

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

**К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Удосконалення конструкції тістомісильної машини  
для лінії виробництва хлібобулочних виробів ”**

Виконав: студент IV курсу групи Маш-41

Спеціальності 133 „Галузеве машинобудування”

(шифр і назва)

Володимир ЄВЧІЙ

(Ім'я та прізвище)

Керівник: к.т.н. доцент Руслан ГУМЕНЮК

(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

УДК 664. 0025

Удосконалення конструкції тістомісильної машини для лінії виробництва хлібобулочних виробів.

Євчій В.С. - Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

51 с. текст. част., 5 рис., 3 табл., 20 джерел, презентація графіч. част.

Проаналізовано існуючі технології виробництва хлібобулочних виробів та підібрано необхідну кількість обладнання відповідно до запропонованої технології. Розроблено процес виробництва хлібобулочних виробів, розраховано основні параметри процесу, режим роботи підприємства та часові ресурси.

Сформована конвеєрна технологія виробництва хлібобулочних виробів. З метою підвищення якості кінцевого продукту та енергозбереження була удосконалена та розрахована тістомісильна машина.

Вжито заходів щодо покращення умов праці та захисту навколишнього середовища. Розраховано економічну ефективність потокової механізованої, потокової лінії для виробництва хлібобулочних виробів.

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
1. ПРОЕКТУВАННЯ ПТЛ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ	8
1.1. Огляд та аналіз існуючих технологій переробки сировини.	8
1.2 Обґрунтування запропонованої технології	9
1.3 Визначення продуктивності технологічної лінії	10
1.4 Визначення потреби в машинах та обладнанні для технологічної лінії	12
1.5 Визначення розміру проектної частини цеху	13
1.6 Розрахунок потреб води, пари та електроенергії	16
2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА РОБОТИ	18
2.1 Санітарні та технічні вимоги до даної машини, вузла	18
2.2 Аналіз існуючих машин, вузлів	18
2.3 Обґрунтування розроблювальної конструкції	23
2.4 Функціональна схема тістомісильної машини А2-ХТБ1	24
2.5 Розрахунок елементів конструкції тістомісильної машини	25
2.6 Розрахунок на міцність	28
3. ОХОРОНА ПРАЦІ	29
3.1 Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів	29
3.2 Розроблення моделей травмонебезпечних ситуацій	30
3.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу	32
3.3.1 Правила безпеки у цехах і обладнанні по виробництву хлібобулочних виробів	32
3.3.2 Розрахунок вентиляції в цеху по виробництву хлібобулочних виробів	33

3.3.3 Розрахунок природного і штучного освітлення	35
3.3.4 Розрахунок захисного заземлення	36
3.3.5 Протипожежні заходи	37
4. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	39
4.1 Збереження довкілля – запорука безпечного існування	39
4.2 Аналіз екологічного стану господарства	39
4.2.1 Охорона ґрунтів	39
4.2.2. Охорона та ефективне використання водних ресурсів	40
4.2.3. Охорона атмосферного повітря	40
4.2.4 Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів	41
4.2.5 Охорона рослинного і тваринного світу	41
4.3 Шляхи покращення екологічного стану	42
5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ	44
5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції	44
5.2. Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень	47
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	49
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	50

## ВСТУП

Харчова промисловість в Україні є однією з основних галузей народногосподарського комплексу. Вона посідає друге місце після машинобудування та металообробки за валовою вартістю продукції, третє — за чисельністю працюючих, п'яте — за вартістю основних виробничих фондів. Харчова промисловість об'єднує 22 основні галузі. Загалом наразі в Україні виробляє понад 10 тис. найменувань продукції.

У процесі розробки найбільші економічні вигоди принесє прийняття рішень щодо раціонального використання сировини і матеріалів, впровадження матеріалозберігаючої техніки і технологій.

Головним важелем інтенсифікації сучасної національної економіки є різке прискорення науково-технічного процесу, широке впровадження техніки нового покоління та нових технологій для забезпечення високої продуктивності та ефективності виробництва. Перспективним завданням є здійснення глибокої технологічної трансформації національної економіки на основі сучасних науково-технічних досягнень.

З урахуванням поставлених завдань виробничо-технічні бази харчової промисловості підлягають не лише розширенню, а й повній реконструкції. Більшість обладнання, що зараз експлуатується, це застарілі машини та обладнання, які не відповідають сучасним вимогам. Низький ступінь механізації та автоматизації призводить до зниження продуктивності праці. За цим показником вітчизняна харчова промисловість значно відстає від розвинутих країн світової економіки. Основа технологічної трансформації харчової промисловості плюс наявність вітчизняного харчового машинобудування. Особливе значення має серійне виробництво обладнання нового покоління, здатного в кілька разів підвищити продуктивність праці, відкриваючи тим самим шлях до автоматизації всіх етапів технологічних процесів.

# 1. ПРОЕКТУВАННЯ ПТЛ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОБУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

## 1.1 Огляд та аналіз існуючих технологій переробки сировини

В даний час у хлібобулочному виробництві використовуються в основному два методи виробництва.

- приготування свіжих продуктів, без бродіння;
- макарони, печиво;
- приготування хліба та виробів методом бродіння тіста.

Хлібобулочні вироби діляться на кілька груп:

- житній хліб;
- хліб із суміші житнього і пшеничного борошна;
- хліб з пшеничного борошна;
- хлібобулочні вироби з пшеничного борошна;
- бубликові вироби.

Існує кілька способів приготування тіста:

- нешкідливі;
- приготування тіста на густій опарі;
- приготування на рідкій опарі;
- приготування на дріжджах;
- зробивши закваску на молоці.

Перші два способи є найпоширенішими. Використовуючи спосіб без опари, з'єднуйте борошно та інгредієнти одразу.

У борошно влити воду, розчин солі і перемішати, додати дріжджі і перемішати в однорідну масу.

При правильних пропорціях борошна та інгредієнтів тісто стає еластичним. Таке тісто піднімається 2,5-3 години. Для його приготування потрібно 2-2,5% дріжджів. Температура тіста 28-32°C.

Приготування тіста на густій опарі для випікання виробів з неповторним смаком. Спосіб складається з двох етапів. Спочатку приготуйте опару. Потім додайте решту в'язких інгредієнтів, замісіть тісто і дайте піднятися 1-1,5 години.

Таким способом замішують тісто з борошна грубого помелу з низькою еластичністю клейковини. Недоліком цього способу є те, що зброжене тісто вимагає великої ємності і важко регулювати температуру.

## 1.2 Обґрунтування запропонованої технології

Основним критерієм вибору способу приготування тіста є смак споживача. З огляду на це, а також з огляду на те, що підприємство може мати більший грошовий потік, доцільним є впровадження нової технології на рідкій опарі. Крім того, метод є недорогим для використання у виробництві.

Бізнес-процес виробництва хлібобулочних виробів.

1. Транспортування та зберігання сировини.
2. Підготовка сировини до використання.
  - 2.1. Приготування борошна.
  - 2.2. Приготування води та розчинів.
  - 2.3 Дозування компонентів.
3. Замішуємо тісто.
  - 3.1 Підготуйте опару.
  - 3.2. Приготування тіста.
  - 3.3. Бродіння тіста.
4. Приготування виробів з тіста.
  - 4.1 Відокремити тісто.
  - 4.2. Формування тістової заготовки.

5. Розстоювання тіста.
  - 5.1 Покладіть тісто в шафу.
6. Хлібобулочні вироби.
  - 6.1 Змащення виробу.
  - 6.2 Завантажити виріб у піч.
  - 6.3 Випічка.
  - 6.4 Вийміть виріб з духовки.
7. Експедиція.
  - 7.1 Охолодження готового продукту.
  - 7.2 Покласти товар в упаковку.
  - 7.3 Відвантаження хліба для реалізації.

### 1.3 Визначення продуктивності технологічної лінії

Розрахунок продуктивності пекарні почнемо з визначення збільшення виробництва. Зокрема, цей розрахунок базується на обслуговуваному населенні та середньому рівні споживання.

Тобто щоденний обсяг товарообігу визначається:

$$W_{\text{доб}} = N_{\text{нас}} \cdot n_{\text{сп}} \cdot R_{\text{н}} \quad (1.1)$$

де:

$N_{\text{нас}}$  – чисельність населення;

$n_{\text{сп}}$  – норма споживання на 1 чол.;

$R_{\text{н}}$  – коефіцієнт нерівномірності споживання,  $R_{\text{н}}=0.75$ .

$$W_{\text{доб}} = 13000 \cdot 0.4 \cdot 0.7 = 3640 \text{ кг/добу.}$$

Вважаючи, що на підприємстві впроваджено двозмінну роботу з тривалістю 7 годин на зміну, знаходимо годинну продуктивність технологічної лінії:

$$Q_{\text{год}} = \frac{W_{\text{доб}}}{n_{\text{зм}} \cdot T_{\text{зм}}} \quad (1.2)$$

$$Q_{\text{год}} = \frac{3640}{1.7 \cdot 0.75} = 693.33 \text{ кг/год}$$



Враховуючи специфіку роботи в конструкторській майстерні, її продуктивність залежить від роботи пекарського цеху.

Визначення продуктивності шафи:

$$Q_m = \frac{K_p \cdot m \cdot n_{\times 1} \cdot K_n}{T_v} \quad (1.3)$$

де:

$K_p$  – число робочих люмок, шт.;

$m$  – маса буханок хліба, кг;

$n_{\times 1}$  – число хлібин на полиці, шт.;

$K_n$  – число полиць, шт.;

$T_v$  – тривалість термічної обробки.

$$Q_{ш} = \frac{36 \cdot 0.68 \cdot 27 \cdot 1}{0.317} = 720.79 \text{ кг/год}$$

Отже, розрахункова продуктивність шафи становить 721 кг/год.

