

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

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Удосконалення конструкції макаронного преса для  
лінії виробництва макаронних виробів ”**

Виконав: студент IV курсу групи Маш-41

Спеціальності 133 „Галузеве машинобудування”

(шифр і назва)

Роман ГОЛУБЕЦЬ

(Ім'я та прізвище)

Керівник: к.т.н. доцент Руслан ГУМЕНЮК

(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

УДК 664.7.658

Удосконалення конструкції макаронного преса для лінії виробництва макаронних виробів.

Голубець Р.А. - Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

48 с. текст. част., 3 рис., 2 табл., 17 джерел, презентація графічної частини

Проаналізовано існуючі технології виробництва макаронних виробів та вибрано необхідну кількість обладнання по запропонованій технології.

Спроектовано технологічний процес виробництва макаронних виробів, розраховано основні параметри процесу, режими роботи підприємства і фонди часу.

Сформовано потоково-технологічну лінію макаронного виробництва.

Для покращення якості кінцевого продукту вдосконалено макаронний прес, здійснено його розрахунок.

Розроблено заходи з покращення умов праці та захисту довкілля.

Виконано розрахунок економічної ефективності потоково-механізованої лінії по виробництву макаронних виробів.

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
1. ПРОЕКТУВАННЯ ПТЛ ВИРОБНИЦТВА МАКАРОННИХ ВИРОБІВ	8
1.1 Огляд і аналіз існуючої технології переробки сировини	8
1.2 Обґрунтування запропонованої технології	9
1.3 Визначення продуктивності технологічної лінії	10
1.4 Визначення вимог технологічної лінії до машин і обладнання	11
1.5 Визначення розміру проектного цеху	12
1.6 Розрахунок потреб води, пари та електроенергії	14
1.7 Розробка технічної схеми виробництва макаронних виробів	15
2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА РОБОТИ	17
2.1. Гігієнічні та технічні вимоги до машини та агрегату	17
2.2 Аналіз існуючих машин та вузлів	17
2.3 Обґрунтування розроблювальної конструкції	21
2.4 Розрахунок елементів конструкцій макаронного преса	22
2.5 Розрахунок на міцність шнека	27
3. ОХОРОНА ПРАЦІ	29
3.1 Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу виготовлення макаронних виробів	29
3.2 Розроблення моделей травмонебезпечних ситуацій	30
3.2 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу	31
3.2.1. Правила безпеки праці на машинах і обладнанню по виготовленню макаронних виробів	31
3.2.2. Розрахунок вентиляції в макаронному цеху	32
3.2.3. Протипожежна профілактика	35
3.3. Захист цивільного населення	36

4. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	37
4.1 Охорона та раціональне використання ґрунтів	38
4.2 Охорона та ефективне використання водних ресурсів	39
4.3 Охорона атмосферного повітря	39
4.4 Заходи по захисту від шуму	40
4.5 Шляхи покращення екологічного стану на підприємстві	40
5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	41
5.1. Визначити обсяг і структуру собівартості продукції	41
5.2. Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень	44
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	46
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	47

## Вступ

У перехідних умовах виробництва на нові форми господарювання дрібні власники, фермери та приватні сільськогосподарські організації відіграють важливу роль як підприємства.

Однією з найважливіших форм, з якою стикається сільське господарство, є виробництво харчових продуктів або напівфабрикатів, які після відповідної кулінарної обробки дозволять отримати продукти харчування. До цих галузей відноситься виробництво макаронних виробів.

Основною сировиною для виробництва макаронних виробів є борошно, яйця та допоміжні матеріали.

Сільськогосподарське машинобудування випускає велику кількість машин і обладнання, що забезпечує механізоване виробництво макаронних виробів. Проте для малих переробних підприємств існують певні недоліки технічних засобів низької ефективності виробництва.

Тому в кваліфікаційній роботі вдосконалено макаронний прес, за допомогою якого можна виконувати якісне пресування макаронних виробів.

# 1. ПРОЕКТУВАННЯ ПТЛ ВИРОБНИЦТВА МАКАРОННИХ ВИРОБІВ

## 1.1 Огляд і аналіз існуючої технології переробки сировини

Під час замішування інгредієнти рівномірно розподіляються по тісту, забезпечуючи його оптимальні фізичні властивості.

У змішувачі шнекового преса отримують однорідне тісто у вигляді кульок і дрібних гранул. Для прямого пресування таке тісто не підходить.

Тому тістомісильну машину шнекового преса загалом відносять до тістомісильних машин, оскільки вона не замішує тісто, а лише збризкує борошно водою для її рівномірного зволоження.

Другий етап здійснюється в каналі шнекової порожнини преса, і порошкоподібна речовина тіста під дією шнека поступово ущільнюється і пластифікується до отримання структури і властивостей, необхідних для наступного формування.

Тісто з пшеничного борошна являє собою складну динамічну суміш води, крохмалю, білків, ферментів та інших органічних і неорганічних речовин.

Тісто для макаронів найпростіше не тільки за рецептом, але і в приготуванні. При цьому макаронне тісто має певні фізико-механічні властивості, головним чином тому, що воно «сухіше» і твердіше. Його вологість становить 28-32,5%. Саме ця незначна вологість у поєднанні з високою гідрофільністю борошна, одним із проявів якої є здатність зв'язувати воду, визначає особливість його властивостей. Зі збільшенням вмісту сухих речовин у тісті підвищується його стійкість до механічних дій, і навпаки, із розрідженням тіста на його обробку витрачається менше енергії.

У тісті для макаронів борошно приблизно вдвічі менше вбирає воду.

Низькотемпературне розширення борошна під час приготування макаронного тіста відбувається в основному за рахунок гідратації

клейковини. Клейковина борошна з м'якої пшениці розширюється швидко, але поглинає менше води, тоді як клейковина борошна з твердої пшениці розширюється повільно, але поглинає більше води.

## 1.2 Обґрунтування запропонованої технології

Температура тіста має великий вплив на структуру, механіку та реологічні властивості тіста, і значною мірою визначає процес пресування та результат сирого продукту. Рекомендована температура води 25-45°C. За вологістю тісто поділяється на три види: тверде, середнє і м'яке.

Попередній розрахунок за формулою для отримання необхідної кількості води для необхідної вологості тіста:

$$B = \frac{M \cdot (W_m \cdot W_6)}{100 - W_m}, \quad (1.1)$$

де:

M і B – відповідно кількість борошна (в кг.) і води (в л.)

$W_m$ , вологість тіста, %

$W_6$  – вологість борошна, %

Допустимі відхилення між фактично введеною кількістю води та розрахунковою кількістю води не більше 5 г на 1 кг борошна. Залежно від температури можна виділити три види сумішей:

- Тепле замішування у воді при температурі 50-65°C,
- гаряча вода 75-85°C і вище,
- Холодна вода не менше 30°C.

Температура тіста в машині до кінця замішування залежить від борошна, температури води, співвідношення борошна і води в тісті, вологості борошна, тривалості та інтенсивності обробки тіста в змішувачі, температури навколишнього середовища і теплоти гідратації борошна.

У нашому прикладі ми використовуємо простий рецепт тіста для макаронів, використовуючи розраховану кількість води на кг борошна.

### 1.3 Визначення продуктивності технологічної лінії

Якщо припустити, що на підприємстві реалізована однозмінна система і тривалість робочого часу становить 7 годин, то годинну продуктивність технологічної лінії можна визначити за формулою:

$$Q_{\text{год}} = \frac{W}{n_{\text{зм}} \cdot T_{\text{зм}}} \text{ кг/год.} \quad (1.2)$$

де:

$n_{\text{зм}}$  – кількість змін;

$T_{\text{зм}}$  – тривалість зміни, год

$$Q_{\text{год}} = \frac{500}{1 \cdot 7 \cdot 0,75} = 95,2 \text{ кг/год.}$$

Отже, середня продуктивність цеху повинна становити 95 кг/год.

Нижче ми знаходимо продуктивність печі за формулою:

$$Q_{\text{щ}} = \frac{K_p \cdot m}{T_b} \text{ кг/год.} \quad (1.3)$$

$$Q_{\text{щ}} = \frac{50 \cdot 1,5}{1,5} = 50 \text{ кг/год}$$

де:

$K_p$  – кількість стійок в шафі, шт.;

$m$  – кількість продуктів на полицях, т;

$T_b$  – час термічної обробки продукту, с.

Отже, розрахункова продуктивність сушильної шафи становить 50 кг/год. Наступним станом розрахунку є визначення продуктивності тістомісильної машини, яка безпосередньо залежить від продуктивності сушильної шафи, яка визначається за формулою:

$$Q_{\text{тм}} = \frac{Q_{\text{п}} \cdot (100 + \gamma) \cdot K_o}{100} \quad (1.4)$$

де:

$Q_{\text{п}}$  – продуктивність шафи, кг/год;



$\gamma$  – коефіцієнт висушування, %;

$K_0$  – фактор, враховуючи можливі регулювання зупинки, очищення машин.

$$Q_{\text{тм}} = \frac{100 \cdot (100 + 15) \cdot 1,2}{100} = 138 \text{ кг/год}$$

Отже, розрахункова продуктивність тістомісильної машини становить 138 кг/год.

