

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ н/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
			<u>Документація загальна</u>		
1	A4	4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Пояснювальна записка	88	
2	A1	4-ТЖ-7.026.181.002.ТС	Технологічна схема	1	
3	A1	4-ТЖ-7.026.181.003.ГА	Головний апарат	1	
4	A1	4-ТЖ-7.026.181.004.ПЦ	План цеху на відмітці 0,000	1	
			<u>Плакати</u>		
	A1		Зведені техніко- економічні показники	1	

Державний вищий навчальний заклад
«Український державний хіміко-технологічний університет»

Харчових та хімічних технологій

(повна назва факультету)

Технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему **«Проект цеху виробництва кукурудзяних паличок «Молочні»
продуктивністю 6,5 т/добу»**

Виконав: студент 4 курсу групи 4-ТХ-7
напряму підготовки (спеціальності) 181 – Харчові технології

(шифр і назва напряму підготовки (професійна
спрямованість), спеціальності)

Максимов К.А

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник **Андріянова М.В.**

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

м. Дніпро - 2026 рік

Український державний університет науки і технологій
ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет, відділення Харчових та хімічних технологій

Кафедра Технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрямок підготовки 181 – Харчові технології

(шифр і назва)

Спеціальність _____

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

08.06.2026 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Максимов Кирило Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) **Проект цеху виробництва кукурудзяних паличок «Молочні»
продуктивністю 6,5 т/добу**

керівник проекту (роботи) Андріянова Марина Володимирівна

канд. хім. наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від «02» 03 2026 року № 77-к

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 08.06.2026 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) дані діючого виробництва, літератури, інформаційних джерел та Internet ресурсів

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

відповідно до методичних вказівок

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Технологічна схема – 1 арк

2. Креслення головного апарату – 1 арк.

3. План цеху – 1 арк.

4. Таблиця техніко – економічних показників – 1 арк

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальна та технологічна частина	Андріянова М.В.		
Охорона Праці	Андріянова М.В.		
Організаційно – економічна частина	Андріянова М.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1.	Підготовка літературного огляду	12.03 – 13.04	
2.	Розрахунок матеріального балансу	13.04 – 27.04	
3.	Технологічні розрахунки	14.04 – 28.05	
4.	Оформлення технологічної частини	15.04 – 10.05	
5.	Оформлення загальної частини	13.05 – 26.05	
6.	Розділ з охорони праці	29.04 – 12.05	
7.	Розділ з охорони довкілля	15.05 – 23.05	
8.	Розрахунки економічної частини	05.04 – 01.06	
9.	Оформлення креслень	18.05 – 31.05	
10.	Вступ, зміст, висновки	20.05 – 02.06	

Студент

Максимов К.А

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Андріянова М.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 2026 р.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проєкту: 80 с., 7 рис., 44 табл., 28 літературних джерел, 4 додатки.

Об'єкт дослідження – цех виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» методом екструзії.

Мета роботи – розробити проєкт цеху з виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» методом екструзії продуктивністю 6,5 т/добу.

У загальній частині проєкту обґрунтовано необхідність будівництва цеху, наведено характеристику сировини (крупа кукурудзяна, цукрова пудра, олія, молоко сухе), допоміжних матеріалів та готового продукту відповідно до чинних стандартів (ДСТУ).

У технологічній частині описано технологічну схему виробництва, що включає підготовку сировини, процес екструзії, збагачення смаковими добавками та пакування. Розраховано матеріальний баланс виробництва, наведено підбір та розрахунок кількості технологічного обладнання. Детально описано компонування обладнання в межах виробничого цеху.

У проєкті наведено заходи з автоматизації виробничих процесів, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, а також заходи з охорони довкілля.

В організаційно-економічній частині проєкту розраховано основні техніко-економічні показники цеху, включаючи капітальні витрати, собівартість готової продукції та термін окупності проєкту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КУКУРУДЗЯНІ ПАЛИЧКИ, ЕКСТРУЗІЯ, ХАРЧОВІ КОНЦЕНТРАТИ, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, ОБЛАДНАННЯ, СИРОВИНА, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	10
1.1 Огляд літератури	10
1.2 Обґрунтування вибору методу виробництва	24
1.3 Обґрунтування вибору місця будівництва цеху	26
1.4 Характеристика готового продукту	28
1.5 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів	30
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	38
2.1 Стадії технологічного процесу.....	38
2.2 Теоретичні основи технологічного процесу	39
2.3 Опис технологічного процесу	41
2.4 Норми технологічного режиму	42
2.5 Матеріальні розрахунки.....	42
2.5.1 Блок-схема виробництва.....	42
2.5.2 Початкові дані для розрахунків	43
2.5.3 Матеріальні розрахунки за стадіями технологічного процесу	44
2.5.4 Зведений матеріальний баланс.....	44
2.6 Технологічні розрахунки	45
2.6.1 Підбір обладнання	45
2.6.2 Конструкція та принцип дії апарата	46
2.6.3 Теплові розрахунки обладнання	48
2.7 Специфікація обладнання	49
2.8 Енергетичні витрати виробництва.....	49
2.9 Стандартизація і контроль якості продукції	50

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ								
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Максимов К.А.			Зміст				Літ.		Аркуш	Аркушів	
Перев.		Андріянова М.В							Д	П		5	87
Н. Контр		Черваков О.В.							УДУНТ ННІ УДХТУ ТПЖ та ХП 4-ТЖ-7				
Затв.		Черваков О.В.											

3 АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ.....	53
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	56
5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	62
6 КОМПОНУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ТА БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА	66
7 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	70
ВИСНОВКИ	83
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	85

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сьогодні харчова індустрія виступає ключовим сектором економіки, відповідальним за стабільне постачання населення товарами масового попиту. У сегменті продуктів швидкого приготування особливу популярність мають екструзійні вироби, зокрема кукурудзяні палички. Завдяки відмінним смаковим якостям, цінovій доступності та зручному формату пакування вони стабільно затребувані серед споживачів усіх вікових категорій.

Технологічний фундамент виготовлення даної продукції базується на методі термопластичної екструзії, що дає змогу програмувати необхідну текстуру та органолептичні параметри готового виробу. Використання збагачувальних добавок, як-от молочного напilenня, не лише суттєво покращує смаковий профіль, а й підвищує нутрієнтний склад продукту, що сприяє зміцненню ринкових позицій виробника та розширенню продуктової лінійки.

Специфіка випуску харчових концентратів полягає у глибокій переробці добірної органічної сировини. Застосування спеціалізованих режимів обробки дозволяє нівелювати втрати біологічно активних речовин, гарантуючи збалансований вміст мікро- та макроелементів, важливих для раціону людини.

Необхідність модернізації екструзійних потужностей для підвищення енергоефективності та вдосконалення якісних показників продукції зумовлює **актуальність даного проєкту**. Впровадження раціональної стратегії використання ресурсів у поєднанні з професійним проєктуванням дозволяє створити оптимізовану виробничу модель. Такий підхід забезпечує високу рентабельність цеху при повному дотриманні актуальних гігієнічних вимог та стандартів безпеки життєдіяльності персоналу.

Метою даного дипломного проєкту є розробка цеху з виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» продуктивністю 6,5 т/добу.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ			
Розроб.		Макимов К.А.						
Перев.		Андріянова М.В						
Н. Контр		Черваков О.В.						
Затв.		Черваков О.В.			УДУНТ ННІ УДХТУ ТПЖ та ХП 4-ТЖ-7			
					Літ.	Аркуш	Аркушів	
					Д	П	7	87

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- проаналізувати сучасний стан виробництва екструзійних продуктів;
- обґрунтувати вибір сировини та рецептури;
- розробити технологічну схему виробництва;
- здійснити розрахунок продуктивності та потреби в сировині;
- підібрати основне та допоміжне обладнання;
- спроектувати планування виробничого цеху;
- розглянути питання охорони праці та безпеки виробництва;
- виконати техніко-економічне обґрунтування проєкту.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва кукурудзяних паличок.

Предметом дослідження є проєктування виробничого цеху та оптимізація технологічних параметрів виготовлення кукурудзяних паличок.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Огляд літератури

Сучасний етап розвитку харчової індустрії характеризується стрімким розширенням ринку готових до вживання продуктів (снеків), серед яких традиційно високим споживчим попитом користуються кукурудзяні палички. Посилення конкуренції в цьому сегменті та зміна векторів споживчих переваг у бік продуктів із чистим складом вимагають від підприємств постійного оновлення асортименту та впровадження інноваційних рішень. У зв'язку з цим створення високоефективного виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» є актуальним завданням, що дозволяє поєднати популярну форму хрустких снеків із класичним ніжним смаком та підвищеною біологічною цінністю за рахунок використання молочних компонентів.

Дослідженням технології виробництва екструзійних кукурудзяних снеків займалися різні наукові групи у галузі харчової технології та екструзійної обробки зернової сировини.

У патенті [1] описано технологію виробництва екструзійних снеків із крохмалевмісної сировини, зокрема кукурудзяного борошна. Автори досліджували проблему отримання низькожирових снеків із текстурою, подібною до традиційно смажених виробів. Вони запропонували екструзійний процес, у якому суміш кукурудзяного борошна з вологістю близько 8-18% піддається термообробці під тиском і продавлюється через щільну матрицю, утворюючи розширену стрічку.

Запропоноване рішення дозволило отримати пористу та рівномірну структуру продукту; знизити вміст жиру у порівнянні зі смаженими аналогами; забезпечити стабільну текстуру та хрусткість; організувати безперервний промисловий процес виробництва кукурудзяних снеків.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ				
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Загальна частина				
Розроб.		Максимов К.А.							
Перев.		Андріянова М.В.							
Н. Контр		Черваков О.В.							
Затв.		Черваков О.В.			Літ. Аркуш Аркушів Д П 9 87 УДУНТ ННІ УДХТУ ТПЖ та ХП 4-ТЖ-7				

У патенті [2] запропоновано технологію виробництва екструзійних кукурудзяних виробів у вигляді паличок, подібних до картопляних фрі. втори розглядали проблему отримання стабільної структури кукурудзяного тіста та створення продукту з однорідною формою і хрусткою текстурою. Запропоноване рішення полягає у використанні суміші кукурудзяного борошна і крохмалю, яка піддається екструзійному формуванню під тиском, з подальшим різанням на смужки, паровим обсмаженням (par-frying) і заморожуванням.

Результатом впровадження технології стало тримання продукту з рівномірною формою паличок; стабільна пориста структура після термообробки; зменшення вмісту жиру порівняно з традиційним смаженням; можливість промислового безперервного виробництва.

У патенті [3] розглянуто проблему отримання якісного кукурудзяного тіста без традиційного тривалого процесу ніктамалізації. Автори запропонували конструкцію екструзійного апарата, який забезпечує безперервне виробництво кукурудзяного тіста шляхом поєднання змішування, зсувного впливу, термообробки та формування у межах одного процесу.

Рішення дозволило скоротити час отримання кукурудзяного тіста; зменшити витрати води та енергії; забезпечити стабільну якість продукту; реалізувати безперервний промисловий процес виробництва. Ця технологія стала основою для подальшого розвитку екструзійної переробки кукурудзяної сировини, у тому числі для снєків і паличок.

У матеріалах НУХТ [4] розглянуто технологію виробництва екструзійних кукурудзяних снєків із використанням кукурудзяної крупи та борошна. Підкреслюється, що процес екструзії включає змішування сировини, кондиціонування вологості, термообробку під тиском і формування виробів через матрицю екструдера. Після виходу з матриці продукт різко розширюється за рахунок випаровування вологи, утворюючи пористу структуру. Далі проводяться операції різання, сушіння, охолодження та нанесення смако-ароматичних добавок. Зазначається, що основними

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічними параметрами, які впливають на якість снєків, є вологість сировини, температура екструзії, швидкість обертання шнека, конструкція матриці. У результаті дослідження підтверджено, що екструзійна технологія дозволяє отримувати стабільний за якістю продукт із регульованою структурою та високою продуктивністю виробництва.

У корисній моделі [5] запропоновано рецептуру та технологію виробництва глазурованих паличок із зернової сировини. Автори досліджували проблему розширення асортименту снєкових виробів та покращення їхніх органолептичних і харчових властивостей. Як технічне рішення запропоновано використання круп'яної основи з нанесенням цукрової глазури та додаванням рослинних інгредієнтів (зокрема олії виноградних кісточок, рослинних екстрактів і функціональних добавок).

Реалізація запропонованої технології дозволяє покращити смакові властивості продукту; розширити асортимент глазурованих снєків; підвищити харчову цінність за рахунок функціональних добавок; забезпечити стабільні органолептичні показники та привабливий зовнішній вигляд.

У корисній моделі [6] запропоновано склад та технологію отримання екструзійного продукту на основі зернової сировини. Автори досліджували проблему підвищення харчової цінності екструзійних продуктів та розширення функціональних властивостей зернових сумішей. Як технічне рішення запропоновано використання суміші подрібненого зерна кукурудзи та пшениці з додаванням лляного екстракту на сироватковій основі.

Застосування даного рішення дозволяє підвищити біологічну цінність продукту за рахунок білків та омега-3 жирних кислот льону; покращити структурні властивості екструдованого продукту; забезпечити стабільний процес екструзії; розширити асортимент функціональних харчових продуктів.

У корисній моделі [7] розглянуто аналогічну технологію, однак із використанням лляного екстракту на водній основі. Автори вирішували проблему покращення технологічних властивостей екструзійних сумішей та підвищення засвоюваності готового продукту. Запропоноване рішення

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

полягає у введенні до зернової суміші (кукурудза, пшениця) лляного екстракту, що забезпечує більш рівномірну структуру та стабільність екструзійного процесу.

Результатом стало покращення мікроструктури продукту; підвищення поживної цінності; стабілізація технологічних параметрів екструзії; можливість використання у харчовій промисловості як функціонального продукту.

Сучасний розвиток технологій виробництва кукурудзяних паличок базується на вдосконаленні екструзійних процесів та розширенні функціональних властивостей продукту. Згідно з сучасними дослідженнями, екструзія залишається ключовою технологією, яка поєднує змішування, термообробку та формування продукту в безперервному процесі, що забезпечує високу продуктивність та стабільну якість виробів

Одним із ключових напрямів інновацій у виробництві кукурудзяних паличок є введення до рецептури функціональних інгредієнтів, що підвищують харчову цінність продукту. Сучасні дослідження показують, що екструзійні снеки можуть ефективно збагачуватися білками, харчовими волокнами, мікроелементами та біологічно активними речовинами без суттєвого погіршення текстури. Зокрема, додавання рослинних білків (соя, нут, бобові), мікроводоростей або порошків фруктів і ягід дозволяє підвищити вміст білка та антиоксидантів. При цьому структура екструдованого продукту залишається пористою та хрусткою за умови оптимізації параметрів екструзії (температура, вологість, тиск) [8].

Дослідження також показують, що збагачені екструзійні продукти можуть бути адаптовані під дитяче та функціональне харчування, що особливо актуально для виробів типу «молочні палички». Ефект інновації: підвищення білкової цінності; розширення функціональних властивостей; створення продуктів дитячого та дієтичного харчування.

Сучасні тенденції передбачають часткову заміну кукурудзяної сировини іншими видами рослинної сировини: бобовими культурами, висівками, рисом,

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гречкою або побічними продуктами переробки зерна. Такі інновації дозволяють підвищити вміст харчових волокон; зменшити глікемічний індекс продукту; покращити функціональні властивості тіста. Дослідження показують, що введення навіть 10% висівок суттєво впливає на структуру продукту, зменшуючи щільність і змінюючи пористість, але дозволяє отримати більш «здорові» снеки з підвищеною поживною цінністю [9].

Важливим напрямом є розвиток сучасних екструдерів (зокрема двошнекових систем), які забезпечують точний контроль параметрів процесу. Це дозволяє регулювати ступінь желатинізації крохмалю, структуру пор та ступінь розширення виробу. Встановлено, що висока температура бареля підвищує розширення продукту; низька вологість сприяє зменшенню щільності; оптимізація швидкості шнека покращує текстуру та однорідність [10]. Такі технології дозволяють отримувати палички з рівномірною структурою, стабільною формою та прогнозованими властивостями. Ефект інновації: підвищення якості продукту; стабільність виробництва; зниження енерговитрат.

Сучасні виробничі лінії оснащуються системами автоматичного контролю температури, тиску, вологості та швидкості подачі сировини. Це дозволяє у режимі реального часу коригувати процес екструзії. Додатково застосовуються: сенсорні системи контролю якості; комп'ютерне керування рецептурою; автоматичне дозування компонентів. Завдяки цьому зменшується вплив людського фактора та підвищується стабільність якості продукції [11]. Ефект інновації: стабільність характеристик паличок; мінімізація браку; підвищення продуктивності.

Дослідження показують активне впровадження систем комп'ютерного зору для аналізу структури екструдованих снеків. Такі системи дозволяють оцінювати пористість; розмір і рівномірність пор; колір та ступінь обсмаження. Застосування цифрових методів контролю дозволяє стандартизувати якість продукції та зменшити вплив суб'єктивних факторів

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оцінки. Ефект інновації: точний контроль якості; стандартизація продукції; підвищення конкурентоспроможності [12].

Процес екструзії виступає фундаментальним етапом у виготовленні кукурудзяних паличок, оскільки саме він відповідає за створення специфічної пористої структури та формування ключових органолептичних показників виробу. Головним інструментом цієї технології є екструдер – складний технічний агрегат, від конструктивних особливостей та налаштувань якого залежить не лише якість фінального продукту, а й безперебійність функціонування всієї лінії разом із загальною економічною рентабельністю виробничого комплексу. [13]

Сучасні екструдери, що застосовуються у харчовій промисловості, відрізняються за конструктивними особливостями, принципом дії, кількістю робочих органів, а також способом підведення енергії та тепла до оброблюваної сировини. Різноманітність конструкцій зумовлена необхідністю адаптації обладнання до різних рецептур, технологічних режимів і вимог до кінцевого продукту.

У секторі виготовлення харчових концентратів, зокрема під час випуску кукурудзяних паличок, домінують одношнекові та двошнекові екструзійні установки. Перші цінуються за конструктивну лаконічність, доступну ціну та цілком прийнятну продуктивність при роботі з базовими видами сировини. Натомість двошнекові системи гарантують більш глибоку гомогенізацію суміші, стабільність технологічних режимів та дозволяють успішно працювати зі складними рецептурами, що містять молочні компоненти, цукор чи ароматичні інгредієнти.