Наступним етапом розрахунку є визначення продуктивності тістомісильної машини, яка залежить від печі і визначається за формулою:

$$Q_{тм} = \frac{Q_n (100 + g) \cdot K_o}{100} \quad (1.4)$$

де:

$Q_n$  – продуктивність печі, кг;

$g$  – коефіцієнт спікання, %;

$K_o$  – коефіцієнт, що враховує зупинки машини:

$$Q_{тм} = \frac{693(100 + 8) \cdot 1.2}{100} = 898.13 \text{ кг/год}$$

Отже, розрахункова продуктивність становить 898 кг/год.

Визначення продуктивності машин критичної підготовки сировини:

$$Q_{np} = \frac{Q_{тм} \cdot 100}{V_m \cdot R_6} \quad (1.5)$$

де:

$V_m$  – коефіцієнт виходу тіста, %;

$R_6$  – коефіцієнт, що враховує опір тіста.

$$Q_{np} = \frac{898 \cdot 100}{150 \cdot 0.995} = 601.67 \text{ кг/год}$$

Отже, продуктивність розрахункова буде становити 602 кг/год.

#### 1.4 Визначення потреби в машинах та обладнанні для технологічної лінії

Після розрахунку годинної продуктивності технологічної лінії виробництва хліба необхідно вибрати і визначити кількість ремонтного технічного обладнання.

Визначити кількість машин однієї марки, необхідних для виконання технічних операцій:

$$n_m = \frac{Q_{год}}{Q_m} \quad (1.6)$$

де:

$Q_m$  – продуктивність обраної машини.

Кількість просіювальних машин:

$$n_{np} = \frac{607}{1250} = 0.48;$$

Тобто підприємству потрібна машина Р2-П.

Так само визначаємо кількість машин, які використовуються для інших технічних операцій.

Вибрана марка машини, технічні характеристики та необхідна кількість наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.1 - Марки машин, їх технічні характеристики

Операція	Марка машини	продуктивність кг/год	Потужність, кВт	Кількість	Габарити, мм		
					Висота	Ширина	Довжина
Просіювання борошна	П2-П	1250	1.1	1	1960	740	1138
Приготування розчинів	Т1-ХСП	700	14.5	1	1800	680	8000
Приготування тіста	А2-ХТБ1	550	1,5	2	400	850	1245
Бродіння тіста	Н8-ХТА1216	330	9.25	3	3220	1060	3110
Поділ на заготовки	А2-ХТН	1200	3	1	1600	915	2770
Округлення заготовок	Т1-ХТН	1500	1.1	1	1030	1015	1060
Вистоювання заготовок	Т1-ХР-2А	870	8.6	1	4000	3300	10000
Випікання хліба	Г4-ХПЛ-25	688	1.5	1	4500	4700	5200

### 1.5 Визначення розміру проектної частини цеху

Визначення площі, відведеної під обробку цехового обладнання, потребує використання розрахункових методів.

Плюсом методики розрахунку, враховуючи всі складові ділянки, є загальна площа цеху:

$$F=F_1+F_2+F_3+F_4+F_5 \quad (1.7)$$

де:

$F_1$  – площа, яку займає обладнання,  $m^2$ ;

$F_2$  – площа, необхідна для роботи обслуговуючого персоналу,  $m^2$ ;

$F_3$  – площа проходів,  $m^2$ ;

$F_4$  – площа допоміжних приміщень,  $m^2$ ;

$F_5$  – площа сховищ для сировини,  $m^2$ ;

Сумарна площа машин та обладнання:

$$F_1 = \sum_{i=1}^{n_m} f_i \quad (1.8)$$

де:

$f_i$  – площа, яку займає  $i$ -та машина,  $m^2$ ;

$n_m$  – кількість машин в цеху.

$$F_1 = 0.84 + 2.04 + 1.18 + 3 \cdot 3.24 + 2.53 + 1.08 + 33 + \\ + 24 = 74.94 \text{ м}^2$$

Площа  $F_2$  обчислюється залежно від кількості працівників:

$$F_2 = f_p n_f \quad (1.9)$$

де:

$f_p$  – необхідна площа для одного робітника;

$n_f$  – кількість робітників.

$$F_2 = 4.5 \cdot 6 = 27 \text{ м}^2$$

Площа  $F_3$  визначається: ширина основного проходу 1,2-1,5м, ширина проходу в допоміжному приміщенні 1,0м, ширина проходу між верстатами 1,5м, відстань між станком і стіна 0,5-0,7м.

Площа вважається 3-кратною площею, зайнятою технічними засобами.

$$F_3 = 3 \cdot F_1 \quad (1.10)$$

$$F_3 = 3 \cdot 74.99 = 224.91 \text{ м}^2$$

Площа  $F_4$  визначається з наступного розрахунку: кімната для відпочинку 15-20 кв.м, духова 5-7 кв.м, лабораторія 7-10 кв.м.

Площа  $F_5$  визначається кількістю сировини.

Для нормальної роботи хлібозаводу на складі повинен бути семиденний запас сировини. Потім призначте території для складів і ділянок:

$$F_5 = F_c + F_{лр} \quad (1.11)$$

де:

$F_c$  - площа складу,  $m^2$  (сировина);

$F_{лр}$  - площа товарного складу,  $m^2$ .

Ми визначаємо кожен із цих параметрів.

Зона складу сировини:

$$F_c = \frac{N_n \cdot f_{лд}}{K_{лд} \cdot K_3} \quad (1.12)$$

де:

$N_n$  – кількість мішків, шт.;

$f_{лд}$  – площа одного піддона;

$K_3$  – коефіцієнт використання площі сховища.

$$F_c = \frac{490 \cdot 1.4}{21 \cdot 0.65} = 50.26 m^2$$

Територія складу продукції:

$$F_c = \frac{N_{хл} \cdot f_k}{K_l \cdot N_l \cdot K_{лр}} \quad (1.13)$$

де:

$N_{хл}$  – кількість хліба;

$F_k$  - площа контейнера;

$K_l$  - кількість палет в контейнері;

$N_l$  - кількість хліба в лотку;

$K_{лр}$  - коефіцієнт використання площі.

$$F_c = \frac{1237 \cdot 0.8}{9 \cdot 10 \cdot 0.8} = 13.74 m^3$$

Тоді загальна площа зберігання становитиме:

$$F_5=50.26+13.74=64 \text{ м}^2$$

Отже, загальна площа (складу) становить:

$$F=74.99+27+224.91+42+64=432.96 \text{ м}^2$$

Тобто площа виробничого майданчика становить 443 м<sup>2</sup>. З огляду на план забудови площа майданчика становить 433 м<sup>2</sup> (довжина 36м-ширина 12м).

### 1.6 Розрахунок потреб води, пари та електроенергії

Цехова вода використовується для миття машин і підлоги.

Добова потреба у воді становить:

$$V=V_k+V_{\text{п}}+V_o+V_m+V_b \quad (1.14)$$

де:

$V_k$  - технічні вимоги;

$V_{\text{п}}$  - для отримання опари, кг;

$V_o$  і  $V_m$  - для мийного інвентарю і підлог, кг;

$V_b$  - потреба персоналу, кг.

За параметрами приготування на один кілограм хлібних виробів йде 0,5 л. води

Потім кількість промивної води становить:

$$V_o=M_o \cdot N_m \quad (1.15)$$

де:

$N_m$  – норма витрати води на машину.

$$V_o=50 \cdot 8=400 \text{ л}$$

Споживання води для всіх інших технологій буде визначатися подібним чином.

Отже, загальна кількість використаної води:

$$V=4420+6285+300+260=11265 \text{ л}$$

Добова витрата електроенергії визначається за формулою:

$$E_{\text{д}} = \sum_{i=1}^{n_{\text{м}}} N_i \cdot t_i \cdot K_{\text{д}} \quad (1.16)$$

де:

$N_i$  – потужність електроприводу  $i$ -ї машини, кВт;

$t_i$  – тривалість циклу роботи  $i$ -ї машини, год;

$K_{\text{д}}$  – кількість включень  $i$ -ї машини протягом 24 год.

$$E_{\text{д}} = (1.1 + 14.4 + 5.2 + 3 \cdot 0.25 + 3 + 1.2 + 8.5 + 1.5) \cdot 1.4 \cdot 6 = 299.5 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

## 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА РОБОТИ

### 2.1 Санітарні та технічні вимоги до даної машини, вузла

Машини, що використовуються для виробництва хлібної продукції, повинні відповідати таким вимогам: впровадження прогресивних технічних процесів, висока техніко-економічна ефективність, яка залежить від: площі, яку займає машина, споживання енергії, води, пари, витрат на виготовлення, монтаж, обслуговування і експлуатації обладнання, висока зносостійкість робочого механізму, надійна герметичність, відсутність витоків пилу. Крім того, всі машини, робочі органи яких контактують з харчовими продуктами, повинні мати робочі органи з корозійностійких матеріалів.

Тістомісильна машина має такі показники і характеристики:

Вимішувати не більше 12 хвилин. Зусилля замішування повинно бути рівномірним, структура однорідною, підвищення температури тіста не більше 5°C.

### 2.2 Аналіз існуючих машин, вузлів

Використання різних типів машин для замішування тіста по-різному впливає на тісто.

Найпоширенішим рішенням тістомісильного апарату з рухомою чашею є тістомісильний апарат із такими функціями:

- поступальний рух по колу;
- обертальний рух лопаті;
- рух криволінійної площини;
- криві рухи за симетричними кривими;
- спіральні рухи;
- асиметрична медіальна западина;
- горизонтальні порожнини;



- вертикальний багатолопатевий вал.

Тістомісильна машина А2-ХТБ (рис. 2.1) складається з плити 1, станини 2, електроприладу 3, діжа 4, поперечини 7 (приводний пристрій для повороту поперечини 5 і приводний пристрій для місильного корпусу 6), кришки 8 і кришки. 9; місильний орган 10.

