ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Бакалавр»
на тему:

Удосконалення технологічної лінії з виробництва виробів макаронних

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-22 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності 181
«Харчові технології»

_____ Сергій НЕТРЕБКА

Керівник: _____ Ігор КУДРЯВЦЕВ

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«01» травня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Нетребкі Сергію Сергійовичу

1. Тема роботи: «Удосконалення технологічної лінії з виробництва виробів макаронних».
Керівник роботи: Кудрявцев Ігор Миколайович, доктор філософії, асистент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва макаронних виробів. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Загальна частина. 2 Технологічна частина. 3 Проєктна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Охорона праці захист навколишнього середовища. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета і завдання досліджень. 2 Технологічна частина. 3 Проєктна частина. 4 Впровадження елементів системи НАССР. 5 Карта безпеки праці. 6 Техніко-економічне обґрунтування. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-6	Асистент КУДРЯВЦЕВ Ігор	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Загальна частина	05.05-07.05.26	виконано
3	Технологічна частина	08.05-14.05.26	виконано
4	Проєктна частина	15.05-21.05.26	виконано
5	Впровадження елементів системи НАССР	22.05-31.05.26	виконано
6	Охорона праці захист навколишнього середовища	01.06-02.06.26	виконано
7	Техніко-економічне обґрунтування	02.06-03.06.26	виконано
8	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.26	виконано
9	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-08.06.25	виконано

Здобувач вищої освіти _____ Сергій НЕТРЕБКА
(підпис)

Керівник роботи _____ Ігор КУДРЯВЦЕВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: **«Удосконалення технологічної лінії з виробництва виробів макаронних»**

Кваліфікаційна робота містить: 73 сторінки, 11 рисунків, 6 таблиць, 0 додатків, 38 літературних джерел.

Метою дипломної роботи є удосконалення технологічної лінії з виробництва макаронних виробів з метою підвищення ефективності виробництва, стабілізації якості готової продукції та зменшення технологічних втрат.

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва макаронних виробів.

Предметом дослідження є технологічна лінія з виробництва макаронних виробів, її обладнання, режими роботи, параметри технологічних операцій та показники якості готової продукції.

У роботі розглянуто сучасний стан макаронної галузі, охарактеризовано основну та допоміжну сировину, проаналізовано технологічний процес виробництва макаронних виробів та визначено основні чинники, що впливають на якість готової продукції. Обґрунтовано доцільність удосконалення технологічної лінії шляхом модернізації окремих технологічних операцій, оптимізації режимів виробництва, покращення роботи обладнання та підвищення рівня контролю якості й безпечності продукції.

У роботі наведено характеристику технологічної схеми виробництва, підібрано обладнання, розглянуто питання охорони праці, виробничої санітарії, екологічної безпеки та економічної ефективності запропонованих рішень. Запропоновані заходи дають змогу підвищити продуктивність технологічної лінії, зменшити виробничі втрати, стабілізувати якість готової продукції та покращити техніко-економічні показники виробництва.

Ключові слова: *макарони, борошно, тісто, сировина, дозування, замішування, пресування, сушіння, охолодження, пакування, якість, безпечність.*

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА 9
1.1 Сучасний стан і перспективи розвитку виробництва макаронних виробів 9
1.2 Характеристка основної та допоміжної сировини, що використовується у виробництві макаронних виробів 12
1.2.1 Основна сировина 12
1.2.2 Допоміжна сировина 13
Висновки за розділом 16
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА 17
2.1 Характеристика досліджуваної технологічної лінії з виробнитцва макаронних виробів 17
2.2 Пропозиції щодо модернізації технологічної лінії з виробництва макаронних виробів 21
2.3 Характеристика технологічної лінії після модернізації 22
2.4 Характеристика короткорізаних макаронних виробів 25
Висновки за розділом 28
3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА 30
3.1 Технологічний розрахунок 30
3.2 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання 36
3.3 Характеристика основного технологічного обладнання лінії 40
3.4 Компонування технологічного обладнання у виробничому приміщенні цеху з виробництва макаронних виробів 47
Висновки за розділом 53
4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР 54
Висновки за розділом 55
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 56
5.1 Розробка карти безпеки праці для оператора цеху з виробництва макаронних виробів 56

5.2 Утилізація відходів підприємств з виробництва макаронних виробів 58
Висновки за розділом 59
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ 61
6.1 Вихідні дані для розрахунку 61
6.2 Розрахунок річного фонду робочого часу 62
6.3 Розрахунок річної кількості переробленого борошна 62
6.4 Розрахунок річного випуску продукції до модернізації 62
6.5 Розрахунок річного випуску продукції після модернізації 63
6.6 Розрахунок приросту готової продукції 63
6.7 Розрахунок додаткового доходу від збільшення виходу продукції 63
6.8 Розрахунок додаткових експлуатаційних витрат 64
6.9 Розрахунок річного економічного ефекту 65
6.10 Розрахунок строку окупності капітальних вкладень 66
6.11 Розрахунок економічного ефекту на 1 кг готової продукції 66
Висновки за розділом 67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 68
БІБЛІОГРАФІЯ 70

ВСТУП

Макаронні вироби є однією з важливих груп харчових продуктів масового споживання, що користуються стабільним попитом серед населення завдяки високій харчовій цінності, тривалому терміну зберігання, зручності транспортування, простоті приготування та доступній вартості. Вони входять до щоденного раціону різних груп споживачів і є джерелом вуглеводів, рослинного білка, мінеральних речовин та енергії [1, 3].

Сучасне виробництво макаронних виробів потребує постійного удосконалення технологічних процесів, оскільки якість готової продукції значною мірою залежить від властивостей сировини, параметрів замішування тіста, формування, сушіння, охолодження, пакування та зберігання. Особливе значення має правильний вибір технологічного обладнання, раціональна організація виробничого процесу, дотримання санітарно-гігієнічних вимог і забезпечення стабільних показників якості продукції.

Актуальність теми дипломної роботи зумовлена необхідністю підвищення ефективності виробництва макаронних виробів, зменшення енерговитрат, скорочення виробничих втрат, покращення якості готової продукції та забезпечення безпечності харчових продуктів. Удосконалення технологічної лінії дає змогу підвищити продуктивність підприємства, стабілізувати технологічні режими, знизити вплив людського фактора та забезпечити відповідність продукції вимогам чинної нормативної документації [3].

Важливим напрямом удосконалення є модернізація окремих технологічних операцій, зокрема підготовки сировини, дозування компонентів, замішування тіста, пресування, сушіння та пакування готової продукції. Використання сучасного обладнання дозволяє забезпечити рівномірність структури тіста, збереження форми виробів, зменшення кількості браку, покращення органолептичних і фізико-хімічних показників макаронних виробів.

Отже, удосконалення технологічної лінії з виробництва макаронних виробів є актуальним завданням для харчової промисловості, оскільки спрямоване на

підвищення якості продукції, ефективності виробництва, економічної доцільності роботи підприємства та конкурентоспроможності готових виробів на ринку.

Метою дипломної роботи є удосконалення технологічної лінії з виробництва макаронних виробів з метою підвищення ефективності виробництва, стабілізації якості готової продукції та зменшення технологічних втрат.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан і перспективи розвитку виробництва макаронних виробів;
- охарактеризувати основну та допоміжну сировину, що використовується у виробництві макаронних виробів;
- проаналізувати існуючу технологічну схему виробництва макаронних виробів, визначити її основні недоліки та обґрунтувати напрями її удосконалення;
- провести технологічний розрахунок, пі підібрати та обґрунтувати технологічне обладнання для удосконаленої лінії;
- розрахувати техніко-економічні показники проєкту.

Об’єктом дослідження є технологічний процес виробництва макаронних виробів.

Предметом дослідження є технологічна лінія з виробництва макаронних виробів, її обладнання, режими роботи, параметри технологічних операцій та показники якості готової продукції.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Сучасний стан і перспективи розвитку виробництва макаронних виробів

Макаронні вироби належать до традиційних продуктів харчування масового споживання, які мають стабільний попит завдяки доступній вартості, високій енергетичній цінності, тривалому терміну зберігання, зручності транспортування та простоті приготування. Вони є важливою складовою раціону населення і широко використовуються як у домашньому харчуванні, так і в закладах ресторанного господарства.

Сучасний стан виробництва макаронних виробів в Україні характеризується впливом низки економічних, технологічних і ринкових чинників. До основних проблем галузі належать зростання вартості борошна, електроенергії, пакувальних матеріалів і логістичних послуг, зниження купівельної спроможності населення, посилення конкуренції з боку імпортної продукції, а також необхідність оновлення технологічного обладнання на окремих підприємствах.