Визначаємо продуктивність ключових машин для підготовки борошно-просівної сировини, визначену за формулою:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{тм}} \cdot 100}{\gamma_{\text{т}} \cdot K_6} \text{ кг/год} \quad (1.5)$$

де:

$\gamma_{\text{т}}$  – коефіцієнт виходу тіста, %;

$K_6$  – коефіцієнт, що враховує опір борошна.

$$Q_{\text{пр}} = \frac{138 \cdot 100}{150 \cdot 0,995} = 92,46 \text{ кг/год}$$

Так, продуктивність борошняного сита становить 93 кг/год.

#### 1.4 Визначення вимог технологічної лінії до машин і обладнання

Провівши розрахунки для визначення годинної продуктивності лінії технічного складання підприємства з виробництва макаронних виробів, необхідно вибрати відповідне технічне обладнання та визначити його кількість.

Визначення машин однієї марки, необхідних для виконання технічних операцій, здійснюється за формулою:

$$n_{\text{м}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{\gamma_{\text{т}}} \quad 1.6$$

де:

$Q_{\text{пр}}$  – продуктивність машин обраної марки, кг/год.

$$n_{\text{м}} = 93/150 = 0,62$$

Тобто підприємству потрібна борошно-розсіювальна машина А2-ГПГ. Так само визначаємо кількість машин, які використовуються для інших технічних операцій.

Вибрана марка машини, технічні характеристики та необхідна кількість наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Обладнання, необхідне для виконання технологічних операцій виробництва макаронних виробів.

Операція	Марка машини	Продуктивність, кг/год	Потужність при-воду, кВт	Площа машини, м <sup>2</sup>	Кількість
1. Просіювання борошна	ВП-1	150	0.18	0.26	1
2. Приготування води	А2-ХНП/5	300	3	0.12	1
3. Змішування тіста	МТМ-1.1	180	1.1	0.61	2
4. Транспортування тіста до преса	ТР-0.37	300	0.37	1.44	1
5. Формування макаронних виробів	УИН-5.2	120	5.2	1.06	1
6. Сушіння макаронних виробів	ЄШСМІ-5.2	50	11	1.12	2
7. Фасування виробів	МФУСП-0.72	60	0.72	1.21	2

### 1.5 Визначення розміру проектного цеху

Для визначення площі, відведеної під будівництво переробних цехів, необхідно застосувати такі методи розрахунку.

При розрахунковому методі з урахуванням площі всіх складів загальна площа цеху  $F$  становить:

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

де:

$F_1$  - площа підлоги для машин і обладнання,  $m^2$ ;

$F_2$  - площа, потрібна для роботи обслуговуючого персоналу,  $m^2$ ;

$F_3$  - площа між обладнанням і проходом,  $m^2$ ;

$F_4$  - площа допоміжного місця,  $m^2$ ;

$F_5$  - площа складу сировини та готової продукції,  $m^2$ ;

Загальна площа машин і обладнання:

$$F_1 = \sum_{i=1}^n F_{1i} \quad m^2 \quad (1.8)$$

$$F_1 = 0,26 + 0,12 + 0,61 + 1,44 + 1,06 + 1,12 \cdot 2 + 1,21 \cdot 2 = 8,15 \quad m^2$$

Площа  $F_2$  розраховується за кількістю  $n_p$  одночасно працюючих у цеху працівників:

$$F_2 = f_p \cdot n_p \quad m^2 \quad (1.9)$$

де:

$f_p$  – потрібна площа для одного працівника майстерні,  $f_p = 4-5 \quad m^2$ ;

$n_p$  – кількість робітників.

$$F_2 = 4.5 \cdot 4 = 18 \quad m^2$$

Площа  $F_3$  визначається за такими нормативами: ширина основного проходу повинна бути не менше 1,2-1,3 м, проходу, що веде до допоміжного приміщення, - 1,0 м, прохід між машинами - 1,5 м, відстань від станок до стіни - 0,5-0,7 м.

$$F_3 = 3 \cdot F_1 \quad m^2 \quad (1.10)$$

$$F_3 = 3 \cdot 8.15 = 24.45 \quad m^2$$

Площа  $F_4$  взята з наступного розрахунку:

Кімната відпочинку 15-20  $m^2$ ; душова 5-7  $m^2$ ; лабораторія 7-10  $m^2$ .

Площа  $F_5$  визначається накопиченням сировини і готової продукції:

$$F_5 = F_c + F_{пр} \quad (1.11)$$

де:

$F_c$  - площа складу для штабелювання сировини,  $m^2$ ;

$F_{пр}$  - площа складу для укладання макаронних виробів,  $m^2$ .

Ми визначаємо кожен із цих параметрів. Площа складу для зберігання сировини визначається за формулою:

$$F_c = \frac{N_m \cdot f_{пд}}{K_{пд} \cdot K_3} m^2 \quad (1.12)$$

де:

$N_m$  - кількість мішків для зберігання, шт.

$F_{пд}$  - площа палети,  $m^2$ ;

$K_3$  – коефіцієнт використання площі складу з урахуванням площі штабельного пристрою, проходу навантажувача та проходу між палетами.

$$F_c = 36 \cdot 1.4 / 10 \cdot 0.65 = 7.76 m^2$$

Тоді загальна площа зберігання буде:

$$F_5 = 7.76 + 5 = 12.76 m^2$$

Отже, загальна площа приміщення складе:

$$F = 8.16 + 18 + 45 + 24.43 + 12.76 = 108.35 m^2$$

## 1.6 Розрахунок потреб води, пари та електроенергії

Вода в цеху використовується для миття та пропарювання сировини, виробничих машин, підлоги та господарських потреб. Добова норма споживання води  $V$  становить:

$$V = V_k + V_{п} + V_o + V_6 \quad (1.13)$$

де:

$V_k$  – витрата води на процес, кг;

$V_{п}$  – витрата води на пароутворення, кг;

$V_o$  витрати води на миття обладнання, кг;

$V_m$  – витрати води на миття підлоги, кг;

$V_6$  – споживання води для господарства, кг.

За нормативами на один кілограм макаронів потрібно 0,5 літра води.  
Тоді витрата води на приготування тіста становить 800 л.

Споживання води мийним обладнанням розраховується за такою формулою:

$$V_o = H_o \cdot n_m \quad (1.14)$$

де:

$H_o$  – Витрата води мийного обладнання, літр/машину.

$$V_o = 50 \cdot 9 = 450 \text{ л.}$$

Так само визначте використання води для інших потреб. Отже, загальна витрата води становить:

$$V = 1080 + 450 + 240 + 800 + 2540 \text{ л.}$$

Добове споживання електроенергії розраховується за такою формулою:

$$E_d = \sum_{i=1}^n N_i \cdot t_i \cdot K_g, \text{ кВт} \quad 1,15$$

де:

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

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

$K_g$  – кість разів запуску  $i$ -ї машини за добу.

$$E_o = (0.18 + 3 + 1.1 + 0.37 + 5.2 + 2 \cdot 11 + 2 \cdot 0.72) \cdot 1.4 \cdot 6 = 279.64 \text{ кВт}$$

## 1.7 Розробка технічної схеми виробництва макаронних виробів

Технологічна карта є основним технічним і проектним документом у виробництві будь-якого виробу.

При організації переробного підприємства необхідно розробити технічну карту на виробництво даного виду продукції. Технічні креслення використовуються для перевірки та оптимізації складу та використання технічного обладнання. Основним критерієм оптимізації є випуск одиниць продукції.

Розрахунок технічної схеми проводиться в кілька етапів.

На першому етапі необхідно задати технічні параметри технологічного процесу: описати перелік технічних операцій, основні техніко-гігієнічні вимоги, що виконуються, добове навантаження. На основі цих даних буде визначено обсяг роботи за період з урахуванням кількості днів роботи підприємства.

На другому етапі необхідно уточнити технічні параметри технологічного процесу: перерахувати відповідне технічне обладнання та його продуктивність, потужність приводу, вказати кількість операторів, які братимуть участь у виконанні технічних операцій. За цими даними буде визначено: тривалість роботи технічного обладнання за кожен день та період, витрати праці, витрати електроенергії, палива для виконання механізованих робіт.

На третьому етапі необхідно встановити економічні параметри технологічного процесу: подати заробітну плату персоналу, витрати на електроенергію, паливо і допоміжні матеріали, відсоток амортизаційних і ремонтних відрахувань, вартість технічного обладнання.

На четвертому етапі розраховують приведену собівартість одиниці виробленої продукції.

## 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА РОБОТИ

### 2.1. Гігієнічні та технічні вимоги до машини та агрегату

До машин для виробництва макаронних виробів пред'являються такі гігієнічні та технічні вимоги:

- можливість виконання передових технологічних процесів;
- висока техніко-економічна ефективність;
- висока зносостійкість робочого органу машин і обладнання;
- надійне ущільнення і герметичність машини;
- машини та обладнання відповідають вимогам правил охорони праці та промислової гігієни;
- автоматизація контролю та регулювання робочого процесу;
- статичне та динамічне балансування частин, що обертаються, і рухомих мас машини.