Для підйому поперечини на основі розміщено нерухомий вал, на якому встановлені підшипники для кріплення поперечини та упори механізму підйому та опускання поперечини.

Кришка може переміщатися під кутом  $55^\circ$  відносно осі у вертикальній площині.

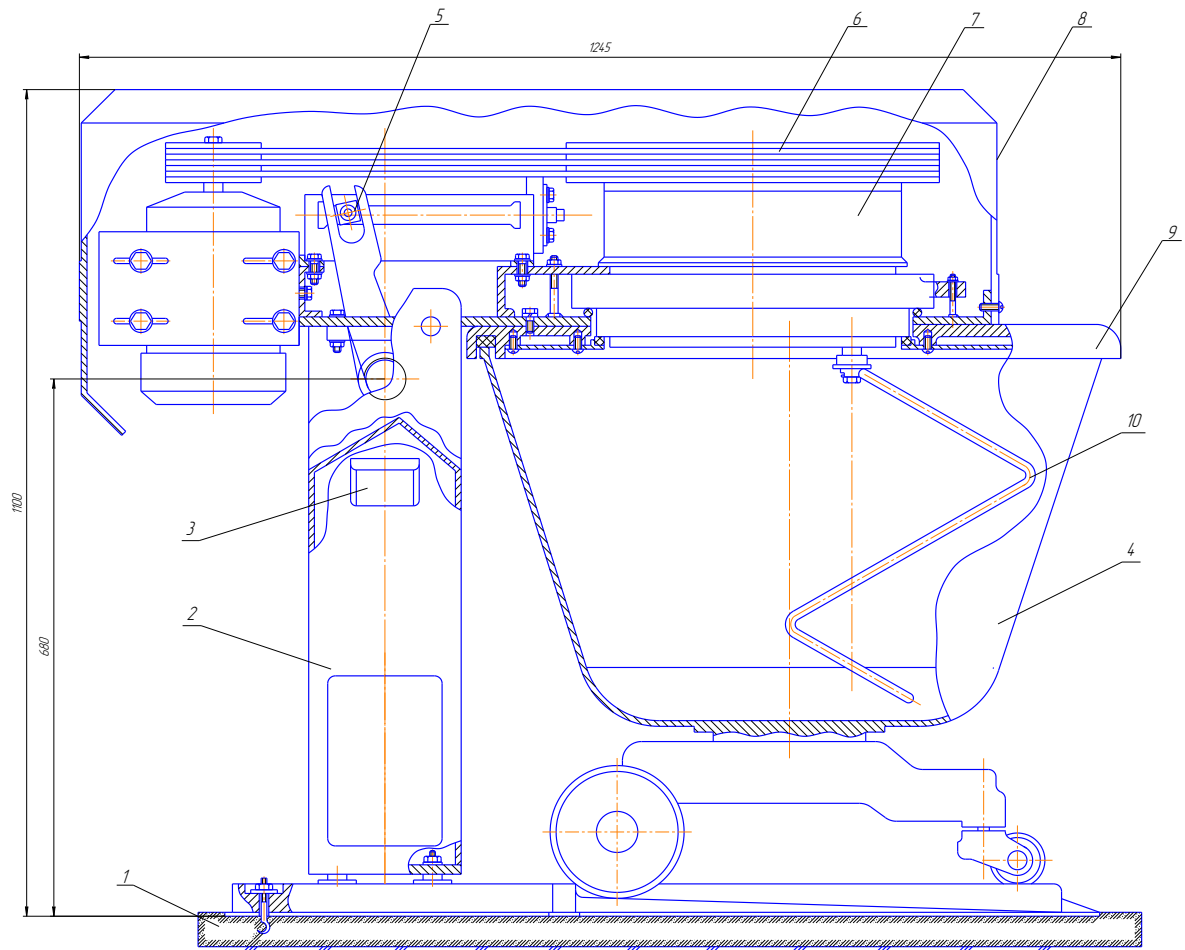


Рисунок 2.1 - Загальний вигляд тістомісильної машини А2-ХТБ

1 - фундаментна плита; 2 - станина; 3 - електрообладнання; 4 - діжа; 5-привід повороту траверси; 6 - привід місильного органу; 7 – траверса; 8-ковпак; 9-кришка; 10-місильний орган.

Використовуйте електродвигуни, клинові паси та гвинтові шестерні, щоб піднімати та опускати балку. Гайка кріпиться до робочої поверхні упору за допомогою роликів.

Привідний механізм приводиться в рух електродвигуном через клиновий ремінь, черв'ячну і планетарну передачу. Планетарний рух тіста, що місить, і його обертання навколо власної осі забезпечує заміс тіста.

Для фіксації бак розгортається на опорній плиті, яка має спеціальні напрямні та упори.

Принцип роботи тістоміса А2-ХТВ полягає в наступному.

Після кріплення до фундаментної плити резервуар заповнюється всіма необхідними компонентами і включається привід траверси. Коли поперечина повністю опущена, кришка закриває бак. Вмикається рушійна сила місильного органу. За допомогою реле часу встановлюють тривалість замішування тіста.

Через заданий проміжок часу електродвигун змішувального механізму автоматично вмикається. Одночасно запускається двигун приводу повороту траверси. Планка піднімається в найвище положення, виводячи місильний орган з чаші.

Принцип роботи тістомісильної машини А2-ХТМ полягає в наступному:

Ємності, наповнені необхідною кількістю борошна, води та інших інгредієнтів, вручну перекочують на станину 1 машини. Після того, як завантажено всі компоненти для тіста, натисніть кнопку «Вниз». Запускається електродвигун поворотного приводу. Провід переміщається з найвищого положення в найнижче (робоче) положення. А діжу тим часом закривають кришкою.

Після того, як тісто вимішується протягом певного періоду часу, двигун місильного корпусу автоматично зупиняється. Вмикається електродвигун, за допомогою якого кришка повертається, він повертається в

найвище положення і одночасно з резервуаром знімається місильний механізм.

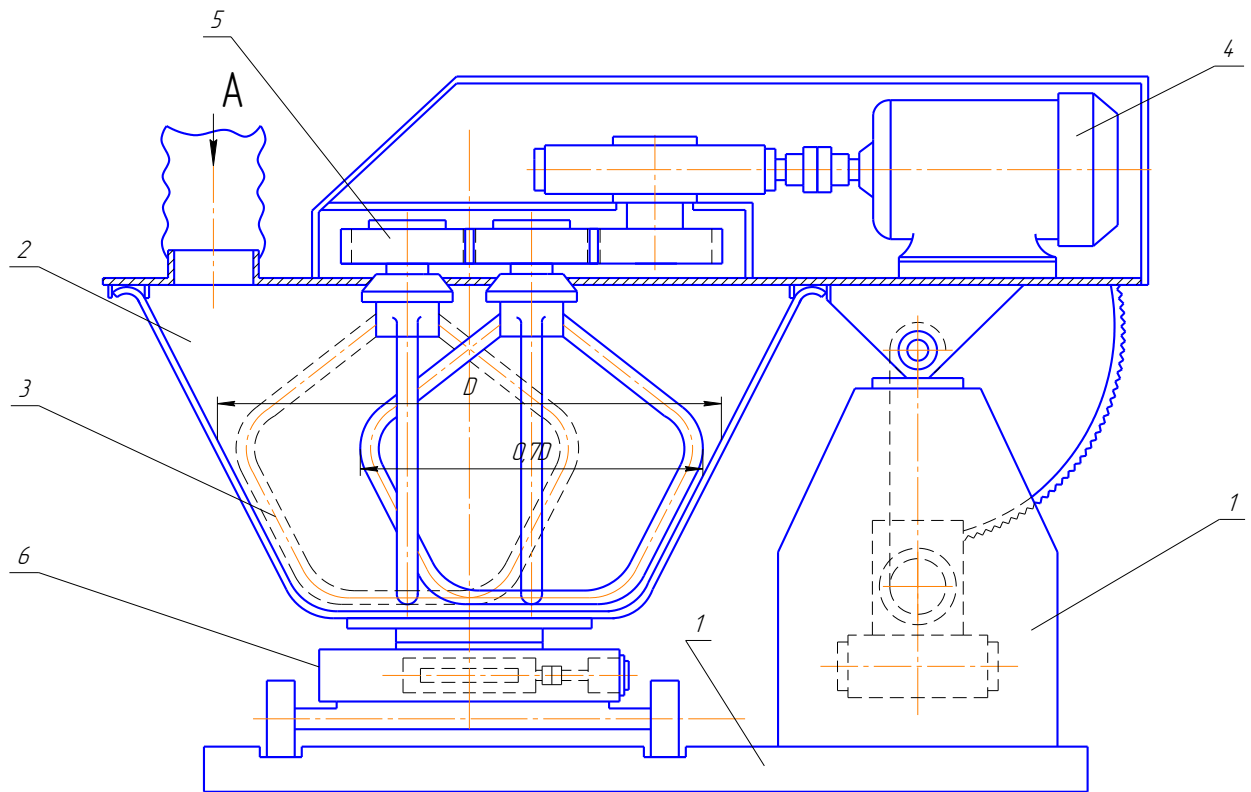


Рисунок 2.2 - Загальний вигляд тістомісильної машини А2-ХТМ

1-станина; 2-діжа; 3-місильний орган; 4-електродвигун; 5-привід робочих органів; 6-підкатний механізм.

Для порційного приготування тіста на невеликих підприємствах і в цехах, що виробляють різноманітну продукцію, використовують тістомісильну машину «Стандарт» з розкатною діжею (рис. 2.3).

Електродвигун потужністю 2,8 кВт при  $n = 1420$  об/хв встановлений всередині литого корпусу машини і обертає черв'ячний вал через клинопасову передачу і шків з фрикційним прошарком. Інший кінець важеля оснащений місильною лопаттю, яка вставлена в корпус рампи черв'ячного редуктора, оснащений підшипниками. Вал важеля підтримується шарнірними кронштейнами на вилках, закріплених на рамі.