Окремі сегменти індустрії іноді використовують багатошнекові конфігурації або машини з модифікованими робочими камерами, проте в лініях для виробництва паличок такі рішення застосовуються вкрай обмежено. Це пояснюється насамперед високою вартістю подібних агрегатів та підвищеними вимогами до кваліфікації персоналу, що здійснює їхнє технічне обслуговування.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функціональне завдання екструдера полягає у багатофакторній переробці сировинної суміші в готовий виріб під одночасним впливом високого тиску та теплової енергії. Конструктивно агрегат містить робочий циліндр (1), у який через завантажувальну лійку (3) надходять компоненти, що надалі піддаються інтенсивному механічному впливу шнекового механізму (2) та термічній обробці в зоні нагрівання (4). Фінальна конфігурація та мікроструктура продукту задаються в головці (5) під час продавлювання маси крізь отвори фільтри (6). Управління всіма параметрами циклу здійснюється через приводну систему та комплекс інтегрованих датчиків контрольно-вимірювальних приладів. [14]

У робочому просторі екструдера на харчову масу комплексно діють вологість, температурний градієнт, значний тиск та інтенсивна напруга зсуву. Шнек, захоплюючи вихідні інгредієнти, транспортує їх від вузла подачі вздовж корпусу, де сировина послідовно проходить стадії гомогенізації, плавлення та формування структури під тиском, що може коливатися в межах 15...100 МПа.

Геометрія та тип фільтри визначають одну з трьох можливих макроструктур екструдату: пористу, волокнисту або монолітну. Волокнисті та однорідні структури формуються за допомогою спеціальних подовжених фільтр з охолодженням, де поступове зниження температури та тиску розплаву біополімерів запобігає миттєвому закипанню води. Натомість для виробництва пористих виробів застосовують укорочені фільтри без охолодження. У такому разі на виході з отвору відбувається різке падіння тиску, що провокує ефект «вибухового» випаровування води, результатом якого є формування характерної комірчастої структури продукту.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

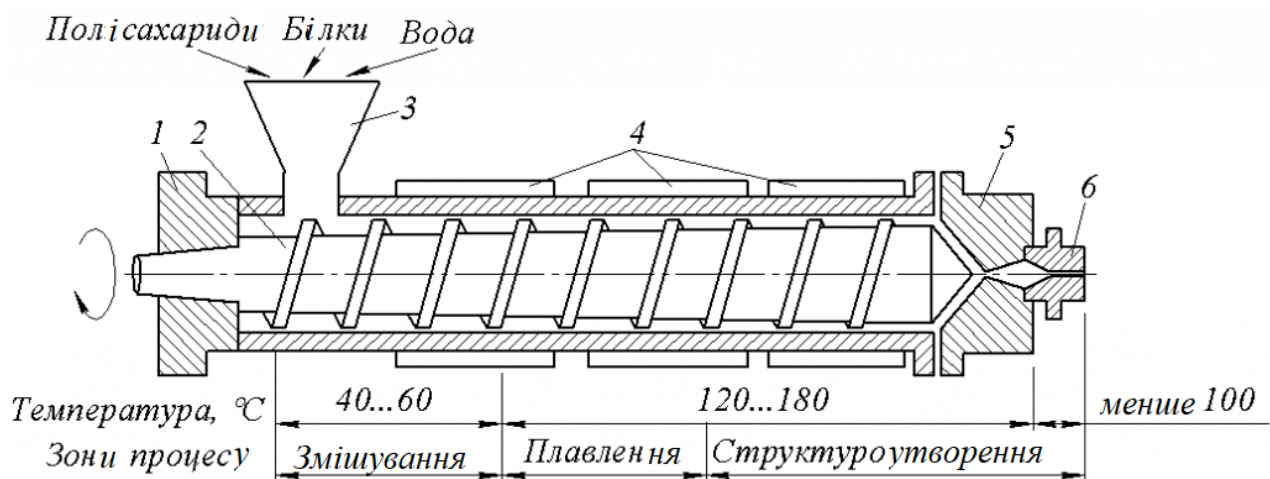


Рис. 1.1. Принципова схема екструдера

Екструдер А1-КХП (рис. 1.2) забезпечує перетворення кукурудзяної сировини на готові палички під впливом температури й тертя. Машина має наступне компонування: [15]

- основу апарата становить міцна зварна станина (1), на якій закріплено силовий агрегат - електродвигун (8), що забезпечує стабільність усієї конструкції під час роботи.
- безпосередня трансформація сировини відбувається у робочій зоні, що включає технологічний циліндр (3), приймальний бункер (7) для інгредієнтів та систему прецизійного різання (4) готового екструдату.
- крутний момент від двигуна до робочих органів передається через трансмісійний вузол, ключовим елементом якого є редуктор (10), інтегрований у загальну мережу за допомогою сполучних муфт.
- механічна надійність валу забезпечується корпусом підшипника (9), де радіальні підшипники підтримують плавність обертання, а упорний кульковий підшипник ефективно поглинає потужні осьові навантаження, що генеруються шнеком.
- управління температурними режимами нагрівачів, зміна швидкості через варіатор та моніторинг усіх параметрів циклу здійснюються за допомогою автономного щита керування.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До опорного підшипникового вузла за допомогою надійного фланцевого з'єднання прикріплено зварний циліндр, у внутрішній порожнині якого функціонує робочий шнек, що забезпечує переміщення та стиснення сировини. На вихідному отворі цього циліндра змонтовано формувальну матрицю, яка задає кінцеву геометрію екструдованого продукту. Безперервний контроль за тепловими процесами в активній зоні здійснюється за допомогою точних термодатчиків, інтегрованих у конструкцію через спеціалізовану технологічну пробку (5). Для досягнення необхідної інтенсивності термічної обробки кукурудзяної маси в передньому секторі робочої камери встановлено блок електричних нагрівальних елементів (6), що дозволяють підтримувати заданий температурний регламент протягом усього циклу виробництва.

Для подрібнення вихідного продукту на передній частині матриці встановлено ріжучий пристрій. Його привід складається з окремого двигуна та варіатора, прихованих усередині опорної станини. Оператор може змінювати частоту обертання ножів рукояткою (2), яка винесена до блоку управління для оперативного доступу. Зручність експлуатації та сервісу гарантується рухомим кріпленням механізму, що дозволяє відсувати його від робочої зони.

Над циліндром встановлений бункер для прийому кукурудзяної крупи. Кукурудзяна крупа з бункера машини через регульовану заслінку надходить в приймальний отвір циліндра, де відбувається пресування продукту і нагрів до температури 145 °С.

В результаті впливу тепла, вологи і тиску крупа перетворюється в пластичну масу, яка видавлюється шнеком через отвори матриці. При виході з отворів матриці маса під дією пари, що утворюється з перегрітої вологи, спучується, утворюючи пористу хрустку жилу. Механізм різання ділить виходять жили на палички, які несуться конвеєром.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

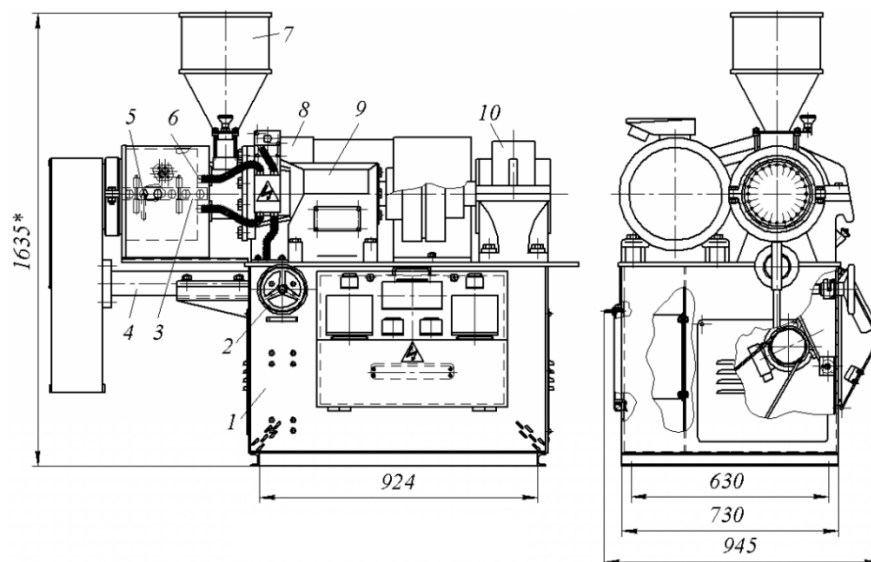


Рис. 1.2. Екструдер А1-КХП

Підготовка вихідної сировини, що становить порцію кукурудзяної крупи масою від 1,5 до 2,0 кг, здійснюється за пів години або годину до активації агрегату, при цьому температурні показники всередині робочого циліндра підтримуються в діапазоні 80...145 °С. Параметри термічного впливу на технологічну камеру визначаються для кожного пристрою в індивідуальному порядку, оскільки на вибір оптимального режиму впливають якісні характеристики сорту, фракція помелу, рівень вологості зернової маси, а також фактичний стан зношеності робочих вузлів машини.

Екструдер Б8-КХ-ЗП (рис. 1.3) призначений для виробництва паличок з кукурудзяної крупи за допомогою її теплової та механічної обробки з подальшим фасуванням на інших автоматах. [16]

Конструктивна схема екструдера базується на жорсткій станині (1), що слугує платформою для формувального механізму (2), вузла відрізки паличок (5), ворошителя сировини (3) та системи електричних нагрівачів (4). Основний формувальний вузол включає робочий шнек із правосторонньою нарізкою та втулку з лівосторонньою нарізкою, що забезпечує інтенсивне стиснення маси перед її виходом крізь матрицю з дванадцятьма отворами діаметром 3 мм. Для поділу продукту на окремі фрагменти використовується обойма з чотирма

ножами, привід якої здійснюється через комбіновану ланцюгову та клинопову передачі від силового агрегату.

Процес підготовки крупи, що надходить із бункера, супроводжується її постійним перемішуванням лопатевим валом усередині корпусу ворошителя. Термічна стабілізація робочої зони реалізується блоком нагрівачів, які забезпечують швидкий вихід на режим під час пуску та утримання температури в діапазоні 160–180°C. З метою запобігання критичному перегріву в секторі завантаження впроваджено систему примусового водяного охолодження, інтегровану в загальну мережу водопостачання. Керування електроприводами шнека та різального інструменту здійснюється оператором вручну, тоді як робота теплового блоку підтримується як у ручному, так і в автоматичному режимах.

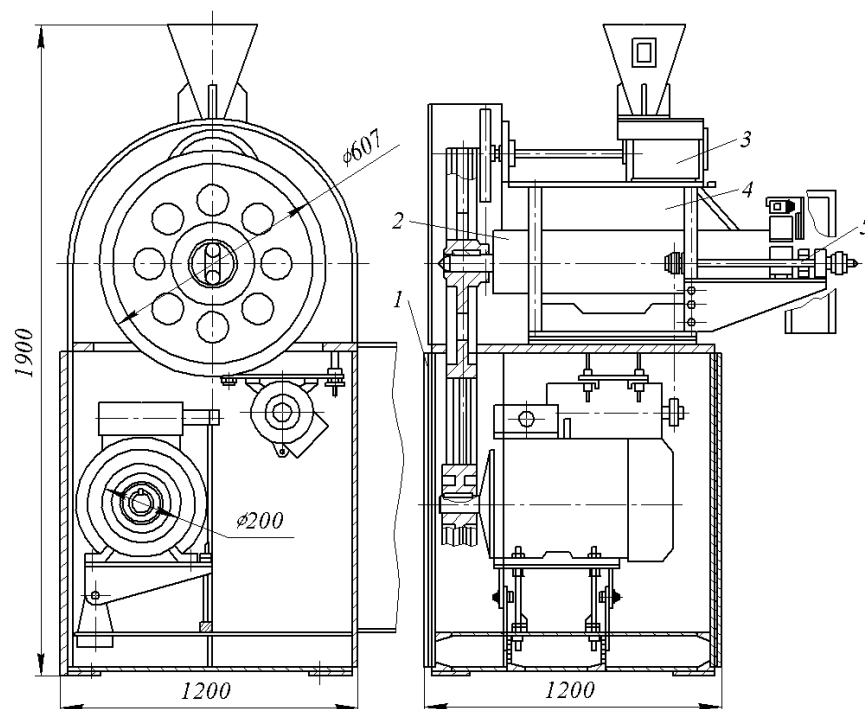


Рис. 1.3. Екструдер Б8-КХ-ЗП

Процес запуску обладнання розпочинається з попереднього термічного підготування робочої зони формувального вузла, яке триває протягом 30–35 хвилин до досягнення температури 160...180 °C за допомогою блоку електричних нагрівачів. Паралельно з цим, приблизно за пів години до старту, готується стартова порція кукурудзяної сировини з підвищеним рівнем

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вологості, що становить 20–21 %. Після активації привода машини ця підготовлена маса вручну подається помірним потоком через спеціальний лоток безпосередньо у зону завантаження. Тільки після стабілізації процесу та появи перших сформованих виробів із матриці оператор відкриває заслінку бункера для переходу на основний робочий цикл із використанням стандартної крупи, вологість якої знаходиться в межах 13–14 %.

Двошнековий агрегат моделі РЗ-КЕД-88 є універсальним рішенням для харчового сектору, де він задіяний у випуску широкого асортименту сухих сніданків, фігурних кукурудзяних виробів та напівфабрикатів швидкого приготування. Основу технічної конфігурації апарата становить жорстка станина (7), що слугує платформою для привідної групи, робочого циліндра (6) з парою співнаправлених шнеків та пресувального вузла. Для забезпечення безперервності та точності циклу установка додатково оснащена модулями автоматичного дозування зернової маси й води, термічним блоком, пристроєм для грануляції та системою конвеєрного виведення продукції під контролем централізованого щита управління.

Основними компонентами двошнекового преса є корпус (1), оснащений системою водяного охолодження, та пара шліцьових валів, на яких змонтовано комплект шнекових сегментів. Вихідна частина обладнана змінними матрицями з фільерами. Обертання робочих валів у єдиному напрямку забезпечується приводом від двигуна постійного струму (5) через редукторний вузол та розподільну коробку (3). Система безпеки передбачає автоматичне блокування, що унеможливорює запуск агрегату при надмірному тиску або розгерметизації (відкритті) корпусу.

Блок дозування спроектований як цілісний вузол, що складається з приймального бункера з інтегрованим механічним ворошителем та регульованого двошнекового механізму подачі. Силовий імпульс від електродвигуна (4) через систему редуктора та розподільну коробку забезпечує синхронізоване обертання шнеків у єдиному напрямку, що гарантує рівномірне надходження сировини.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для візуального моніторингу залишків зернової маси в корпусі бункера (2) передбачено оглядове вікно, а безпеку експлуатації забезпечують захисні ґрати. Крім того, конструкція оснащена датчиком рівня з контактним виходом, що дозволяє інтегрувати пристрій у загальну автоматизовану схему керування системою завантаження.

Безпека експлуатації гранулятора гарантується системою блокування, що зупиняє рух ножів у разі відкриття захисного кожуха. Особливості конструкції дозволяють оперативно демонтувати ріжучі елементи, забезпечувати щільне прилягання лез до площини матриці та здійснювати прецизійне налаштування їх положення. Захисний кожух виконаний таким чином, щоб забезпечувати візуальний контроль робочого процесу та безперешкодний вихід пари. [17]

Гідравлічний контур установки забезпечує безперебійне надходження очищеної води з можливістю прецизійного регулювання потоку, при цьому з'єднання з пресувальним вузлом виконане через герметичний гідророз'єм. Конструкція транспортера дозволяє адаптувати кут нахилу під потреби лінії, а інтегрована система автоматизації дає змогу віддалено корегувати частоту обертання приводів та параметри нагріву. Комплексний моніторинг здійснюється за допомогою датчиків, що фіксують енергоспоживання двигуна, робочий тиск, температурний градієнт у секціях та сумарний час напрацювання агрегату.

Технологічний цикл розпочинається з подачі сухої зернової суміші у приймальну камеру, де під впливом шнекових валів сировина проходить стадії гомогенізації, диспергування та інтенсивної гідротермічної переробки в умовах високої компресії. У момент виходу маси крізь отвори матриці відбувається миттєва декомпресія, що спричиняє стрімке розширення продукту та формування його об'ємної структури. Фінальна геометрія виробів задається обертовим ножом гранулятора, причому довжину частинок можна варіювати шляхом зміни швидкості різання. Отриманий напівфабрикат

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

транспортується на наступні етапи обробки відповідно до заданої рецептурної карти.

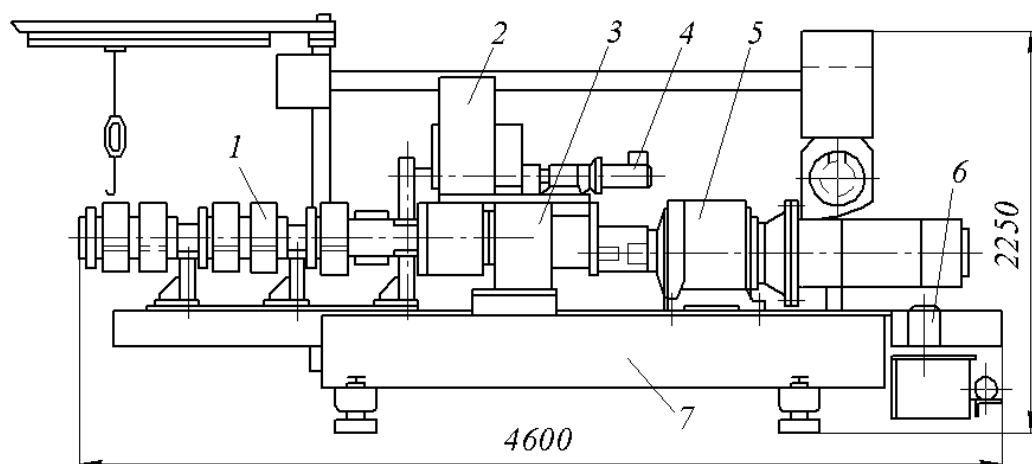


Рис. 1.4. Екструдер РЗ-КЕД-88

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика екструдерів

Показник	А1-КХП	Б8-КХ-3П	РЗ-КЕД-88
Продуктивність, кг / год	75	90	100... 00
Потужність, кВт:			
приводу	21	18,5	60
електронагрівача	3,84	2,8	20
Число шнеків	1	1	2
Частота обертання шнеків, хв ⁻¹	71	79,3	270
Діаметр шнеків, мм	155	74	88
Максимальна температура в зоні нагріву, ° С	145	160...180	300
Максимально допустимий тиск екструзії, МПа	10	12	20
Габаритні розміри, мм	1750x890x1635	1200x1200x1900	4600x1150x2250
Маса, кг	1300	950	3500

Термічна активація сировини на стартовому етапі здійснюється шляхом прямої теплопередачі від нагрівальних елементів. Проте під час стабільної роботи апарата основна частка енергії генерується за рахунок дисипації - інтенсивного тертя між продуктом, поверхнею шнека та внутрішньою стінкою втулки. Випресована напіврідка субстанція, потрапляючи в зону різкого перепаду тиску на виході з формуючої матриці, миттєво розширюється, у результаті чого діаметр виробу збільшується з початкових 3 мм до 8...12 мм.