Водночас макаронна галузь зберігає перспективи розвитку, рисунок 1.1, оскільки продукція має постійний попит і може вироблятися з різних видів сировини. На ринку поступово зростає зацікавленість споживачів у макаронних виробах із твердих сортів пшениці, цільнозернового борошна, безглютенової сировини, а також у продукції з підвищеною харчовою цінністю. Це створює передумови для розширення асортименту та впровадження нових технологічних рішень.

Важливим напрямом розвитку виробництва є модернізація технологічних ліній, зокрема вдосконалення процесів підготовки сировини, дозування компонентів, замішування тіста, пресування, сушіння, охолодження та пакування готової продукції. Саме ці операції значною мірою визначають якість макаронних виробів, їх форму, міцність, колір, стан поверхні, здатність зберігати форму під час варіння та загальні споживчі властивості.



Рисунок 1.1 – Графічна форма узагальнення тенденцій розвитку галузі

Особливе значення має процес сушіння, оскільки неправильний вибір температурно-вологісних режимів може призвести до розтріскування, деформації, підвищеної ламкості або погіршення зовнішнього вигляду виробів. Тому використання сучасних сушильних установок, автоматизованих систем контролю температури й вологості, а також раціональне компонування обладнання є важливими умовами підвищення ефективності виробництва.

Перспективними напрямами розвитку макаронної промисловості є:

- впровадження енергоощадного обладнання;
- автоматизація технологічних процесів;
- розширення асортименту продукції;
- використання борошна з твердих сортів пшениці;

- виробництво цільнозернових, безглютенових і функціональних макаронних виробів;
- покращення пакування та збільшення терміну зберігання продукції;
- посилення контролю якості та безпечності відповідно до вимог HACCP;
- зменшення технологічних втрат і кількості браку.

Таким чином, сучасний стан виробництва макаронних виробів в Україні свідчить про необхідність технічного оновлення підприємств, підвищення ефективності використання сировини та енергоресурсів, а також удосконалення технологічних ліній. Це дозволить підвищити якість готової продукції, зменшити виробничі витрати, розширити асортимент і посилити конкурентоспроможність вітчизняних виробників.

Орієнтовна структура виробництва макаронних виробів в Україні за видами продукції наведена на рисунку 1.2.

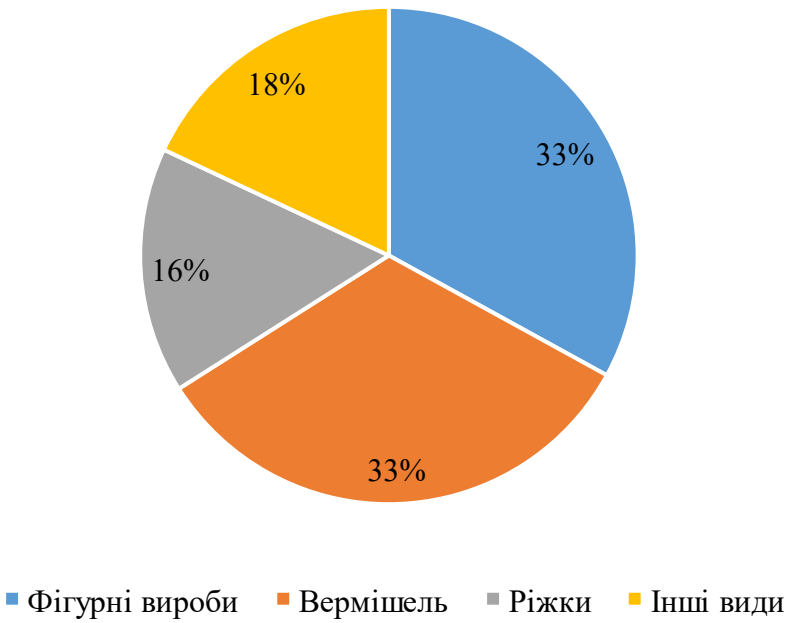


Рисунок 1.2 – Орієнтовна структура виробництва макаронних виробів в Україні за видами продукції

Найбільшу частку у структурі виробництва займають фігурні макаронні вироби та вермішель, що пояснюється їх широким використанням у повсякденному

харчуванні, зручністю фасування та стабільним споживчим попитом. Ріжки та інші види макаронної продукції також залишаються затребуваними, однак мають меншу частку в загальному обсязі виробництва.

1.2 Характеристка основної та допоміжної сировини, що використовується у виробництві макаронних виробів

Якість макаронних виробів значною мірою залежить від виду, складу та технологічних властивостей сировини, що використовується у виробництві. Від якості борошна, води та допоміжних рецептурних компонентів залежать колір, смак, запах, стан поверхні, міцність, форма, варильні властивості та харчова цінність готової продукції.

Відповідно до ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови», макаронні вироби виготовляють із пшеничного борошна та питної води з додаванням або без додавання додаткової сировини та смакових добавок. Основною сировиною у виробництві макаронних виробів є пшеничне борошно та питна вода. До допоміжної сировини належать сіль кухонна харчова, яйця, яєчні продукти, овочеві, молочні, білкові, вітамінно-мінеральні та інші збагачувальні добавки.

1.2.1 Основна сировина

Основним видом сировини для виробництва макаронних виробів є пшеничне борошно. Воно формує структуру макаронного тіста, визначає його пластичність, пружність, здатність до формування та збереження форми виробів після пресування і сушіння. Якість борошна впливає на колір готової продукції, міцність виробів, стан поверхні, склоподібність зламу, а також на поведінку макаронів під час варіння.

Для виробництва якісних макаронних виробів бажано використовувати борошно з добрими клейковинними властивостями, достатнім вмістом білка, однорідною крупністю помелу, низькою вологістю, світлим кольором і відсутністю

сторонніх запахів та домішок. Борошно повинно відповідати вимогам ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» та вимогам ДСТУ 7043:2020 щодо сировини для макаронного виробництва.

Важливим показником якості борошна є кількість і якість клейковини. Саме клейковинний комплекс забезпечує утворення зв'язаної структури тіста, його пружність і здатність витримувати механічну дію під час замішування, пресування та формування. Недостатній вміст або низька якість клейковини може призвести до ламкості виробів, нерівномірної поверхні, втрати форми під час варіння та погіршення споживчих властивостей продукції.

Другим основним компонентом макаронного тіста є питна вода. Вона використовується для замішування тіста, забезпечує зволоження частинок борошна, набухання білків і крохмалю, а також формування необхідної консистенції тіста. Якість води впливає на перебіг технологічного процесу, структурно-механічні властивості тіста та безпечність готових виробів.

Вода, що використовується у виробництві макаронних виробів, повинна бути прозорою, без стороннього запаху і присмаку, безпечною за хімічними та мікробіологічними показниками. Вона має відповідати вимогам ДСТУ 7525:2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості». Використання води незадовільної якості може негативно вплинути на смак продукції, мікробіологічну безпечність і стабільність технологічного процесу.

1.2.2 Допоміжна сировина

Допоміжна сировина використовується для поліпшення смакових властивостей, підвищення харчової цінності, покращення кольору, аромату, структури та розширення асортименту макаронних виробів. Її внесення повинно здійснюватися відповідно до рецептури, технологічної інструкції та вимог чинної нормативної документації.

Сіль кухонна харчова може використовуватися у рецептурах макаронних виробів для поліпшення смаку та впливу на структурно-механічні властивості тіста. Вона сприяє зміцненню клейковинного каркаса, підвищенню пружності тіста

та стабілізації форми готових виробів. Сіль повинна бути чистою, сипкою, без сторонніх домішок, запаху та присмаку і відповідати вимогам ДСТУ 3583:2015 «Сіль кухонна харчова. Загальні технічні умови».

Яйця курячі та яєчні продукти застосовують для підвищення харчової та біологічної цінності макаронних виробів. Вони збагачують продукцію повноцінними білками, жирами, вітамінами та мінеральними речовинами, покращують колір, смак, аромат і варильні властивості готових виробів. Завдяки використанню яєчної сировини макаронні вироби набувають привабливішого жовтуватого відтінку, кращої структури та більшої харчової цінності.

Курячі харчові яйця повинні бути свіжими, доброякісними, без пошкодження шкаралупи, стороннього запаху та ознак псування. Їх якість регламентується ДСТУ 5028:2008 «Яйця курячі харчові. Технічні умови». У промисловому виробництві також можуть використовуватися яєчні продукти: меланж, сухий яєчний порошок, сухий білок або сухий жовток. Вони зручніші для дозування, зберігання і транспортування та повинні відповідати вимогам ДСТУ 8719:2017 «Продукти яєчні. Технічні умови».