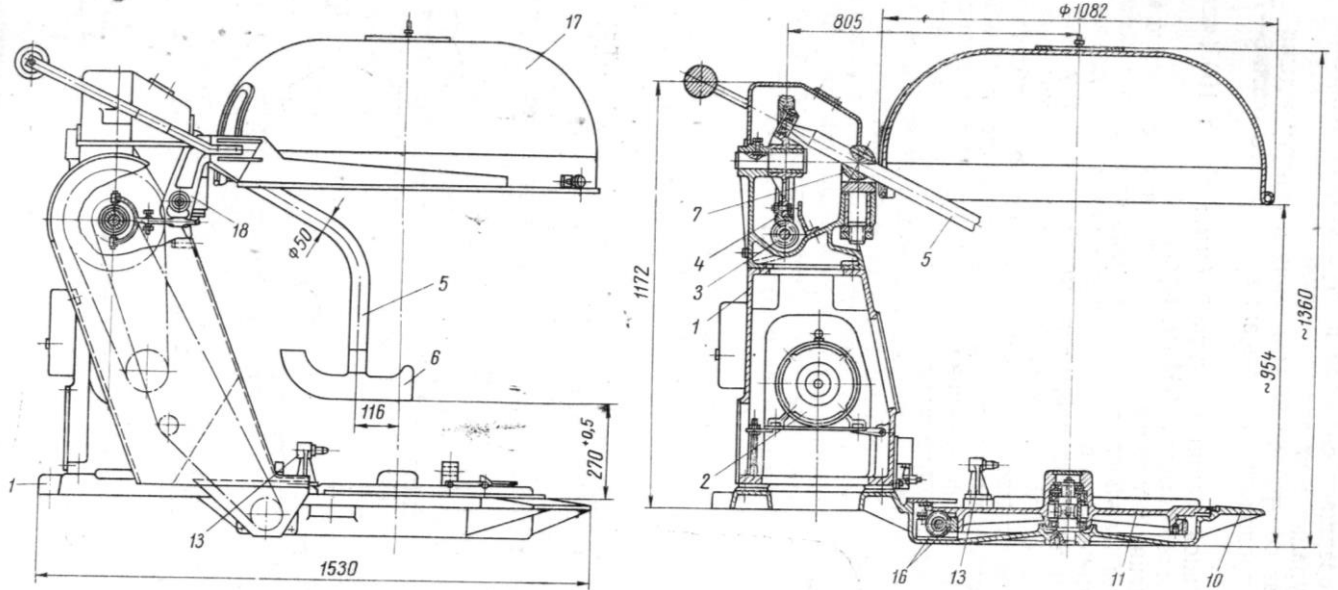


Рисунок 2.3 - Тістомісильна машина «Стандарт».

1 – станина; 2 — електродвигун; 3 - черв'як, 4 - червячна шестерня; 5 – важіль; 6 - місильна лопать; 7 — шарнирна опора; 8 - підкатна діжа; 9 - каретка діжі; 10 - фундаментна плита; 11 – поворотний стіл; 12 - направляюча для коліс; 13 - пальці стола; 14 - фіксатор діжі, 15 – педаль; 16 - червячна пара приводу поворотного стола; 17 – кришка; 18 - важіль кришки.

Розкатні баки виготовляються у вигляді штампованих сталевих баків, встановлених на триколісних рамах. Для замішування тіста або тіста діжу накочують на основу машини за допомогою поворотного столу. Рейки для коліс, пальці столу, що входять в отвір тарілотримача, і пружинний фіксатор з упором, що закриває тарілку для направлення тарілки під час пакування та фіксації її на поворотній платформі. Щоб витягнути форму з поворотного столика, необхідно натиснути засувку за допомогою ножної педалі. Поворотний стіл приводиться в обертання черв'ячним валом, що приводиться в рух місильною штангою через клинопасову передачу і черв'ячну пару, а черв'ячна передача встановлена на вертикальній осі поворотного столу.

Під час обертання черв'ячного приводу місильної штанги і з'єднаної з нею черв'ячної передачі короткий кінець важеля, закріпленого у втулці

шестерні, здійснює круговий рух, а інший кінець забезпечений місильною лопаттю по доріжці, відповідно до конфігурації чаші.

Стрижень для змішування коливається 25,4 разів на хвилину, а чаша робить 6 обертів на хвилину. Розраховуйте замішувати 6-7 хвилин для житнього тіста і 8-10 хвилин для пшеничного тіста.

Використання місильної машини з рухомою чашею вимагає переміщення чаші вручну, що займає досить багато часу навіть на короткі відстані.

### 2.3 Обґрунтування розроблювальної конструкції

Характерною рисою малих переробних підприємств є обмежені фінансові можливості для придбання технічного обладнання. Тому в більшості випадків отримати доступ до обладнання підприємства можна лише за допомогою найефективніших технічних засобів. Серед цих процесів у цьому бізнесі є процес приготування тіста.

Особливість вибору тістомісильної машини полягає в тому, що необхідно враховувати конкретні умови використання машини. Тому машини зі складними робочими механізмами (з несиметричними місильними лопатями, похилими місильними лопатями з поступальним круговим рухом, гвинтовими або профільованими місильними лопатями) є більш складними за конструкцією, їх важче ремонтувати та налагоджувати. Процес замішування тіста забезпечує не тільки рівномірне змішування компонентів, а й їх механічну обробку для формування специфічної структури тіста.

Для покращення функціональності виробничої лінії, особливо тістомісильної машини, необхідно було оснастити машину нижньою діжею. З метою покращення структури тіста ми розробили Z-подібні робочі органи, які забезпечать дотримання певних режимів та оптимальних параметрів процесу: інтенсивності замішування, частоти взаємодії робочого органу з сировиною, що в свою чергу призводить до скорочення часу замішування

тіста. Така конструкція має відносно невелику площу і не потребує відволікання людини для підтримки виробничих операцій тощо.

#### 2.4 Функціональна схема тістомісильної машини А2-ХТБ1

Тістомісильна машина А2-ХТБ1 (рис. 2.4) складається з опорної плити 1, станини 2, електроприладів 3, лотка 4, поперечини 7 (приводний пристрій для повороту поперечини 5 і приводний пристрій для місильного корпусу 6), кришки 8 і кришки 9; місильного органу 10.

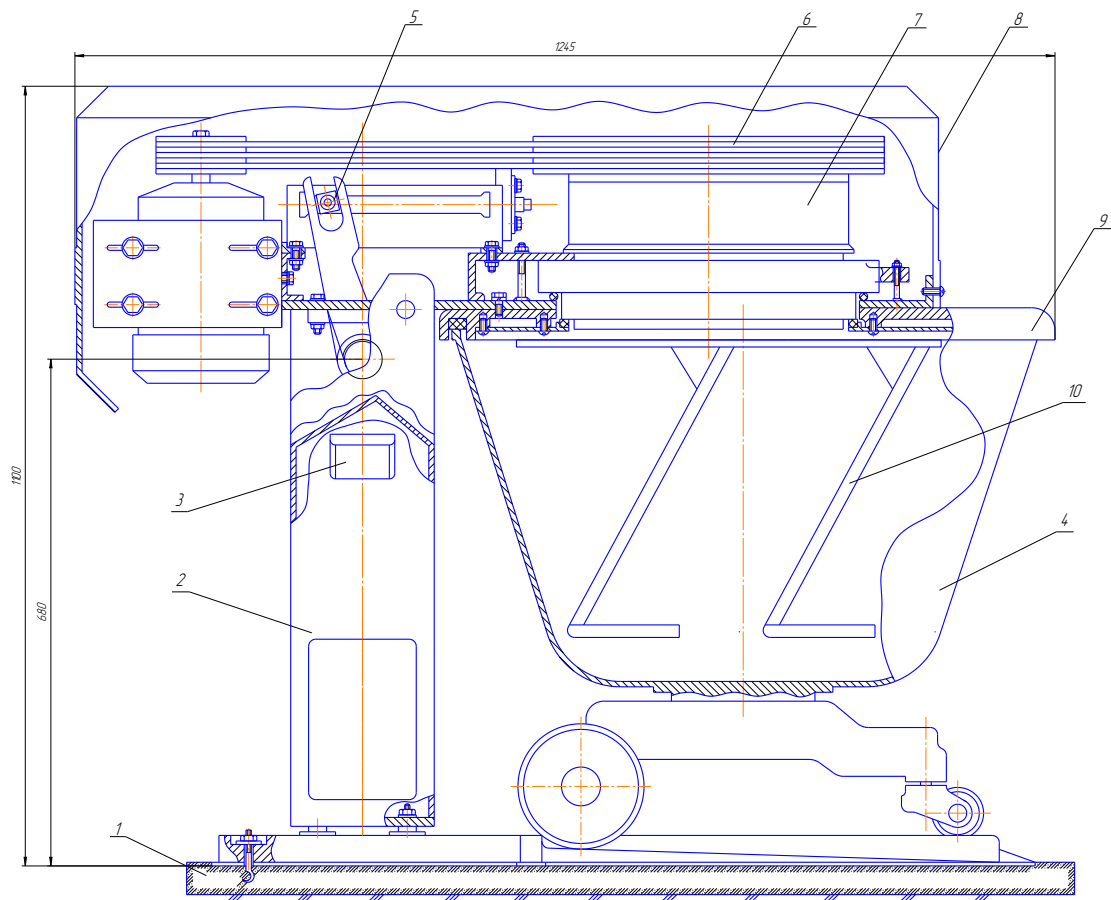


Рисунок 2.4 - Загальний вигляд тістомісильної машини А2-ХТБ1

1 - опорна пластина; 2 - станина; 3 - електрообладнання; 4 - чаша; 5 - привід бічної траверси; 6 - привід місильного органу; 7 - траверса;

Для підйому поперечини на основі розміщено нерухомий вал, на якому встановлені підшипники для кріплення поперечини та упори механізму підйому та опускання поперечини.