Серед вищезазначених вимог до даного типу машини є вимоги до вибору матеріалу місильної чаші та робочого механізму, які повинні бути виготовлені з харчової нержавіючої сталі.

### 2.2 Аналіз існуючих машин та вузлів

При виготовленні макаронних виробів за технічною схемою здійснюються такі операції: підготовка інгредієнтів; змішування інгредієнтів у однорідну масу (тісто), продавлювання тіста через підкладку для надання виробам відповідної форми; сушіння макаронів, охолодження та реалізація готового продукту.

Найголовніше у виробництві макаронних виробів - це забезпечити якість готового продукту. Це досягається дотриманням рецептури тіста, наданням виробам товарного вигляду тощо.

Тому в даній кваліфікаційній роботі зроблена спроба конструктивно розрахувати макаронний прес, який дозволить завершити технологічний процес пресування продукту із задовільною якістю та заданою продуктивністю.

Сучасні конструкції пресів відрізняються простотою виконання, надійністю в роботі, зручністю і можливістю роботи в ПТЛ. Типовим прикладом є прес для макаронів ЛПШ-Б4.

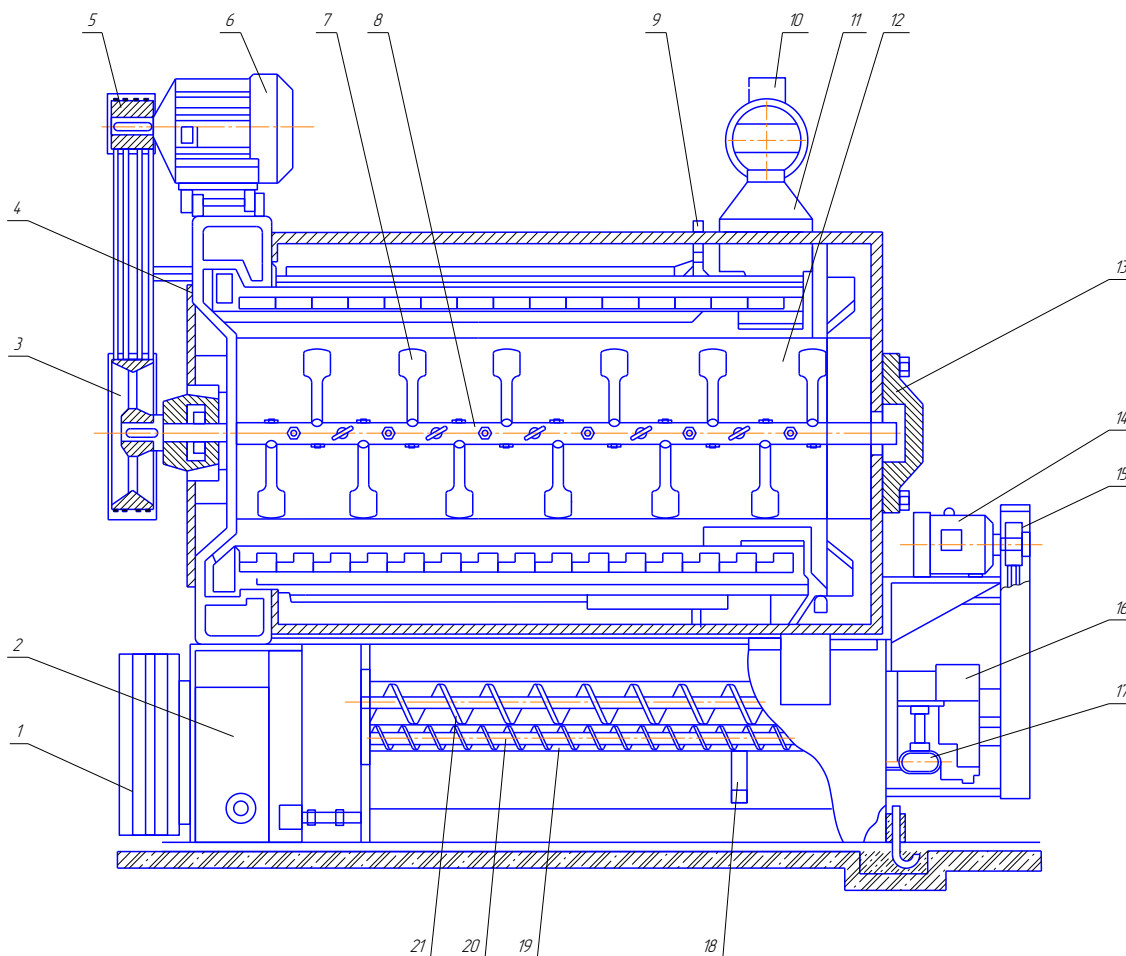


Рисунок 2.1 - Макаронний прес ЛПШ-Б4

1 - привід нагнітальних шнеків; 2 - редуктор; 3- клинопасова передача; 4- корпус; 5- шків; 6- електродвигун; 7-лопать; 8- горизонтальний вал; 9-дозатор води; 10 – завантажувальна горловина; 11- дозатор борошна; 12 - камера змісу тіста; 13- кришка; 14- електродвигун нагнітального вентилятора; 15- привід обдувочного пристрою; 16- обдувочний пристрій; 17- механізм різання виробів; 18- водяний патрубок; 19- пресуючий пристрій 20,21- нагнітальні шнеки.



Макаронний прес ЛПЛ-2М є базовою моделлю конструкції преса серії Б6-ЛПШ та ін. Стадія обробки напівфабрикату така ж.

Прес має шнековий нагнітач, круглі змінні матриці, ротаційні ножі для різання продукту.