1.2 Обґрунтування вибору методу виробництва

Більшість сучасних технологічних ліній із випуску кукурудзяних паличок базується на однотипних принципах підготовки та обробки сировини. Процес розпочинається у шнековому кондиціонері, де просіяна крупа поєднується з попередньо подрібненими сухими компонентами - сухим молоком та ваніліном. У разі, якщо природна вологість зернової основи не досягає 12–13%, до системи подається вода (ще до введення сухих добавок) для доведення маси до необхідних параметрів. Для забезпечення дифузії вологи по всьому об'єму сировину спрямовують у темперувальні бункери для відволожування, після чого вона подається безпосередньо в екструдер для формування виробів.

Сформований продукт транспортується у накопичувач, звідки через об'ємний дозувальний вузол потрапляє в установку безперервної дії для фінального оздоблення. На цьому етапі за допомогою стрічкового та рідинного дозаторів у потік продукції вводяться цукрова пудра та соняшникова олія. Після рівномірного розподілу смако-ароматичних добавок по поверхні, кукурудзяні палички відвантажуються на фасувальний автомат для пакування в споживчу тару.

Головна відмінність в апаратурних схемах, яка суттєво може вплинути на сам готовий продукт – це різниця в екструдері, оскільки він визначає:

- ступінь спучування продукту;
- пористість;
- хрусткість;
- рівномірність структури;
- здатність утримувати молочну глазур;
- смакові характеристики;
- стабільність якості готового виробу.

Порівняльна характеристика готового продукту в залежності від марки екструдеру наведена в табл. 1.2.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика готового продукту в залежності від марки екструдеру

Показник готового продукту	MPF-50D (одношнековий)	Clextral BC 82 (двошнековий)	A1-КХП (одношнековий)	ЕКП-100 (одношнековий)
Структура палички	Середньо пориста	Дрібнопориста, рівномірна	Дуже однорідна мікропориста	Пориста
Ступінь спучування	Середній	Високий	Дуже високий	Високий
Хрусткість	Нестабільна	Висока	Дуже висока	Висока
Щільність продукту	Вища	Середня	Низька	Середня
Однорідність форми	Середня	Висока	Практично ідеальна	Середня
Поверхня палички	Трохи шорстка	Гладка	Дуже гладка	Шорстка
Поглинання молочної глазури	Нерівномірне	Добре контрольоване	Максимально рівномірне	Задовільне
Стійкість до кришіння	Середня	Висока	Дуже висока	Середня
Колір готового продукту	Може бути нерівномірний	Рівномірний кремовий	Стабільний світлий	Злегка неоднорідний
Смакові властивості	Простий кукурудзяний смак	Більш насичений	Найкраще розкриття смаку	Класичний смак
Вологість готового виробу	Менш стабільна	Стабільна	Точно контрольована	Середня стабільність
Термін збереження хрусткості	Невеликий	Довший	Найдовший	Середній
Втрати ламаних паличок	Вищі	Низькі	Мінімальні	Середні
Якість нанесення цукрово-молочного покриття	Частково нерівномірна	Рівномірна	Ідеальна	Задовільна

Таким чином, результати проведеного порівняльного аналізу підтверджують, що для виготовлення кукурудзяних паличок «Молочні» найбільш раціональним рішенням є впровадження екструдера моделі А1-КХП. Цей агрегат демонструє найвищу технологічну ефективність, забезпечуючи

бездоганну якість продукції завдяки надійній одношнековій системі, стабільності теплових режимів та прецизійному управлінню параметрами екструзії. Використання даного обладнання дозволяє досягти рівномірної мікропористої текстури, оптимального коефіцієнта збільшення об'єму та характерної хрусткості виробів, суттєво мінімізуючи при цьому відсоток браку в готових партіях.

1.3 Обґрунтування вибору місця будівництва цеху

Для визначення місця розташування проектного підприємства з виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» розрахуємо чисельність населення зони забезпечення продукцією проектного підприємства.

Проектну потужність підприємства за рік, $A_{\text{год}}$ т, обчислюємо за формулою:

$$A_{\text{год}} = M * n * d_r,$$

де M - потужність проектного виробництва за добу, приймаємо 6,5 т;

n - кількість змін;

d_r - кількість робочих днів у році.

Режим роботи цеху за даними норм проектування наступний: кількість умовної доби максимального навантаження протягом року 250 діб. Розрахункова кількість змін роботи на добу максимального навантаження – 1 зміна, за рік $(250 \times 1) = 250$ змін.

$$A_{\text{год}} = 6,5 \cdot 1 \cdot 250 = 1625 \text{ т.}$$

Чисельність населення зони забезпечення продукцією проектного підприємства розраховується за такою формулою:

$$N = A_{\text{год}} / k,$$

де k -норма споживання кукурудзяних паличок на рік на людину, 0,8-2,5 кг.

$$N = 1625 / 0,0025 = 650 \text{ 000 чол.}$$

Перспективну чисельність населення міста визначимо за формулою:

$$\Pi = N \left(1 + \frac{K_n}{100} \right)^t$$

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K_n - коефіцієнт природного приросту (-5,3 для України);

t - період часу, років;

N - чисельність населення.

$$П = 650000 \left(1 - \frac{5,3}{100}\right)^5 = 495066 \text{ людей}$$

Перспективна потреба у кукурудзяній продукції:

$$П_n = H_n \cdot П$$

$$П_n = 73 \cdot 495066 = 36139831 \text{ кг}$$

Забезпеченість населення кукурудзяними паличками на сьогоднішній день:

$$O = \frac{Ч_m}{П} \cdot 100\%$$

$$O = \frac{226845}{495066} \cdot 100\% = 46 \%$$

Перспективна забезпеченість населення кукурудзяними паличками

$$O_n = \frac{M_{зм} \cdot K_{зм} \cdot n}{П_n} \cdot 100\%$$

$$O_n = \frac{6500 \cdot 1 \cdot 250}{36139831} \cdot 100\% = 4,5 \%$$

Відповідно до результатів розрахунків для будівництва проектного підприємства приймаємо населений пункт України з чисельністю населення 495066 чоловік. Це може бути місто Кам'янське, чисельність населення якого становить 226 845 осіб. З розрахунків можна зробити висновок про те, що забезпеченість кукурудзяними паличками населення міста Кам'янське і його району на сьогоднішній день складе 46% а в перспективі через 5 років – 4,5%.

Кам'янське – місто в Україні, адміністративний центр Кам'янської міської громади та Кам'янського району Дніпропетровської області. Населення станом на 1 січня 2022 року складає 226 845 осіб.

Промисловий комплекс Кам'янського становлять 48 основних підприємств, які належать до 10 галузей промисловості, переважно металургійної і хімічної, а також машинобудівної, виробництва будівельних

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

матеріалів, електроенергетичної, деревообробної, харчової, легкої, поліграфічної та інших галузей народного господарства.

Найбільші підприємства міста:

Середньодніпровська ГЕС

ПАТ Дніпровський металургійний комбінат (ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»

ПАТ «ДніпроАзот»

ВАТ «Дніпровський коксохімічний завод»

ВАТ «Дніпровагонмаш»

ПАТ «Дніпровський завод мінеральних добрив»

ВО «Придніпровський хімічний завод»

ПАТ «ЄВРАЗ Южкокс»

ТЗОВ «Дніпровський автобусний завод».

Основні види продукції: чавун, сталь, прокат, цемент, кокс, мінеральні добрива, електроенергія, магістральні і промислові вагони. З'явилися і нові види продукції, у тому числі - автобуси.

1.4 Характеристика готового продукту

Випуск кукурудзяних паличок регламентується вимогами ДСТУ 2903:2005 [18], згідно з якими готовий виріб має бути спученою масою з вираженою пористою структурою, краї якої можуть бути дещо розірваними. Форма та розміри одиниць продукції можуть варіюватися, а глазуровані різновиди повинні мати рівномірне покриття. Колірна гама базового продукту охоплює відтінки від білого до насичено-жовтого, тоді як колір паличок із добавками має чітко відповідати палітрі використаних інгредієнтів або глазури. Органолептичний профіль виробу повинен мати характерний аромат із виразним акцентом на застосовані начинки; будь-які сторонні присмаки чи запахи є неприпустимими. Стандартом суворо заборонено наявність непереробленої крупи, сторонніх включень, слідів плісняви або зараження шкідниками.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологія виготовлення базується на принципі екструзійної переробки кукурудзяної сировини в апаратах спеціальної конструкції. Під час виходу з екструдера напівфабрикат миттєво набуває ніжної комірчастої структури, що зумовлено різким перепадом тиску та глибокими фізико-хімічними трансформаціями крохмалевмісних компонентів. Для стабілізації температури та переміщення продукту до наступних етапів лінії застосовується система пневмотранспорту. Фінальна стадія передбачає обробку напівфабрикату в дражувальному барабані, де на поверхню наносяться смако-ароматичні суміші, що підвищують нутрієнтну цінність та покращують гастрономічні властивості продукту.

Консистенція хрумка, пориста, не груба, для глазурованих виробів – на поверхні жорсткувата, вологість не більше 8 %.

Харчова цінність на 100 г продукту складає:

- білків – 6,8 г;
- жирів – 16,9 г;
- вуглеводів – 71,6 г;
- енергетична цінність – 447 ккал.



Рисунок 1.5 – Зовнішній вигляд продукту

Фасування виробів відбувається у поліпропіленовий пакет місткістю 60 г, 150 г, 200 г. Потім фасовані вироби пакують у поліетиленові мішки.

Органолептичні показники та фізико-хімічні показники готового продукту згідно ДСТУ 2903:2005 [18] приведені в таблиці 1.3 та таблиці 1.4.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 – Органолептичні показники

Назва показника	Круп'яні палички
Зовнішній вигляд	Різні за величиною та формою. Покриті відповідною глазур'ю
Колір	Від білого до жовтого різних відтінків
Запах	Властивий рисовому борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	Властивий даному виду виробів. Сторонні присмак і запах не дозволені
Структура	Хрумка, пориста, не груба

Таблиця 1.4 – Фізико-хімічні показники

Назва показника	Круп'яні палички
Масова частка вологи, %, не більше	6,0
Масова частка сахарози, %, не менше	14,5
Масова частка жиру, %, не менше	11,5
Об'ємна маса, г/дм ³ , не більше	75,0
Масова частка дріб'язку, що не відповідає нормі, %, не більше	10,0
Зараженість шкідниками	не допускається
Металомагнітна домішка (розмір окремих частинок не більше ніж 0,3 мм у найбільшому лінійному вимірі), %, не більше	$3,0 \times 10^{-4}$
Сторонні домішки, нерозірвані та горілі зерна	не допускається

1.5 Характеристика сировини та допоміжних матеріалів

Для виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» використовують таку сировину: кукурудзяна крупа, цукор, олія соняшникова рафінована дезодорована, молоко сухе незбиране, ванілін, вода питна.

Кукурудзяна крупа . ДСТУ 1055:2006 [19] є харчовим продуктом, отриманим шляхом переробки зерна кукурудзи з видаленням оболонок і зародка та подальшим подрібненням до встановлених розмірів частинок. Вона призначена для використання в харчовій промисловості та побутовому приготуванні страв. Крупа може мати білий або жовтий колір, який повинен бути рівномірним по всій масі, без потемнінь, плям та сторонніх включень. Запах продукту має бути властивим кукурудзяній крупі, свіжим, без ознак затхлості, плісняви чи будь-яких сторонніх запахів. Смак також повинен бути характерним, чистим, без гіркоти, кислотності та сторонніх присмаків. Консистенція крупи – сипка, без злежалих грудок, що забезпечує її зручність у використанні.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до фізико-хімічних регламентів, показник вологості кукурудзяної крупи обмежений рівнем 12 %, що є критичним для тривалого зберігання та запобігання мікробіологічному псуванню. Рівень зольності не повинен виходити за межі 0,95 %, що підтверджує високу якість очищення зерна від периферійних оболонок. Сумарний вміст сміттєвих домішок, включаючи органічні та мінеральні включення, лімітований значенням 0,3 %. Наявність металоманітних частинок допускається в обсязі до 3,0 мг/кг, за умови їх відповідності нормам безпеки та відсутності гострих фракцій.

Особлива увага приділяється відсутності зараженості шкідниками хлібних запасів на всіх ланках логістичного та виробничого ланцюга. Сировина має повною мірою відповідати стандартам санітарної безпеки щодо вмісту пестицидів, токсичних металів та мікотоксинів. Зберігання зернової маси потребує сухих приміщень із належною аерацією та відносною вологістю до 70 %, без сусідства з товарами, що мають специфічні аромати. Транспортування здійснюється виключно чистими транспортними засобами, що гарантують захист продукту від атмосферних опадів, запилення та біологічного забруднення.

Основні показники якості кукурудзяної крупи наведені в табл. 1.5.

Таблиця 1.5 - Основні показники якості кукурудзяної крупи

Назва показника	Характеристика
Колір	Білий або жовтий з відтінком
Запах	Властивий кукурудзяній крупі, без сторонніх запахів, не затхлий
Смак	Властивий кукурудзяній крупі, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий
Масова частка води, %, не більше	14,0
Масова частка мучки, %, не більше	1,0
Сміттєва домішка, %, не більше	0,3
мінеральна	0,05
шкідлива домішка	не допускається
Металоманітна домішка, мг/кг, не більше	3,0
Зараженість шкідниками хлібних запасів	не допускається
Крупа з залишками оболонок та зародків, %, не більше	10,0
Цілі необроблені зерна кукурудзи, %, не більше	1,0

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з вимогами ДСТУ 4623:2006 [20], **цукор білий кристалічний** - це однорідний сипкий продукт солодкого смаку, що не містить грудок. Стандарт класифікує його на торговий та призначений для промислових потреб. Якісна градація передбачає поділ кристалічного цукру на чотири категорії, тоді як пресований варіант поділяється на три. Зокрема, для потреб шампанського виноробства використовують сахарозу другої категорії, а для виготовлення цукрової пудри - другу та третю.

У технологічному аспекті цукор відіграє багатофункціональну роль: він забезпечує необхідний об'єм та масу виробу, регулює солодкість, виступає структуроутворювачем і вологоутримуючим агентом. Його присутність сприяє формуванню ароматичного та колірнього профілю продукції, а також продовжує термін її придатності.

Крім технічних характеристик, сахароза має важливе фізіологічне значення як швидке джерело енергії, що в процесі метаболізму миттєво розщеплюється на глюкозу та фруктозу. Розмір кристалів білого цукру зазвичай варіюється в межах 0,2–2,5 мм, тоді як для спеціалізованої сахарози цей діапазон становить 1,0–2,5 мм. Допустиме відхилення від установлених меж за розмірним складом не повинно перевищувати 5 % від загальної маси.

Органолептичні показники якості цукру наведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 - Органолептичні показники цукру білого кристалічного

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Білий, чистий без плям і сторонніх домішок, для цукру третьої і четвертої категорій допускають жовтуватий відтінок. Кристалічний цукор повинен бути сипким, без грудочок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають грудочки, що розпадаються у разі легкого натискання
Запах і смак	Солодкий без сторонніх запаху і присмаку, як в сухому цукрі, так і в його водному розчині, для цукру четвертої категорії допускають слабкий запах меляси.
Чистота розчину	Розчин цукру повинен бути прозорим або таким, що має слабу опалесценцію без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок. Для цукру третьої і четвертої категорій допускають опалесценцію.

Фізико-хімічні показники якості цукру наведені в табл. 1.7.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.7 - Фізико-хімічні показники якості цукру білого

Назва показника	Значення за категоріями для цукру білого кристалічного, сахарози для шампанського і цукрової пудри			
	1 (екстра)	2	3	4
Масова частка сахарози (поляризація), %, не менше ніж	99,7	99,7	99,61	99,5
Масова частка редукувальних речовин (в перерахуванні на суху речовину), %, не більше ніж	0,04	0,04	0,05	0,065
Масова частка вологи, %, не більше ніж:				
-цукру білого кристалічного	0,06	0,1	0,14	0,15
-сахарози для шампанського	-	0,1	-	-
-цукрової пудри	-	0,2	0,2	-
Масова частка золи(в перерахуванні на суху речовину), не більше ніж:				
-%	0,011	0,027	0,04	0,05
-балів	6,0	15,0	-	-
Кольоровість в розчині, не більше ніж:				
-одиниць ICUMSA	22,5	45,0	104	195
-балів	3	6	-	-
-умовних одиниць	-	-	0,8	1,5
Масова частка феродомішок, %, не більше ніж	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Величина окремих часток феродомішок, в найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше ніж	0,3	0,3	0,3	0,3

Згідно з вимогами ДСТУ 4492:2017 [21], *олія соняшникова рафінована дезодорована* є одним із найбільш затребуваних видів рослинних жирів у харчовому раціоні. Технологія її отримання базується на методах механічного пресування або хімічної екстракції з попередньо подрібненого та термічно обробленого насіння.

Висока фізіологічна активність продукту обумовлена значним вмістом поліненасичених жирних кислот, які відіграють фундаментальну роль у формуванні клітинних мембран людського організму. Харчова цінність та стабільність олії дозволяють використовувати її як ключовий компонент у

виробництві кукурудзяних паличок, зокрема для забезпечення адгезії смакових добавок до поверхні екструдату.

Таблиця 1.8 - Органолептичні показники соняшникової олії

Найменування показника	Характеристика
Прозорість	Прозора, без осаду
Запах та смак	Властивий соняшниковій олії, без стороннього запаху та присмаку
Колір	Золотаво-жовтий

Рослинні олії є цінним джерелом фосфоліпідів, поліненасичених жирних кислот, вітамінів та мінеральних речовин. Фосфоліпіди виконують ключову роль у структурі клітинних мембран, створюючи поверхні, на яких відбуваються складні процеси життєдіяльності клітин, а отже, й усього організму людини. У складі рослинних олій можуть міститися воски рослинного походження в концентрації до 1,5 %, а серед жироподібних компонентів присутні стерини. Вміст ситостерину зазвичай коливається в межах 0,2–0,4 %. Крім того, рослинні олії містять Р-вітамін, який під дією ультрафіолетового випромінювання перетворюється на вітамін D, що важливо для підтримання здоров'я кісток та імунної системи.

Ключовою дієтичною перевагою рослинних олій є повна відсутність холестерину, що робить їх незамінними для здорового харчування. Природна палітра цих жирів формується завдяки специфічним пігментам: хлорофілу, госсіполу та його похідним, а також каротиноїдам. Останні забезпечують широкий спектр відтінків від сонячно-жовтого до насиченого червоного, виступаючи не лише візуальним маркером натуральності, а й прямим свідченням вмісту біологічно активних нутрієнтів, що підвищують загальну цінність продукту.