До складу макаронних виробів можуть також вводитися овочеві, молочні, білкові, вітамінно-мінеральні та інші добавки. Овочеві порошки або пюре використовують для надання виробам природного кольору, специфічного смаку та підвищення вмісту біологічно активних речовин. Молочні та білкові добавки сприяють підвищенню вмісту білка, покращенню харчової цінності та розширенню асортименту продукції. Вітамінно-мінеральні добавки застосовують для створення виробів функціонального або оздоровчого призначення.

Усі види додаткової сировини повинні бути безпечними, доброякісними, сумісними з основною рецептурою, не погіршувати технологічні властивості тіста та відповідати чинним нормативним документам на конкретний вид сировини. Використання добавок має бути обґрунтованим, оскільки їх надмірна кількість може погіршити формування тіста, міцність виробів, процес сушіння та варильні властивості готової продукції, таблиця 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика основної та допоміжної сировини для виробництва макаронних виробів

Вид сировини	Технологічне призначення	Основні вимоги до якості	Нормативний документ
Борошно пшеничне	Формує структуру тіста і готових виробів, визначає колір, міцність, стан поверхні та варильні властивості	Добрі клейковинні властивості, достатній вміст білка, однорідна крупність помелу, відповідна вологість, відсутність сторонніх домішок	ГСТУ 46.004-99; ДСТУ 7043:2020
Вода питна	Забезпечує замішування тіста, зволоження частинок борошна, набухання білків і крохмалю	Прозорість, відсутність стороннього запаху і присмаку, безпечність за санітарно-гігієнічними показниками	ДСТУ 7525:2014
Сіль кухонна харчова	Поліпшує смак, впливає на пружність тіста та стабільність форми виробів	Чистота, сипкість, відсутність сторонніх домішок, запаху і присмаку	ДСТУ 3583:2015
Яйця курячі	Підвищують харчову цінність, поліпшують колір, смак, аромат і структуру виробів	Свіжість, доброякісність, цілісність шкаралупи, відсутність ознак псування	ДСТУ 5028:2008
Яєчні продукти	Забезпечують зручність дозування, стабільність рецептури, підвищення білкової цінності виробів	Мікробіологічна безпечність, відповідні органолептичні та фізико-хімічні показники	ДСТУ 8719:2017
Овочеві добавки	Надають виробам природного кольору, смаку, аромату, підвищують вміст біологічно активних речовин	Доброякісність, безпечність, відповідність нормативній документації на конкретний вид сировини	ДСТУ 7043:2020; чинні НД на добавку
Молочні та білкові добавки	Підвищують харчову та біологічну цінність, розширюють асортимент продукції	Безпечність, відповідність рецептурі, відсутність сторонніх запахів і присмаків	Чинні НД на конкретний вид сировини
Вітамінно-мінеральні добавки	Використовуються для збагачення продукції та створення виробів функціонального призначення	Дозування відповідно до рецептури, безпечність, стабільність під час технологічної обробки	Чинні НД на конкретний вид добавки

Отже, основна та допоміжна сировина відіграє вирішальну роль у формуванні якості макаронних виробів. Найбільше значення мають властивості пшеничного борошна та якість питної води, оскільки саме вони формують основу макаронного тіста. Допоміжна сировина дає змогу покращити органолептичні показники, підвищити харчову цінність, розширити асортимент і створити продукцію з поліпшеними споживчими властивостями. Дотримання вимог ДСТУ та чинної нормативної документації є необхідною умовою виробництва якісних і безпечних макаронних виробів.

Висновки за розділом

Проаналізовано сучасний стан виробництва макаронних виробів і встановлено, що дана продукція має стабільний попит завдяки доступності, тривалому терміну зберігання, простоті приготування та широкому використанню в харчуванні населення.

Визначено основні проблеми галузі: зростання вартості сировини, енергоносіїв, пакувальних матеріалів і логістики, посилення конкуренції з боку імпортної продукції та необхідність оновлення технологічного обладнання.

Обґрунтовано, що перспективними напрямами розвитку є модернізація технологічних ліній, автоматизація процесів, використання енергоощадного обладнання, розширення асортименту та впровадження продукції підвищеної харчової цінності.

Охарактеризовано основну та допоміжну сировину для виробництва макаронних виробів. Встановлено, що якість готової продукції найбільше залежить від властивостей пшеничного борошна та питної води, які формують структуру макаронного тіста.

Доведено, що використання допоміжної сировини – солі, яєць, яєчних продуктів, овочевих, молочних, білкових і вітамінно-мінеральних добавок – дає змогу покращити смак, колір, харчову цінність і розширити асортимент макаронних виробів.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика досліджуваної технологічної лінії з виробнитцва макаронних виробів

Процес виготовлення макаронних виробів включає низку послідовних технологічних операцій: підготовку сировини, замішування макаронного тіста, його пресування, оброблення сирих виробів, сушіння, охолодження висушеної продукції, відбраковування та пакування готових виробів.

Підготовка сировини передбачає просіювання борошна, вилучення з нього металомагнітних домішок, підігрівання до температури не нижче 10 °С, а також змішування різних партій борошна згідно з рекомендаціями виробничої лабораторії.

Воду, яку використовують для замішування тіста, попередньо підігрівають у теплообмінних апаратах, після чого змішують із холодною водопровідною водою до температури, передбаченої рецептурою.

Підготовка добавок полягає у їх розчиненні або рівномірному розмішуванні у воді, призначеній для замішування тіста. У разі використання курячих яєць їх попередньо миють, а при застосуванні меланжу його спочатку розморожують.

Приготування макаронного тіста включає дозування рецептурних компонентів – борошна, води та добавок – і безпосередній заміс тіста. Дозування здійснюється за допомогою спеціальних дозаторів, які безперервно подають борошно та воду з розчиненими у ній добавками до місильного корита у встановленому співвідношенні.

У місильному кориті відбувається інтенсивне перемішування борошна з водою, зволоження частинок борошна та їх набухання. На відміну від хлібного або бісквітного тіста, макаронне тісто після замішування не утворює суцільної зв’язаної маси, а має вигляд окремих зволожених грудочок і крихт.

Метою пресування є ущільнення замішаного тіста, перетворення його на однорідну, зв’язану та пластичну тістову масу, а також надання їй необхідної

форми. Формування здійснюється шляхом продавлювання тіста крізь отвори металевої матриці. Конфігурація отворів матриці визначає форму сирих макаронних виробів: отвори круглого перерізу формують вермішель, прямокутного – локшину тощо.

Оброблення сирих виробів полягає у розрізанні випресованих тістових заготовок на відрізки необхідної довжини та підготовці їх до сушіння. Залежно від виду продукції та типу сушильного обладнання сирі вироби розкладають на сітчасті транспортери, рамки або лоткові касети, а довгі вироби розвішують на спеціальні сушильні жердини – бастуни.

Перед різанням або під час нього сирі вироби інтенсивно обдувають повітрям, унаслідок чого на їх поверхні утворюється підсушена скоринка. Це запобігає налипанню виробів до сушильних поверхонь і злипанню між собою під час подальшого сушіння.

Сушіння макаронних виробів проводять з метою закріплення їх форми та запобігання розвитку мікроорганізмів. Ця операція є однією з найтриваліших і найвідповідальніших у технологічному процесі, оскільки від правильності її проведення значною мірою залежить міцність готової продукції. Надто інтенсивне сушіння може спричинити утворення тріщин у виробах, тоді як занадто повільне – призвести до їх закисання.

На макаронних підприємствах переважно застосовують конвективний спосіб сушіння, за якого продукт обдувається нагрітим повітрям.

Охолодження висушених виробів необхідне для вирівнювання їх температури з температурою повітря у пакувальному відділенні. Якщо макаронні вироби пакувати без попереднього охолодження, випаровування вологи продовжуватиметься вже в упаковці, що може спричинити зменшення маси продукції.

Найдоцільнішим є повільне охолодження висушених виробів у спеціальних бункерах або камерах, які називають стабілізаторами-накопичувачами. У них відбувається поступове зниження температури та вирівнювання вологовмісту продукції.

Після охолодження вироби підлягають відбраковуванню. На цьому етапі видаляють продукцію, яка не відповідає встановленим вимогам якості. Після цього придатні макаронні вироби направляють на пакування.

Пакування здійснюють у дрібну споживчу тару – коробки або пакети – вручну чи за допомогою фасувальних машин. Також можливе пакування продукції насипом у велику тару: короби, ящики або паперові мішки.

На рисунку 2.1 наведено досліджувану машинно-апаратурну схему лінії виробництва макаронних виробів до проведення модернізації.