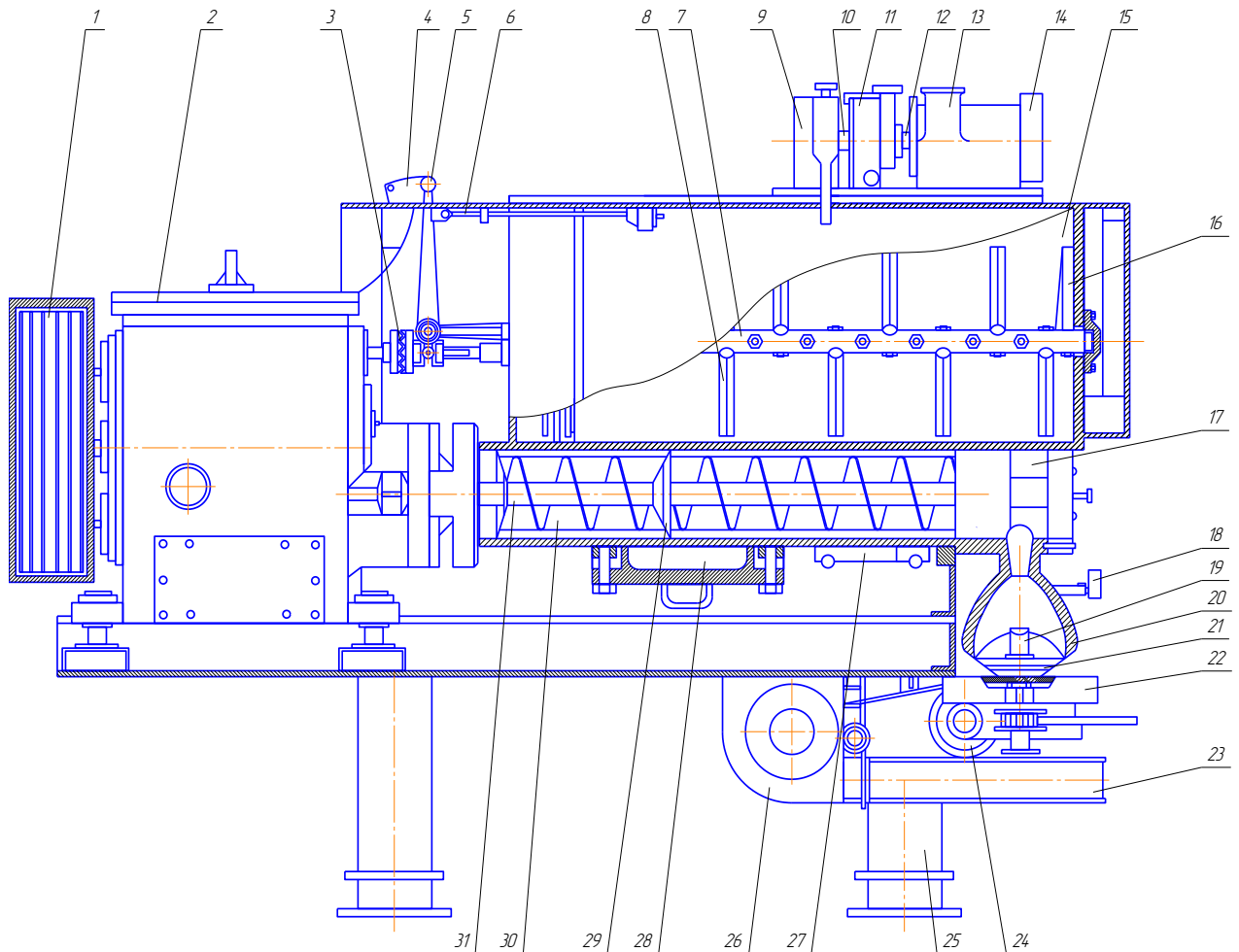


Рисунок 2.2 - Макаронний прес ЛПЛ-2М

1-клинопасова передача; 2-редуктор; 3-муфта; 4-фіксатор; 5-важіль; 6-тяги; 7-горизонтальний вал; 8-лопатка; 9-дозатор води; 10,12 - вали; 11-редуктор; 13- дозатор борошна; 14-палець; 15-камера замісу тіста; 16-торцева зачищаюча лопать; 17-фланець; 18-манометр; 19-колосник; 20-предматрична камера; 21-матриця; 22-матрицетримач; 23-обдувочний пристрій; 24-механізм різання виробів; 25-станина; 26-нагнітальний вентилятор; 27-водяна сорочка; 28- канал; 29-шайба; 30-пресуючий пристрій; 31-нагнітальний шнек;

Принцип роботи преса ЛПЛ-2М (рис. 2.2) полягає в наступному. Дозатор води і борошна приводиться в рух загальним електродвигуном через клинопасову передачу і редуктор спеціальної конструкції 11 з двома вихідними валами 10 і 12, що забезпечує періодичне обертання спіральним дозатором борошна барабана дозатора води під час безперервного обертання вала з лопатками. Кількість доданої води залежить від зміни рівня води в резервуарі для води, а кількість доданого борошна залежить від зміни кута повороту шнека.

Вихідні компоненти надходять у вхідний отвір змішувальної камери 15. Це коритовий контейнер. Всередині розташований горизонтальний вал 7, на якому закріплені торцеві очисні лопаті 16, дев'ять пальців 14 і сім лопатей 8, за допомогою яких компоненти змішуються в однорідну масу і переміщуються по камері. Завдяки низькій вологості суміші вона має вигляд крихти і потребує подальшого ущільнення.

Місильна камера закривається кришкою і фіксується штоком 6 з кулачковою муфтою 3 з валом 7. Відкрити кришку можна тільки від'єднавши вал і привід за допомогою важеля 5 із засувкою 4. Місильний вал отримує рух від двигуна через клинопасову передачу 1 і редуктор 2.

Тісто надходить у пресувальний корпус 30 із тістомісильної камери, а пресувальний корпус 30 має розвантажувальний шнек 31 із розломом у середині шнека, а прокладка 29 розміщена на гвинтовій лопаті, і стиснене тісто рухається навколо каналу 28. Повітря витягується за допомогою вакуумного насоса. Це сприяє отриманню тіста з однорідною структурою виробу з гладкою поверхнею. Водяна сорочка 27 встановлена в кінці корпусу, куди подається гаряча вода перед запуском і холодна вода під час роботи для підтримки оптимального діапазону температур для процесу пресування. На внутрішній поверхні порожнини гвинта є поздовжні канавки. На торці камери є фланець 17 для установки і очищення. Ущільнене тісто надходить у камеру попереднього стиснення 20, яка має манометр 18. Для контролю тиску під камерою тиску встановлена натискна плита 22 з

натискною пластиною 21. Для фіксації та надійності підвісна решітка 19 використовується.

Форми можуть мати прості отвори для вермішелі чи локшини або отвори з центральною вставкою для виробництва макаронів.

Сирий макаронний продукт, що проходить через матрицю, нарізається до потрібної довжини за допомогою різального пристрою 24. Для запобігання злипанню при попаданні на конвеєр вироби продуваються засобами 23. Має витяжний вентилятор 26 і кільцевий канал з великою кількістю отворів діаметром 2..3 мм. [4].

### 2.3 Обґрунтування розроблювальної конструкції

В основі розробки конструкції лежить використання спеціальних допоміжних засобів, які забезпечують якісне транспортування тіста від завантажувального отвору преса до форми. Одна з проблем під час пресування тіста полягає в тому, що тісто скручується, коли воно проходить через шнек. При цьому в міру проходження тіста через отвори матриці тиск з одного боку збільшується. Це призводить до того, що одна сторона отвору матриці зношується швидше. Цей нерівномірний знос призводить до зміни текстури макаронного виробу, зміни шорсткості внутрішньої поверхні і, як наслідок, погіршення поверхні макаронного виробу після пресування. У таких виробів поверхня стає шорсткою і погіршується товарна якість.

Щоб уникнути специфічних недоліків макаронного преса, рекомендується встановити спеціальний пристрій, який розпушує тісто в зворотному напрямку.

Для оцінки ефективності макаронного преса при необхідності модифікації або заміни обладнання запропоновано методику визначення значень основних параметрів: шнекового циліндра преса та матриці.

## 2.4 Розрахунок елементів конструкцій макаронного преса

Вивчення складних явищ, які відбуваються під час руху макаронного тіста в шнековому циліндрі преса, дозволяє створити розумну форму шнека і циліндра, забезпечити високу продуктивність і якісну сировину преса, а також вказати на можливі шляхи вдосконалення штампування.

Одним з головних показників будь-якої машини, а особливо макаронного преса, є її продуктивність. Для макаронних виробів існує різниця між продуктивністю преса для сухих і сирих виробів, яка визначається як:

- по сухих макаронних виробках:

$$Q_i^n = \frac{G}{t_{3M} \cdot z_{3M}} \text{ кг/год} \quad (2.1)$$

де:

$G$  – маса сухих макаронних виробів для виробництва, кг;

$t_{3M}$  – тривалість кожної зміни роботи машини, год;

$z_{3M}$  – кількість змін роботи потокової лінії виробництва макаронних виробів.

- по сирих виробках:

$$Q_i^n = \frac{287,1}{7 \cdot 2} \text{ кг/год}$$
$$Q_M = Q_i^n \frac{100 - B_B}{100 - B_T} \text{ кг/год} \quad (2.2)$$

де:

$B_B$  – вологість сухих макаронних виробів, %;

$B_T$  – вологість тіста, %;

$$Q_M = 20,5 \frac{100 - 13}{100 - 30} = 25,4 \text{ кг/год}$$

Одним з найважливіших вузлів макаронного преса є тістомісильна машина, яка забезпечує перемішування інгредієнтів тіста і подачу до преса, продуктивність якого визначається рецептурою:

$$Q_{\text{тз}} = \frac{100 - B_{\text{в}}}{100 - B_{\text{т}}} \cdot \frac{60 \cdot V \cdot \gamma \cdot k}{\tau} \quad (2.3)$$

де:

$V$  - об'єм жолоба тістомісильної машини,  $\text{м}^3$ ;

$\gamma$  - маса тіста об'ємна,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$k$  – коефіцієнт заповнення тіста;

$\tau$  – тривалість замішування, мінімальне значення, хв.

Продуктивність основного робочого механізму преса залежить від кількості тіста, що подається шнеком у корпус матриці за одиницю часу.

Тобто:

$$Q_{\text{nm}} = 60 \cdot m \cdot n \cdot V_{\text{м}} \cdot \gamma_{\text{n}} \quad (2.4)$$

або

$$Q_{\text{nm}} = 60 \cdot m \cdot n \cdot S \cdot F_{\text{м}} \cdot \gamma_{\text{n}} \quad (2.5)$$

де:

$m$  – кількість заходів шнека;

$n$  – частота обертання гвинтового вала,  $\text{об}/\text{хв.}$ ;

$V_{\text{м}}$  – витковий об'єм (по довжині кроку  $S$ ),  $\text{м}^3$ ;

$\gamma_{\text{n}}$  - об'ємна маса пресованого тіста, яка залежить від величини тиску пресування, вологості та температури тіста,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$S$  – крок шнека,  $\text{м}$ ;

$F_{\text{м}}$  – площа поперечного перерізу тіста в бочці шнека,  $\text{м}^2$ .