Жирнокислотний склад олії наведений в табл. 1.9.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9 - Жирнокислотний склад соняшникової олії

Вид олії	Лінолева, омега 6, %	α - ліноленова, омега 3, %	Олеїнова, омега 9, %	Насичені жк	Омега 6 та омега 3
Соняшникова	55...70	0,1...0,5	20...35	8...12	10,1

Фізико-хімічні показники соняшникової олії наведені в табл. 1.10.

Таблиця 1.10 - Фізико-хімічні показники соняшникової олії

Показники	Соняшникова
Густина при 15 ⁰ С, кг/м ³	910...930
Температура застигання, ⁰ С	-15...-18
Число омилення, мг КОН/г	186...195
Йодне число, % йоду	110...145

Показники безпеки соняшникової олії наведені в табл. 1.11.

Таблиця 1.11 - Показники безпеки соняшникової олії

Найменування показника	Значення
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	0,3
Вміст нежирових домішок, %, не більше	відсутність
Вміст фосфору, мг/кг, не більше	20
Вміст води, %, не більше	0,1
Температура спалаху, ⁰ С, не більше	Не нормується
Перекисне число, не більше	4,0
Свинець, мг/кг	0,1
Кадмій, мг/кг	0,05
Миш'як, мг/кг	0,1
Ртуть, мг/кг	0,03
Мідь, мг/кг	0,5
Вміст радіонуклідів	
Цезій-137, Бк/кг	60
Стронцій-90, Бк/кг	80
Мікробіологічні показники	
КМАФАіМ, КУО / г, не більше	1*10 ⁴
БГКП (коліформи), не більше	0,001
St. Aureus (стафілокок)	не допускаються
Дріжджі, КОЕ/г, не більше	5*10 ²

Згідно з вимогами ДСТУ 4273:2003 [22], *молоко сухе незбиране* - це високопоживний продукт, виготовлений шляхом дегідrataції пастеризованого коров'ячого молока до порошкоподібного стану. Завдяки технології

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

висушування в ньому зберігається повний комплекс нутрієнтів натуральної сировини: білки, жири, лактоза, мінеральні сполуки та вітамінний склад.

Продукт має вигляд однорідного дрібнодисперсного порошку, забарвлення якого варіюється від чисто білого до ніжно-кремового відтінку. Його органолептичний профіль характеризується чистим смаком і ароматом пастеризованого молока без будь-яких дефектів чи сторонніх домішок. Фізична структура продукту повинна забезпечувати вільну сипкість, хоча нормативи допускають наявність невеликих грудок, що легко руйнуються при механічному контакті.

Висока концентрація молочного жиру та білків зумовлює значну енергетичну цінність сухого молока, що робить його незамінним компонентом у рецептурах кондитерських виробів, хлібобулочної продукції та спеціалізованого дитячого харчування. У виробництві кукурудзяних паличок цей інгредієнт відіграє роль важливого смакового збагачувача, що формує характерний молочний профіль готового виробу.

У таблиці 1.12 представлені органолептичні показники сухого молока.

Таблиця 1.12 - Органолептичні показники сухого молока

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Дрібний сухий порошок, допускається незначне злежування
Консистенція	Сипка, однорідна
Колір	Білий або світло-кремовий
Смак	Чистий, властивий пастеризованому молоку, без сторонніх присмаків
Запах	Властивий сухому молоку, без сторонніх запахів

Фізико-хімічні показники сухого молока наведені в табл. 1.13.

Таблиця 1.13 - Фізико-хімічні показники сухого молока

Показник	Норма
Масова частка води, %, не більше	4,0
Масова частка жиру, %	20–25
Кислотність, °Т, не більше	21
Розчинність, мл сирого осаду, не більше	0,5
Індекс розчинності	Високий
Масова частка білка, %	25–27

Ванільний цукор ДСТУ 1009:2005 [23] ароматизований харчовий продукт, який являє собою суміш цукру-піску з ваніліном або натуральною ваніллю. Має солодкий смак і приємний характерний аромат ванілі. Продукт є сипким, однорідним, білого або злегка кремового кольору, без грудок та сторонніх домішок. Ванільний цукор широко використовується у кондитерській промисловості та домашньому приготуванні для надання виробам приємного аромату й покращення смакових властивостей. Його додають до тіста, кремів, десертів, молочних продуктів, напоїв та випічки. Якість ванільного цукру оцінюють за органолептичними показниками: зовнішнім виглядом, кольором, смаком і запахом. Аромат повинен бути чітко вираженим ванільним, без сторонніх запахів, а смак - солодким, без гіркоти чи інших присмаків.

У таблиці 1.14 наведені органолептичні показники ванільного цукру.

Таблиця 1.14 - Органолептичні показники ванільного цукру

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Дрібнокристалічний порошок, без грудочок і сторонніх включень
Смак	Солодкий, із гіркуватим присмаком, властивий ваніліну
Запах	Явно виражений запах ваніліну, без стороннього запаху
Колір	Білий або зі злегка жовтуватим відтінком

Фізико-хімічні показники ванільного цукру наведені в табл. 1.15.

Таблиця 1.15 - Фізико-хімічні показники ванільного цукру

Показники	Значення
Розчинність у воді	1:20
Розчинність у спирті	2:1
Розчинність в сірчаній кислоті	1:20
Температура плавлення	80,5-82 °C

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Стадії технологічного процесу

Вихідною сировиною для виробництва паличок є кукурудзяна крупа. Процес виробництва кінцевого продукту підрозділяється на кілька етапів:

1. Підготовка сировини: очищення кукурудзяної крупи від домішок (просіювання на віброситі); контроль якості та підготовка до подальшої обробки.

2. Кондиціонування (зволоження) крупи: зволоження у шнековому кондиціонері; вирівнювання вологості сировини.

3. Витримування (темперування): витримування крупи в бункері для рівномірного розподілу вологи; стабілізація фізико-хімічних властивостей.

4. Термічна та механічна обробка (екструзія): подача підготовленої крупи в екструдер; спінювання під дією температури та тиску; формування кукурудзяних паличок.

5. Охолодження та транспортування: передача паличок транспортером у накопичувальні бункери; стабілізація структури продукту.

6. Приготування смакової суміші: змішування цукрової пудри, сухого незбираного молока та ваніліну; підготовка ароматичної молочно-ванільної композиції; окреме дозування рафінованої дезодорованої соняшникової олії.

7. Нанесення добавок (глазурування): рівномірне покриття паличок олією; нанесення сухої цукрово-молочно-ванільної суміші; формування смакової оболонки.

8. Витримування готового продукту: стабілізація покриття в бункері; вирівнювання структури та смаку.

9. Фасування та пакування: дозування готового продукту; пакування у споживчу тару; герметизація та маркування.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ								
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата									
Розроб.		Максимов К.А.			Технологічна частина				Літ.	Аркуш	Аркушів		
Перев.		Андріянова М.В							Д	П		37	87
Н. Контр		Черваков О.В.							УДУНТ ННІ УДХТУ ТПЖ та ХП 4-ТЖ-7				
Затв.		Черваков О.В.											

2.2 Теоретичні основи технологічного процесу

В основі виготовлення кукурудзяних паличок лежить комплекс глибоких фізико-хімічних та структурно-механічних трансформацій крохмалевмісної маси під одночасним впливом інтенсивного термічного оброблення, високого тиску та строго контрольованої вологості. Базовим компонентом рецептури виступає кукурудзяна крупа. Завдяки високій концентрації крохмалю, оптимальному вмісту протеїнів і мінімальній кількості ліпідів, ця сировина має високий потенціал до пориноутворення під час баротермічної обробки.

Головним процесом усього циклу є екструзія, яка забезпечує потужний деструктивно-механічний та тепловий вплив на підготовлену суміш. На цьому етапі відбувається повна клейстеризація (желатинізація) крохмалю, його часткова декстринізація та перехід системи у стан високоеластичного розплаву. У момент виходу пластичної маси з матриці екструдера у відкриту атмосферу відбувається перепад тиску. Внаслідок цього заблокована у продукті волога вибухоподібно перетворюється на пару, що призводить до миттєвого розширення, спінювання та фіксації капілярно-пористої архітектури виробу. Саме ця специфічна мікроструктура безпосередньо формує ключові споживчі та органолептичні показники готових кукурудзяних паличок - їхню характерну хрусткість, легкість, крихкість та низьку об'ємну щільність. [24]

Важливе значення має попередня підготовка сировини, зокрема її зволоження та кондиціювання, оскільки рівномірний розподіл вологи забезпечує стабільність процесу екструзії та впливає на ступінь спінювання, пористість і міцність готового продукту. Після екструзійної обробки кукурудзяні палички мають нейтральний смак, тому важливим є етап нанесення смакових добавок. Теоретично цей процес базується на явищах адгезії та часткової абсорбції.

Вплив технологічних факторів на якість кукурудзяних наведений в таблиці 2.1.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 - Вплив технологічних факторів на якість паличок

Технологічний фактор	Вплив на процес	Вплив на якість готового продукту
Вологість кукурудзяної крупи	Забезпечує рівномірну екструзію	Визначає пористість і хрусткість
Температура екструзії	Крохмаль желатинізується	Формує об'єм і легкість паличок
Тиск в екструдері	Створює умови спінювання	Впливає на структуру пор
Рівномірність кондиціювання	Стабілізує сировину	Запобігає ламкості виробу
Дозування олії	Забезпечує адгезію добавок	Впливає на рівномірність покриття
Склад цукрово-молочної суміші	Формує смак і аромат	Визначає органолептичні властивості
Температура охолодження	Стабілізує структуру	Запобігає осипанню глазури

Рафінована дезодорована соняшникова олія виконує функцію зв'язувальної фази, яка забезпечує рівномірне прилипання сухих компонентів до поверхні виробу, а також сприяє формуванню стабільного покриття. Суміш цукру, сухого незбираного молока та ваніліну формує смако-ароматичний профіль продукту, підвищує його харчову цінність і забезпечує характерний молочно-ванільний смак та аромат.

Після нанесення добавок відбувається процес стабілізації структури, під час якого жирowo-солодке покриття рівномірно розподіляється по поверхні паличок і закріплюється, що запобігає його осипанню під час зберігання та транспортування. На якість готового продукту суттєво впливають параметри екструзії (температура, тиск), вологість вихідної сировини, властивості рослинної олії, дисперсність цукрової пудри та точність дозування компонентів. Таким чином, технологія виробництва кукурудзяних паличок є комплексним процесом, що поєднує фізико-хімічні перетворення крохмалю та формування функціональних смако-ароматичних властивостей готового продукту. [25]

2.3 Опис технологічного процесу

Виробництво кукурудзяних паличок «Молочні» відбувається за такою схемою.

Кукурудзяну крупу перед подальшою переробкою очищають від сторонніх домішок на вібраційному ситі (1), що забезпечує видалення механічних включень, пилу та некондиційних частинок. Очищена сировина подається до шнекового кондиціонера (2), де відбувається її зволоження та кондиціонування за заданими параметрами вологості.

Одночасно з кукурудзяною крупою в кондиціонер вводять воду для часткової гідратації та підготовки структури крупи до подальшої термообробки. Після цього сировина надходить у темперувальний бункер (3), де витримується певний час для рівномірного розподілу вологи по всій масі.

Далі підготовлена крупа подається до екструдера (4), де під дією високої температури та тиску відбувається її спінювання та формування готового напівфабрикату у вигляді паличок. Отримані кукурудзяні палички транспортером (5) подаються у проміжний бункер (6), звідки через об'ємний дозатор направляються до безперервно діючої установки (7) для нанесення смакових добавок.

Цукрову пудру змішують у змішувальній машині (10) з сухим незбираним молоком та ваніліном. Окремо у систему подається рафінована дезодорована соняшникова олія зі збірника (11), яка через дозувальний пристрій надходить до установки (7). Олія забезпечує рівномірне прилипання сухої суміші до поверхні кукурудзяних паличок.

В установці для нанесення добавок відбувається рівномірне покриття паличок жирowo-солодкою сумішшю, що складається з цукрової пудри, сухого молока, ваніліну та соняшникової олії. У результаті формується стабільний шар смакової глазури з приємним молочно-ванільним ароматом.

Після нанесення добавок готові кукурудзяні палички надходять у накопичувальний бункер (8), де вони витримуються для стабілізації структури та рівномірного розподілу жирowo-солодкого покриття. З бункера продукція

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

по мірі потреби подається на фасувальний автомат (9), де здійснюється дозування, пакування та герметичне запаювання готового продукту в споживчу тару.

2.4 Норми технологічного режиму

Для отримання готової продукції нормованої якості на кожній стадії технологічного процесу необхідно дотримуватися встановлених параметрів режиму. Відхилення від регламентних значень призводять до погіршення якості продукту або аварійних ситуацій. [26]

Таблиця 2.2 – Норми технологічного режиму

Стадія/операція	Параметр контролю	Норма та допустимі відхилення	Засіб контролю	Частота контролю	Хто контролює
Кондиціювання крупи	Вологість, %	13,0–14,5	Вологомір	Кожна партія	Лаборант
Змішування	Тривалість змішування, хв.	$3-5 \pm 0,5$	Таймер	Кожна зміна	Апаратник
Екструзія	Температура у зоні матриці, °C	$160-180 \pm 5$	Термопара	Безперервно	Апаратник
Охолодження	Температура, °C	$40-45 \pm 5$	Термопара	Кожна партія	Апаратник
Глазурування	Рівномірність нанесення шару	Суцільне покриття без пропусків	Візуальний контроль	Кожна партія	Апаратник
Фасування	Маса нетто, г	За маркуванням $\pm 3\%$	Ваги	Вибірково (кожні 30 хв.)	Контролер ВТК

2.5 Матеріальні розрахунки

2.5.1 Блок-схема виробництва

Блок-схема виробництва кукурудзяних паличок наведена на рис. 2.1.

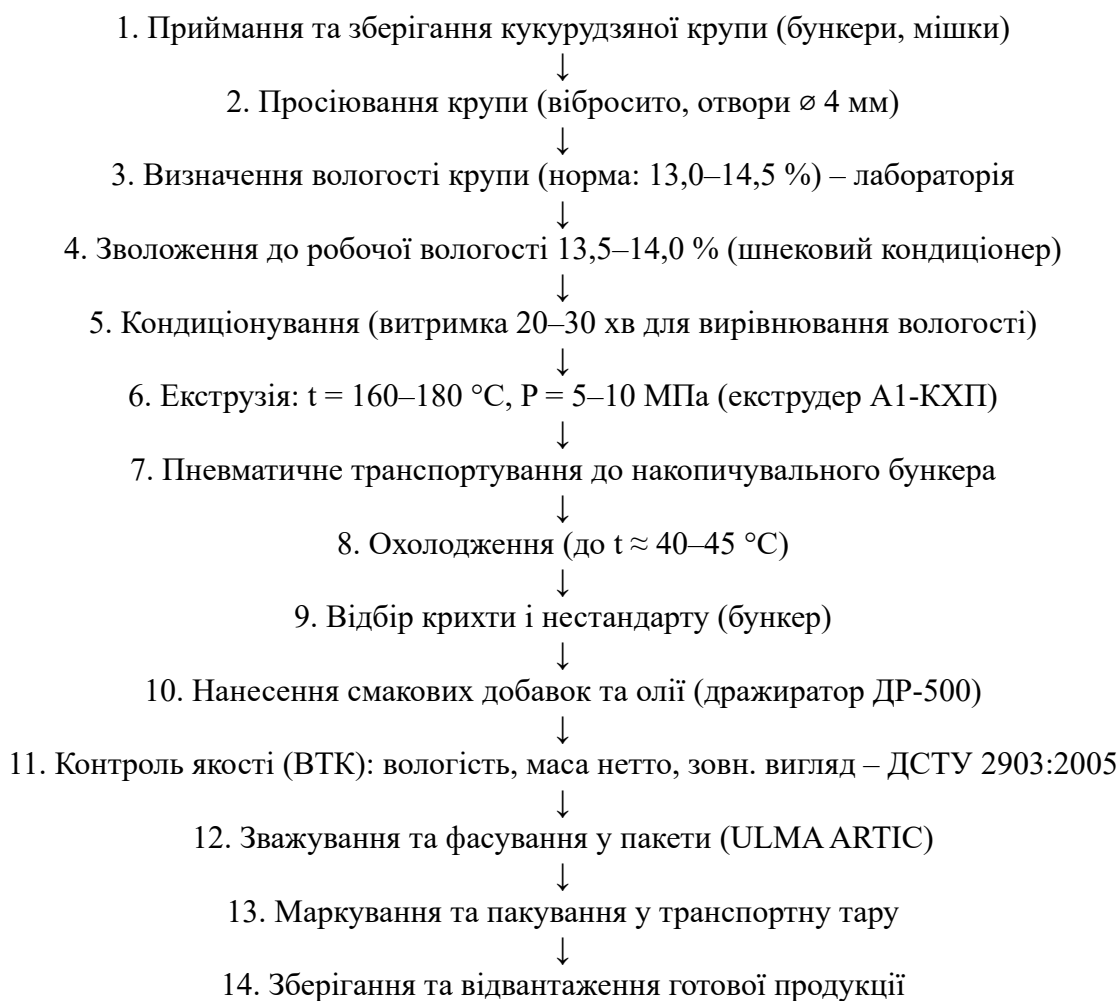


Рис. 2.1 - Блок-схема виробництва кукурудзяних паличок

2.5.2 Початкові дані для розрахунків

Рецептура на кукурудзяні палички «Молочні» наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Рецепт на кукурудзяні палички «Молочні»

Сировина	Кількість, %	Масова частка сухих речовин, %	Відходи і втрати, %
Крупа кукурудзяна	59	94,0	6,5
Рослинна олія	15	99,9	8,5
Цукрова пудра	15	99,85	6,5
Молоко сухе незбиране	10	96,0	7,0
Ванілін	1	98,0	7,5
Всього	100		

2.5.3 Матеріальні розрахунки за стадіями технологічного процесу

1. Приймання та зберігання. Втрати при прийманні 0,5%, тоді

$$1000 \times (1 - 0,5) = 995 \text{ кг}$$

2. Просіювання. Втрати домішок 0,5%, тоді

$$995 \times (1 - 0,5) = 990 \text{ кг}$$

3. Зволоження. Робоча вологість 14%.

$$M = \frac{990}{1 - 0,14} = 1151,2 \text{ кг}$$

Витрата води:

$$1151,2 - 990 = 161,2 \text{ кг води}$$

4. Кондиціонування. Втрат немає, маса стабільна

5. Екструзія. Втрати вологи (випаровування) $\approx 10\%$

$$1151,2 \times (1 - 0,1) = 1036,1 \text{ кг}$$

6. Пневмотранспорт + охолодження. Втрати 1%

$$1036,1 \times (1 - 0,1) = 1025,7 \text{ кг}$$

7. Відбір крихти. Втрати 0,5%

$$1025,7 \times (1 - 0,5) = 1020,5 \text{ кг}$$

8. Нанесення смакових добавок. Глазурування +12%

$$1020,5 \times (1 + 0,12) = 1142,9 \text{ кг}$$

9. Фасування. Втрати 0,5%

$$1142,9 \times (1 - 0,5) = 1137,2 \text{ кг}$$

10. Коефіцієнт виходу:

$$K = \frac{1000}{1137,2} = 0,88$$

2.5.4 Зведений матеріальний баланс

Зведений матеріальний баланс виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» наведений в табл. 2.4.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Зведений матеріальний баланс

Стадія	Маса, кг		
	На 1 т	На 6,5 т/доба	На 1 год.
Приймання	995	5691	711
Після просіювання	990	5663	708
Після зволоження	1151,2	6585	823
Після екструзії	1036,1	5926	741
Після охолодження	1025,7	5867	733
Після крихти	1020,5	5837	730
Після глазурування	1142,9	6537	817
Готовий продукт	1137,2	6500	813

2.6 Технологічні розрахунки

2.6.1 Підбір обладнання

Кількість машин розрахуємо за формулою

$$n = \frac{G_{\text{мат.бал.}}}{G_{\text{паспорт}}}$$

де n – кількість апаратів, шт.;

$G_{\text{мат.бал.}}$ - кількість сировини за матеріальним балансом, кг;

$G_{\text{паспорт}}$ - продуктивність обладнання, кг.

