищ, промислових аварій та катастроф, які призводять до числа матеріальних втрат, пошкодженні здоров'я та загибелі людей. У зв'язку з цим зростає роль цивільного захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій різного походження.

На території підприємства та прилеглих територіях знаходиться ряд потенційно небезпечних об'єктів техногенного та природного походження до яких можна віднести: високовольтну ЛЕП та трансформаторну підстанцію, підземний газопровід та лінії зв'язку, пошкодження яких загрожує життю людей; заправний пункт ПММ.

До НПО та НС природного походження треба віднести лісові масиви, які при пересиханні в літній період можуть загорятися внаслідок необережного поводження з вогнем і загрожують господарству тривалими і важкогасимими пожежами [5].

Для виконання покладених завдань і функцій на формування ЦО у їх структурі створені такі служби і підрозділи: служба оповіщення і зв'язку, яка своєчасно інформує керівний склад, працівників і все населення про загрозу і

виникнення НС; медична служба, яка забезпечує комплектування і готовність медичних формувань; служба охорони медичного порядку; аварійно-технічна служба, що здійснює заходи по підвищенню стійкості інженерного обладнання, роботи по розбиранню завалів, ліквідації і локалізації аварій на комунальних об'єктах; служба матеріально-технічного постачання , що своєчасно забезпечує формування ЦО всіма необхідними матеріально-технічними ресурсами.

5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції

Розрахунок техніко-економічних показників базується на визначенні показників: строку окупності капіталовкладень, річного економічного ефекту, рівня рентабельності виробництва, прибутку, економії затрат праці, рівня механізації, собівартості продукції, експлуатаційних і виробничих затрат.

Одним із основних критеріїв економічної оцінки технологічного рішення є строк окупності, який визначається як відношення сумарних капітальних витрат $K_{\text{кап}}$ (грн.) до річного прибутку Π (грн.):

$$T = \frac{K_{\text{кап}}}{\Pi} \quad (5.1)$$

Наступним показником, який може характеризувати економічну ефективність виробництва заданго виду продукції є рівень рентабельності. Він характеризує прибутковість підприємства. Рентабельність визначається відношенням прибутку Π до загальних затрат на виробництво продукції Z :

$$P_p = \frac{\Pi}{Z} \cdot 100 \quad (5.2)$$

Прибуток визначається як різниця грошових надходжень Γ_n і загальних затрат на виробництво продукції Z :

$$\Pi = \Gamma_n - Z \quad (5.3)$$

Грошові надходження від реалізації виробленої продукції визначаються як добуток кількості виробленої продукції Q_{np} (т) на її ціну C_{np} (грн./т):

$$\Gamma_n = \sum Q_{np} \cdot C_{np} \quad (5.4)$$

Грошові надходження від реалізації продукції різного гатунку (якості) визначатимуться як:

$$\Gamma_{n12} = Q_{np12} \cdot C_{np12} \quad (6.5)$$

$$\Gamma_{n12} = 2190 * 3600 = 7884000 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції визначаються за формулою:

$$Z = Z_n + Z_n \quad (5.6)$$

де Z_n - прямі затрати на виробництво продукції, грн.;

Z_n - непрямі затрати на виробництво продукції, грн.

Прямі затрати на виробництво продукції визначаються як

$$Z_n = Z_e + A_{\delta} + A_o + B_c + B_m \quad (5.7)$$

де Z_e - експлуатаційні затрати на виробництво продукції, грн. (вибирається з технологічної карти);

A_{δ} - амортизаційні відрахування на будівлі і споруди, грн.;

A_o - амортизаційні відрахування на відновлення і ремонт обладнання, що не увійшло в технологічну карту, грн.;

B_c - вартість сировини, що необхідна для виробництва продукції, грн.;

B_m - вартість тари, що необхідна для пакування виробництва продукції, грн.