Фактична продуктивність пресувального шнека  $Q_{\text{mf}}$  з урахуванням ступеня наповнення тіста, фізико-механічних властивостей, опору матриці тощо завжди менша за теоретичне значення, яке можна визначити за формулою:

$$Q_{\text{іо}} = 60 \cdot \pi \cdot m \cdot n \cdot (R_3^2 - R_{\text{дт}}^2) \cdot \left( S - \frac{b_3 + b_{\text{дт}}}{2 \cos \alpha} \right) \cdot \gamma_{\text{n}} \cdot k_i \cdot k_n \cdot k_c \quad (2.6)$$

де:

$R_{\text{вн}}$  і  $R_3$  – зовнішній і внутрішній діаметри шнека, м;

$b_{\text{вн}}$   $b_3$  – ширина лопаті спіралі при її нормальному перерізі по внутрішньому і зовнішньому радіусу спіралі шнека, м;

$\alpha$  – кут підйому спіралі лопаті по середньому діаметру шнека, град;

$k_n$  – коефіцієнт що характеризує заповнення шнека, що працює в першій зоні;

$k_n$  – кінематичний коефіцієнт, що характеризує роботу шнека в другій зоні.

$$Q_{\text{іо}} = 60 \cdot 3.14 \cdot 1 \cdot 20 \cdot (0.0715_c^2 - 0.0225^2) \cdot (0.1 - \frac{0.02}{2 \cdot \cos 31}) \cdot 1330 \cdot 1 \cdot 0.5 \cdot 0.9 = 796.76 \hat{a} / \hat{a} \hat{a}$$

Одним з параметрів, що характеризують роботу машини, є місткість її бака, що визначається за формулою:

$$V = \frac{Q_i \cdot \tau_c \cdot i^2}{60 \cdot \gamma \cdot k} \quad (2.7)$$

$$V = \frac{25.4 \cdot 20}{60 \cdot 600 \cdot 0.5} = 0.028 i^2$$

Для заданої довжини щілини за допомогою формул можна визначити її площу, ширину і висоту:

$$S = \frac{\pi \cdot b^2}{2} + (h - \frac{b}{2}) \quad (2.8)$$

де:

$b$  – ширина корита макаронного преса, м;

$h$  – висота корита макаронного преса, м.

При заданій довжині щілини  $l$  площа визначається рівнянням:

$$S = \frac{V}{L} i^2 \quad (2.9)$$

$$S = \frac{0.028}{0.3} = 0.093 i^2$$

Тоді, враховуючи ширину прорізу, ми отримаємо висоту прорізу з формули (2.8)

$$h = S - \frac{\pi \cdot b^2}{2} + \frac{b}{2} \cdot i \quad (2.10)$$

$$h = 0.093 - \frac{3.14 \cdot 0.2}{2} + \frac{0.2}{2} = 0.13i$$

Конструктивні параметри машини дозволяють визначити її продуктивність відповідно до рецептури (3.3)

$$Q_{мз} = \frac{100 - 30}{100 - 13} \cdot \frac{60 \cdot 0.028 \cdot 600 \cdot 0.5}{20} = 202.76 \text{ кг/год}$$

Для розрахунку конструкції натискного гвинта необхідно визначити його геометрію, яка визначається відношенням кроку  $S$  до його зовнішнього діаметра  $D$ .

З літератури діапазон від 0,5 до 4,0 вважається найкращим співвідношенням  $S/D$ . Приймаємо співвідношення  $S/D=0,7$ . Потім, враховуючи розмір кроку спіралі шнека, визначаємо зовнішній діаметр шнека.

$$D = \frac{S}{k_{sd}} \cdot i \quad (2.11)$$

де:

$k_{sd}$  – коефіцієнт, який відображає відношення  $S/D$ .

$$D = \frac{0.1}{0.7} = 0.143i$$

Внутрішній діаметр гвинта шнека визначається як:

$$d = \frac{S}{\pi \cdot \text{tg} \alpha} \cdot i \quad (2.12)$$

$$d = \frac{0.1}{3.14 \cdot \text{tg} 31} = 0.045i$$

Крім того, ми також можемо визначити висоту робочої поверхні гвинтової лопаті шнека:

$$h = \frac{D - d}{2} \cdot i \quad (2.13)$$

$$h = \frac{0.143 - 0.045}{2} = 0.049i$$

Довжина робочої зони шнека визначається як:

$$l_p = 3 \cdot S \quad (2.14)$$

$$l_p = 3 \cdot 0.1 = 0.3 \text{ м}$$

Тоді за формулою можна визначити загальну довжину гвинта:

$$L_{\text{ш}} = z_p \cdot l_p \quad (2.15)$$

де:

$z_p$  – кількість робочих зон.

$$L_{\text{ш}} = 1 \cdot 0.3 = 0.3 \text{ м}$$

Відповідно до нормального завантаження сировини в прес визначаємо розмір завантажувального вікна:

- ширина

$$B_{\text{вз}} = D \quad (2.16)$$

- довжина

$$L_{\text{вз}} \geq S \quad (2.17)$$

Отже, розмір завантажувального вікна має бути  $0,143 \times 0,1 \text{ м} \times \text{м}$ .

Визначаємо потужність, яку необхідно забезпечити на валу гвинта:

$$N_{\phi} = 215 \cdot \delta \cdot n \cdot \text{tg} \alpha \cdot (R_3^3 - R_{\text{аі}}^3) \hat{e} \hat{A} \hat{\delta} \quad (2.18)$$

де:

$p$  – величина тиску, мПа

$$N_{\phi} = 215 \cdot 10 \cdot 20 \cdot \text{tg} 31 \cdot (0.0715^3 - 0.0225^3) = 9.15 \hat{e} \hat{A} \hat{\delta}$$

Конструктивний розрахунок матриці полягає у визначенні діаметра матриці, який починається з розрахунку активної частини  $\Sigma f$  формуючої щілини так:

$$\Sigma f = \frac{Q_{\text{мсд}} \cdot k_i}{V \cdot \gamma} \cdot \frac{100 - \hat{A}_a}{100 - \hat{A}_m} \hat{i}^2 \quad (2.19)$$

де:

$k_m$  – коефіцієнт корисної дії матриці макаронного преса.

$$\Sigma f = \frac{25.4 \cdot 0.95}{43.2 \cdot 1330} \cdot \frac{100 - 13}{100 - 30} = 0.00052 \hat{i}^2$$

Далі визначаємо площу матриці макаронного преса за формулою:



$$F = \frac{\sum f}{k_f} \cdot \dot{\epsilon}^2 \quad (2.20)$$

де:

$k_f$  – коефіцієнт живого перерізу матриці макаронного преса:

$$F = \frac{0.00052}{0.035} = 0.0149 \dot{\epsilon}^2$$

Тоді діаметр матриці визначається з виразу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.0149}{3.14}} = 0.138 \text{ м} \quad (2.21)$$

Враховуючи, що діаметри шнека і матриці приблизно однакові за розміром, ми узгодили. Тобто ми беремо діаметр підкладки рівний зовнішньому діаметру макаронного шнека.

## 2.5 Розрахунок на міцність шнека

Розрахуємо міцність шнека, щоб перевірити його працездатність в заданих умовах.

Крутний момент, що діє на небезпечну частину гвинта:

$$\dot{M}_{\epsilon\delta} = \frac{D \cdot l}{2} \cdot \text{tg} \alpha \cdot \frac{R_3^3 - R_{\text{аі}}^3}{3} \cdot \varphi \dot{\epsilon} \cdot \dot{\epsilon} \quad (2.22)$$

$$\dot{M}_{\epsilon\delta} = \frac{10 \cdot 0.3}{2} \cdot \text{tg} 31^\circ \cdot \frac{0.0715^3 - 0.0225^3}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3.14}{0.1} = 71149 \text{ Н} \cdot \dot{\epsilon}$$

Величина поздовжньої стискаючої сили, що діє на небезпечну ділянку шнека:

$$\dot{Q}_{\text{іє}\delta} = \frac{D \cdot l}{2} \cdot \frac{R_3^2 - R_{\text{аі}}^2}{2} \cdot \varphi \dot{\epsilon} \quad (2.23)$$

$$\dot{Q}_{\text{іє}\delta} = \frac{10 \cdot 0.3}{2} \cdot \frac{0.0715^2 - 0.0225^2}{2} \cdot \frac{2 \cdot 3.14}{0.1} = 882551 \text{ Н}$$

З урахуванням зазначеного показника еквівалентне напруження можна визначити за теорією максимального дотичного напруження:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\sigma^2 + \varphi \cdot \tau^2} \quad (2.24)$$

де:

$\sigma$  – напруга, викликана осьовою силою, МПа;

$\tau$  - сила тяги, викликана радіальною силою, МПа.

Ці показники можна визначити за відповідними формулами:

$$\sigma = \frac{T_{np}}{F} \quad (2.25)$$

де:

$F$  – площа поперечного перерізу шнека, м<sup>2</sup>.

$$\tau = \frac{H_{kp}}{W_p} \quad (2.26)$$

де:

$W_p$  – полярний момент опору перетину шнека, який визначається, як:

$$W_p = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \quad (2.27)$$

Підставивши числові значення з формули (2.27) – (2.24) отримаємо

$$W_p = \frac{3.14 \cdot 0.143^3}{16} = 0.00884$$

$$\tau = \frac{71149}{0.00884} = 8.05 \text{ МПа};$$

$$\sigma = \frac{882551.9}{0.0016} = 554.9 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{екв} = \sqrt{554.9^2 + 4 \cdot 8.05^2} = 555.13 \text{ МПа}$$

При порівнянні отриманого еквівалентного напруження з допустимим значенням ( $[\sigma]$ )=800 МПа можна зробити висновок, що прес із заданою геометрією шнека задовольняє умови щодо міцності.