Просіювання

$$n = \frac{711}{2000} = 0,355$$

Приймаємо вібраційне сито ВС-100 продуктивністю 2000 кг/год.

Зволоження

$$n = \frac{708}{4000} = 0,18$$

Приймаємо шнековий кондиціонер DAEWON DRC-500 продуктивністю 4000 кг/год.

$$n = \frac{823}{2500} = 0,33$$

Приймаємо темперувальний бункер БПН-2,5 об'ємом 2,5 м³.

Екструзія

$$n = \frac{741}{75} = 9,88 = 10 \text{ апаратів}$$

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо екструдер А1-КХП продуктивністю 75 кг/год.

Відбір крихти

$$n = \frac{730}{2500} = 0,29$$

Приймаємо бункер БПН-2,5 об'ємом 2,5 м³.

Глазурування

$$n = \frac{817}{500} = 1,6$$

Приймаємо два дражиратори ДР-500 продуктивністю 500 кг/год.

Фасування

$$n = \frac{813}{120 \cdot 60} = 0,11$$

Приймаємо фасувальний автомат ULMA ARTIC продуктивністю 120 уп./хв.

2.6.2 Конструкція та принцип дії апарата

Екструдер А1-КХП (рис. 2.1) призначений для виготовлення кукурудзяних паличок і складається зі станини 1, бункера 7, корпусу підшипника 9, циліндра 3, механізму різання 4, варіатора, щита управління з нагрівачами. Машина має два індивідуальних приводи: для шнека і механізму різання.

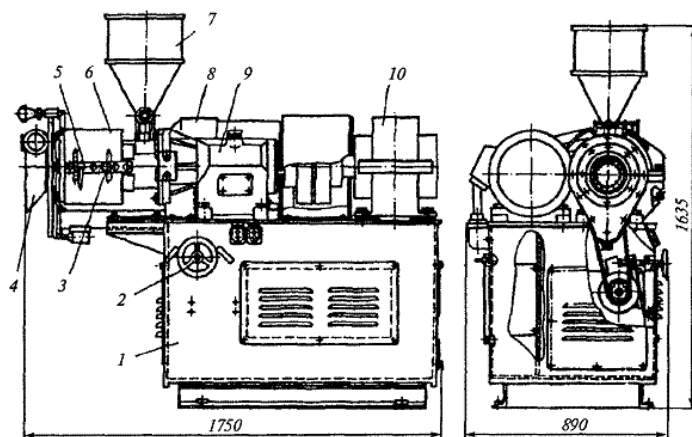


Рис. 2.1 - Екструдер А1-КХП

1-станина, 2 – рукоятка, 3 – циліндр, 4 – механізм нарізки, 5 – пробка, 6 – блок електронагрівачів, 7 – бункер, 8 – електродвигун приводу шнека, 9 – корпус підшипника, 10-редуктор.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На верхній плиті зварної несучої станини змонтовано електродвигун 8 приводу шнека, який через сполучну муфту передає крутний момент на швидкохідний вал редуктора 10. Останній за допомогою аналогічного з'єднання кінематично пов'язаний із валом підшипникового вузла, який розміщений у литому корпусі та обертається в радіальних підшипниках кочення.

Для компенсації значних осьових зусиль, що виникають з боку формуючого шнека під час пресування сировини, всередині корпусу додатково встановлено упорний кульковий підшипник. До фланцевої частини цього вузла кріпиться зварний матеріальний циліндр із розташованим по його осі нагнітальним шнеком, а з протилежного вихідного боку циліндр герметично закритий формуючою матрицею. Контроль температурних режимів у робочих зонах здійснюється за допомогою термопар, інтегрованих у корпус через спеціальні технологічні пробки 5, тоді як для інтенсивного прогрівання кукурудзяної маси в передній частині матеріального циліндра зафіксовано блок хомутових електронагрівачів 6. Біля переднього торця матриці змонтовано відрізний пристрій з обертовими ножами, привод якого реалізовано від автономного електродвигуна через безступінчастий варіатор швидкості, конструктивно приховані всередині станини.

Регулювання кутової швидкості обертання ножів виконується за допомогою рукоятки 2, винесеної в безпосередню близькість до пульта керування, а для зручності проведення регламентних робіт та очищення весь механізм нарізки виконано з можливістю відведення вбік. Над матеріальним циліндром закріплено завантажувальний бункер для накопичення кукурудзяної крупи, звідки сировина через шиберну заслінку з регульованим зазором дозовано надходить у приймальну горловину циліндра. Потрапляючи в міжвитковий простір шнека, зернова маса піддається стисненню, термомеханічній деструкції та нагрівається до робочої температури близько 145 °С. Під синергетичним впливом високого тиску, зсувних зусиль та вологи

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

крупa трансформується у гомогенний високоеластичний розплав, який безперервно продавлюється крізь фільтри матриці.

У момент виходу з отворів, внаслідок різкого перепаду тиску, акумульована перегріта волога миттєво випаровується, що призводить до мікровибухового спучування маси, фіксації капілярно-пористої архітектури та формування хрустких джгутів. Механізм нарізки розділяє ці джгути на окремі палички заданої довжини, які далі транспортуються відвідним конвеєром. Попереднє технологічне підготовлення порції сировини об'ємом 1,5...2,0 кг при підтриманні температури в циліндрі в діапазоні 80...145 °С здійснюється приблизно за 30...60 хвилин до пуску машини. При цьому оптимальний режим термічного прогріву матеріального циліндра підбирається індивідуально для кожної одиниці обладнання, виходячи з характеристик сировини, таких як сортові особливості, гранулометричний склад, вихідна вологість, а також поточного ступеня механічного зносу шнека та гільзи циліндра.

2.6.3 Теплові розрахунки обладнання

Початкові дані для розрахунку:

Продуктивність 80 кг/год = 0.0222 кг/с

Температура сировини $T_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура продукту на виході $T_2 = 180\text{ }^{\circ}\text{C}$

Різниця температур $\Delta T = 160\text{ }^{\circ}\text{C}$

Середня теплоємність кукурудзяної маси $c = 2100\text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$

Тепло на нагрів продукту

$$Q_1 = mc\Delta T = 0.0222 \cdot 2100 \cdot 160 = 7460\text{ Вт}$$

Припустимо випаровується 3% води.

Масова витрата води, що випаровується

$$m_w = 0.03 \cdot 0.0222 = 0.000666\text{ кг/с}$$

Питома теплота пароутворення води $r = 2256000\text{ Дж/кг}$

Тоді

$$Q_2 = m_w \cdot r = 0.000666 \cdot 2256000 = 1500\text{ Вт}$$

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальне теплове навантаження

$$Q = Q_1 + Q_2 = 7460 + 1500 = 8960 \text{ Вт}$$

Механічний нагрів від шнека. Для харчових екструдерів 50-70% тепла створюється механічно. Прийmemo 60%. Тоді:

$$Q_{\text{мех}} = 0.6 \cdot 8960 = 5376 \text{ Вт}$$

Необхідна потужність електронагрівачів

$$Q_{\text{ел}} = 8960 - 5376 = 3584 \text{ Вт}$$

З урахуванням тепловтрат додаємо запас 25%

$$Q_{\text{вт}} = 0.25 \cdot 3584 = 896 \text{ Вт}$$

Повна встановлена потужність:

$$Q_{\text{повн}} = 3584 + 896 = 4.5 \text{ кВт}$$

2.7 Специфікація обладнання

Специфікація обладнання лінії виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» наведена в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 - Специфікація обладнання лінії виробництва кукурудзяних паличок «Молочні»

№	Обладнання	Кількість	Марка	Технічна характеристика
1	Вібраційне сито	1	ВС-100	Продуктивність 2000 кг/год Бункер 100 л Сито 0,2-10 мм Габарити, мм 1100x1100x880
2	Шнековий кондиціонер	1	DAEWON DRC-500	Продуктивність, т / год 4,0; Температура кондиціонування, 150 С Габарити, мм 1480x1550x3975
3	Темперувальний бункер	1	БПН-2,5	Робочий об'єм, 2,5 м3 Габарити, мм 1400x2000
4	Екструдер	10	А1-КХП	Продуктивність 75 кг/год Діаметр шнеків, мм 155 Габарити, мм 1750x890x1635
5	Транспортер	1	ТЛ-1	Ширина стрічки 650 мм Швидкість стрічки 0,23 м/с Габарити, мм 6400x1050x1200 мм
6	Бункер проміжний	1	БПН-2,5	Робочий об'єм, 2,5 м3 Габарити, мм 1400x2000
7	Дражиратор	2	ДР-500	Продуктивність 500 кг/год Частота обертання, хв ⁻¹ 0-60

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

				Габарити, мм 1000x880
8	Бункер накопичувальний	1	БПН-2,5	Робочий об'єм, 2,5 м ³ Габарити, мм 1400x2000
9	Фасувальний автомат	1	ULMA ARTIC	Продуктивність 120 уп/хв Габарити, мм 5000x1800x1500
10	Змішувач	1	Ribbon Blender RB300	Робочий об'єм: 300 л Потужність: 9 кВт Габарити, мм 1914x1300x2938
11	Збірник	1	B3X-0,5	Об'єм: 0,5 м ³ Габарити, мм 900 × 1350
12	Трубопровід пневмотранспорту	1		-

2.8 Енергетичні витрати виробництва

Виробництво кукурудзяних паличок є відносно енергоємним процесом, оскільки включає термічні операції – екструзія. Основні види енергоресурсів і питомі витрати на 1 тону готової продукції наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Питомі витрати енергоресурсів на 1 тону готової продукції

Вид енергоресурсу	Витрати на 1 т продукції	Одиниця вимірювання	Призначення
Електроенергія	320–380	кВт·год	Привід обладнання, освітлення, КВП
Вода питна	3,5–4,0	м ³	Технологічна, санітарна обробка
Природний газ	55–65	м ³	Опалення виробництва

Найбільшу питому вагу в структурі енергоспоживання займають електроенергія (привід екструдерів, конвейєрів, пакувальних автоматів). Підприємство здійснює облік витрат усіх видів енергоресурсів за лічильниками по кожному цеху. [21]

2.9 Стандартизація і контроль якості продукції

Вхідний контроль сировини, що надходить на підприємство, забезпечується виробничою акредитованою лабораторією для кожної окремої партії на основі супровідної документації постачальника, яка підтверджує її якісні характеристики. У межах цього етапу лаборант здійснює відбір представницької проби для виконання комплексу аналізів із метою визначення

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

базових фізико-хімічних та органолептичних параметрів, зокрема рівня вологості, ступеня засміченості, кольору, запаху та загального стану зернової маси, за результатами чого оформлюється офіційний акт приймання.

Наступна ланка загальної системи управління якістю - операційний виробничий контроль, під час якого апаратник екструдера та змінний технолог здійснюють безперервний моніторинг ключових параметрів технологічного процесу, як-от температурні режими в робочих зонах екструзійної установки та тунельної печі, а також вологість кукурудзяної крупи безпосередньо перед її термомеханічним обробленням. Зафіксовані показники з періодичністю кожні 1–2 години заносяться до загального журналу технохімічного контролю, що дає змогу оперативно реагувати на будь-які відхилення від регламенту.

Вихідний контроль готових кукурудзяних паличок покладається на контролера відділу технічного контролю (ВТК), який відбирає зразки від кожної сформованої партії продукції для перевірки її відповідності вимогам нормативної документації, зокрема ДСТУ 4634:2006 та ДСТУ 2903:2005. Оцінюванню підлягають органолептичні властивості (зовнішній вигляд, колірні особливості, смакові якості, специфіка запаху, хрустка текстура), фізико-хімічні параметри (кінцева вологість, загальна кислотність, масова частка ліпідів), а також характеристики пакувального матеріалу та готового пакунка (фактична маса нетто, герметичність та якість зварного шва упаковки). Реалізація та відвантаження продукції дозволяється виключно за умови повної відповідності всіх досліджуваних показників затвердженим стандартам, що є підставою для оформлення та видачі посвідчення про якість на прийняту партію [7].

Паралельно з цим, із регламентованою програмою виробничого контролю періодичністю, здійснюється мікробіологічний аналіз готових виробів з метою моніторингу загального мікробного числа (КМАФАнМ), виявлення бактерій групи кишкових паличок (коліформ), а також визначення концентрації пліснявих грибів і дріжджів, оскільки суворе дотримання цих

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гігієнічних нормативів є базовим фактором підтвердження безпечності харчового продукту для споживачів [15].

У разі порушення технологічних параметрів основними чинниками виникнення бракованої продукції виступають підвищений вміст вологи у готових паличках (унаслідок заниженої температури або недостатнього часу термообробки), неоднорідність забарвлення поверхні виробу (через температурні коливання всередині печі), а також невідповідність номінальної маси нетто, що виникає в результаті збою чи розрегулювання дозувально-вагового комплексу фасувального автомата.

Контроль якості на стадіях виробництва наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Параметри контролю якості

Найменування стадії	Найменування параметра, що контролюється або регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення
Приймання кукурудзяної крупи	Вологість крупи, %	12,0–14,0 %
	Сміттева домішка, %, не більше	0,3 %
	Металомагнітна домішка, мг/кг, не більше	3,0 мг/кг
Просіювання крупи (вібросито)	Розмір отворів сита	Ø 4 мм
	Наявність сторонніх домішок	Не допускається
Кондиціонування крупи	Вологість після зволоження, %	13,0–14,5 ± 0,5 %
	Температура води для зволоження, °C	20–25 °C
	Тривалість змішування, хв	3–5 ± 0,5 хв
Темперування крупи	Тривалість витримування, хв	30–40 хв
	Рівномірність розподілу вологи	Без локального перезволоження
Екструзія (екструдер)	Температура в зоні матриці, °C	160–180 ± 5 °C
	Тиск екструзії, МПа	10–20 ± 1 МПа
	Частота обертання шнеків, хв ⁻¹	250–270 ± 10 хв ⁻¹
	Вологість продукту після екструзії, %	5–8 %
Охолодження паличок	Температура продукту після охолодження, °C	40–45 ± 5 °C
	Цілісність структури паличок	Без деформацій та злипання
Приготування смакової суміші	Співвідношення компонентів суміші	Відповідно до рецептури
	Однорідність змішування	Рівномірна суміш без грудок
Нанесення глазурі	Витрата соняшникової олії	За рецептурою ± 3 %
	Рівномірність нанесення покриття	Суцільне покриття без пропусків
	Температура продукту під час глазурування, °C	35–45

3 АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ

У сучасних умовах харчової промисловості важливе значення має впровадження систем автоматичного контролю та керування технологічними процесами, які забезпечують стабільність виробництва та високу якість готової продукції. Для виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» автоматизація процесу дозволяє підтримувати необхідні параметри технологічного режиму, контролювати роботу обладнання, знижувати витрати сировини й енергоресурсів, а також забезпечувати безпечні умови праці персоналу. Використання сучасних засобів контролю дає можливість оперативно виявляти та усувати відхилення у роботі виробничої лінії, що підвищує ефективність функціонування підприємства.

Основними завданнями автоматичного контролю є: [27]

- контроль технологічних параметрів на всіх стадіях виробництва;
- підтримання заданих режимів роботи обладнання;
- забезпечення стабільної якості готової продукції;
- попередження аварійних ситуацій;
- підвищення безпеки праці обслуговуючого персоналу;
- оптимізація витрат сировини та енергії.

У виробництві кукурудзяних паличок автоматичному контролю підлягають такі основні параметри:

- вологість кукурудзяної крупи;
- температура та тиск в екструдері;
- частота обертання шнеків;
- витрата води при кондиціюванні;
- рівень продукту у бункерах;
- температура охолодження;

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ				
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Автоматичний контроль та керування технологічним процесом	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.		Максимов К.А.				Д	П	52	87
Перев.		Андріянова М.В							
Н. Контр		Черваков О.В.				удунт нні удхту тпж та хп 4-ТЖ-7			
Затв.		Черваков О.В.							

- дозування соняшникової олії та смакових компонентів;
- маса готової продукції під час фасування.

Для контролю вологості кукурудзяної крупи застосовуються електронні вологоміри, які забезпечують швидке визначення вологості сировини перед подачею у шнековий кондиціонер. У разі відхилення вологості від встановлених значень система автоматично регулює подачу води у змішувач.

Одним із найважливіших етапів технологічного процесу є екструзія. Для забезпечення стабільної роботи екструдера здійснюється безперервний контроль температури у робочих зонах за допомогою термодатчиків. Отримані сигнали передаються до автоматичної системи керування, яка регулює роботу електронагрівачів та підтримує температуру у межах 160–180 °С.

Контроль тиску в робочій зоні екструдера здійснюється манометричними датчиками. У разі перевищення допустимого значення система автоматично подає сигнал оператору або виконує аварійне відключення обладнання. Частота обертання шнеків регулюється за допомогою частотного перетворювача, що дозволяє підтримувати стабільну продуктивність та оптимальні умови екструзії.

Для забезпечення безперервності технологічного процесу на бункерах встановлюються датчики рівня, які контролюють наявність сировини та готового продукту. При досягненні мінімального або максимального рівня система автоматично регулює подачу матеріалу або подає попереджувальний сигнал оператору.

На стадії нанесення смакових добавок автоматично контролюється дозування соняшникової олії та сухої суміші. Для цього використовуються дозатори безперервної дії та витратоміри, що забезпечують точне співвідношення компонентів відповідно до рецептури. Рівномірність нанесення глазури контролюється візуально оператором та шляхом періодичного лабораторного контролю.