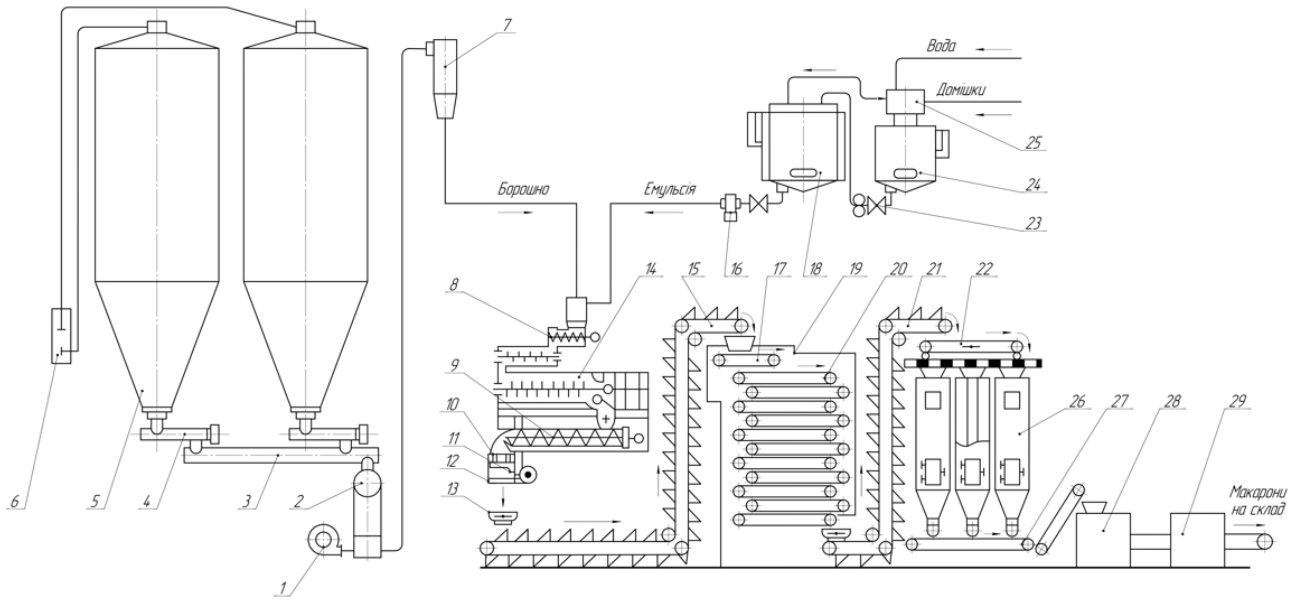


Рисунок 2.1 – Досліджувана машинно-апаратурна схема лінії виробництва макаронних виробів до модернізації

Принцип роботи лінії полягає в такому. Автоборошновоз під’єднують до борошноприймального щитка 6, після чого борошно завантажують в один із силосів 5 для зберігання. За допомогою шнекових живильників 4 борошно вивантажується з різних силосів у заданих пропорціях і змішується гвинтовим конвеєром 3. Після контрольного просіювання у відцентровому просіювачі 2 борошно через роторний живильник за допомогою повітродувки 1 транспортується до тістомісильного відділення. У циклоні 7 борошно відокремлюється від транспортуючого повітря.

Частину води та збагачувальні добавки через дозатори 25 подають у змішувач 24, де готують концентровану емульсію. Насосом 23 її разом із рештою води дозують у витратний бак 21, обладнаний терморегулювальною сорочкою. Із цього бака готова емульсія насосом 16 подається у тістомісильне відділення.

Борошно та емульсія за допомогою дозаторів 8 безперервно надходять у тістозмішувач 17. Він складається з трьох окремих камер, через які послідовно проходить суміш, що обробляється. Така конструкція дає змогу збільшити тривалість замішування до 20 хвилин. На завершальному етапі в останній камері суміш піддається вакуумуванню за допомогою вакуум-насоса. Це сприяє отриманню більш щільної структури макаронного тіста без повітряних включень, а після сушіння – виробів із рівномірною міцною структурою без раковин.

Після замішування суміш надходить до шнеків макаронного преса 9. На початку шнекової зони вона інтенсивно перемішується, а під час переміщення шнековим каналом до формувальних отворів матриці поступово перетворюється на щільну, зв’язану та пластифіковану масу – макаронне тісто. У передматричній камері преса створюється тиск 6 – 12 МПа, під дією якого через матрицю 10 випресовуються сирі тістові пасма.

Ножі 11, що обертаються у площині вихідних отворів матриці, відрізають від тістового потоку заготовки необхідної довжини. Одночасно вони обдуваються повітрям із кільцевого сопла 12.

Далі потік тістових заготовок надходить у вібролоток 13, після чого елеватором 15 транспортується до пристрою 17, який рівномірно розподіляє їх шаром необхідної товщини по всій площі верхнього ярусу сушарки 19. Рухаючись зверху вниз по стрічкових конвеєрах, тістові заготовки поступово висушуються. Залежно від асортименту продукції та продуктивності лінії до її складу можуть входити дві або три послідовно встановлені стрічкові конвеєрні сушарки, у яких здійснюється попереднє та кінцеве сушіння.

Після завершення сушіння нагріті вироби елеватором 21 і рухомим стрічковим конвеєром 22 подаються до бункерів 26 накопичувача-стабілізатора. У

цих бункерах продукція поступово охолоджується до температури виробничого приміщення, а також відбувається вирівнювання її вологовмісту.

Готові макаронні вироби системою конвеєрів 27 подаються до фасувальної машини 28, де пакуються у картонні коробки або пакети з полімерної плівки. Далі у машині 29 пакети укладаються в торговельну тару, після чого продукцію направляють на склад готової продукції.

2.2 Пропозиції щодо модернізації технологічної лінії з виробництва макаронних виробів

За результатами аналізу досліджуваної технологічної схеми виробництва короткорізаних макаронних виробів, складу встановленого обладнання та особливостей проходження основних технологічних операцій встановлено, що одним із найбільш відповідальних етапів є перехід сирих виробів після пресування та різання до процесу сушіння. Саме на цій стадії макаронні вироби мають підвищену вологість, недостатню механічну міцність і схильність до деформації та злипання між собою.

Особливої уваги потребує процес подачі сирих короткорізаних виробів до сушарки. За недостатнього попереднього підсушування поверхневий шар виробів залишається вологим і липким, що може призводити до їх злипання, налипання на робочі поверхні транспортуючих органів, нерівномірного розподілу по сушильному транспортеру та погіршення умов подальшого сушіння. Унаслідок цього зростає кількість деформованих і пошкоджених виробів, знижується їх міцність, погіршується зовнішній вигляд і збільшується частка браку.

Для усунення зазначених недоліків доцільним є встановлення перед основною сушаркою установки вібраційного типу для попереднього підсушування макаронних виробів. Така установка забезпечує інтенсивне, але рівномірне обдування сирих виробів повітрям, сприяє утворенню на їх поверхні тонкої підсушеної скоринки та одночасно запобігає їх злипанню завдяки вібраційному переміщенню. Це дозволяє краще підготувати вироби до основного сушіння та

забезпечити більш стабільний перебіг технологічного процесу.

Для модернізації технологічної лінії запропоновано використати установку вібраційного типу для попереднього сушіння макаронних виробів фірми «Брайбанті». Вибір такого обладнання обґрунтовується його технологічною доцільністю, оскільки воно дає змогу підвищити якість попередньої обробки сирих виробів, забезпечити рівномірний розподіл продукції перед подачею до сушарки, зменшити ризик злипання та деформації, а також підвищити міцність готових макаронних виробів.

Впровадження установки попереднього вібраційного підсушування дозволить покращити структурно-механічні властивості макаронних виробів, знизити кількість браку, забезпечити стабільніші режими основного сушіння та підвищити якість готової продукції. У результаті модернізація сприятиме зменшенню виробничих втрат, підвищенню ефективності роботи технологічної лінії, отриманню економічного ефекту для господарства та зростанню конкурентоспроможності продукції на ринку.

2.3 Характеристика технологічної лінії після модернізації

На рисунку 2.2 подано машинно-апаратурну схему технологічної лінії виробництва макаронних виробів після проведення модернізації.

Будова та принцип роботи модернізованої лінії полягають у такому. Автоборошновоз під’єднують до борошноприймального щитка 6, через який борошно подається до одного із силосів 5 для зберігання. Із силосів борошно вивантажується шнековими живильниками 4 у необхідних пропорціях, після чого змішується за допомогою гвинтового конвеєра 3. Далі воно проходить контрольне просіювання у відцентровому просіювачі 2 і через роторний живильник за допомогою повітродувки 1 транспортується у тістомісильне відділення. У циклоні 7 відбувається відокремлення борошна від транспортуючого повітря.