Поперечина може переміщатися під кутом  $55^\circ$  відносно осі станини у вертикальній площині.

Використовуйте електродвигуни, клинові паси та гвинтові шестерні, щоб піднімати та опускати балку. Гайка кріпиться до робочої поверхні упору за допомогою роликів.

Розумний механізм приводиться в рух електродвигуном через клиновий ремінь, черв'ячну і планетарну передачу. Планетарний рух тіста та його обертання навколо власної осі забезпечують замішування тіста.

Для фіксації чаша розгортається на опорній плиті, яка має спеціальні напрямні та упори.

Принцип роботи тістомісильної машини А2-ХТБ1 полягає в наступному.

Після кріплення до фундаментної плити резервуар заповнюється всіма необхідними компонентами і включається привід траверси. Коли поперечина повністю опущена, кришка закриває бак. Вмикається рушійна сила органу мислення. Тривалість замішування тіста встановлюється за допомогою реле часу.

Через заданий проміжок часу електродвигун змішувального механізму автоматично вмикається. Одночасно запускається двигун приводу повороту траверси. Поперечина піднімається в найвище положення, виводячи місильний орган з чаші.

## 2.5 Розрахунок елементів конструкції тістомісильної машини

Продуктивність тістомісильної машини:

$$Q_m = Q_n \frac{100+V}{100} K_o \quad (2.1)$$

де:  $Q_n$  – продуктивність печі, кг/год.;

$V$  – випікання, %;

$K_o$  – коефіцієнт зупинок  $K_o=1.2...1.3$

Потім визначають місткість змішувальної камери:

$$V = \frac{Q_n(\tau + \tau_o)}{3600 \cdot q \cdot K_2}; \quad (2.2)$$

де:

$\tau$  – час допоміжної операції;

$K_2$  – коефіцієнт заповнення змішувальної камери.

Наробіток тістомісильної машини при перевірці розрахунку:

$$Q = \frac{3600 \cdot V \cdot \rho \cdot R_e}{(\tau + \tau_o)} \quad (2.3)$$

$$Q = \frac{3600 \cdot 0.38 \cdot 1100 \cdot 0.5}{(600 + 180)} = 964.6 \text{ кг/год}$$

Енергоспоживання визначається з метою вдосконалення його механізму. У більшості сучасних тістомісів замішування відбувається завдяки обертальному руху місильних лопатей. Для спрощення розрахунку спочатку складається таблиця балансу енергоспоживання для одного циклу перемішувальної лопаті.

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4; \quad (2.4)$$

де:

$A_1$  - робочо-змішувальний;

$A_2$  - робота і рух робочого тіла;

$A_3$  - обробка і нагрівання тіста і деталей;

$A_4$  - зміна структури тіста.

Щоб знайти розраховані залежності, ми будемо використовувати модель місильного органу, підігнану під нахилом  $\alpha$ .

Ця робота використовується для переміщення великої кількості компонентів у змішувальній камері.

$$A_i = av^n \rho n^2 \cos(30 - \alpha) [\Gamma_2^2 - \Gamma_1^2] [1 - K | \Pi^2 (\Gamma_2^2 - \Gamma_1^2) + KS^{2P} ]]; \quad (2.5)$$

де:

$a$  – кількість місильних органів, м;

$v$  – висота, м;

$\rho$  – частина тіста;



$n$  – частота обертання;

$\alpha$  – кут опори;

$\Gamma_1; \Gamma_2$  – внутрішні і зовнішні діаметр лопаті, м;

$K$  – коефіцієнт подачі тіста,  $K=0.1...0.5$

$S$  – крок твірної, м.

$$A_1 = 2 \cdot 0.2 \cdot 3.14 \cdot 1100 \cdot 24.3^2 \cdot 0.69 \cdot 0.13 [(1-0.4) \cdot 314^2 \cdot 0.15 + 0.4 \cdot 0.8^2] \cdot 2 = 88.57 \text{ Дж/об}$$

Робота, що витрачається на обертання маси місильного органу:

$$A_2 = \frac{2}{3} a v \cdot \delta \rho_n n^2 h^2 (\Gamma_2^2 - \Gamma_1^2) \quad (2.6)$$

$$A_2 = \frac{2}{3} \cdot 0.2 \cdot 2 \cdot 0.01 \cdot 7800 \cdot 3.14^2 \cdot 24.3^2 \cdot 0.15^3 = 48.87 \text{ Дж/об}$$

Робота, що витрачена на підігрів:

$$A_3 = \frac{t_2 - t_1}{n \cdot \tau} (m_m \cdot c_m + m_n c_n); \quad (2.7)$$

де:

$m_T$  – маса тіста;

$m_n$  – маса металокопструкції машини;

$c_T; c_n$  – теплоємність тіста і металу;

$n$  – частота обертання лопаті;

$\tau$  – тривалість замісу, сек.

$$A_3 = \frac{35 - 28}{243 \cdot 600} (150 \cdot 2300 + 320 \cdot 500) = 242.46 \text{ Дж/об}$$

$$A_n = 0.05 \cdot 88.6 = 4.44 \text{ Дж/об}$$

Тоді загальна робота рівна:

$$A = 88.57 + 40.88 + 242.45 + 4.43 = 376.33 \text{ Дж/об}$$

Потужність електродвигуна приводу визначають за формулою:

$$N_c = \frac{A \cdot n}{\eta_1 \cdot \eta_2} \quad (2.8)$$

де:

$\eta_1$  – ККД основних механізмів;

$\eta_2$  – ККД проміжних механізмів.

$$N_e = \frac{376.33 \cdot 24.9}{0.82 \cdot 0.85} = 13120 \text{ Вт}$$

За значенням  $N_e$  вибираємо приводний двигун 4A160C4У3 потужністю 15кВт.

## 2.6 Розрахунок на міцність

У цій машині найбільш навантаженим елементом є вал змішувального механізму. Діаметр вала повинен бути достатнім для передачі заданого моменту пружини.

Загалом, визначається діаметр валу:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_2}{n \cdot [\tau_k]}}; \quad (2.9)$$

де:

$T_2$  – крутний момент на вали, Н·м;

$[\tau_k]$  – допустиме напруження на кручення, МПа.

Визначення крутного моменту на осі робочого органу:

$$T_2 = \frac{N \cdot 30}{\Pi \cdot n \delta}; \quad (2.10)$$

$$T_2 = \frac{13120}{2.54} = 5165.35 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Оскільки крутний момент визначений і машина має дві осі, то:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 2587.67}{3.14 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}} = 0.087 \text{ м}$$

Тобто для веденого вала використовуємо діаметр 90мм.

### 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

#### 3.1 Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу виробництва хлібобулочних виробів

Процес виробництва хлібобулочних виробів побудований у такій послідовності операцій: транспортування і зберігання сировини; підготовка сировини до використання (підготовка борошна, приготування води і розчинів, дозування компонентів); заміс тіста (підготовка основи), приготування тіста, бродіння тіста); приготування макаронних виробів (діління тіста, формування тіста, розстойка тіста, закладка тіста в шафу); випічка виробів (змащування виробів, закладка виробів у духовку, запікання, виймання виробів з духовки); експедиція (охолодження готової продукції, пакування продукції, транспортування хліба на реалізацію) за класифікацією.

На лінії технічного складання для виробництва хлібобулочних виробів використовуються різні машини та технічне обладнання, неправильне або необережне використання яких може бути небезпечним для обслуговуючого персоналу.



Рисунок 3.1 - Структурно-функціональна схема процесу виробництва хлібобулочних виробів

Для запобігання виникненню травмонебезпечних ситуацій необхідним є дотримання правил техніки безпеки та досконале виконання всіх операцій згідно інструкцій.

### 3.2 Розроблення моделей травмонебезпечних ситуацій

На виникнення виробничого травматизму впливають багато різноманітних чинників. Суттєво підвищує імовірність травматизму забруднення приміщення, тобто підлоги, тощо. Несправність чи відсутність огорожень поряд з рухомими частинами обладнання може призвести до травмування працівників.

Недостатня освітленість спричиняє втому зору і, як результат, сповільнення реакції. Швидка втома може розвинутих при незручному положенні при виконанні операцій.

Недостатня вентиляція та невідповідна температура у приміщенні можуть призвести до захворювань органів дихання.

Високий рівень небезпеки може створюватись виробниче обладнання. На млинах небезпечно насамперед звукове та пилове забруднення. Порох, що викидається в атмосферу робочої зони шкідливий для здоров'я, а при концентрації 10 ... 50 г/м<sup>3</sup> може бути вибухонебезпечним.

Основними причинами пожежі на млинах є:

- порушення правил ведення технологічного процесу та правил технологічної експлуатації технологічного обладнання;
- порушення герметичності обладнання, що виділяє пил, неправильне розташування, будова, несправності та порушення експлуатації опалювальних приладів та котелень;

Таблиця 3.1 - Аналіз формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій при просіюванні борошна, замісу тіста та випіканні хліба. Моделювання травмонебезпечних та аварійних ситуацій.