На етапі фасування автоматичні вагові дозатори забезпечують точне дозування готової продукції відповідно до встановленої маси нетто упаковки.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після наповнення пакети герметично запаюються, а система контролю перевіряє якість шва та правильність маркування продукції.

Для централізованого керування виробництвом використовується система автоматизованого управління технологічним процесом, яка дозволяє:

- контролювати параметри процесу у реальному часі;
- архівувати технологічні дані;
- здійснювати дистанційне керування обладнанням;
- оперативно виявляти та усувати несправності;
- підвищувати ефективність роботи виробничої лінії.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Проектований цех є підприємством, що випускає кукурудзяні палички. На підприємстві наявна служба охорони праці та впроваджена система управління охороною праці відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ [28].

До основних небезпечних і шкідливих виробничих факторів у цеху відносяться: рухомі частини обладнання (конвейєри, пакувальні автомати); підвищена температура поверхонь обладнання (екструдер); підвищений рівень шуму від обладнання; пил кукурудзяної крупи (ризик вибуху та шкідливий вплив на дихальні органи); електрична небезпека від обладнання, що живиться від мережі 380/220 В.

До технічних засобів захисту відносяться: огорожувальні та захисні кожухи на всіх відкритих рухомих частинах; теплоізоляція гарячих поверхонь обладнання і трубопроводів; аспіраційна система видалення пилу над місцями пересипання крупи; система загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції; захисне заземлення та занулення електрообладнання.

Організаційні заходи включають: проведення вступного інструктажу при прийнятті на роботу; первинного інструктажу на робочому місці; повторного інструктажу – не рідше одного разу на 6 місяців; позапланового інструктажу у разі зміни умов праці або після нещасного випадку; видачу засобів індивідуального захисту.

Особливу небезпеку на виробництві становить кукурудзяний пил, що утворюється при пересипанні та переробці крупи і зерна. При концентрації в повітрі понад 30 г/м³ пил стає вибухонебезпечним, тому в приміщеннях з пиловидільним обладнанням суворо заборонено користуватися відкритим вогнем та іскроутворюючим інструментом. Електрообладнання в цих зонах виконане у вибухозахищеному виконанні [28].

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ				
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона праці				
Розроб.		Максимов К.А.							
Перев.		Андріянова М.В							
Н. Контр		Черваков О.В.							
Затв.		Черваков О.В.							
					Літ.	Аркуш	Аркушів		
					Д	П		55	87
					УДУНТ ННІ УДХТУ ТПЖ та ХП 4-ТЖ-7				

Робочі місця відповідають вимогам санітарних норм щодо освітлення (штучне освітлення не менше 200 лк на робочій поверхні), мікроклімату (температура повітря в цеху 18–22 °С у холодний та 22–25 °С у теплий період) та рівня шуму (не більше 80 дБА).

Освітлення

Раціональна організація освітлення робочих зон є фундаментальним аспектом системи охорони праці на підприємстві. Недостатній рівень освітленості провокує стрімке падіння продуктивності, зростання ризику травматизму, а також розвиток професійних захворювань зору та загальну втому персоналу.

Згідно з функціональними особливостями, виробниче освітлення класифікують на три типи: природне (найбільш цінне з гігієнічної точки зору; реалізується через бокові, верхні або комбіновані конструкції); штучне (поділяється на загальне, локальне та комбіноване); змішане.

Використання виключно місцевого освітлення суворо заборонено через високе навантаження на зір. У системах комбінованого типу частка загального світла має становити щонайменше 10%.

Нормативною базою для розрахунків є ДБН В.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення». Відповідно до цього стандарту, складність зорових робіт диференціюється на 8 розрядів, виходячи з габаритів об'єктів розпізнавання. У даному проєкті передбачено систему штучного освітлення на базі люмінесцентних ламп. Світильники загального призначення змонтовані за рівномірно-прямокутною схемою безпосередньо над робочими площами, що забезпечує стабільний світловий потік.

Шум і вібрація

Під шумом розуміють сукупність звукових коливань різної частоти та інтенсивності, що сприймаються людиною як небажані. Регламентація шумового навантаження на виробництві здійснюється згідно з ДСН 3.3.6.037-99, який встановлює санітарні ліміти для шуму, ультра- та інфразвуку.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функціонування промислових агрегатів неминуче спричиняє вібраційні процеси - механічні коливання, що поширюються у твердих структурах (підлозі, робочих поверхнях, органах керування). Фізична природа шуму та вібрації ідентична; ключова розбіжність полягає у механізмі рецепції: звукові хвилі фіксуються органами слуху, тоді як вібрація діє на вестибулярний апарат та тактильні сенсори.

За характером впливу на персонал виділяють:

Загальну вібрацію - коливання передаються на весь корпус через опорні поверхні;

Локальну вібрацію - вплив зосереджений переважно на верхніх кінцівках працівника.

Контроль вібраційних показників реалізується через прямі заміри або розрахункові методи на основі технічних паспортів обладнання. Гігієнічне нормування цих параметрів базується на вимогах ДСН 3.3.6.039-99.

У контексті даного проєкту акустичне забруднення є критичним чинником. Найбільш інтенсивне звукове випромінювання генерують екструдери та вузли фасування, де рівень звукового тиску може коливатися в межах 85–90 дБА. Для нейтралізації негативного впливу передбачено використання засобів індивідуального захисту (протишумових навушників), а також впровадження регламентованих перерв для обмеження часу контакту персоналу з джерелами шуму.

Побутові приміщення

Планування адміністративно-побутового корпусу виконано з урахуванням раціонального зонування: маршрути персоналу до побутових зон виключають перетин із виробничими ділянками, де наявні шкідливі чинники, якщо працівники безпосередньо там не задіяні. Гардеробні блоки оснащені індивідуальними шафами та лавками, а для забезпечення належного рівня гігієни душові кабінки спроектовані як сполучна ланка між роздягальнями для змінного робочого та домашнього одягу. Кількість душових сіток визначена на основі чисельності найбільшої робочої зміни та специфіки виробничих

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесів із розрахунку одна духова одиниця на 15 осіб. Санітарні вузли розраховані виходячи з навантаження 30 осіб на один унітаз. Розміщення туалетів відповідає вимогам доступності: відстань до найвіддаленішої робочої зони не перевищує 75 м. Їдальня та медпункт винесені у зони з мінімальним рівнем акустичного та хімічного впливу виробництва. Чоловічі вбиральні укомплектовані пісуарами настінного або підлогового типу у співвідношенні 1:1 до кількості унітазів. Кожен унітаз розташований в ізольованій кабіні з дверцятами, що відкриваються назовні. Для полегшення вологого прибирання перегородки кабін мають просвіт від підлоги 0,2 м. Висота перегородок становить не менше 1,8 м, а габарити кабін в осях - $1,2 \times 0,9$ м. Для підтримання належного стану будівель та споруд передбачено обов'язковий технічний моніторинг: огляди проводяться двічі на рік - у весняний та осінній періоди - спеціальною комісією, склад якої затверджується наказом керівництва підприємства.

Електробезпека

Для гарантування високого рівня захисту персоналу від ураження електричним струмом у проєкті реалізовано комплекс заходів, що суворо відповідають вимогам «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ) та відповідним державним стандартам безпеки. Згідно з чинною класифікацією, виробнича зона цеху ідентифікується як приміщення з підвищеною небезпекою, що зумовлено ризиком одночасного контакту працівника із заземленими елементами та струмоведучими частинами обладнання у разі деградації ізоляційного шару або внаслідок помилкових дій під час експлуатації. Ключовим технічним рішенням для запобігання електротравматизму є облаштування надійної системи захисного заземлення або занулення корпусів усіх агрегатів, а також забезпечення якісної ізоляції та впровадження систем блокування безпеки. Додатково застосовуються засоби орієнтації в електроустановках та використання низької напруги для окремих вузлів, що мінімізує потенційні ризики. Система керування електрообладнанням запроектована таким чином, щоб унеможливити його

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

самовільний запуск після відновлення раптово перерваного енергопостачання. Стабільна робота електродвигунів забезпечується захистом від критичних перевантажень та коротких замикань за допомогою встановлення автоматичних вимикачів і теплових реле. Уся комутаційна апаратура, силові кабелі та дроти керування надійно закріплені безпосередньо на корпусах обладнання або розміщені у спеціальних захисних шафах, доступ до яких обмежений і здійснюється виключно за допомогою спеціальних ключів. Процес експлуатації та технічного обслуговування мереж базується на неухильному дотриманні правил використання електрозахисних засобів та регламентується нормами безпечної роботи споживачів електроенергії.

Пожежна безпека

Система протипожежного захисту на підприємстві базується на комплексному підході, що включає усунення потенційних джерел займання, локалізацію вогню та забезпечення безпечної евакуації персоналу й активів. Для ефективного моніторингу та оперативного реагування в цеху передбачено сучасні засоби сигналізації, системи зв'язку та сповіщення, а також повноцінне протипожежне водопостачання. Швидка ліквідація осередків займання на початковій стадії забезпечується первинними засобами пожежогасіння, серед яких вогнегасники, спеціалізований інвентар у вигляді теплоізоляційних покривал, ящиків з піском і бочок з водою, а також інструменти, як-от гаки, ломы та сокири. На пожежних щитах у встановленій кількості розміщено три вогнегасники, по одному ящику з піском та повсті розміром 2х2 метри, а також необхідний набір ручного інструменту. Вибір конкретних моделей вогнегасників, зокрема порошкових ВП-5 та вуглекислотних ВВ-5, зумовлений класом пожежі А (горіння твердих речовин та електроустановок) та категоріями вибухопожежонебезпеки приміщень В, Г і Д.

Безпека працівників у критичних ситуаціях гарантується наявністю двох евакуаційних шляхів, що не проходять крізь зони підвищеної небезпеки категорій А та Б, при цьому один із маршрутів передбачає використання вікна з пожежною драбиною. Система зовнішнього пожежогасіння базується на

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мережі гідрантів, розташованих на відстані не більше 150 метрів один від одного з дотриманням нормативних відступів від стін та доріг.

Виробничий комплекс оснащений водопроводом високого тиску, який здатен забезпечити підйом водяного струменя на десятиметрову висоту над найвищою точкою будівлі, або системою низького напору, де необхідний тиск для гасіння створюється за допомогою мобільних мотопомп та автонасосів.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Процес виготовлення кукурудзяних паличок класифікується як харчове виробництво з помірним екологічним навантаженням, проте для нейтралізації впливу пилових викидів, технологічних відходів, шумового забруднення, тепловиділень та стічних вод реалізується розгалужена система природоохоронних заходів. Ключові точки виникнення побічних продуктів зосереджені на етапах приймання, транспортування та просіювання кукурудзяної крупи, а також безпосередньо під час екструзії, пневмотранспортування, дражування та пакування. Зокрема, під час механічного переміщення сировини виникає дрібнодисперсний пил, який здатен погіршувати мікроклімат цеху та впливати на здоров'я персоналу, тому для його локалізації застосовується повна герметизація агрегатів у поєднанні з роботою аспіраційних систем, циклонів та рукавних фільтрів. Уловлена в процесі очищення фракція частково рекуперується у виробничий цикл або спрямовується на виготовлення кормових добавок. [29]

Технологічний цикл також супроводжується утворенням твердих відходів, як-от кукурудзяна крихта, нестандартні вироби та залишки після просіювання, які підлягають повторному використанню в тваринництві або вторинній переробці. Пакувальні матеріали, зокрема картон та полімерна плівка, сортуються за видами та передаються профільним організаціям для подальшої утилізації. Основними компонентами викидів в атмосферне повітря є пил рослинного походження, водяна пара та специфічні ароматичні сполуки, що виділяються при екструдюванні, тому для підтримання нормативного стану повітряного середовища використовуються місцеві витяжки та багаторівневі фільтраційні установки. Суворий контроль за дотриманням гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин гарантує відповідність виробництва актуальним санітарно-гігієнічним та екологічним стандартам.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Охорона довкілля		
Розроб.		Максимов К.А.					
Перев.		Андріянова М.В.					
Н. Контр		Черваков О.В.					
Затв.		Черваков О.В.			Літ. Аркуш Аркушів		
					Д П	61	87
					УДУНТ ННІ УДХТУ ТПЖ та ХП 4-ТЖ-7		

Виробниче водоспоживання охоплює процеси кондиціонування крупи, очищення технологічних ліній та санітарну підготовку цехових площ. Оскільки стічні води можуть бути насичені органічними сполуками, крохмальними залишками та дезінфікуючими компонентами, вони підлягають обов'язковому механічному фільтруванню та відстоюванню перед потраплянням у загальноміську мережу водовідведення. Оптимізація використання водних ресурсів досягається шляхом впровадження систем зворотного циклу та суворого моніторингу витрат на кожній ділянці. [30]

Акустичне навантаження на довкілля та персонал формується переважно внаслідок роботи екструзійних установок, компресорів, вентиляційних систем та засобів пневматичного транспортування. Для мінімізації звукового тиску в проєкті передбачено оснащення агрегатів шумопоглинальними кожухами, використання віброізоляційних опор та дотримання графіків профілактичного сервісу обладнання. Крім того, з метою стабілізації температурного режиму в робочій зоні та зменшення надлишкових тепловиділень, гарячі поверхні екструдерів покриваються теплоізоляційними матеріалами, а ефективний повітрообмін та нормативні параметри мікроклімату забезпечуються за допомогою потужної припливно-витяжної вентиляції.

Перелік та характеристика викидів цеху виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» наведений в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Перелік та характеристика викидів цеху виробництва кукурудзяних паличок «Молочні»

Стадія (місце) утворення викидів, відходів, втрат, позиція апарата на технологічній схемі	Види викидів, відходів, втрат	Кількість викидів, відходів,	Агрегатний стан викидів, відходів,	Клас небезпечнос	ГДК у довкіллі	Метод утилізації, знешкодження, переробки
1. Приймання та зберігання кукурудзяної крупи	Пил кукурудзяної крупи	0,2–0,5 % від маси	Твердий (аерозоль)	IV	4 мг/м³	Аспірація, фільтрація, повернення у виробництво

		сирови ни				
2. Просіювання круп (вібросито)	Відсів, метало- домішки, пил	0,3– 1 %	Твердий	IV	4 мг/м³	Відсів - на корм; метал - у металобрухт
3. Визначення вологості	Лабораторні відходи	Незнач на кількіс ть	Твердий	IV	-	Побутова утилізація
4. Зволоження круп	Втрати води, стоки	До 0,1 м³/доб у	Рідкий	IV	За ДСанП іН	Відведення у каналізацію після очищення
5. Кондиціонування	Пил, втрати круп	0,1– 0,3 %	Твердий	IV	4 мг/м³	Аспірація, повернення у процес
6. Екструзія	Водяна пара, запахи, перегоріла крихта	1–3 %	Газо- подібний, твердий	IV	Пил - 4 мг/м³	Вентиляція, крихта - на корм або переробку
7. Пневмотранспортув ання	Пил кукурудзяни х паличок	0,2– 0,4 %	Твердий (аерозоль)	IV	4 мг/м³	Циклон, рукавний фільтр
8. Охолодження	Тепле повітря, дрібна крихта	Незнач но	Газоподіб ний	IV	-	Вентиляція, уловлювання пилу
9. Відбір крихти і нестандарту	Крихта, бракована продукція	2–5 %	Твердий	IV	-	Повторна переробка або кормові цілі
10. Дражирування	Надлишок цукрової пудри, олійний аерозоль	0,5– 1 %	Твердий, аерозоль	IV	0,5 мг/м³ (олійн. аерозо ль)	Аспірація, фільтрація
11. Контроль якості	Відходи упаковки, проби	Незнач но	Твердий	IV	-	Сортування та утилізація
12. Фасування	Обрізки плівки, брак упаковки	0,2– 0,5 %	Твердий	IV	-	Вторинна переробка полімерів
13. Маркування та пакування	Картон, поліетилено ві відходи	До 1 %	Твердий	IV	-	Вторинна переробка
14. Зберігання та відвантаження	Пошкоджена упаковка, крихта	Незнач но	Твердий	IV	-	Утилізація або повторне фасування

Головними чинниками антропогенного впливу на стан атмосферного повітря є аспіраційні викиди з ділень завантаження та переробки зернової сировини, що містять кукурудзяний пил, а також емісія продуктів згоряння природного газу від локальної котельні. З метою ефективної локалізації пилових часток на аспіраційних лініях змонтовані циклонні сепаратори, які забезпечують ступінь очищення на рівні 90%, при цьому затриманий матеріал рекуперується у кормовиробництво або передається на спеціалізовану утилізацію. Рідкі стоки, що утворюються після санітарної обробки технологічних ліній та інвентарю, підлягають попередньому очищенню в жируловлювачах перед потраплянням у міську систему водовідведення, а контроль їхнього хімічного складу здійснюється заводською лабораторією щоквартально.

Поводження з твердими побічними продуктами, такими як крихта, лом та нестандартні вироби, базується на принципі роздільного збору для їхньої подальшої переробки або використання як кормової бази у тваринництві. Пакувальні відходи, зокрема плівка та картон, відвантажуються контрагентам згідно з договорами про рециклінг, причому обсяги утворення небезпечних речовин I–II класів мінімізовані. Функціонування цеху з виготовлення кукурудзяних паличок організовано відповідно до комплексних вимог екологічного законодавства, санітарних регламентів та правил охорони праці. Суворе дотримання технологічних параметрів, належне технічне обслуговування агрегатів та впровадження передових систем очищення дозволяють звести до мінімуму екологічні ризики та створити безпечне виробниче середовище.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 КОМПОНУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ТА БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

Виробничий корпус цеху екструдованої продукції спроектовано як одноповерхову промислову споруду, зведену зі збірних залізобетонних елементів, що гарантує конструктивну надійність, тривалий термін експлуатації та стійкість до вібраційних впливів, притаманних роботі харчового обладнання. Будівля має габаритні параметри 72 × 36 метрів при висоті до нижньої межі ферм 8,4 метра, що дозволяє раціонально розмістити екструзійні лінії, складні системи транспортування сировини та вентиляційні вузли, створюючи при цьому вільний простір для технічного сервісу й ремонту.

Основою споруди слугує монолітний стрічковий фундамент із залізобетону, який забезпечує рівномірне розподілення маси будівлі на ґрунт та стабільність усієї конструкції. Зовнішні захисні конструкції комбіновані та складаються з керамзитобетонних панелей і цегляної кладки, що дозволяє досягти оптимального балансу між тривкістю стін та їхніми теплозберігаючими характеристиками. Покриття підлоги виконане з бетону зі спеціальним зносостійким і хімічно інертним шаром, який витримує інтенсивні механічні навантаження, дію вологи та агресивних мийних засобів, що є критичною вимогою для дотримання санітарних норм на харчовому підприємстві.