Частину води та збагачувальні добавки через дозатори 28 подають у змішувач 27, де готується концентрована емульсія. Потім насосом 26 емульсію разом із

рештою води направляють у витратний бак 21, який обладнаний терморегулювальною сорочкою. Із цього бака готова емульсія насосом 19 подається до тістомісильного відділення.

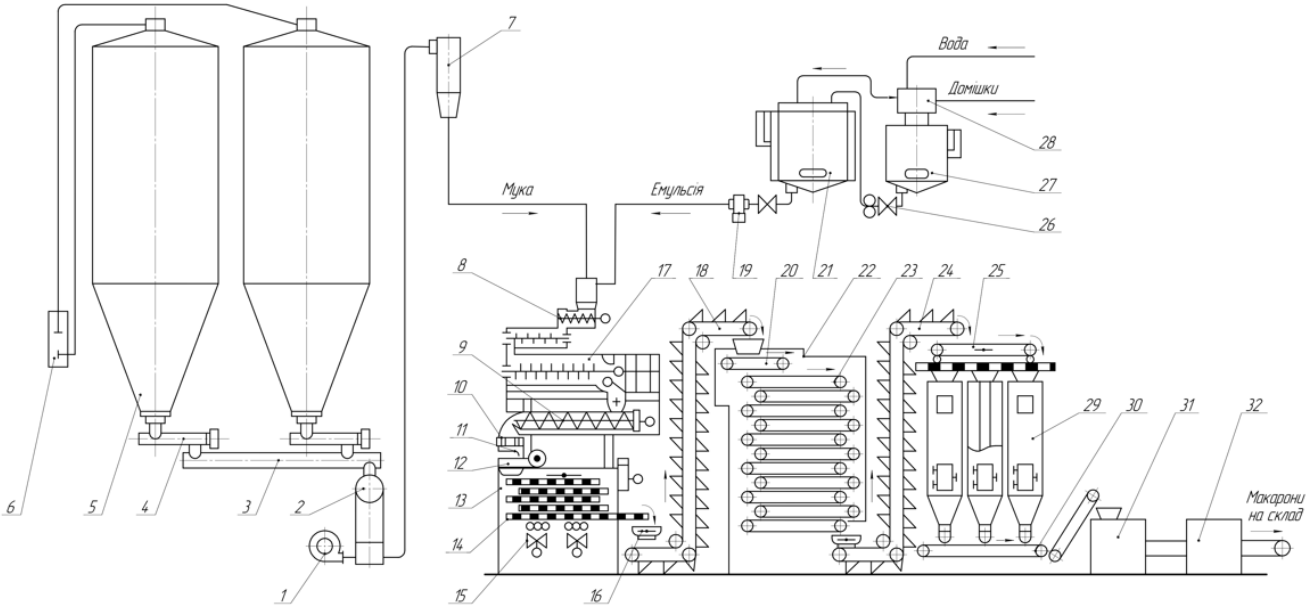


Рисунок 2.2 – Машинно-апаратурна схема лінії виробництва макаронних виробів після модернізації

Борошно та емульсія за допомогою дозаторів 8 безперервно надходять у тістозмішувач 17. Конструкція тістозмішувача передбачає три окремі камери, через які суміш проходить послідовно. Це дає змогу збільшити тривалість замішування до 20 хвилин і забезпечити більш рівномірне зволоження частинок борошна. На кінцевій стадії замісу в останній камері суміш піддається вакуумуванню за допомогою вакуум-насоса. Завдяки цьому з макаронного тіста видаляються повітряні включення, формується щільніша структура, а висушені вироби в подальшому характеризуються більш рівномірною міцністю та відсутністю внутрішніх порожнин.

Після замішування суміш надходить до шнеків макаронного преса 9. На початку шнекової зони вона інтенсивно перемішується, а під час переміщення шнековим каналом до формувальних отворів матриці поступово ущільнюється та перетворюється на зв’язану пластифіковану масу – макаронне тісто. У

передматричній камері преса створюється тиск 6 – 12 МПа, під дією якого через матрицю 10 випресовуються сирі тістові пасма.

Ножі 11, що обертаються у площині вихідних отворів матриці, розрізають тістовий потік на заготовки необхідної довжини. Одночасно заготовки обдуваються повітрям із кільцевого сопла 12, що сприяє частковому підсушуванню їх поверхні та запобігає злипанню.

Після формування сирі заготовки макаронних виробів надходять у лоток вібраційного підсушувача 13. У цій секції продукт переміщується по п’яти вібруючих ситах 15, обдувається повітрям, яке подається вентилятором і підігрівається калорифером 14, унаслідок чого відбувається попереднє підсушування поверхні виробів. Встановлення вібраційного підсушувача є основним елементом модернізації, оскільки він забезпечує рівномірне розподілення заготовок, знижує ризик їх злипання та покращує умови подальшого сушіння.

Після попереднього підсушування потік тістових заготовок надходить у вібролоток 16, а далі елеватором 18 транспортується до розподільного пристрою 20. Цей пристрій рівномірно розподіляє заготовки шаром однакової товщини по всій площі верхнього ярусу сушарки 22. Переміщуючись зверху вниз по стрічкових конвеєрах, тістові заготовки поступово висушуються. Залежно від асортименту продукції та продуктивності лінії до її складу можуть входити дві або три послідовно встановлені стрічкові конвеєрні сушарки, у яких здійснюються попереднє та кінцеве сушіння.

Після сушіння нагріті вироби елеватором 24 і рухомим стрічковим конвеєром 25 подаються до бункерів 29 накопичувача-стабілізатора. У цих бункерах продукція поступово охолоджується до температури виробничого приміщення, а також відбувається вирівнювання вологовмісту виробів по всьому об’єму.

Охолоджені готові вироби системою конвеєрів 30 направляються до фасувальної машини 31, де пакуються у картонні коробки або пакети з полімерної плівки. Після цього у машині 32 пакети укладаються в торговельну тару, а готова продукція направляється на склад для подальшого зберігання та реалізації.

2.4 Характеристика короткорізаних макаронних виробів

Короткорізані макаронні вироби є однією з найбільш поширених груп макаронної продукції, що виготовляється з пшеничного борошна та питної води з можливим додаванням додаткової сировини і смакових добавок. Відповідно до ДСТУ 7043:2020 «Вироби макаронні. Загальні технічні умови», макаронні вироби повинні виготовлятися за встановленими рецептурами та технологічними інструкціями, а їх якість має відповідати вимогам чинної нормативної документації [1].

До короткорізаних макаронних виробів належать вироби невеликої довжини, які після формування розрізаються на окремі заготовки заданого розміру. До цієї групи відносять ріжки, пера, спіралі, черепашки, фігурні вироби, коротку вермішель, супові засипки та інші види продукції. Вони відрізняються формою, розмірами, товщиною стінок, способом формування та кулінарним призначенням [2].

Короткорізані макаронні вироби користуються стабільним попитом серед споживачів завдяки зручності використання, швидкому приготуванню, можливості застосування у перших і других стравах, гарнірах, запіканках, салатах та продуктах швидкого приготування. Вони добре зберігаються, зручні для фасування, транспортування і реалізації у споживчій тарі [2].

За формою короткорізані вироби можуть бути трубчастими, ниткоподібними, стрічкоподібними та фігурними. Трубчасті вироби мають порожнисту структуру і можуть виготовлятися у вигляді ріжків, пер або трубочок різного діаметра. Фігурні вироби отримують шляхом продавлювання тіста через матриці складної форми, що дає змогу виготовляти продукцію у вигляді спіралей, черепашок, бантиків, зірочок та інших форм [1, 2].

Основною сировиною для виробництва короткорізаних макаронних виробів є пшеничне борошно та питна вода. Якість борошна має вирішальне значення для формування структури тіста, міцності, кольору, стану поверхні та варильних властивостей готових виробів. Борошно з добрими клейковинними властивостями

забезпечує утворення пружного тіста, яке добре формується, не розривається під час пресування і зберігає форму після сушіння та варіння [3].

Питна вода використовується для замішування тіста, зволоження частинок борошна, набухання білків і крохмалю та формування необхідної консистенції тістової маси. Якість води впливає на перебіг технологічного процесу, безпечність готової продукції та стабільність її споживчих властивостей [1, 3].

Для покращення харчової цінності, смаку, кольору та розширення асортименту короткорізаних макаронних виробів можуть використовуватися яєчні, молочні, овочеві, білкові та інші добавки. Застосування додаткової сировини дає змогу створювати вироби підвищеної харчової цінності, функціонального спрямування або покращеного зовнішнього вигляду [4].

Технологічний процес виробництва короткорізаних виробів має певні особливості. Після замішування тісто ущільнюється у шнековій камері макаронного преса та продавлюється через отвори матриці. Форма отворів матриці визначає форму готових заготовок. Після виходу з матриці вироби розрізаються ножовим механізмом на відрізки необхідної довжини, після чого направляються на попереднє підсушування або безпосередньо до сушильного обладнання [5].