Вид робіт, обладнання	Виробнича безпека			Наслідки	Запобігання
	НУ	НД	НС		
1. Просіювання борошна (просіювач)	1.1. Ненадійне кріплення елементів НУ-1 Відсутність захисних огорож НУ-2	Знаходження оператора поблизу дробарки НД	Можливе руйнування елементів просіювача НС	Травма Аварія	Перевірка надійності кріплення, обладнання захисними огорожами
модель процесу:	<pre> graph LR     NU1[НУ-1] --&gt; ND[НД]     NU2[НУ-2] --&gt; NS[НС]     ND --&gt; A[А]     A --&gt; T[Т]         </pre>				
2. Заміс тіста (тістомісильна машина)	1.2. Несправність захисного заземлення НУ	Дотик до працюючого обладнання НД	Враження електричним струмом НС	Травма	Перевірка опору заземлення, ізоляція
модель процесу:	<pre> graph LR     NU[НУ] --&gt; NS[НС]     ND[НД] --&gt; NS     NS --&gt; T[Т]         </pre>				
2. Випікання хліба (піч)	Відсутня захисна огорожа навколо хлібопекарної печі НУ	Перебування робітника в зоні високої температури печі НД	Випадкове збільшення температури печі НС	Травма	Обладнання захисними огороженнями і попереджувальними знаками
модель процесу:	<pre> graph LR     NU[НУ] --&gt; NS[НС]     ND[НД] --&gt; NS     NS --&gt; T[Т]         </pre>				

- необережне поводження з вогнем (використання відкритого вогню у виробничих приміщеннях, паління у невстановлених місцях, залишення без нагляду нагрівальних приладів), порушення правил монтажу та експлуатації електрообладнання;
- проведення зварювальних робіт у вибухо- та пожежонебезпечних приміщеннях, несправність систем блискавкозахисту, тощо [3].

### 3.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу

#### 3.3.1. Правила безпеки у цехах і обладнанні по виробництву хлібобулочних виробів

Для роботи з обладнанням допускаються працівники, які пройшли спеціальні курси, а також ввідний інструктаж на робочому місці.

Робоче місце повинно освітлюватись згідно правил. Повинен забезпечуватись відповідний доступ до всіх частин та механізмів обладнання.

Перед початком роботи необхідно:

- прибрати з обладнання сторонні речі;
- переконатись у справності;
- перевірити роботу без навантаження;

Під час роботи необхідно:

- підтримувати робоче місце в чистоті;
- не залишати працюючу машину без нагляду;
- перед вмиканням машини впевнитись, що нікому не загрожує

небезпека;

- надійно зафіксувати кришку машини;
- користуватись тільки справним інструментом.

Після закінчення роботи необхідно:

- вимкнути живлення;
- очистити машину;
- здійснити миття машини;
- у випадку виявлення неполадок повідомити керівництво.

Обладнання по виробництву хлібобулочних виробів при встановленні вимірюють і надійно фіксують на спеціальних місцях, станинах, фундаментах.

Під час експлуатації, обслуговування чи ремонту обладнання потрібно дотримуватись вимог техніки безпеки, виробничої санітарії та спеціальних інструкцій. В технологічному процесі повинно використовуватись лише справне обладнання, повинні бути наявні заземлення та захисні огороження. Елементи конструкцій обладнання не повинні мати гострих кутів та дефектів.

Розміщення і конструкція органів керування повинні виключати можливість самовільного чи випадкового увімкнення обладнання. На органах керування повинен бути напис згідно їх призначення, вони повинні бути легкодоступними для працівників. Аварійні вимикачі червоного кольору повинні бути в зоні прямої видимості. Для своєчасного виявлення дефектів і контролю якості виконання операцій за обладнанням та машинами повинен вестись регулярний нагляд.

Недоступними є залишення працюючого обладнання без нагляду на тривалий час.

При неякісному виконанні операцій чи несправності обладнання повинно бути виведене з робочого процесу до повного усунення несправності.

### 3.3.2. Розрахунок вентиляції в цеху по виробництву хлібобулочних виробів

При розрахунку повітрообміну величину витрати повітря в приміщенні визначаємо за формулою:

$$W = n_p \cdot W_o \quad (3.1)$$

де,  $n_p$  - кількість робітників, чол. ( $n_p=2$ );

$W_o$  - нормована величина витрати повітря на одного працівника, м<sup>3</sup>/год  
( $W_o=20$  м<sup>3</sup>/год)

$$W_o = 2 \cdot 20 = 40 \text{ м}^3/\text{год}$$

Перепад тиску для забезпечення руху повітря визначаємо за формулою:

$$H_m = 9,8 \cdot h(\rho_{\text{вн}} - \rho_{\text{вн}}) \quad (3.2)$$

де,  $h$  - висота труби, м ( $h=4\text{м}$ );

$\rho_{\text{вн}}$  - густина повітря ззовні приміщення,  $\text{кг/м}^3$  ( $\rho_{\text{вн}} = 1,26 \text{ кг/м}^3$ );

$\rho_{\text{вн}}$  - густина повітря в середині приміщення,  $\text{кг/м}^3$  ( $\rho_{\text{вн}} = 1,23 \text{ кг/м}^3$ ).

Підставивши відомі величини у формулу маємо:

$$H_m = 9,8 \cdot 4(1,26 - 1,23) = 1,176 \text{ Па}$$

Швидкість повітряного потоку в аераційному каналі визначаємо за формулою:

$$V = 1,42 \cdot \psi_c \sqrt{\frac{H_m}{\rho_{\text{вн}}}} \quad (3.3)$$

де  $\psi_c$  - коефіцієнт, що враховує опір повітря в аераційному каналі ( $\psi_c = 0,5$ ).

Підставивши відомі величини у формулу, отримаємо:

$$V = 1,42 \cdot 0,5 \sqrt{\frac{1,176}{1,26}} = 0,686 \text{ м/с}$$

Сумарну площу витяжних каналів визначаємо за формулою:

$$S_{\text{вн}} = \frac{W}{3600 \cdot V} \quad (3.4)$$

$$S_{\text{вн}} = \frac{40}{3600 \cdot 0,686} = 0,016 \text{ м}^2$$

Кількість вентиляційних пристроїв:

$$n_a = \frac{S_{\text{вн}}}{f_o} \quad (3.5)$$

де,  $f_o$  - площа поперечного перерізу витяжного каналу,  $\text{м}^2$  ( $f_o = 0,04 \text{ м}^2$ )

$$n_a = \frac{0,016}{0,04} = 0,4 \approx 1$$



Відповідно до розрахунків в цеху по виробництву хлібобулочних виробів буде один вентиляційний канал, розташований збоку приміщення, розмірами згідно стандарту  $20 \times 20 \text{ м}^2$ . Потужність двигуна – 0,55 кВт.

### 3.3.3. Розрахунок природного і штучного освітлення

Виходячи з величини площі цеху  $433 \text{ м}^2$  за площею вікна за стандартом ( $8,32 \text{ м}^2$ ) розраховуємо природне освітлення.

За умови, що стандартна плита перекриття має довжину 6м, з врахуванням товщини стін приміщення має корисну ширину 5м. В цьому випадку довжину приміщення обчислимо:

$$b = \frac{S}{d} \quad (3.6)$$

$$b = \frac{433}{5} = 86.6 \text{ м}$$

За коефіцієнтом природного освітлення визначаємо сумарну площу вікон:

$$\sum F_a = F_n \cdot \alpha \quad (3.7)$$

де,  $\alpha$  - коефіцієнт природного освітлення ( $\alpha = 0,4$ );

$F_n$  - площа підлоги в приміщенні,  $\text{м}^2$  ( $F_n = 433 \text{ м}^2$ ).

$$\sum F_a = 433 \cdot 0,4 = 173.2 \text{ м}^2$$

Кількість вікон визначаємо:

$$N = \frac{\sum F_a}{F_g} \quad (3.8)$$

де,  $F_g$  - площа одного вікна,  $\text{м}^2$  ( $F_g = 8,32 \text{ м}^2$ )

Отже:

$$N_a = \frac{173.2}{8.32} = 20.8;$$

Приймаємо кількість вікон  $N_g = 20$

Використовуючи метод питомої потужності знаходимо загальну потужність і обраховуємо необхідну кількість світильників:

$$P_{\text{заг}} = \omega \cdot F_n \quad (3.9)$$

де,  $\omega$  - питома потужність, Вт/м<sup>2</sup> ( $\omega=10$ Вт/м<sup>2</sup>)

$$E_{\text{заг}} = 10 \cdot 433 = 4330 \text{ \AA} \delta$$

Кількість світильників визначаємо за формулою:

$$n_c = \frac{P_{\text{заг}}}{P_{\text{св}}} \quad (3.10)$$

де,  $P_{\text{св}}$  – потужність приймального світильника, Вт ( $P_{\text{св}}=100$ Вт).

Тоді:

$$n_c = \frac{4330}{100} = 43.3 \delta.$$

Приймаємо для штучного освітлення приміщення борошномельного цеху 40 світильників потужністю 100Вт кожен [8].

### 3.3.4 Розрахунок захисного заземлення

Для заземлення машин і обладнання використовуємо заземлювачі у вигляді трубчатих стержнів одиночного типу.

Опір розтіканню такого заземлювача, розміщеного біля поверхні ґрунту визначаємо за формулою:

$$R_o = 0,366 \frac{\rho}{l} \cdot \lg \frac{4l}{d} \quad (3.11)$$

де,  $R_o$  - опір розтікання одиничного трубчастого заземлювача, Ом;

$\rho$  - розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·см ( $\rho=0,5$ Ом·см);

$l$  - довжина труби, см ( $l=300$ см);

$d$  - діаметр труби, см ( $d=5$ см).

$$R_o = 0,366 \frac{0,5}{300} \cdot \lg \frac{4 \cdot 300}{5} = 1,45 \cdot 10^{-3} \hat{\Omega}$$

Необхідну кількість заземлювачів визначаємо за формулою:

$$n = \frac{R_o}{R_a \cdot \eta_{ii}} \quad (3.12)$$

де,  $R_o$  - допустимий опір заземлювача проектного об'єкта ( $R_o=5$  Ом);  
 $\eta_c$  - коефіцієнт використання заземлювачів ( $\eta_c=0,87$ ).

$$n = \frac{1,45 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 0,87} = 0,333 \cdot 10^{-3}$$

Кількість заземлювачів приймаємо  $n=1$ .