Амортизаційні відрахування на будівлі визначаються за формулою:

$$A_{\delta} = \frac{B_{\delta}}{T_e} \quad (5.8)$$

де B_{δ} - балансова вартість будівлі, грн.;

T_e - строк експлуатації будівлі, років (приймається 50 років).

Балансова вартість будівлі вибирається з довідників, нормативних документів, або розраховується за формулою:

$$B_{\delta} = V_{\delta} \cdot Z_{\delta} \quad (5.9)$$

де V_{δ} - будівельний об'єм, м³;

Z_{δ} - будівельні затрати на 1 м³.

$$B_{\delta} = 147 * 3500 = 514500 \text{ грн.}$$

Тоді

$$A_{\delta} = \frac{514500}{50} = 10290 \text{ грн.}$$

Вартість сировини, яка використовується для виробництва продукції визначається за формулою:

$$B_c = \sum W_c \cdot C_c \quad (5.10)$$

де W_c - кількість кожного компонента в загальній рецептурі, кг;

C_c - вартість кожного компонента рецептури, грн/кг.

$$B_c = 790 * 8000 = 6320000 \text{ грн.}$$

$$B_m = N_m \cdot C_m \quad (5.11)$$

Тоді прямі затрати будуть становити

$$Z_n = 55611,79 + 10290 + 190,889 + 6320000 = 6386092,68 \text{ грн.}$$

Непрямі затрати на виробництво продукції становлять 10 % від прямих, тому їх розмір визначатиметься за формулою:

$$Z_n = 0,1 \cdot Z_n \quad (5.12)$$

$$Z_n = 0,1 * 6386092,68 = 638609,27 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції будуть становити

$$Z = 6386092,68 + 638609,27 = 7024701,95 \text{ грн.}$$

Тоді прибуток від реалізації виробленої продукції буде рівним

$$\Pi = 7884000 - 7024701,95 = 859298,05 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції визначається за формулою:

$$C_{np} = \frac{Z}{Q_{np}} \quad (5.13)$$

$$C_{np} = \frac{7024701,95}{2190} = 3207,63 \text{ грн/т.}$$

Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень

За умови відомих значень прибутку і загальних затрат на виробництво продукції можна визначити рівень рентабельності виробництва.

$$P_p = \frac{859298,05 * 100}{7024701,95} = 12,23 \%$$

Для визначення строку окупності капітальних вкладень необхідно визначити їх розмір за формулою

$$K_{kap} = B_o + B_{\sigma} \quad (5.14)$$

де B_o - вартість технологічного обладнання, грн.

$$K_{kap} = 62820 + 514500 = 577320 \text{ грн.}$$

Тоді строк окупності капітальних вкладень буде становити

$$T_{ок} = \frac{577320,00}{859298,05} = 0,67 \text{ років.}$$

Таблиця 5.1 - Економічні показники запропонованої технології виробництва продукції

Показник	Умовні позначення	Одиниці виміру	Параметр
Експлуатаційні затрати	<i>Зе</i>	грн.	55611,79
в.т. числі:			
заробітна плата	<i>Зп</i>	грн.	9913,14
амортизація машин	<i>Ам</i>	грн.	725,18
поточний ремонт машин	<i>Апр</i>	грн.	1183,71
вартість паливо-мастильних матеріалів	<i>Впмм</i>	грн.	14714
вартість електроенергії	<i>Ве</i>	грн.	12800,16
вартість роботи автотранспорту	<i>Ват</i>	грн.	16275,6
Амортизаційні відрахування на будівлі	<i>Аб</i>	грн.	10290,00
Вартість сировини	<i>Вс</i>	грн.	6320000,00
Собівартість 1 т продукції	<i>Спр</i>	грн.	3207,63
Реалізаційна ціна 1 т продукції	<i>Цпр</i>	грн.	3600,00
Прибуток	<i>П</i>	грн.	859298,05
Рівень рентабельності	<i>Рр</i>	%	12,23
Строк окупності капіталовкладень	<i>Ток</i>	років	0,67