Однією з важливих технологічних вимог до короткорізаних виробів є запобігання їх злипанню після формування. Сирі макаронні заготовки мають підвищену вологість і недостатню механічну міцність, тому під час транспортування до сушарки вони можуть злипатися, деформуватися або нерівномірно розподілятися по сушильній поверхні. У зв’язку з цим важливим технологічним прийомом є часткове попереднє підсушування виробів перед основним сушінням [5].

Сушіння є найбільш відповідальним етапом виробництва короткорізаних макаронних виробів. Під час сушіння відбувається видалення надлишкової вологи, закріплення форми виробів і створення умов для тривалого зберігання. Неправильно підібрані режими сушіння можуть спричинити утворення тріщин, ламкість, деформацію або погіршення варильних властивостей. Занадто інтенсивне сушіння призводить до появи внутрішніх напружень у виробах, а надто повільне

може створити умови для мікробіологічного псування [5, 6].

Готові короткорізані макаронні вироби повинні мати правильну форму, відповідну довжину, рівномірний колір, гладку або злегка шорстку поверхню, склоподібний злам, достатню механічну міцність і не повинні мати стороннього запаху чи присмаку. Після варіння якісні вироби мають зберігати форму, не злипатися між собою, не розварюватися та не утворювати значної кількості клейкої маси, рисунок 2.3 [1].



Рисунок 2.3 – Характеристика, асортимент, сировина та основні показники якості короткорізаних макаронних виробів

Харчова цінність короткорізаних макаронних виробів зумовлена переважно високим вмістом вуглеводів, наявністю рослинного білка, невеликої кількості жирів, мінеральних речовин і вітамінів групи В. Вони є енергетично цінним продуктом і можуть використовуватися у повсякденному харчуванні різних груп населення. Залежно від рецептури, виду борошна та внесених добавок харчова цінність виробів може бути підвищена за рахунок білкових, овочевих, вітамінно-мінеральних або інших збагачувальних компонентів [3, 4].

Отже, короткорізані макаронні вироби є важливою групою макаронної продукції, яка характеризується широким асортиментом, зручністю використання, високою харчовою цінністю та стабільним споживчим попитом. Їх якість формується на всіх етапах технологічного процесу — від підготовки сировини та замішування тіста до формування, попереднього підсушування, сушіння, охолодження і пакування. Особливу увагу під час виробництва необхідно приділяти міцності виробів, рівномірності сушіння, попередженню злипання та забезпеченню відповідності готової продукції вимогам нормативної документації [1, 5, 6].

Висновки за розділом

Охарактеризовано досліджувану технологічну лінію виробництва макаронних виробів та визначено основні етапи процесу: підготовку сировини, замішування тіста, пресування, різання, сушіння, охолодження, відбраковування та пакування готової продукції.

Встановлено, що найбільш відповідальним етапом виробництва короткорізаних макаронних виробів є перехід сирих заготовок після пресування і різання до сушіння, оскільки саме на цій стадії можливе їх злипання, деформація та нерівномірний розподіл по сушильній поверхні.

Обґрунтовано доцільність модернізації лінії шляхом встановлення вібраційного підсушувача перед основною сушаркою. Це дозволяє попередньо

підсушити поверхню виробів, зменшити ризик їх злипання, покращити умови сушіння та підвищити якість готової продукції.

Охарактеризовано технологічну лінію після модернізації та встановлено, що запропоноване обладнання сприяє рівномірному переміщенню і підсушуванню заготовок, зниженню кількості браку та стабілізації технологічного процесу.

Отже, запропонована модернізація є технологічно обґрунтованою, оскільки спрямована на підвищення міцності короткорізаних макаронних виробів, покращення їх зовнішнього вигляду, зменшення виробничих втрат і підвищення конкурентоспроможності продукції.

3 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічний розрахунок

Продуктовий розрахунок технологічної лінії з виробництва короткорізаних макаронних виробів виконано з метою визначення витрат основної сировини, кількості води для замішування тіста, маси сирих тістових заготовок, кількості вологи, що видаляється під час попереднього підсушування та основного сушіння, а також орієнтовного виходу готової продукції.

Розрахунок виконано на 100 кг пшеничного борошна. Виробництво здійснюється за технологічною схемою, яка передбачає підготовку борошна, приготування емульсії, дозування компонентів, замішування тіста, вакуумування, пресування, різання, попереднє підсушування у вібраційному підсушувачі, основне сушіння, охолодження, стабілізацію та фасування готових виробів.

Для проведення продуктового розрахунку приймаємо такі вихідні дані:

- маса пшеничного борошна – 100 кг;
- вологість пшеничного борошна – 14,5 %;
- вологість макаронного тіста після замішування – 31,0 %;
- вологість готових макаронних виробів – 13,0 %;
- втрати сухих речовин під час виробництва – 1,0 %;
- кількість вологи, що видаляється у вібраційному підсушувачі, – 2,0 % від маси сирих тістових заготовок.

Кількість сухих речовин у борошні визначаємо за формулою:

$$CP_б = M_б \cdot \frac{100 - W_б}{100}, \tag{3.1}$$

де $CP_б$ – кількість сухих речовин у борошні, кг;

$M_б$ – маса борошна, кг;

$W_б$ – вологість борошна, %.

$$CP_{б} = 100 \cdot \frac{100 - 14,5}{100} = 85,5 \quad \text{кг}$$

Кількість вологи у борошні:

$$M_{в.б} = 100 - 85,50 = 14,5 \text{ кг}$$

Отже, у 100 кг пшеничного борошна міститься 85,5 кг сухих речовин і 14,5 кг вологи.

Кількість води, необхідної для отримання макаронного тіста вологістю 31,0 %, визначаємо з рівняння матеріального балансу:

$$W_{т} = \frac{M_{в.б} + M_{в}}{M_{в} + M_{б}} \cdot 100, \tag{3.2}$$

де $W_{т}$ – вологість тіста, %;

$M_{в.б}$ – кількість вологи у борошні, кг;

$M_{в}$ – кількість води, що додається під час замішування, кг.

$$31 = \frac{14,5 + M_{в}}{100 + M_{в}} \cdot 100,$$

$$0,31(100 + M_{в}) = 14,5 + M_{в},$$

$$M_{в} = \frac{16,5}{0,69} = 23,9 \quad \text{кг}$$

Отже, для замішування тіста на 100 кг борошна необхідно використати 23,9 кг питної води.

Маса сирого макаронного тіста визначається як сума маси борошна та води:

$$M_т = M_б + M_в, \tag{3.3}$$

$$M_т = 100 + 23,9 = 123,9 \text{ кг}$$

Кількість вологи у сирому макаронному тісті:

$$M_{в.т} = M_т - CP_б, \tag{3.4}$$

$$M_{в.т} = 123,9 - 85,5 = 38,4 \text{ кг}$$

Отже, з 100 кг борошна та 23,9 кг води утворюється 123,9 кг сирого макаронного тіста вологістю 31,0 %.

Після пресування та різання сирі короткорізані макаронні вироби надходять у вібраційний підсушувач. У ньому заготовки переміщуються по вібруючих ситах і обдуваються підігрітим повітрям, унаслідок чого з їх поверхні видаляється частина вологи. Це запобігає злипанню виробів і покращує умови подальшого сушіння.

Кількість вологи, що видаляється у вібраційному підсушувачі:

$$M_{в.підс} = M_т \cdot \frac{2}{100}, \tag{3.5}$$

$$M_{в.підс} = 123,9 \cdot 0,02 = 2,48 \text{ кг}$$

Маса виробів після попереднього підсушування:

$$M_{підс} = M_т - M_{в.підс}, \tag{3.6}$$

$$M_{підс} = 123,9 - 2,48 = 121,42 \text{ кг}$$

Кількість вологи у виробах після попереднього підсушування:

$$M_{в.п.підс} = 38,4 - 2,48 = 35,92 \text{ кг}$$

Вологість виробів після попереднього підсушування:

$$W_{підс} = \frac{35,92}{121,42} \cdot 100 = 29,6\ \%$$

Отже, після проходження вібраційного підсушувача маса короткорізаних макаронних заготовок становить 121,42 кг, а їх вологість знижується приблизно до 29,6 %.