Дах будівлі має плоску конфігурацію і складається з багатошарового «пирога», що включає теплоізоляцію та рулонні гідроізоляційні матеріали для надійного захисту від опадів і мінімізації енерговтрат. Роль несучого каркаса покрівлі виконують залізобетонні плити та ферми, причому використання 12-метрових плит дозволило оптимізувати кількість колон і максимально розширити корисну площу цеху.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Компонування обладнання та будівельна частина			
Розроб.		Максимов К.А.						
Перев.		Андріянова М.В						
Н. Контр		Черваков О.В.						
Затв.		Черваков О.В.						
					Літ.	Аркуш	Аркушів	
					Д	П	65	87

Відсутність горищного простору суттєво спрощує загальну архітектуру об'єкта та створює сприятливі умови для відкритого монтажу інженерних мереж, таких як електрокабелі, системи аспірації та повітроводи.

Згідно з класифікацією за ступенем вогнестійкості, споруда належить до II класу, а за рівнем вибухопожежної загрози ідентифікується як об'єкт категорії В. Такий статус зумовлений специфікою сировини та готових виробів, зокрема наявністю кукурудзяної крупи, полімерних пакувальних матеріалів та ймовірним утворенням пилоповітряних сумішей у робочих зонах. Для забезпечення надійного захисту об'єкт оснащено комплексною системою протипожежної безпеки, що включає автоматизоване сповіщення, спринклерні установки для гасіння вогню, внутрішню мережу гідрантів та необхідний набір первинних засобів ліквідації займань. Окрему увагу приділено системі примусової вентиляції та локальним вузлам аспірації, які мінімізують концентрацію органічного пилу, підтримуючи безпечний стан повітряного середовища.

Архітектурне проектування та планування виробничих площ реалізовано з суворим дотриманням актуальних будівельних норм, зокрема ДБН В.2.2-3-97, а також профільних санітарно-гігієнічних регламентів (ДНАОП 0.03-3.01-71 та ДНАОП 0.03-3.18-88). Обране архітектурне рішення базується на принципі функціонального блокування, де всі основні ділянки об'єднані в цілісний комплекс. Такий підхід дозволяє суттєво оптимізувати внутрішню логістику, скоротити протяжність транспортних шляхів та зменшити загальні капітальні витрати на зведення й експлуатацію будівлі.

Розташування технологічних потужностей у межах цеху спроектовано за принципом прямоточності, що гарантує послідовне виконання операцій та виключає зайві маневри сировинних потоків. Вузли очищення крупи сконцентровані біля зони розвантаження, що дозволяє оперативно переходити від приймання компонентів до їхньої первинної підготовки. Для стабілізації вологості та якісного дозрівання зерна в центральному секторі будівлі на спеціальних металевих опорах змонтовано темперувальні ємності. Особливу

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

увагу приділено встановленню екструдерів: вони розміщені на відокремлених фундаментних подушках, що нейтралізує передачу вібрацій на каркас споруди та подовжує термін служби агрегатів. Дразувальне обладнання інтегроване в лінію вздовж стіни ближче до дільниці фасування для оптимізації процесу внесення добавок, а пакувальні модулі замикають ланцюг виробництва безпосередньо перед зоною відвантаження, що мінімізує шлях готового продукту до складу та запобігає його деформації. [31]

Логістична структура будівлі передбачає чіткий поділ зон зберігання: складські площі для сировини займають близько 800 м² у лівому крилі корпусу. Тут для захисту зерна від зовнішніх чинників та шкідників використовуються герметичні силоси й засіки, а сипучі допоміжні компоненти розміщуються на піддонах у штабелях. Склад готових паличок площею 600 м² винесений у протилежну частину цеху, що є критично важливим для розмежування вхідних та вихідних потоків і дотримання гігієнічних стандартів харчової безпеки.

Для забезпечення точного та оперативного контролю якості виробнича лабораторія винесена в окреме ізольоване приміщення, де створено стабільний мікроклімат та передбачено комбіноване освітлення. Технічне оснащення підрозділу включає сучасні аналітичні ваги, системи термічної обробки та спеціалізовані прилади для моніторингу вологості, кислотності й інших фізико-хімічних параметрів сировини та фінального продукту. Наявність такої бази дозволяє безперервно відстежувати відповідність технологічних показників встановленим нормам на кожному етапі переробки.

Адміністративно-побутовий блок запроектований із пріоритетом на дотримання високих санітарних стандартів та комфорту персоналу. Він містить роздільні гардеробні блоки, душові зони, санвузли, а також спеціально облаштовані приміщення для харчування та відпочинку працівників. Для оперативного медичного супроводу в структурі адміністративного корпусу функціонує медпункт, укомплектований усім необхідним для надання первинної допомоги.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автономність виробничого процесу підтримується власною ремонтно-механічною майстернею, яка володіє парком металообробних верстатів та зварювальним інструментарієм. Таке рішення дозволяє власними силами виконувати сервісне обслуговування та поточний ремонт ліній, що суттєво мінімізує тривалість технологічних зупинок, підвищує загальну надійність обладнання та гарантує безперебійну роботу всього цеху.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Розрахунок капітальних вкладень в будівництво нового підприємства

Сумарний обсяг капітальних інвестицій у створення підприємства охоплює витрати на проведення будівельних операцій, закупівлю технологічного обладнання, його подальший монтаж, а також інші супутні витрати та формування нормативного обсягу обігових коштів. [32]

Таблиця 7.1 - Кошторисно-фінансовий розрахунок зведення будівель

Об'єкт	Вартість одиниці площі, тис. грн.	Площа будівництва, м ²	Загальна вартість, тис. грн.
Будівля цеху	14,4	2592	31104

Таблиця 7.2 - Кошторис на будівельні та допоміжні роботи

Назва об'єкту	% від вартості будівель і споруд	Вартість, тис. грн.
Будівлі і споруди	-	31104
Витрати на санітарно-технічні роботи	15	4665,6
Витрати з благоустрою території	3	933,12
Всього вартість будівельних робіт	-	32702,7

Економічне обґрунтування придбання виробничих ліній базується на ринковій вартості одиниць техніки з урахуванням логістичних та інсталяційних нарахувань. Зокрема, витрати на логістику (транспортування) становлять 5%, заготівельно-складське обслуговування 1%, а пусконаладжувальні та монтажні роботи оцінюються у 10% від базової ціни обладнання.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Організаційно- економічна частина		
Розроб.		Максимов К.А.					
Перев.		Андріянова М.В					
Н. Контр		Черваков О.В.					
Затв.		Черваков О.В.			удунт ННІ удХТУ ТПЖ та ХП 4-ТЖ-7		
					Літ.	Аркуш	Аркушів
					Д	П	69 87

Таблиця 7.3 - Кошторисно-фінансовий розрахунок на нове обладнання

Назва обладнання	Кіл. од.	Ціна за одиницю, тис. грн	Вартість обладнання, тис. грн.	Витрати, тис. грн. на			Первісна вартість обладнання, тис. грн
				транспорт-тування 5%	заготі-вельно-складські 1%	монтаж 10%	
Вібраційне сито	1	896	896	44,8	8,96	0,9	950,66
Шнековий кондиціонер	1	161,8	161,8	8,09	1,62	0,16	171,67
Темперу-вальний бункер	1	25,2	25,2	1,26	0,252	0,03	26,7
Екструдер	4	17	68	3,4	0,68	0,068	72,15
Транспортер	1	93,4	93,4	4,67	0,9	0,09	99,1
Бункер проміжний	2	94	188	9,4	1,88	0,19	199,47
Дражиратор	1	144,2	144,2	7,21	1,44	0,14	153,0
Бункер накопи-чувальний	2	32,45	64,9	3,245	0,65	0,06	68,86
Фасувальний автомат	1	290	290	14,5	2,9	0,29	307,69
Змішувач	1	656	656	32,8	6,56	0,66	696,02
Збірник	1	112	112	5,6	1,12	0,11	118,8
Трубопровід пневмо-транспорту	1	189	189	9,45	1,89	0,19	200,53
Всього			3276,5	163,825	32,8	3,28	3476,37

На додачу до базової вартості технологічних ліній, фінансовий план враховує низку супутніх витрат, розрахованих у відсотковому співвідношенні до ціни основного обладнання. Ці відрахування покривають закупівлю засобів автоматизації, підготовку виробничих майданчиків та забезпечення внутрішньої логістики цеху.

Структура додаткових капітальних витрат на обладнання:

Контрольно-вимірювальні прилади (КВП): 15 %

Підготовка фундаментів під устаткування: 1 %

Внутрішньоцеховий транспорт: 20 %

Невраховане допоміжне обладнання: 20 %

Таблиця 7.4 - Зведений розрахунок вартості будівництва та технічного обладнання

Основні засоби	Сума, тис. грн.	% до підсумку
Будівельні роботи	46626,0	89,6
Первісна вартість обладнання	3476,37	6,7
Контрольно-вимірювальні прилади (15% від вартості обладнання)	521,4	1,00
Роботи з підготовки фундаменту під обладнання (1% від вартості обладнання)	34,76	0,07
Внутрішньо цеховий транспорт (20% від вартості обладнання)	695,0	1,3
Вартість неврахованого обладнання (20% від вартості обладнання)	695,0	1,3
Разом витрати та нове обладнання та будівельні роботи	52048,53	100

Загальна вартість капітальних витрат на будівництво підприємства:

$$K_{\text{заг}} = K_{\text{нов}} + OK,$$

де $K_{\text{заг}}$ - загальні капітальні витрати на проведення будівництва підприємства, тис. грн.

$K_{\text{нов}}$ - витрати на будівництво, придбання нового обладнання, тис. грн.

OK – зміна нормативу оборотних коштів, тис. грн.

$$K_{\text{заг}} = 52048,53 + 2471,0 = 54520,0 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок виробничої програми підприємства

Обґрунтування виробничої потужності підприємства базується на розрахунку обсягів випуску продукції у двох форматах: натуральному (кількість одиниць основного асортименту) та вартісному (за чинними оптовими цінами виробника). Вихідним етапом планування є визначення часового фонду експлуатації потужностей, що передбачає встановлення точної кількості робочих днів підприємства протягом року.

Таблиця 7.5 - Розрахунок числа днів роботи за рік

Календарний фонд часу	Зупинки з причин			Всього зупинки	Кількість днів роботи обладнання
	Вихідні і святкові	Поточний ремонт	Капітальний ремонт		
365	98	15	20	35	232

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для розрахунку виробничої програми використовуються дані розрахунків технологічної частини. Коефіцієнт використання потужності приймається на рівні 0,8.

Таблиця 7.6 - Розрахунок виробничої програми у натуральному виразі

Найменування продукції	Добова потужність, т	Коефіцієнт використання потужності	Фактичний добовий обсяг виробництва, т	Річний обсяг виробленої продукції, т
Кукурудзяні палички	6,5	0,8	5,2	1206,4

Добова потужність визначається по провідному обладнанню, вибір якого обґрунтовується у технологічній частині і розраховується за формулою:

$$П_{доб} = П_{год} * Т_{зм}$$

де, $П_{год}$ – годинна продуктивність провідного обладнання;

$Т_{зм}$ - тривалість вироблення даного виду виробу.

Фактичний добовий обсяг виробництва розраховується за формулою:

$$П_{факт} = П_{доб} * К_{викор}$$

де, $К_{викор}$ – коефіцієнт використання потужностей;

$П_{доб}$ – добова потужність.

Річний обсяг виробленої продукції розраховується за формулою:

$$О = П_{факт} * К_{д,р}$$

де, $П_{факт}$ – фактичний добовий обсяг виробництва;

$К_{д,р}$ – кількість діб роботи обладнання.

Таблиця 7.7 - Розрахунок виробничої програми у вартісному виразі

Найменування продукції	Річний обсяг виробництва, т	Відпускна ціна підприємства, грн.	Вартість річного обсягу виробництва, тис грн.
Кукурудзяні палички	1206,4	886,8	1069816,4

Розрахунок чисельності працюючих і фонду заробітної плати

Розрахунок персоналу починається з формування балансу робочого часу одного працівника, де враховуються реальні виходи на зміну без урахування

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відпусток і лікарняних. На основі норм обслуговування екструдерів та фасувальних ліній визначається явочна кількість робітників, необхідна для безперебійного функціонування цеху в кожній зміні. Після цього формується обліковий штат, куди додається резерв для підміни персоналу. Кваліфікаційні розряди та тарифні ставки встановлюються згідно з державними довідниками професій, що стає базою для нарахування основного окладу, премій та додаткових виплат, які разом складають загальний фонд заробітної плати підприємства.

Таблиця 7.8 - Баланс робочого часу одного робітника

	Показник	Кількість днів
1	Календарний фонд роботи на рік	365
	Святкові та вихідні дні	115
2	Номінальний фонд роботи на рік	250
	Невиходи на роботу:	
	- чергова відпустка	24
	- додаткова відпустка	1
	- відпустки у зв'язку із вагітністю та пологами	0,8
	- на навчання	0,5
	- по хворобі	3,5
3	Ефективний фонд часу одного робітника на рік	220,2
4	Середня тривалість робочого дня, годин	8
5	Ефективний фонд часу одного робітника на рік, годин	1761,6

Штатну чисельність персоналу формують на основі конкретної розстановки фахівців за технологічними постами. Для обчислення реального явочного фонду часу від номінального показника віднімають середньостатистичну кількість днів відсутності працівників на місцях. Підсумковий річний обсяг робочих годин визначають шляхом коригування номінальної тривалості змін на величину технологічних або регламентованих перерв, що не використовуються безпосередньо для виробничого процесу.

Таблиця 7.9 - Розрахунок чисельності та фонду оплати праці робітників
(погодинна система оплати праці)

Професія	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Тривалість зміни, год	Кількість змін на поб.	Явочне число за зміну	Явочне число за поб.	Число діб роботи на рік	Відпрацьовано людино-днів	Основна зар. плата за рік, тис. грн	Доплата до тарифного фонду зар.	Всього фонд оплати праці, тис. грн
Дозувальник	3	22,02	12	2	1	2	330	660	174,40	69,76	244,16
Дозувальник	4	24,01	12	2	1	2	330	660	190,16	76,06	266,2
Оператор	4	24,01	12	2	3	6	330	1980	570,5	228,2	798,7
Оператор	5	28,4	12	2	3	6	330	1980	674,78	269,91	944,7
Машиніст	4	24,01	12	2	3	6	330	1980	570,48	228,2	798,67
Формувальник	4	24,01	12	2	3	6	330	1980	570,48	228,22	798,67
Укладальник	3	22,02	12	2	3	6	330	1980	523,20	209,3	732,48
Всього					17	34		11220	3274,0	1309,6	4583,6

Формування фонду оплати праці базується на підсумовуванні основної зарплати, розрахованої за тарифами чи обсягами виробітку, та додаткових виплат, що включають преміювання, відпускні й компенсації за роботу в особливих умовах або графіках. До загальної суми також додаються витрати на оплату послуг позаштатного персоналу та інші передбачені законодавством стимулюючі нарахування.

Середньоспискова чисельність робітників з погодинною оплатою праці:

$$Ч_{\text{пог}} = V_i / E_{\text{ф}}(\text{дн})$$

де $Ч_{\text{пог}}$ - середньооблікова чисельність робітників, що працюють за погодинною системою,

V_i – відпрацьовано людино-днів робітником певної професії,

$E_{\text{ф}}(\text{дн})$ – ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, днів,

$$Ч_{\text{пог}} = 11220 * 12 / 1761,6 = 77 \text{ чол.}$$

Чисельність робітників допоміжного виробництва $Ч_{\text{доп}}$ приймається на рівні 10% від загальної чисельності робітників основного виробництва.

$$Ч_{\text{доп}} = Ч_{\text{заг}} * 0,1$$

$$Ч_{\text{доп}} = 77 * 0,1 = 8 \text{ чол.}$$

чисельність робітників на підприємстві $Ч_{\text{р}}$ розраховується за формулою:

$$Ч_{\text{р}} = Ч_{\text{заг}} + Ч_{\text{доп}},$$

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Ч}_p = 77 + 8 = 85 \text{ чол.}$$

Фонд заробітної плати робітників допоміжного виробництва розраховується за формулою, виходячи з їх чисельності та середньомісячної заробітної плати:

$$\Phi_{\text{зп(доп)}} = \text{Ч}_{\text{доп}} * \text{З}_{\text{пл}} * 12,$$

де $\text{Ч}_{\text{доп}}$ – чисельність робітників допоміжного виробництва;

$\text{З}_{\text{пл}}$ - середня заробітна плата по підприємству;

12 – число місяців роботи.

$$\Phi_{\text{зп(доп)}} = 8 * 3890 * 12 = 373,44 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок чисельності спеціалістів і фонду заробітної плати цієї категорії працюючих проводиться за допомогою штатного розкладу.

Таблиця 19.10 - Фонд оплати адміністративно-управлінського апарату

Посада	Кількість	Посадовий оклад, грн.	Річний фонд оплати праці, тис. грн.
Директор	1	3600	104,16
Головний інженер	1	8500	95,52
Головний енергетик	1	8300	94,8
Головний економіст	1	8300	94,8
Головний бухгалтер	1	8300	94,8
Головний механік	1	8300	94,8
Інженер технолог	1	8000	90,48
Начальник планового відділу	1	8000	90,48
Начальник відділу кадрів	1	7550	89,04
Начальник ВТЛ	1	7550	89,04
Бухгалтер	1	7550	87,6
Змінний інженер-технолог	2	7120	173,76
Майстер цеху	1	6100	71,28
Оператор складу	2	6100	141,12
Всього	16		1411,68

Результати розрахунків показників з праці і заробітної плати по підприємству зводяться в узагальнену таблицю.

Таблиця 7.11 - Зведена відомість з розрахунку чисельності та фонду оплати праці підприємства

Категорія працюючих	Чисельність, чоловік	Річний фонд оплати праці, тис. грн	Середньо- місячна заробітна плата, грн.
Робітники всього	85	4957,04	4859,8
В т. ч			
основного виробництва	77	4583,6	4960,6
допоміжного виробництва	8	373,44	3890,00
Адміністративно-управлінський персонал	16	1411,68	7352,50
Всього по підприємству	101	6368,72	21062,9

Розрахунок собівартості продукції

Обчислення витрат на виробництво та збут продукції базується на методичних рекомендаціях хлібопекарської галузі з групуванням витрат за п'ятьма економічними елементами: матеріальні ресурси, оплата праці, соціальні нарахування, амортизація та інші операційні видатки. Ключовим складником є матеріальні витрати, куди входить вартість сировини, палива, енергії, тари та допоміжних матеріалів, необхідних для виконання технологічних процесів. Розрахунок потреби в основних інгредієнтах проводиться на річний обсяг випуску товарної продукції окремо для кожного виду та формату пакування. За базу розрахунку приймається рецептурна норма компонентів на 100 кг основної сировини (борошна або крупи), після чого загальна кількість необхідних матеріалів визначається за математичною залежністю:

$$KC_i = \Pi * H_i / 100$$

де KC_i – потреба і-го виду основного матеріалу на 1 т виробу;

Π – кількість борошна, що використовується на виробництво виробу;

H_i – норма витрат і-го виду основних матеріалів згідно рецептури.