Для забезпечення заземлення достатньо одного заземлювача, отже, приймаємо для більш надійного заземлення одноелектродний заземлювач без штаби, розрахунковий опір якого визначаємо за формулою:

$$R_{\text{над}} = \frac{R_o}{n \cdot \eta_c} \quad (3.13)$$

$$R_{\text{над}} = \frac{1,45 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 0,87} = 4,17 \cdot 10^{-7} \hat{\Omega}$$

$R_{\text{сер}} < 100$  Ом, що задовольняє вимоги правил техніки безпеки.

### 3.3.5 Протипожежні заходи

Під час роботи у цехах по виробництву хлібобулочних виробів необхідним є вжиття заходів із запобігання утворення вибухонебезпечних концентрацій пилу. Для цього застосовують засоби пожежної сигналізації і вибирають необхідні первинні засоби пожежегасіння.

Світильники у виробничих приміщеннях повинні відповідати протипожежним вимогам, вимикачі – внесені за межі приміщення. Відкриття дверей повинно здійснюватись назовні, підходи до них повинні бути безперешкодними.

Забороняється користуватись відкритим вогнем у приміщеннях. Про це повинні нагадувати спеціальні написи. Вентиляційні канали повинні обладнуватись люками для очищення від пилу.

Обладнання, що споживає електричну енергію повинно мати надійні кріплення контактів для запобігання іскроутворенню.

Згідно технологічних вимог, на основі встановлених стандартів приміщення млина повинно бути обладнане вогнегасниками з розрахунку 1 вогнегасник на 100 м<sup>2</sup> площі підлоги. Приймаємо 1 вогнегасник. Вогнегасник повинен бути розташований в легкодоступному місці посередині приміщення.

Витрати води на зовнішнє і внутрішнє пожежегасіння знаходимо за формулою:

$$\theta_i = 3,6 \cdot g \cdot T_n \cdot n \quad (3.14)$$

де,  $g$  - питома витрата води на пожежегасіння ( $g = 5$  л/с);

$T_n$  - тривалість пожежі, год. (приймаємо  $T_n = 3$  год.);

$n$  - кількість одночасних пожеж ( $n = 1$ ).

Отже:

$$\theta_n = 3,6 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 1 = 54 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Об'єм пожежної водойми розраховуємо:

$$W = \theta_i \cdot T \cdot n \quad (3.15)$$

$$W = 54 \cdot 3 \cdot 1 = 162 \text{ м}^3$$

Приймаємо об'єм пожежної водойми 180 м<sup>3</sup> із двома забірними пристроями. Відстань до виробничого приміщення 30 м. [4].

## 4. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

### 4.1 Збереження довкілля – запорука безпечного існування

З розвитком людської цивілізації дедалі помітнішою стає проблема взаємовідносин людини і природи. Одним із чинників негативного впливу людини на довкілля є стрімкий розвиток машинного виробництва.

Щораз більше використання природних ресурсів з метою покращення розвитку цивілізації, захоплення контролю над деякими природними процесами принесло свої негативні наслідки у формі зміни природних умов існування людини та інших біологічних видів.

Основними причинами, що погіршують стан довкілля в Україні є застарілі виробничі технології, їх високі енергомісткість та матеріаломісткість, несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією екологічно небезпечних промислових об'єктів, відсутність або надто низька кількість природо захисних систем (очисних споруд, оборотних систем водопостачання виробництв, тощо), доволі низький рівень експлуатації таких об'єктів, відсутність заохочення до застосування екологічно безпечних технологій та належного контролю за охороною довкілля.

### 4.2 Аналіз екологічного стану господарства

#### 4.2.1 Охорона ґрунтів

Ґрунти – основне джерело отримання харчових продуктів і водночас – універсальний біологічний фільтр, нейтралізатор багатьох видів антропогенного забруднення.

Основними чинниками забруднення ґрунтів є або можуть бути:

- виливи паливно-мастильних матеріалів у ґрунт при несправностях техніки;

- забруднення сполуками свинцю, сурми та електролітами при неправильному зберіганні спрацьованих акумуляторних батарей.

Для збереження ґрунтів необхідно виключити або мінімізувати подібні виливи, оскільки вони можуть призвести до зниження сільськогосподарської придатності ґрунтів.

#### 4.2.2. Охорона та ефективне використання водних ресурсів

Сільське господарство – один з найбільших споживачів і забруднювачів водних ресурсів внаслідок застосування хімікатів, зрошування угідь, функціонування тваринницьких комплексів.

Оскільки в радіусі 3 км від місця розташування цеху немає відкритих водойм, підприємство не можна називати безпосереднім забруднювачем.

Проте опосередковане забруднення здійснюється через:

- побутові та технологічні стічні води;
- стоки з автомобільного транспорту і машинного двору;
- використання міндобрив та отрутохімікатів;
- нецільове використання водних ресурсів.

Для забезпечення охорони водних ресурсів необхідне їх раціональне використання і запобігання їх забруднення.

#### 4.2.3. Охорона атмосферного повітря

Одним з найважливіших природних ресурсів, що потребує охорони, є атмосферне повітря. Основними джерелами забруднення атмосфери є природні, промислові і побутові відходи:

1. Пилове забруднення через невідповідність доріг,
2. Забруднення продуктами згоряння пального, зокрема моно-оксидом вуглецю.

Для зменшення забруднення повітря необхідно:

- контролювати шкідливі викиди в атмосферу фільтруванням, а щодо транспорту – регулювання паливної апаратури;
- ширше застосовувати альтернативні джерела енергії;
- створювати безвідходні та маловідходні технології виробництва;
- озеленювати територію;
- суворо дотримуватись правових норм і загальноприйнятих правил роботи підприємств;
- у зв'язку з виробництвом борошна встановлювати пиловловлювачі на системах вентиляції.

#### 4.2.4 Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів

Правильне зберігання і використання нафтопродуктів – важливий чинник охорони довкілля. Підприємство здійснює заправку наявної техніки паливно-мастильними матеріалами на АЗС, а також замовників с/г робіт. Заправка в полі здійснюється спеціальними автоцистернами. Відповідна увага приділяється недопущенню виливів ПММ у зовнішнє середовище. Відпрацьовані масла та оливи здаються на спец майданчик АЗС, де зберігаються до здачі на регенерацію.

#### 4.2.5 Охорона рослинного і тваринного світу

Небезпечним явищем сьогодення стало руйнування людиною місць проживання тварин та сфер розповсюдження рослин. Багато диких тварин гине та травмується при проведенні сільськогосподарських робіт під ходовими частинами та ріжучими агрегатами. З кожним роком зростає вплив господарської діяльності людини на флору і фауну. У зв'язку зі зникненням чи загрозою його багатьом видам рослин і тварин постала необхідність вжиття заходів щодо їх охорони.

З біосферної точки зору всі види флори і фауни є корисними у загальному співвідношенні. Кожен з них займає свою відповідну екологічну нішу і умовний поділ на “корисні” та “шкідливі” види існує лише суб’єктивно на рівні уяви людини. Відомо, що “шкідники” часто є необхідними компонентами природних екосистем, бо виступають як регулятори чисельності популяцій чи проміжні ланки ланцюгів живлення, тому бездумне їх знищення недопустиме [2].

#### 4.3 Шляхи покращення екологічного стану

В умовах, якщо промислове підприємство, технічні засоби чи умови праці не задовольняють нормативів безпеки і екологічності, необхідним є проведення комплексу заходів, скерованих на покращення цих показників, основними напрямками якого є:

- заміна шкідливих речовин менш шкідливими або нешкідливими;
- заміна сухих способів переробки, які зумовлюють запиленість, вологими;
- застосування гідро - та пневмотранспорту для транспортування матеріалів, які можуть спричинити запилення;
- заміна процесів, пов’язаних з високою шумністю і вібрацією альтернативними, шумоізоляцією;
- заміна нагріву полум’ям – електронагрівом, ширше використання газоподібного пального замість твердого та рідкого;
- герметизація аспіраційних мереж, встановлення сигналізації для контролю їх роботи;
- повне вловлювання та знешкодження технологічних викидів;
- очищення промислових стоків;
- застосування безвідходних та маловідходних технологій.

На етапі проектування переробного підприємства необхідними є:

1. Врахування нормативних показників безпечності та екологічності, прогнозування міри технологічного ризику.



2. Врахування вимог екологічності і безпеки у проектній документації.
3. Експертиза проектної документації.
4. Врахування вимог безпеки та екологічності при підготовці виробництва.
5. Врахування ергономічних вимог як чинників безпеки.

При підготовці виробництва та на етапі експлуатації необхідними є:

1. Випробування машин і обладнання.
2. Інвентаризація викидів, складання екологічних паспортів.
3. Застосування засобів захисту довкілля.
4. Функціональна діагностика механізмів і машин.

Підприємства харчової та переробної промисловості здійснюють певний негативний вплив на складові компоненти довкілля: ґрунти, повітря, воду. З огляду на особливості процесу подрібнення зернових продуктів та роботи борошномельних підприємств необхідно першочергово врахувати, що процеси виробництва супроводжуються високим рівнем шумності, вібрації та пиловидалення і вжити необхідних заходів щодо зменшення шкідливого впливу цих негативних чинників на довкілля [12].

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ

### 5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції

Розрахунок техніко-економічних показників базується на визначенні показників: строку окупності капітальних вкладень, річної економічної вигоди, рентабельності виробництва, прибутку, економії трудових витрат, рівня механізації, собівартості продукції, експлуатаційної та виробничої собівартості.