Під час виробництва можливі втрати сухих речовин у вигляді борошняного пилу, крихти, залишків тіста на робочих органах обладнання, втрат під час транспортування, сушіння та пакування. Приймаємо загальні втрати сухих речовин на рівні 1,0 % від їх початкової кількості.

$$Вт_{ср} = СР_{б} \cdot \frac{1}{100}, \tag{3.7}$$

$$Вт_{ср} = 85,5 \cdot \frac{1}{100} = 0,86\ \text{кг}$$

Кількість сухих речовин, що переходить у готову продукцію:

$$СР_{г.в} = 85,5 - 0,86 = 84,64\ \text{кг}$$

Масу готових виробів за вологості 13,0 % визначаємо за формулою:

$$М_{г.в} = \frac{СР_{г.в} \cdot 100}{100 - W_{г.п}}, \tag{3.8}$$

де $М_{г.в}$ – маса готової продукції, кг;

$СР_{г.в}$ – кількість сухих речовин у готовій продукції, кг;

$W_{г.п}$ – вологість готових виробів, %.

$$M_{г.в} = \frac{84,64 \cdot 100}{100 - 13} = 97,3 \text{ кг}$$

Отже, вихід готових короткорізаних макаронних виробів із 100 кг борошна становить 97,3 кг.

Кількість вологи у готових макаронних виробах:

$$M_{в.г.п} = M_{г.п} \cdot \frac{W_{г.п}}{100}, \quad (3.9)$$

$$M_{в.г.п} = 97,3 \cdot \frac{13}{100} \text{ кг}$$

Загальна кількість вологи, яку необхідно видалити під час попереднього підсушування та основного сушіння:

$$M_{в.вид} = M_{в.т} - M_{в.г.п}, \quad (3.10)$$

$$M_{в.вид} = 38,4 - 12,65 = 25,75 \text{ кг}$$

Кількість вологи, що видаляється в основній сушарці:

$$M_{в.суш} = M_{в.вид} - M_{в.підс}, \quad (3.11)$$

$$M_{в.суш} = 25,75 - 2,48 = 23,27 \text{ кг}$$

Отже, під час основного сушіння необхідно видалити приблизно 23,27 кг вологи.

Таблиця 3.1 – Продуктовий баланс виробництва короткорізаних макаронних виробів на 100 кг борошна

Показник	Значення
Маса пшеничного борошна, кг	100,00
Вологість борошна, %	14,50
Сухі речовини у борошні, кг	85,50
Волога у борошні, кг	14,50
Кількість води для замішування, кг	23,90
Маса сирого макаронного тіста, кг	123,90
Вологість сирого тіста, %	31,00
Волога у сирому тісті, кг	38,40
Волога, видалена у вібраційному підсушувачі, кг	2,48
Маса виробів після попереднього підсушування, кг	121,42
Вологість виробів після попереднього підсушування, %	29,60
Втрати сухих речовин під час виробництва, кг	0,86
Сухі речовини у готовій продукції, кг	84,64
Вологість готових виробів, %	13,00
Вихід готових короткорізаних макаронних виробів, кг	97,30
Загальна кількість видаленої вологи, кг	25,75
Волога, видалена в основній сушарці, кг	23,27

За результатами продуктового розрахунку встановлено, що для виробництва короткорізаних макаронних виробів із 100 кг пшеничного борошна необхідно використати 23,9 кг питної води. У результаті замішування утворюється 123,9 кг сирого макаронного тіста вологістю 31,0 %.

Після пресування та різання сирі заготовки надходять до вібраційного підсушувача, де з них видаляється близько 2,48 кг вологи. Завдяки цьому маса виробів зменшується до 121,42 кг, а їх вологість – до 29,6 %. Попереднє підсушування сприяє утворенню підсушеної поверхні, знижує ризик злипання короткорізаних виробів і забезпечує більш рівномірне надходження продукції до основної сушарки.

Під час основного сушіння видаляється ще 23,27 кг вологи. З урахуванням виробничих втрат сухих речовин на рівні 1,0 % вихід готових короткорізаних макаронних виробів вологістю 13,0 % становить 97,3 кг на 100 кг борошна.

Отримані результати підтверджують технологічну доцільність використання вібраційного підсушувача у складі модернізованої лінії.

3.2 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання

Перевірочний розрахунок кількості обладнання виконано з метою встановлення достатності основних машин та апаратів модернізованої технологічної лінії для виробництва короткорізаних макаронних виробів. Розрахунок проведено на основі продуктового балансу на 100 кг пшеничного борошна.

За результатами продуктового розрахунку встановлено, що з 100 кг борошна отримують:

- кількість води для замішування тіста – 23,9 кг;
- маса сирого макаронного тіста – 123,9 кг;
- маса виробів після попереднього підсушування – 121,42 кг;
- вихід готових короткорізаних макаронних виробів – 97,3 кг;
- кількість вологи, що видаляється у вібраційному підсушувачі – 2,48 кг;
- кількість вологи, що видаляється в основній сушарці – 23,27 кг.

Для перевірочного розрахунку приймаємо умовну продуктивність лінії за борошном, $G_б = 100$ кг/год.

Тоді годинна продуктивність лінії за готовою продукцією становитиме, $G_{г.п} = 97{,}3$ кг/год.

Кількість обладнання визначають за формулою:

$$n = \frac{G}{Q \cdot K_в}, \tag{3.12}$$

де n – необхідна кількість одиниць обладнання;

G – кількість продукту, що надходить на відповідну операцію, кг/год;

Q – паспортна продуктивність обладнання, кг/год;

$K_в$ – коефіцієнт використання обладнання.

Для харчових виробництв коефіцієнт використання обладнання приймаємо, $K_в = 0,85$.

На операцію пресування надходить сире макаронне тісто масою, $G_т = 123,9$ кг/год.

Для формування короткорізаних макаронних виробів використовується макаронний прес ЛПШ-1000. Його продуктивність приймаємо, $G_т = 123,9$ кг/год.

Необхідна кількість пресів:

$$n_{пр} = \frac{123,9}{1000 \cdot 0,85} = \frac{123,9}{850} = 0,15$$

Приймаємо до встановлення, $n_{пр} = 1$шт.

Отже, одного макаронного преса ЛПШ-1000 достатньо для забезпечення роботи технологічної лінії.

У тістозмішувач надходять борошно і підготовлена емульсія. Загальна маса тіста після замішування становить, $G_т = 123,9$ кг/год.

Оскільки тістозмішувач конструктивно входить до складу макаронного преса ЛПШ-1000 і працює в одному технологічному потоці з ним, його продуктивність узгоджена з продуктивністю преса.

Необхідна кількість тістозмішувачів, $n_{тм} = 1$ шт.

Отже, встановлений тістозмішувач забезпечує необхідне замішування тіста для прийнятої продуктивності лінії.

У вібраційний підсушувач надходять сирі короткорізані заготовки після пресування і різання, $G_{підс} = 123,9$ кг/год.

У підсушувачі видаляється близько 2 % вологи, тобто, $G_{в.підс} = 2,48$ кг/год.

Маса продукту після попереднього підсушування становить, $G_{після.підс} = 121,42$ G кг/год.

Приймаємо, що вібраційний підсушувач фірмийбанті» працює у складі автоматизованої лінії та узгоджений із продуктивністю макаронного преса. Тому для забезпечення безперервного попереднього підсушування достатньо однієї установки, $n_{підс} = 1$ шт.

Встановлення одного вібраційного підсушувача забезпечує попереднє видалення вологи з поверхні сирих виробів, зменшує ризик їх злипання та покращує умови подальшого сушіння.

В основну сушарку надходить продукт після попереднього підсушування, $G_{суш} = 121,42$ кг/год.

Під час основного сушіння необхідно видалити, $G_{в.суш} = 23,27$ кг/год.

Після сушіння маса продукту зменшується до, $G_{після.суш} = 121,42 - 23,27 = 98,15$ кг/год.

Для сушіння короткорізаних макаронних виробів використовується конвеєрна сушарка СПК-4Г-45. Оскільки сушарка призначена для безперервного сушіння макаронних виробів і працює у складі лінії після преса та вібраційного підсушувача, приймаємо до встановлення одну сушарку, $n_{суш} = 1$ шт.

Отже, одна конвеєрна сушарка СПК-4Г-45 забезпечує видалення основної кількості вологи та доведення виробів до стандартної вологості.

Після сушіння нагріті макаронні вироби надходять у накопичувач-стабілізатор, де відбувається поступове охолодження та вирівнювання вологовмісту.

Маса продукту, що надходить у стабілізатор, $G_{ст} = 98,15$ кг/год.

Оскільки накопичувач-стабілізатор працює після сушарки та забезпечує безперервне приймання висушених виробів, його кількість приймаємо відповідно до технологічної схеми, $n_{ст} = 1$ комплект.

На фасування надходить готова продукція масою, $G_{ф} = 97,3$ кг/год.

Фасувальна машина повинна забезпечувати пакування всієї кількості готових короткорізаних макаронних виробів, що надходять із лінії. За умови безперервної

роботи лінії та прийнятої продуктивності достатньо однієї фасувальної машини, $n_{ф} = 1$ шт.