### 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу виготовлення макаронних виробів та розроблення моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій.

Виробництво макаронних виробів являє собою послідовне очищення борошна, заміс тіста та витискання з нього певного виду макаронів на машинах просіюючого та вибійного відділень пов'язаних між собою комунікаціями пневматичного та самотічного транспортерів. Кожен з цих процесів містить свої небезпечні фактори, які можуть негативно вплинути на життя та здоров'я працівників при недотриманні правил техніки безпеки.

Під час роботи виникають такі небезпечні фактори, як механічний, враження електричним струмом та вибуховий.

До механічних факторів виникнення небезпечних ситуацій належать машини та механізми, що передають крутний момент, а також ланцюгові, стрічкові та пасові передачі. Ці небезпечні зони повинні бути огорожені спеціальними приспособленнями.

Враження електричним струмом виникає в результаті неполадок в електричній системі макаронного підприємства, або при неправильній експлуатації електричних пристроїв. Для запобігання цьому необхідно вчасно проводити перевірки стану електрообладнання та заземлення.

Фактор вибуху виникає в результаті запиленості в приміщенні вище граничних норм (ГДК борошняного пилу —  $6 \text{ м}^2/\text{м}^3$ ). Для запобігання вибуху використовують вентиляційні установки.

В процесі виготовлення макаронних виробів можуть виникнути травмонебезпечні та аварійні ситуації.

Опишемо найбільш ймовірні ситуації, які можуть призвести до тяжких наслідків, пов'язаних з завданням шкоди здоров'ю працюючих.

Перша операція: Введення обладнання в експлуатацію.

Небезпечна умова:

- не захищений кожухом вал приводу редуктора (НУ1);
- до обертових частин є доступ працівників (НУ2).

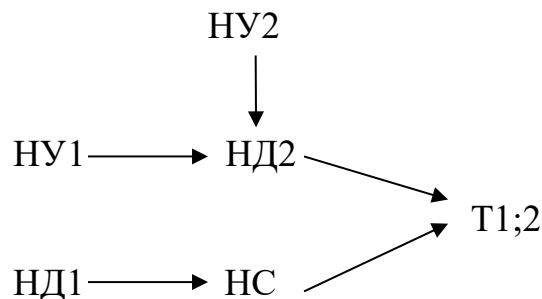
Небезпечна дія:

- оператор ввімкнув обладнання не оглянувши установку (НД1);
- до обертових частин підійшли сторонні особи (НД2).

Небезпечна ситуація:

- намотування частин одягу (НС1);
- можливі наслідки і травма (Т1,2).

Модель процесу:



Заходи запобігання:

- обертові частини установки повинні бути обладнані захисними кожухами;
- сторонні особи, що не пройшли інструктаж по експлуатації даного обладнання не повинні знаходитись біля макаронних пресів.

Друга операція: Перевірка електрообладнання.

Небезпечна умова:

- металеві частини макаронних пресів незаземлені згідно правил експлуатації (НУ1);
- до цих частин є доступ працівників (НУ2);

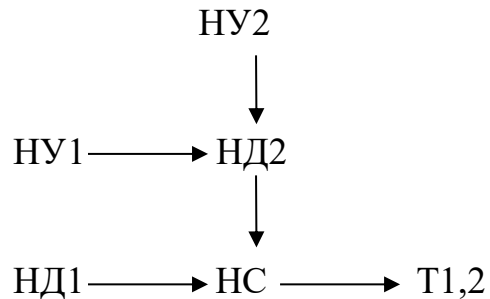
Небезпечна дія:

- оператор ввімкнув двигуни макаронних пресів (НД1);
- працівник був в контакті з металевою частиною макаронних пресів (НД2);

Небезпечна ситуація:

- враження електричним струмом працівника внаслідок несправності електроживильних провідників (НС);
- можливі наслідки і травма (Т1,2).

Модель процесу:



Запобіжні засоби:

- металеві частини установки повинні бути заземлені згідно норм та правил експлуатації електроустановок.

### 3.2. Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу.

#### 3.2.1. Правила безпеки праці на машинах і обладнанню по виготовленню макаронних виробів.

Для запобігання нещасних випадків при проведенні робіт на машинах по виготовленню макаронних виробів кожен керівник, спеціаліст, налагоджувальник повинен знати і виконувати вимоги техніки безпеки, а також протипожежні заходи.

Для обслуговування машин по виробництву макаронних виробів допускаються особи не молодші 18 років не залежно від статі, що мають середню освіту або середньо технічну, які пройшли медичний огляд та не мають протипоказань, пройшли ввідний інструктаж, первинний на робочому місці, а також склали іспит на перевірку знань з охорони праці.

Перед запуском обладнання впевнитись в тому, що це не призведе до небезпечної ситуації. Привести в порядок робочий одяг, одягнути головний убір.

Про всі несправності обладнання повідомити безпосередньо керівника робіт. До усунення неполадок до роботи не приступати.

Перевірити наявність та справність:

— огороження зубових коліс, пасових передач, валів, приводів, а також струмоведучих частин електрообладнання;

— заземлюючих пристроїв;

— кнопок аварійної зупинки;

— попереджувального звукового сигналу.

На робочому місці повинна бути аптечка та заходи пожежегасіння. При проведенні технічного обслуговування та ремонту перевірити справність і якість ручного слюсарного інструменту.

### 3.2.2. Розрахунок вентиляції в макаронному цеху.

Вентиляційні установки — засоби, що забезпечують свіже повітря в приміщенні, обумовлені санітарними нормами для продуктивної праці операторів.

Кількість вентиляційного повітря визначаємо з формули:

$$V_{\text{вент}} = \frac{3600 \cdot Q_{\text{над}}}{c \cdot \rho (t_{\text{вид}} \cdot t_{\text{прит}})}; \quad (3.1)$$

де  $Q_{\text{над}}$  — виділення в приміщенні явного тепла, Вт;

$c$  — теплоємність повітря ( $c=10$  кДж/кг);

$\rho$  — питома густина повітря ( $\rho=1.3$  кг/м<sup>3</sup>);

$t_{\text{вид}}$  та  $t_{\text{прит}}$  — видаляючого та приточного повітря, град.

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{pz}} + \alpha(h-2); \quad (3.2)$$

де  $t_{pz}$  — температура повітря в робочій зоні (  $t_{pz}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  );

$\alpha$  — коефіцієнт наростання температури на кожен метр висоти,  
(  $\alpha = 1.5$  град/м );

$h$  — висота приміщення (  $h = 5.4$  м ).

Звідси:

$$t_{вид} = 20 + 1.5(5.4 - 2) = 25.5 \text{град}$$

Кількість надлишкового тепла визначається з теплового балансу, як різниця міри теплоти, що видаляється та поглинається в приміщенні.

$$Q_{над} = Q_{ном} - Q_{вид}; \quad (3.3)$$

Тепло, що потрапляє в приміщення визначається:

$$Q_{ном} = Q_{обл} + Q_{л} + Q_{осв} + Q_{рад}; \quad (3.4)$$

де,  $Q_{обл}$  — тепло від роботи обладнання;

$Q_{л}$  — тепло від людей;

$Q_{осв}$  — тепло від освітлення;

$Q_{рад}$  — тепло від сонячної радіації через вікна.

$$Q_{обл} = k \cdot P_{уст}; \quad (3.5)$$

де,  $k$  — частка енергії, що переходить в тепло;

$P_{уст}$  — потужність установки (  $P_{уст} = 27,1$  кВт ).

$$Q_{обл} = 0.15 \cdot 271000 = 40650 \text{Вт}$$

$$Q_{л} = n \cdot q = 2 \cdot 90 = 180 \text{Вт}$$

де,  $n$  — кількість працівників в приміщенні (  $n = 2$  );

$q$  — кількість тепла, що виділяє людина (  $q = 90$  Вт ).

$$Q_{осв} = \eta \cdot P_{осв} \quad (3.6)$$

де,  $\eta = 0.4$  - для люмінесцентних ламп;

$P_{осв}$  — потужність освітлювальної установки.

$$Q_{осв} = 0,4 \cdot 2600 = 1040 \text{Вт}$$

$$Q_{рад} = A \cdot k \cdot S \cdot t; \quad (3.7)$$

де,  $A$  — теплонадходження в приміщення з  $1\text{ м}^2$  скла ( $127\text{-}234$  Вт/м);

$k$ — коефіцієнт, що враховує характер скла ( $k = 0,8$ );

$S$  — площа вікна ( $S = 3\text{ м}^2$ );

$m$  — кількість вікон ( $m = 2$ );

$$Q_{\text{дві}} = 195 \cdot 0,8 \cdot 3 \cdot 2 = 936 \text{ кВт}$$

Звідси:

$$Q_{\text{потр}} = 40650 + 180 + 1040 + 936 = 42806 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{вид}} = 0,1 \cdot Q_{\text{потр}}; \quad (3.8)$$

$$Q_{\text{вид}} = 0,1 \cdot Q_{\text{потр}} = 0,1 \cdot 42806 = 4280,6 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{над}} = 42806 - 4280,6 = 38525,4 \text{ Вт}$$