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Проведено аналіз технологічних процесів приготування тіста, який являється основним для хлібобулочного виробництва. На основі цього здійснено обґрунтування проектної технології виробництва. Згідно запропонованої технології приготування тіста хлібобулочного виробництва здійснено технологічні розрахунки, на основі яких провели аналіз технологічного обладнання і машин, визначили продуктивність та кількість відповідного технологічного обладнання і машин, та здійснили їх вибір для виконання відповідних операцій виробництва. Згідно наявної кількості технологічного обладнання та машин сформовано потоково-технологічну лінію. Здійснено визначення площі виробничих та допоміжних приміщень, розраховано потреби у витраті води, пари та електроенергії для забезпечення виробничих потреб.

На основі здійсненого огляду конструкцій тістоприготувальних агрегатів та їх складових, принципу роботи, проведено розрахунки щодо підвищення ефективності технологічного процесу приготування тіста у модернізованому тістоприготувальному агрегаті. Зокрема здійснено конструктивний, кінематичний та інші розрахунки модернізованого тістоприготувального агрегату.

Здійснено аналіз стану охорони праці при здійсненні процесів приготування тіста, так і загалом виробництва хлібобулочних виробів.

Проведено техніко-економічну оцінку проєкту.

Бібліографічний список

1. Маньківський А.Я., Скалецька Л.Ф., Подпряттов Г.І., Сеньків А.М. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції. – Ніжин: Аспект, 1999. – 383с.
2. Камінський В.Д., Бабич М.Б. Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції. Навчальний посібник. – Одеса: Аспект, 2000. – 460с.
3. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум: Навч.посібник/ Л.Ф.Скалецька, Т.М.Духовська, А.М.Сеньков. – К.: Вища школа, 1994. – 301с.
4. Харчова промисловість України: стан та перспективи / За ред. акад. НАН України І. Р. Юхновського. – К. : ФАДА, ЛТД, 2001. – 197 с.
5. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу об'єктів. Основи системного підходу та системного налізу об'єктів нової техніки: Навч. посібник/За ред.. Ю.Г.Леги. – К.:Либідь, 2004. – 288с.
6. Гречкосій В.Д. Основи проектування технологічних процесів / В.Д.Гречкосій, Р.В.Шатров, В.І.Василюк, Л.О.Шейко // Ніжин: МІЛАНІК, 2009. -111 с.
7. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Підручник для студентів вищих закладів освіти/За ред..В.І.Бикова – К.:Либідь, 2000. – 270с.
8. Теорія технічних систем / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: ЦП „КОМПРИНТ”, 2017. – 291 с. Харчова промисловість України: стан та перспективи / За ред. акад. НАН України І. Р. Юхновського. – К. : ФАДА, ЛТД, 2001. – 197 с.
9. Мельник І.І. Проектування технологічних процесів у рослинництві /І.І.Мельник, В.Д.Гречкосій, С.М.Бондар // Ніжин: Аспект – Поліграф, 2005. – 192 с.

10. Мирончук В.Г. Розрахунок обладнання підприємств переробної і харчової промисловості [Текст] / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, Л.О. Пушанко та ін. Вінниця.: Нова книга. 2004. – 288 с.
11. Технологічний інжиніринг підприємств харчової галузі [Текст] : навч. посіб. / за ред. Я.Г. Верхівкера; Одес. нац. акад. харч. технологій, Нац. ун-т харч. технологій. – Одеса : Освіта України, 2017. – 144 с.
12. Мерко, І.Т. Наукові основи і технологія переробки зерна. / І.Т. Мерко, В.О. Моргун. – Одеса: Друк, 2001. – 360 с.
13. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник./В.Ф. Ялпачик, О.П.Ломейко, В.Г. Циб, Ф.Ю. Ялпачик та ін./Мелітополь: Видавничий будинок міської друкарні, 2014. 235с.
14. Мирончук В.Г. Розрахунок обладнання підприємств переробної і харчової промисловості [Текст] / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, Л.О. Пушанко та ін. Вінниця.: Нова книга. 2004. – 288 с.