Одним із основних критеріїв економічної оцінки технічного рішення є термін окупності, який визначається як відношення загальних капітальних витрат  $K_{\text{кан}}$  (грн.) до річного прибутку  $P$  (грн.):

$$T = \frac{K_{\text{кан}}}{P} \quad (5.1)$$

Наступним показником, який може охарактеризувати економічну ефективність виробництва даного виду продукції, є рівень рентабельності. Він характеризує прибутковість бізнесу. Рентабельність визначається відношенням прибутку  $P$  до повної собівартості продукції  $Z$ :

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

Прибуток визначається як різниця між грошовою виручкою і сукупними витратами виробництва  $Z$ :

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

Грошові кошти, отримані від реалізації готової продукції, визначаються як добуток кількості готової продукції  $Q_{np}$  (т) на її ціну.  $C_{np}$  (грн./т):

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

Грошові кошти, отримані від реалізації різної (якісної) продукції, визначаються як:

$$\Gamma_{нвз} = Q_{нвз} \cdot C_{нвз} \quad (5.5)$$

$$\Gamma_{нвз} = 797,16 * 20000 = 15943200 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н1з} = Q_{н1з} \cdot C_{н1з} \quad (5.6)$$

$$\Gamma_{н1з} = 398,58 * 15000 = 5978700 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н2з} = Q_{н2з} \cdot C_{н2з}$$

$$\Gamma_{н2з} = 132,86 * 10000 = 1328600 \text{ грн.}$$

Сумарні грошові надходження

$$\Gamma_H = 15943200 + 5978700 + 1328600 = 23250500 \text{ грн.}$$

Загальна собівартість продукції визначається за формулою:

$$Z = Z_n + Z_{н} \quad (5.7)$$

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

$Z_{н}$  - непрямі затрати на виробництво продукції, грн.

Пряма виробнича собівартість визначається як

$$Z_n = Z_e + A_{\sigma} + A_o + B_c + B_m \quad (5.8)$$

де  $Z_e$  - операційні витрати на виробництво продукту, грн. ;

$A_{\sigma}$  - амортизаційні відрахування будівель і споруд, грн. ;

$A_o$  - амортизаційні відрахування на ремонт обладнання, грн.;

$V_s$  - вартість сировини, необхідної для виробництва продукту, грн.;

Амортизаційні відрахування будівель визначають за такою формулою:

$$A_{\delta} = \frac{B_{\delta}}{T_e} \quad (5.9)$$

де  $B_{\delta}$  - балансова вартість будівлі, грн.;

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

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

$$B_{\delta} = V_{\delta} \cdot Z_{\delta} \quad (5.10)$$

де  $V_{\delta}$  - будівельний об'єм, м<sup>3</sup>;

$Z_{\delta}$  - будівельні затрати на 1 м<sup>3</sup>.

$$B_{\delta} = 288 \cdot 8000 = 2304000 \text{ грн.}$$

Тоді

$$A_{\delta} = \frac{2304000}{50} = 46080 \text{ грн.}$$

Вартість сировини, використаної для виробництва продукту, визначається за такою формулою:

$$B_c = \sum W_c \cdot C_c \quad (5.11)$$

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

$C_c$  - вартість кожного компонента рецептури, грн/кг.

$$B_c = 912 \cdot 15000 = 13680000 \text{ грн.}$$

Вартість тари, необхідної для упаковки готової продукції, буде визначатися як

$$B_m = N_m \cdot C_m \quad (5.12)$$

де  $N_m$  - кількість одиниць тари, шт;

$C_m$  - ціна тари, грн./шт.

Тоді,

$$B_m = 75920 * 0,1 = 7592 \text{ грн.}$$

Тоді прямі затрати будуть становити

$$Z_n = 2484381 + 46080 + 56458,5 + 16691840 + 7592 = 19286351,5 \text{ грн.}$$

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

$$Z_n = 0,1 \cdot Z_n \quad (5.13)$$

$$Z_n = 0,1 * 19286351,5 = 1928635,15 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції будуть становити

$$Z = 19286351,5 + 1928635,15 = 21214986,65 \text{ грн.}$$

Тоді прибуток від реалізації виробленої продукції буде рівним

$$П = 23250500 - 21214986,65 = 2035513,35 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції визначається за формулою:

$$C_{np} = \frac{Z}{Q_{np}} \quad (5.14)$$

$$C_{np} = \frac{21214986,65}{1328,6} = 15967,93 \text{ грн/т.}$$

5.2. Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень

Враховуючи відомі значення прибутку та загальних витрат на виробництво продукту, можна визначити рентабельність виробництва.

$$P_p = \frac{2035513,35 * 100}{21214986,65} = 9,59 \%$$

Щоб визначити термін окупності капітальних вкладень, необхідно визначити його розмір за формулою

$$K_{\text{кап}} = B_o + B_{\bar{o}} \quad (5.15)$$

де  $B_o$  - вартість технологічного обладнання, грн.

$$K_{\text{кап}} = 134400 + 2304000 = 2438400 \text{ грн.}$$

Тоді строк окупності капітальних вкладень буде становити

$$T_{\text{ок}} = \frac{2438400,00}{2035513,35} = 1,2 \text{ років.}$$

Таблиця 5.1 - Економічні показники запропонованої технології виробництва хлібобулочних виробів

Показник	Умовні позначення	Одиниці виміру	Параметр
Експлуатаційні затрати	Зе	грн.	2484381
в.т. числі:			
заробітна плата	Зп	грн.	1256770
вартість паливо-мастильних матеріалів	Впмм	грн.	246054
амортизація машин	Ам	грн.	389700
поточний ремонт машин	Апр	грн.	167876
вартість електроенергії	Ве	грн.	177085
вартість роботи автотранспорту	Ват	грн.	246896
Вартість сировини	Вс	грн.	16691840
Амортизаційні відрахування на будівлі	Аб	грн.	46080
Середня реалізаційна ціна 1 т продукції	Цтв	грн.	19375
Собівартість 1 т продукції	Спр	грн.	15967,93
Прибуток	П	грн.	2035513,4
Строк окупності капіталовкладень	Ток	років	1,20
Рівень рентабельності	Рр	%	9,59

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

За результатами аналізу діяльності переробного підприємства цех з виробництва хлібобулочних виробів доцільно проектувати за описаним виробничим процесом.

У цій кваліфікаційній роботі розглядаються та аналізуються існуючі методи приготування тіста. Розраховано норми виробітку за технологією, вибрано машини та обладнання для ПТЛ. Визначили потребу у воді та електроенергії.

Існуючі машини були проаналізовані. Підтверджено доцільність удосконалення нової машини, проаналізовано параметри тістоприготувальної машини та проведено інші розрахунки.

Визначено гігієнічні технічні вимоги до тістомісильної машини, проаналізовано існуючі тістомісильні машини та проведено розрахунок машини.

Рекомендуємо збільшити кількість зелених насаджень, встановити двигуни за новітніми технологіями, приділити більше уваги охороні праці.

Рекомендується подальше вдосконалення тістомісильної машини для досягнення більшої продуктивності та ефективності приготування тіста.

Проведено техніко-економічну оцінку запропонованої технології виробництва хлібобулочних виробів, згідно з якою прибуток підприємства склав 2035513,4 грн., рентабельність даної ПТЛ – 9,59%, а термін окупності капітальних вкладень – 1,2 року.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Баб'як О. С. Екологічне право України : навчальний посібник / О. С. Баб'як, П. Д. Біленчук, Ю. О. Чирва. – Київ : АТКА, 2000. – 216 с.
2. Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолів В.П. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств: Навч. посібник. –Х.: Еспада, 2005. -432с.
3. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С Основи загальної екології.- К.: Либідь, 1995.-144с.
4. Бутко Д.А., Луценков В.Л., Лахман С.Д. Практикум з охорони праці. - К.: Урожай, 1995.-144с.
5. Гряйик Т. М. та ін. Охорона праці – К: Урожай. 1997.-с.272.
6. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник. – Вид. 5-те доповнення. – Львів: Афіша, 2000. – 350 с.
7. Залога В.О. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 286 с. інструментальні матеріали у машинобудуванні: навчальний посібник / В.О. Залога, О.О. Залога, В.Д. Гончаров; за загальн. ред. В.О. Залоги. – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 371 с.
8. Каталог –довідник машини і обладнання для агропромислового комплексу. К: 1999.-с.181.
9. Кодра Ю.В., Стоцько З.А. Технологічні машини. Розрахунок і конструювання: Навч. посібник. –Львів: Бескид Біт, 2004. -466с.
10. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: Навч. посібник/ П.С. Берник, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук та ін. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. -336с.
11. Машини та обладнання переробних виробництв: Навч. Посібник /



О.В.Дацишин, А.І.Ткачук, Д.С.Чубов та ін.; За ред. О.В.Дацишина. –К.: Вища освіта, 2005. -159с.

12. Назарук М.М. Основи екології та соціоекології. – Львів.: “Афіша”, 1999.-256с.

13. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с.

14. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей / Частина I / Під ред. Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 286 с.

15. Пуховський Є.С., Малафєєв Ю.М., С.С. Добрянський. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування. Навчальний посібник для студентів ВНЗ машинобудівних спеціальностей. / Частина II. / Під редакцією Коренькова В.М. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 204 с.

16. Петько В.Ф., Гапонюк О.І., Петько Є.В., Уляницький А.В. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв./ За ред. проф. О.І. Гапонюка - К.: Центр учбової літератури, 2007. - 432 с.

17. Пряник Т.М. та ін. Охорона праці. – К.: Урожай, 1997.-272с.

18. Сиротюк С. В. Механізація переробки та зберігання продукції рослинництва. Курс лекцій. – Львів, 1999. – 249с.

19. Сиротюк С.В. Механізація переробки та зберігання продукції рослинництва. Курс лекцій. –Львів, 2000. – 249 с.

20. Шолудько В.П., Сиротюк С.В. Машини та обладнання для приготування тіста. Метод.реком. –Львів, 1998. – 40 с.