Знайдемо необхідний повітрообмін:

$$V_{\text{вент}} = \frac{3600 \cdot 38525,4}{10 \cdot 1,3(25,1 - 21)} = 26020,1 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Визначимо необхідну кратність повітрообміну:

$$K = \frac{V_{\text{вент}}}{V_{\text{прим}}}; \quad (3.9)$$

$$V_{\text{прим}} = n \cdot S_{\text{мод}} \cdot h; \quad (3.10)$$

де,  $n$  — число працівників в приміщенні 2

$S_{\text{мод}}$  — площа виробничого приміщення, що припадає на одного працюючого ( $S_{\text{мод}} = 43,25\text{ м}^2$ );

$h$  — висота приміщення ( $h = 5,4\text{ м}$ ).

$$V_{\text{прим}} = 2 \cdot 43,25 \cdot 5,4 = 467,1 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Звідси:

$$K = \frac{26020,1}{467,1} = 55,7$$

Проведемо підбір вентилятора за аеродинамічними характеристиками. Вихідними даними є:



— розрахункова продуктивність вентилятора:

$$V_{роз} = 1.1 \cdot V_{вент}; \quad (3.11)$$

$$V_{роз} = 1.1 \cdot V_{вент} = 1.1 \cdot 26020.11 \text{ м}^3 / \text{год}$$

де, 1,1 — коефіцієнт, що враховує підсмоктування повітря  
— напір ( повний тиск ), що забезпечує вентилятор:

$$H = \frac{V}{2} \cdot \hat{A}; \quad (3.12)$$

де  $B$  — густина повітря ( $B = 1,3 \text{ кг/м}^3$ );

$V$  — колова швидкість вентилятора ( не більше  $35 \text{ м/с}$  ).

$$H = \frac{35}{2} \cdot 1.3 = 22.75 \text{ Па}$$

За вихідними даними вибираємо відцентровий вентилятор низького тиску Ц4 – 70N5. Його характеристика:— ККД – 0,8; — число обертів – 1000 об/хв.

### 3.2.3. Протипожежна профілактика.

У процесі розробки профілактичних заходів запобігання пожежам враховують протипожежний стан приміщення, в якому виготовляється борошно. Ефективність заходів запобігання пожежам може бути досягнута лише шляхом точного прогнозування можливості загорянь.

Для боротьби з вогнем при виготовленні борошна на території повинен знаходитись резервуар з водою та три пожежні крани, розташовані поблизу млина. Поряд з приміщенням мають бути встановлені ящик з піском та щит, на якому розміщенні два відра, дві лопати, сокира, два багри та лом. Також там мають знаходитись два вогнегасники ОУ – 5 або ОХП – 10 та ОП – 5 в кількості 1 штука.

### 3.3. Захист цивільного населення.

Основні заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму і професійної захворюваності поділяються на технічні та організаційні.

До технічних заходів належать заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки. Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно–технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих факторів. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря; теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного устаткування; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації; установлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування.

Заходи з техніки безпеки передбачають систему організаційних та технічних заходів та засобів, що запобігають дії на працюючих небезпечних виробничих факторів. До них належать: розроблення та впровадження безпечного устаткування; механізація та автоматизація технологічних процесів; використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокуючих засобів; правильне та зручне розташування органів керування та впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та керування технологічними процесами, принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів.

До організаційних заходів належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації і пропаганди з питань охорони праці.

#### 4. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

В умовах наукового – технічного прогресу значно ускладнились взаємовідносини суспільства з природою. Людина отримала можливість впливати на хід природних процесів, підкорила сили природи, почала опановувати майже всі доступні відповідні й невідповідні природні ресурси, але разом із тим забруднювати і руйнувати довкілля. Значна частина невідновних ресурсів уже використана. У багатьох країнах деякі відповідні ресурси використовуються практично повністю. За останні десятиріччя сировини добуто більше, ніж за всю історію людства.

Втручання людини у природні процеси різко зростає і може спричинити зміну режиму ґрунтових і підземних вод у цілих регіонах, поверхневого стану, структури ґрунтів, інтенсифікацію ерозійних процесів, активізацію гідрохімічних та хімічних процесів у атмосфері, зміни мікроклімату тощо.

Недосконалість сучасної технології не дозволяє повністю переробляти мінеральну сировину. Більша частина її повертається у довкілля у вигляді відходів. За деякими даними сучасна продукція становить 1 – 2 % від використаної сировини, а решта потрапляє у відходи, що свідчить про нераціональні підходи до природних ресурсів. Тому щорічно у біосферу надходить більше 30 млрд. т. побутових та промислових газоподібних, рідких та твердих відходів, які забруднюють атмосферу, гідросферу та літосферу.

Майже завжди однією з найважливіших проблем у сільському господарстві є охорона навколишнього середовища. Адже нераціональне використання паливо – мастильних матеріалів, ґрунтових вод, хімізація ґрунту завдають великої шкоди навколишньому середовищу. На сьогоднішній день ми використовуємо досягнення науково – технічного прогресу, впроваджуємо нові технології, при цьому не замислюючись, як це відіб'ється на стан навколишнього середовища. Саме тому слід звернути

увагу на ставлення людини до навколишнього середовища і вжити такі заходи, які б не шкодили оточуючому на довкілля.

#### 4.1 Охорона та раціональне використання ґрунтів.

Ґрунти мають величезне значення не лише тому, що є головним джерелом отримання харчових продуктів. Вони відіграють активну роль в очищенні природних і стічних вод, ґрунтово – рослинний покрив є регулятором водного балансу суші. Основним засобами відновлення ґрунтів є насадження лісозахисних смуг, впровадження сівозмін, періодична консервація ґрунтів.

Значних збитків господарству завдає ерозія ґрунтів. Для боротьби з ерозією проводять постійні сівозміни, оранку поперек схилів, а також між полями посаджені лісосмуги для захисту від вітрової ерозії.

Сьогодні дедалі відчутнішими стають негативні наслідки хімізації сільського господарства: погіршуються властивості ґрунту, його стан через нагромадження великої кількості шкідливих хімічних речовин, що вносились без належних розрахунків і врахування екологічних законів. До таких хімічних речовин в першу чергу належать міндобрива та різні засоби хімічного захисту рослин. Внаслідок внесення високих доз мінеральних добрив Ґрунт є сильно – забрудненим баластними речовинами: хлоридами, сульфатами.

Ґрунти є також забруднені мастилами та паливом, які виливаються з автомобілів, тракторів та комбайнів під час роботи на полях. Отже, для охорони ґрунтів слід звернути увагу на правильне використання нафтопродуктів, стан техніки та правильне її використання.

## 4.2 Охорона та ефективне використання водних ресурсів.

Вода є однією з найнеобхідніших і найкорисніших речовин. Сільське господарство є одним з найбільших споживачів і одночасно забруднювачів природних вод.

Водопостачання в господарстві здійснюється з водонапірної башти місткістю 30 м<sup>3</sup>, що повністю забезпечує потреби млина. Якість води дозволяє використовувати її для побутових і промислових цілей без складних технологій водоочищення та водопідготовки. На макаронному підприємстві вода використовується і на побутові потреби працівників, опалення виробничих приміщень, миття обладнання та підлоги приміщення, аварійний запас для пожежегасіння. Після використання стічні води надходять в каналізаційну мережу. З метою економії, відпрацьована вода з охолоджуючих сорочок технологічного обладнання після очищення повторно використовується.

## 4.3 Охорона атмосферного повітря.

Оскільки цех розташований майже в самому центрі населеного пункту, особлива увага повинна бути приділена охороні атмосферного повітря. Джерелами забруднення на макаронному підприємстві є велика запиленість повітря та продукти згоряння газового палива в котельні та парогенеруючій установці, вихлопні гази автомобілів. Вихлопні гази автомобілів містять приблизно 200 речовин. У тому числі такі небезпечні як канцерогенні вуглеводні та тетраетилевинець, причому бензинові двигуни викидають їх більше ніж дизельні. Небезпечні концентрації у повітрі токсичних газових компонентів таких як оксид вуглецю, сірководень і сірковуглець, можуть призвести до кисневої недостатності тканини, викликає розклади нервової і серцево – судинної системи, сприяє розвитку

гетеро-склерозу, викликають явище гострої інтоксикації, спричиняють головний біль, слабкість.

#### 4.4 Заходи по захисту від шуму.

При багатьох виробничих операціях при роботі обладнання виникають негативні та небажані для людини явища шуму та вібрації. З метою зменшення негативного впливу цих явищ на працівників макаронного підприємства та навколишнє середовище рекомендується застосувати звукоізоляцію, гумові та інші амортизатори для гасіння вібрації. При небезпечному рівні шумового забруднення у виробничих приміщеннях для працівників необхідно застосувати навушники.