Таблиця 7.12 - Розрахунок потреби в інших основних матеріалах для виробничої програми

Сировина	Витрати сировини	
	за добу, кг	за рік, т
Крупа кукурудзяна	4101,6	951,6
Рослинна олія	1065,6	247,2
Цукрова пудра	1042,8	241,9
Молоко сухе незбиране	698,9	162,2
Ванілін	70,3	16,3

Таблиця 7.13 - Розрахунок потреби в пакувальних матеріалах для виробничої програми

Найменування	Добові витрати, кг	Витрати на річний обсяг, т
Гофроящик № 11	774,0	179,57
Плівка поліетиленова	271,0	62,872

Таблиця 7.14 - Витрати сировини і матеріалів

Вид сировини та основних матеріалів	Норми витрат на річний обсяг, т	Вартість одиниці сировини або матеріалів, тис. грн.	Витрати на річний обсяг виробництва, тис. грн.
Крупа кукурудзяна	951,6	23,44	22301,7
Рослинна олія	247,2	40,92	10115,4
Цукрова пудра	241,9	20,71	5009,3
Молоко сухе незбиране	162,2	138,88	22526,3
Ванілін	16,3	110,86	1807,0
Гофроящик № 11	179,57	9,67	1736,8
Плівка поліетиленова	62,872	11,04	693,9
Всього:			64452,2

Норми витрат необхідної кількості енергоресурсів приймаються за даними енергетичного та електротехнічного розрахунку проекту.

Таблиця 7.15 - Розрахунок вартості енерговитрат

Вид витрат	Одиниці вимірюван	Обсяг виробництва продукції за рік, т	Витрати ресурсів на 1 т продукції	Витрати ресурсів на весь обсяг	Вартість одиниці енергоресурсів	Витрати на річний обсяг виробництва, тис. грн.
Електроенергія	кВт	1078,34	142	142	153124,3	2,25
Вода	м³	1078,34	7,3	7,3	7871,9	11,4
Паливо	м³	1078,34	26,2	26,2	28252,5	12,7
Всього						793076,0

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До складу елемента «Відрахування на соціальні заходи» включаються відрахування на єдиний соціальний внесок. Зміна законодавства може призвести до зміни відсотків відрахувань на соціальні заходи.

Таблиця 7.16 - Розрахунок відрахувань на соціальні заходи

Напрямки відрахувань	Річний фонд оплати праці, тис. грн.	% нарахування	Сума нарахування, тис. грн.
Єдиний соціальний внесок	6368,72	22	1401,12

До елементу «Амортизація» включається сума нарахованої амортизації основних засобів. Амортизація – систематичний розподіл вартості основних засобів, що амортизується, протягом періоду їх експлуатації.

Таблиця 7.17 - Розрахунок амортизаційних відрахувань

Вид основних засобів	Балансова вартість, тис. грн.	Річна норма амортизаційних відрахувань, %	Витрати на амортизацію, тис. грн.
Будівлі та споруди	46626,0	5	2331,3
Машини та обладнання	3476,37	20	695,274
Транспорт і меблі	695,0	20	139
Комп'ютерна техніка та інше	521,4	50	260,7
Всього	51318,8		3426,27

Величина елемента «Інші операційні витрати» встановлюється на рівні 15 % від сукупного обсягу раніше розрахованих витрат за всіма іншими категоріями. Цей показник завершує формування структури собівартості, дозволяючи звести всі отримані дані в єдину відомість для визначення загальних витрат підприємства на виробництво та реалізацію продукції.

Таблиця 7.18 - Зведені витрати на виробництво і реалізацію продукції

Елементи витрат	Сума, тис. грн.	% до підсумку
Матеріальні витрати, всього		
В тому числі		
сировина та основні матеріали	64452,2	19546,3
енергія на технологічні цілі	793076,0	888270,61

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати на оплату праці	6368,72	19546,3
Відрахування на соціальне страхування	1401,12	888270,61
Амортизація	34216,27	19546,3
Інші операційні витрати	19546,3	888270,6
Всього повні витрати по підприємству	888270,61	19546,3

Таблиця 7.19 - Розрахунок оборотних коштів підприємства при будівництві

Елемент оборотних коштів	Витрати, тис. грн.	Норматив, %	Сума оборотних коштів, тис. грн
Сировина та основні матеріали	64452,2	3	1933,6
Заробітна плата	6368,72	4	254,75
Запасні частини	3426,27	5	171,3
Інші (5%)	3712,4	3	111,4
Всього	77959,59		2471,0

Техніко-економічні показники ефективності будівництва

Прибуток від реалізації продукції (П) розраховується як різниця між обсягом виробленої продукції в діючих цінах (ТП) та повними витратами на виготовлення продукції (С):

$$П = ТП - С$$

$$П = 1069816,4 - 888270,61 = 181545,8 \text{ тис. грн.}$$

Рівень рентабельності продукції, що випускається (Р), розраховується як відношення прибутку до повних витрат на виготовлення продукції і вимірюється у відсотках:

$$Р = П / С * 100\%$$

$$Р = 181545,8 / 888270,61 * 100\% = 20,4 \%$$

Витрати на 1 гривню виробленої продукції (В) розраховуються як відношення повних витрат на виготовлення продукції (С) до її вартості в діючих цінах (ТП):

$$В = С / ТП$$

$$В = 888270,61 / 1069816,4 = 0,83 \text{ грн}$$

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рівень продуктивності праці (ПП) у грошовому виразі розраховують як відношення виробленої продукції у діючих цінах (ТП) на середньооблікову чисельність промислово-виробничого персоналу:

$$ПП = ТП/Ч$$

$$ПП = 1069816,4/101 = 10593 \text{ тис. грн.}$$

Показник фондівдачі (ФВ) розраховується, як відношення обсягу виробленої продукції в діючих цінах (ТП) до вартості основних виробничих фондів (ВОВФ)

$$ФВ = ТП/ВОВФ$$

$$ФВ = 1069816,4/51318,8 = 2,8 \text{ грн/грн}$$

Термін окупності розраховується як відношення загальних капіталовкладень до отриманого чистого прибутку і суми амортизаційних відрахувань:

$$Т = К / ЧП + А;$$

$$ЧП = П * (100 - СПП / 100)$$

$$ЧП = 181545,8 * (100 - 18 / 100) = 148868,0 \text{ тис. грн}$$

$$Т = 54520,0 / (148868,0 + 3426,27) = 1,8 \text{ років}$$

Чистий грошовий потік (ЧГП) розраховується, як отриманий чистий прибуток від реалізації виробленої продукції та врахування амортизаційних відрахувань (А)

$$ЧГП = ЧП + А$$

$$ЧГП = 148868,0 + 3426,27 = 152294,3 \text{ тис. грн.}$$

Виходячи із наведених розрахунків, впровадження проекту доцільне.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.20 - Техніко-економічні показники роботи підприємства

Показники	Одиниця вимірювання	Після впровадження проекту
Випуск продукції	т/добу	4,65
Вироблено продукції в натуральному вимірі	т/рік	1078,34
Вартість виробленої продукції у діючих цінах	тис. грн	1069816,4
Списова чисельність працюючих, всього	чол	101
В тому числі робітників	чол	85
Повна собівартість виготовленої продукції	тис. грн	888270,61
Витрати на 1 грн. виробленої продукції	грн.	0,83
Прибуток підприємства від виробничої діяльності	тис. грн	181545,8
Чистий прибуток	тис. грн	148868,0
Виробництво продукції на одного працюючого	тис. грн	10593
Рентабельність продукції	%	20,4
Капітальні вкладення, всього	тис. грн	54520,0
В т.ч норматив оборотних коштів	тис. грн	2471,0
Термін окупності початкових інвестицій - без урахування дисконтування	роки	1,8

Аналіз техніко-економічних показників підтверджує високу ефективність проєкту: при капітальних інвестиціях у розмірі 54 520,0 тис. грн період їх окупності становить лише 1,8 року. Проєкт забезпечує значний річний прибуток обсягом 181 545,8 тис. грн при рівні рентабельності продукції 20,4 %. Економічну доцільність також підтверджують показники ефективності використання ресурсів: витрати на одну гривню виробленої продукції складають 0,83 грн, а річний виробіток на одного працівника досягає 10 593 тис. грн.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розроблено проєкт цеху з виробництва кукурудзяних паличок «Молочні» продуктивністю 6,5 т/добу. У ході виконання роботи проведено аналіз сучасних технологій виробництва екструзійних харчових продуктів, досліджено особливості технологічного процесу та обґрунтовано вибір обладнання й режимів виробництва.

На основі аналізу літературних джерел встановлено, що найбільш ефективним методом виробництва кукурудзяних паличок є екструзійна технологія, яка забезпечує отримання продукту з високими органолептичними показниками, пористою структурою та стабільною хрусткістю. Для реалізації технологічного процесу обрано одношнековий екструдер А1-КХП, який забезпечує рівномірність структури виробу, високий ступінь спучування та мінімальні втрати ламаних паличок.

У роботі обґрунтовано вибір місця будівництва цеху, виконано розрахунок потреби населення у продукції та визначено перспективність організації виробництва кукурудзяних паличок у вибраному регіоні. Проведено характеристику готового продукту, основної сировини та допоміжних матеріалів відповідно до чинних нормативних документів і стандартів якості.

Розроблено технологічну схему виробництва кукурудзяних паличок «Молочні», визначено основні стадії процесу: підготовка сировини, кондиціонування, екструзія, нанесення смакових добавок, охолодження, фасування та пакування готової продукції. Встановлено оптимальні параметри технологічного режиму, що забезпечують стабільність виробництва та високу якість готових виробів.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Максимов К.А.					
Перев.		Андріянова М.В					
Н. Контр		Черваков О.В.					
Затв.		Черваков О.В.					
					Висновки		
					Літ.	Аркуш	Аркушів
					Д	П	
						82	87
					УДУНТ ННІ УДХТУ ТПЖ та ХП 4-ТЖ-7		

У процесі виконання проекту здійснено матеріальні та технологічні розрахунки, підбрано основне і допоміжне обладнання, визначено енергетичні витрати виробництва та складено специфікацію обладнання. Також розглянуто питання автоматичного контролю та керування технологічним процесом, що дозволяє забезпечити безпечну та безперебійну роботу виробничої лінії.

Особливу увагу приділено питанням охорони праці, виробничої безпеки та охорони навколишнього середовища. Передбачені заходи забезпечують відповідність проєктованого цеху вимогам санітарно-гігієнічних норм, екологічної безпеки та сучасних стандартів організації харчових виробництв.

Виконане техніко-економічне обґрунтування підтвердило доцільність реалізації проєкту та ефективність виробництва кукурудзяних паличок «Молочні». Запропоновані технологічні рішення дозволяють забезпечити стабільний випуск конкурентоспроможної продукції високої якості, задовольнити потреби споживачів та підвищити економічну ефективність підприємства.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Dupart P., Geromini O., Desjardins J.-J., Heck E. Process of making extrusion cooked snack product : patent US 6054166. Nestec S.A., 2000.
2. Mattson P. H., Fukushima J. K., Pittard B. T., Walker D. B., Vasquez A. Process for preparing corn based French fry strips : patent US 6419973 B1. J. R. Simplot Company, 2002
3. Martínez-Bustos F., Figueroa J. de D. C., Sánchez-Sinencio F., González-Hernández J., Martínez J. de la L., Ruiz-Torres M. Extrusion apparatus for the preparation of instant fresh corn dough or masa : patent US 5558886A. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, 1996.
4. Пат. 86647 Україна, МПК A23L1/164. Спосіб виробництва екструдованих кукурудзяних виробів [Текст] / Шульга О. С., Шульга С. І.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 2013 07206; заявл. 06.06.13; опубл. 25.10.13, Бюл. № 20. – 4 с. : іл.
5. Пат. 42577 Україна, МПК A23G 3/00. Круп'яні палички глазуровані [Текст] / Сирохман І. В., Гирка О. І., Ковбаса В. М., Кияниця С. Г.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій, Львівська комерційна академія Укоопспілки. – № 200901582; заявл. 24.02.09; опубл. 10.07.09, Бюл. № 13. – 4 с. : іл.
6. Пат. 104339 Україна, МПК A23K 1/00. Екструзійний кормовий продукт [Текст] / Шаповаленко О. І., Янюк Т. І., Шаран А. В., Тракало Т. О.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201506855; заявл. 10.07.2015; опубл. 25.01.2016, Бюл. № 2.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ								
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Список літератури				Літ.	Аркуш	Аркушів		
Розроб.		Максимов К.А.							Д	П		84	87
Перев.		Андріянова М.В											
Н. Контр		Черваков О.В.							УДУНТ ННІ УДХТУ ТПЖ та ХП 4-ТЖ-7				
Затв.		Черваков О.В.											

7. Пат. 105132 Україна, МПК А23К 10/30, А23К 20/158. Екструзійний кормовий продукт [Текст] / Шаповаленко О. І., Янюк Т. І., Шаран А. В., Тракало Т. О.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201507408; заявл. 23.07.2015; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5.
8. Ali I. M., Forsido S. F. et al. Effects of extrusion process conditions on extruded snack: A review // Food Science & Nutrition. – 2024. – Vol. 12. – P. 8755–8761.
9. Uribe-Wandurraga Z. N. et al. Influence of microalgae addition in corn snacks // Food Science & Technology International. – 2020.
10. Frontiers in Nutrition. Extruded snacks and sustainability review. – 2026.
11. MDPI. Extruded corn snacks with insect/protein addition study. – 2022.
12. Şahin N. et al. Extruded corn snacks with bran addition // Food and Health. – 2021.
13. Пасічний В. М. Технологія харчових концентратів : навч. посіб. Київ : НУХТ, 2012. 168 с.
14. Ялпачик В. Ф. та ін. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств : навч. посіб. Практикум. Мелітополь : Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2014. 320 с.
15. Ковбаса В. М., Дорохович А. М., Хіврич Б. І. Застосування екструзії у виробництві нових харчових продуктів. Київ : УкрІНТЕІ, 1995. 64 с.
16. Самойчук К. О., Паляничка Н. О., Верхоланцева В. О. Технологічне обладнання галузі : конспект лекцій. Ч. 1. Мелітополь : Forward Press, 2020. 255 с.
17. Чурсінов Ю. О., Луценко М. В. Проектування підприємств з переробки та зберігання сільськогосподарської продукції : навч. посіб. Дніпро : Літограф, 2011. 132 с.
18. ДСТУ 2903:2005. Концентрати харчові. Сніданки сухі. Загальні технічні умови. – Київ : Держспоживстандарт України, 2005.
19. ДСТУ 1055:2006. Крупи, що швидко розварюються. Технічні умови. – Київ : Держспоживстандарт України, 2006.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						86
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 20.ДСТУ 4623:2006. Цукор білий. Технічні умови. – Київ : Держспоживстандарт України, 2006.
- 21.ДСТУ 4492:2017. Олія соняшникова. Технічні умови. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017.
- 22.ДСТУ 4273:2003. Молоко та вершки сухі. Загальні технічні умови. – Київ : Держспоживстандарт України, 2003.
- 23.ДСТУ 1009:2005. Цукор ванільний. Технічні умови. – Київ : Держспоживстандарт України, 2005.
- 24.Технологія галузі (харчоконцентратне виробництво) : метод. рекомендації до практ. занять для студ. напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» ден. та заоч. форм навч. / уклад. В. М. Ковбаса, О. Ю. Мельник, І. М. Зінченко, В. А. Терлецька. Київ : НУХТ, 2013. 35 с.
- 25.Технологія харчових концентратів : методичні рекомендації до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» спеціалізації «Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів» денної та заоч. форм навч. / уклад. В. М. Ковбаса, І. М. Зінченко, В. А. Терлецька. Київ : НУХТ, 2016. 17 с.
- 26.Лойко Д. П., Вотченікова О. П., Удовіченко О. П., Котляр М. А. Управління якістю : навч. посіб. 2-ге вид. Львів : Магнолія 2006, 2010. 240 с.
- 27.Сирохман І. В. Безпечність і якість харчових продуктів (проблеми сьогодення) : підручник. Львів : Вид-во Львів. торг.-екон. ун-ту, 2019. 394 с.
- 28.Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII. URL: [zakon.rada.gov.ua](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12?utm_source=chatgpt.com) (дата звернення: 15.05.2026).
- 29.Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII. URL: [zakon.rada.gov.ua](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12?utm_source=chatgpt.com) (дата звернення: 15.05.2026).

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						87
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

30. Відходи та безвідходне виробництво в харчовій промисловості : наук.-допом. бібліогр. покажч. / упоряд. І. М. Мельничук ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 110 с.
31. Лозовський А. П. Основи технологічного проектування промислових підприємств переробних галузей : навч. посіб. Київ : Університетська книга, 2019. 320 с.
32. Михаленко І. В. Економіко-технологічні аспекти підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна і насіння кукурудзи в умовах зрошення півдня України // Таврійський науковий вісник. Херсон : Айлант, 2012. С. 232–236.
33. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до організацій харчового ланцюга. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. – 45 с.
34. Черваков О. В., Голуб Л. С. Технологія жирів і жиропродуктів : підручник. Дніпро : ДВНЗ УДХТУ, 2018. 280 с.
35. Методи контролю продукції тваринництва та рослинних жирів : навч. посіб. / за заг. ред. Л. М. Крайнюк. 2-ге вид., перероб. і доп. Суми : Університетська книга, 2009. 300 с.
36. Димань Т. М., Мазур Т. Г. Безпека продовольчої сировини : підручник. Київ : Академія, 2011. 520 с.
37. Богомолів О. В., Шаповаленко О. І., Сафонова О. М. та ін. Управління якістю переробних і харчових виробництв : навч. посіб. Харків : Еспада, 2006. 296 с.
38. Бандура В. М. та ін. Проектування технологічних процесів та підприємств для переробки і зберігання сільськогосподарської продукції : навч. посіб. Вінниця : ВНАУ, 2012. 265 с.
39. Буняк О. В., Соц С. М. Удосконалення переробки зерна кукурудзи в крупу та екструдовані продукти // Збірник тез доповідей 79-ї наук. конф. викладачів академії, Одеса, 16–19 квітня 2019 р. / Одес. нац. акад. харч. технологій ; за ред. Б. В. Єгорова. Одеса, 2019.

					4-ТЖ-7.026.181.001.ПЗ	Арк.
						88
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		