#### 4.5 Шляхи покращення екологічного стану на підприємстві.

Екологічний стан на підприємстві можна вважати задовільним. Це можна пояснити тим, що потужність макаронного цеху є невеликою, а наявні виробничі потреби використовуються не повністю. Але в перспективі є нарощування виробництва продукції підприємства, тому в майбутньому слід приділяти більшу увагу питанням захисту навколишнього середовища.

Зокрема доцільними є такі заходи:

— якщо збільшиться об'єм стічних вод, то без додаткового очищення їх неможна змивати в каналізаційну мережу;

— постійну увагу приділяти до контролю кількості шкідливих домішок з вихлопних газів автомобілів, вчасному діагностуванню і ремонту двигунів;

— для зменшення викидів при спалюванні газу в котельні необхідно встановити очисні фільтри;

— проводити заземлення території.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

### 5.1. Визначити обсяг і структуру собівартості продукції

Розрахунок техніко-економічних показників базується на визначенні показників: терміну окупності капітальних вкладень, річна економічна вигода, рентабельність виробництва, прибуток, економія трудових витрат, рівень механізації, собівартість продукції, експлуатаційна і виробнича собівартість.

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Gamma_{нвг} = 116,375 * 21000 = 2443875 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н1г} = Q_{н1г} \cdot C_{н1г} \quad (5.6)$$

$$\Gamma_{н1г} = 49,875 * 19000 = 947625 \text{ грн.}$$

$$\Gamma_{н2г} = Q_{н2г} \cdot C_{н2г}$$

$$\Gamma_{н2г} = 0 * = 0 \text{ грн.}$$

Сумарні грошові надходження підприємства:

$$\Gamma_{н} = 2443875 + 947625 + 0 = 3391500 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво макаронних виробів визначаються за формулою:

$$З = З_n + З_н \quad (5.7)$$

де  $З_n$  - прямі затрати на виробництво макаронних виробів, грн.;

$З_н$  - непрямі затрати на виробництво макаронних виробів, грн.

Прямі затрати на виробництво макаронних виробів визначаються як:

$$З_n = З_e + A_б + A_o + B_c + B_m \quad (5.8)$$

де  $З_e$  - пераційні витрати на виробництво макаронних виробів, грн. (вибирається з техкарти);

$A_б$  - амортизаційні відрахування будівель і споруд, грн.;

$A_o$  - амортизаційні відрахування на ремонт обладнання, не включеного в технічну карту грн.;

$B_c$  - вартість сировини, необхідної для виробництва макаронних виробів, грн.;

Амортизаційні відрахування на будівлі визначаються за 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>.

$$B_{\delta} = 519 \cdot 5000 = 2595000 \text{ грн.}$$

Тоді

$$A_{\delta} = \frac{2595000}{50} = 51900 \text{ грн.}$$

Вартість сировини, використаної для виробництва макаронних виробів 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.

$$B_c = 166,25 \cdot 8000 = 1330000 \text{ грн.}$$

Вартість тари, необхідної для пакування макаронних виробів визначатиметься 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,

$$B_m = 66500 \cdot 0,2 = 13300 \text{ грн.}$$

Тоді прямі затрати будуть становити:

$$Z_n = 1013533 + 51900 + 4262,934 + 1330000 + 13300 = 2412995,93 \text{ грн.}$$

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

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

$$Z_n = 0,1 * 2412995,93 = 241299,59 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво макаронних виробів будуть становити

$$Z = 2412995,93 + 241299,59 = 2654295,53 \text{ грн.}$$

Тоді прибуток від реалізації макаронних виробів буде рівним:

$$\Pi = 3391500 - 2654295,53 = 737204,47 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції визначається за формулою:

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

$$C_{np} = \frac{2654295,53}{166,25} = 15965,69 \text{ грн/т.}$$

## 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.

$$P_p = \frac{737204,47 * 100}{2654295,53} = 27,77 \%$$

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

$$K_{kan} = B_o + B_{\sigma} \quad (5.15)$$

де  $B_o$  - вартість технологічного обладнання, грн.

$$K_{\text{кап}} = 134400 + 2595000 = 2729400 \text{ грн.}$$

Тоді строк окупності капітальних вкладень буде становити:

$$T_{\text{ок}} = \frac{2729400,00}{737204,47} = 3,7 \text{ років.}$$

Таблиця 5.1 - Економічні показники запропонованої технології виробництва макаронних виробів

Показник	Умовні позначення	Одиниці	Параметр
Експлуатаційні затрати	Зе	грн.	1013533
в.т. числі:			
амортизація машин	Ам	грн.	145287
заробітна плата	Зп	грн.	456786
вартість електроенергії	Ве	грн.	92422
поточний ремонт машин	Апр	грн.	119362
вартість паливо-мастильних матеріалів	Впмм	грн.	129456
вартість роботи автотранспорту	Ват	грн.	70220
Вартість сировини	Вс	грн.	1330000
Амортизаційні відрахування на будівлі	Аб	грн.	51900
Середня реалізаційна ціна 1 т продукції	Цтв	грн.	20400
Собівартість 1 т продукції	Спр	грн.	15965,69
Прибуток	П	грн.	737204,5
Строк окупності капіталовкладень	Ток	років	3,70
Рівень рентабельності	Рр	%	27,77

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Предметом кваліфікаційної роботи є вдосконалення преса для виробництва макаронних виробів. У цій роботі аналізується процес приготування тіста в процесі виробництва макаронних виробів вибирається розумний план технологічного процесу. Згідно з поставленими завданнями, продуктивність преса, різні частини технологічної лінії, вибір відповідного технологічного обладнання, суть запланованого технічного вдосконалення, споживання води та електроенергії, розробка технологічної карти для визначеного виробництва макаронних виробів.

Одним із важливих процесів макаронного виробництва є процес пресування тіста у вироби різної форми. Тому макаронний прес був модернізований з метою підвищення ефективності роботи цеху.

На основі розроблених та розрахункових значень процесу виробництва макаронних виробів розраховано техніко-економічні показники роботи потоково-механізованої лінії. В результаті проведених розрахунків отримано наступні економічні показники: річний прибуток – 737 204,5 грн., рівень рентабельності – 27,77 %, термін окупності капітальних вкладень – 3,7 року.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Баб'як О. С. Екологічне право України : навчальний посібник – Київ : АТІКА, 2000. – 216 с
2. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. – К.: Либідь, 1995. – 368 с.
3. Гулий І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О. та ін. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості За ред. Гулого І.С. –Вінниця: Нова книга, 2001. –576с.
4. Добрянський С.С., Малафеев Ю.М., Пуховський Є.С.. Проектування та виробництво заготовок. Підручник для студентів машинобудівних спеціальностей ВНЗ. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014 – 353 с
5. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник. – Вид. 5-те доповнення. – Львів: Афіша, 2000. - 350с.
6. Загальна технологія харчових виробництв у прикладах і задачах: Підручник. / Л.Л.Товажнянський, С.І.Бухкало, П.О.Капустенко, Є.І.Орлова – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 496 с.
7. Зберігання і переробка продукції рослинництва: Навч. Посібник / Г.І. Подпряттов, Л.Ф.Скалецька, А.М. Сеньков, В.С. Хилевич. –К.: Мета, 2002. –495с.
8. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін.; За ред. І.С. Гулого. – Вінниця: Нова книга, 2001. –576 с.
9. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технологій харчових виробництв: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 640 с.
10. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: Навч. посібн. / В.Г. Мирончук, Л.О.Орлов, А.І.Українець та ін. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 288 с.

11. Серіков Я. О. Безпека життєдіяльності – секюритологія. Проблеми. Завдання. Шляхи вирішення : монографія : в 2-х. ч. / Я. О. Серіков, Л. Ф. Коженєвські. – Харків : ХНАМГ ; Краків : ЕАС, 2012. – Ч. 1. – 168с. Ч. 2. – 337 с.
12. Сиротюк С. В. Механізація переробки та зберігання продукції рослинництва. Курс лекцій. – Львів, 1999. – 249с.
13. Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчо концентратів : навч. посібник / О. В. Самохвалова, З. І. Кучерук, С. Г. Олійник та ін.; за ред. О. В. Самохвалової. – Х. : ФОП Бровін О.В., 2019. – 284 с.
14. Технологічне обладнання малих харчових та переробних виробництв : навч. посібник. У 3 ч. Ч. 3. Технологічне обладнання малих хлібопекарських і макаронних виробництв / О. І. Черевко [та ін.] ; Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Х., 2013. – 96 с.
15. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного та кондитерського виробництв / В. Ф. Петько [та ін.]. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 432 с.
16. Технологічні основи машинобудування. Навчальний посібник до виконання лабораторних робіт і самостійної роботи студентів інженернохімічного факультету та механіко-машинобудівного інституту / Укл. Добрянський С.С., Малафєєв Ю.М., Субін А.А., Гриценко В.М. Під редакцією Петракова Ю.В. – Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 112 с.
17. Флис І., Сиротюк С. Вибір обладнання малого переробного підприємства на підставі коефіцієнтів вагомості / Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження (№4). – Львів: Львівський держагроуніверситет, 2000. –С.41-45.