Таблиця 3.2 – Перевірочний розрахунок кількості основного обладнання

Найменування обладнання	Продукт, що надходить на операцію	Кількість продукту, кг/год	Прийнята кількість, шт.
Борошноприймальний щиток	Борошно	100,00	1
Силос для борошна	Борошно	100,00	1
Відцентровий просіювач	Борошно	100,00	1
Дозатори борошна і води	Борошно, вода, емульсія	123,90	1 комплект
Тістозмішувач	Макаронне тісто	123,90	1
Макаронний прес ЛПШ-1000	Макаронне тісто	123,90	1
Різальний механізм	Сирі тістові заготовки	123,90	1
Вібраційний підсушувач «Брайбанті»	Сирі короткорізані заготовки	123,90	1
Конвеєрна сушарка СПК-4Г-45	Підсушені заготовки	121,42	1
Накопичувач-стабілізатор	Висушені вироби	98,15	1 комплект
Фасувальна машина	Готові вироби	97,30	1
Машина для пакування у торговельну тару	Фасована продукція	97,30	1

За результатами перевірочного розрахунку встановлено, що для забезпечення виробництва короткорізаних макаронних виробів із розрахунку на 100 кг борошна достатньо одного комплекту основного технологічного обладнання. Один макаронний прес ЛПШ-1000 забезпечує необхідну продуктивність за сирим тістом, оскільки розрахункове навантаження на прес становить лише 0,15 одиниці від його прийнятої продуктивності.

Для модернізованої лінії доцільно встановити одну установку вібраційного типу для попереднього підсушування макаронних виробів, одну конвеєрну

сушарку СПК-4Г-45, один накопичувач-стабілізатор і одну фасувальну машину. Запропонована кількість обладнання забезпечує послідовне виконання всіх технологічних операцій: підготовку сировини, замішування тіста, пресування, різання, попереднє підсушування, основне сушіння, стабілізацію, охолодження та пакування готової продукції.

Встановлення вібраційного підсушувача у складі лінії є технологічно обґрунтованим, оскільки він знижує вологість сирих виробів із 31,0 до 29,6 %, запобігає їх злипанню, забезпечує рівномірне надходження заготовок до сушарки та сприяє підвищенню якості готових короткорізаних макаронних виробів.

3.3 Характеристика основного технологічного обладнання лінії

Прес ЛПШ-1000, зображений на рисунку 3.1, належить до універсального обладнання, оскільки може комплектуватися різними формувальними вузлами. Залежно від виду продукції він оснащується двома пресувальними головками для круглих матриць із механізмами їх заміни, обдувальними пристроями та різальними механізмами для кожної головки. Також можливе встановлення тубуса 7 для двох прямокутних матриць 8 із механізмом їх заміни та обдувальним пристроєм 9.

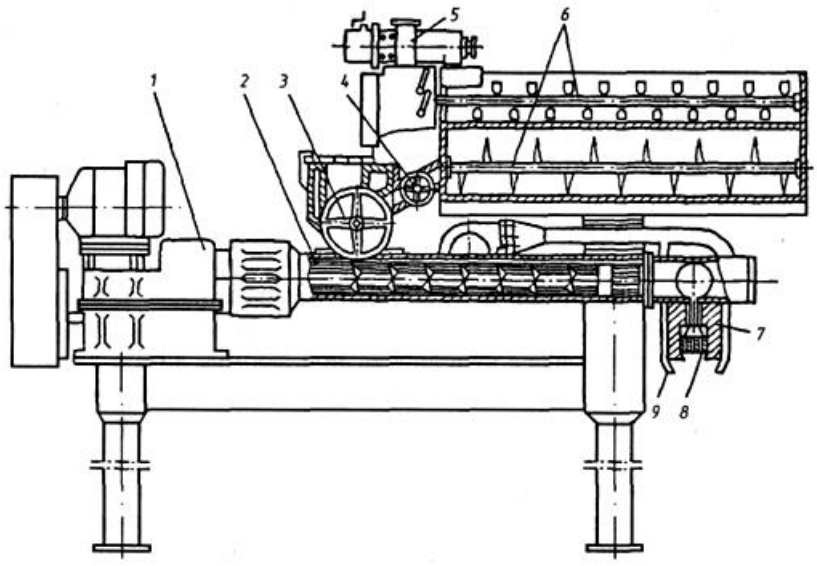


Рисунок 3.1 – Прес ЛПШ-1000

Дозувальний вузол 5 включає шнековий дозатор борошна та черпаковий дозатор води. Тістозмішувачі виконані у вигляді двох камер із нержавіючої сталі, у яких переміщення тістової маси забезпечується обертанням горизонтальних валів 6 із лопатками. Верхня мала камера призначена для первинного змішування борошна з водою, що надходять із дозаторів, а нижня здвоєна камера забезпечує подальше перемішування тіста до утворення дрібношматкової структури. Решітчасті кришки камер мають блокування з приводом тістозмішувачів, що підвищує безпечність роботи обладнання.

До вакуумованого тістозмішувача 3 тістова маса подається через роторний затвор 4. Вакуумований тістозмішувач розташований над пресувальними корпусами 2 перпендикулярно до осей верхніх камер. Він обладнаний щільною кришкою з органічного скла. Лопатки на валу третьої камери встановлені симетрично під певним кутом, що дає змогу рівномірно розділяти тісто на два потоки та направляти його до пресувальних корпусів від центральної частини до торцевих стінок.

Пароповітряна суміш із третьої камери видаляється вакуум-насосом через фільтр, установлений на кришці. Місильні вали двох верхніх тістозмішувачів і дозатор приводяться в дію від спільного привода. Ротор затвора та вал вакуумованого змішувача мають окремі індивідуальні приводи.

Пресувальні корпуси розміщені перпендикулярно до вакуумованої камери. На їх кінцях передбачені фланці для кріплення пресувальної головки та редуктора. Корпуси обладнані водяними сорочками з патрубками для подавання і відведення води. Кожен шнек працює від окремого індивідуального привода 1.

Пресувальні головки для круглих матриць із механізмами їх заміни, обдувальні пристрої та різальні механізми за конструкцією подібні до відповідних вузлів пресів продуктивністю 500 кг/год. Корпуси цих пристроїв можуть мати праве або ліве виконання.

Пресувальна головка тубусного типу є зварною конструкцією, що складається з труби діаметром 130 мм, двох патрубків, колектора та пристрою для утримання матриці. На кінцях патрубків розміщені фланці для приєднання до

пресувальних корпусів. Колектор містить 20 бронзових втулок із внутрішнім діаметром 22 мм, які забезпечують рівномірний розподіл тіста по всій довжині матриці. У корпус головки вмонтована масляна ванна з електронагрівачами, яка використовується для підігрівання тіста протягом 20 – 25 хвилин під час пуску преса.

Пристрій для утримання матриць призначений для встановлення двох прямокутних матриць і оснащений механізмом їх заміни. Обдувальний пристрій складається з відцентрового вентилятора, з'єднаного повітропроводом із розподільними каналами, які закріплені з обох боків механізму утримання матриць. У нижній частині каналів по всій довжині розташовані щілинні отвори, через які повітря подається на щойно випресовані вироби.

Тиск формування у пресах цієї конструкції становить 9 – 12 МПа. Це позитивно впливає на якість готових макаронних виробів, зокрема на один із головних показників – їх механічну міцність.

Установка для попереднього підсушування макаронних виробів призначена для первинного видалення частини вологи з поверхні сирих виробів. Основною метою її використання є запобігання злипанню макаронних виробів під час подальшого сушіння. Такі установки застосовують у складі автоматизованих ліній для виробництва короткорізаних макаронних виробів.

Установка попереднього підсушування фірми «Брайбанті» складається з двох однакових секцій – лівої та правої, які працюють одночасно, але незалежно одна від одної. Секції жорстко з'єднані між собою стяжками та мають спільну обшивку, завдяки чому установка має вигляд єдиної завершеної конструкції. Обладнання розміщується під майданчиком преса між його опорами.

Основними елементами установки, зображеної на рисунку 3.2, є блок сит із приводним механізмом, а також система обігріву і вентиляції. Кожна секція має зварний каркас 1, виготовлений зі сталевого кутникового прокату. Усередині секції одне над одним розміщено п'ять металевих вібруючих сит 8. Кожне сито являє собою сітку з нержавіючої сталі, натягнуту на дерев'яну прямокутну раму та закріплену в металевому каркасі.

На кінцях чотирьох верхніх сит за напрямком руху продукту передбачені прямокутні вікна, через які сирі макаронні вироби пересипаються з верхнього сита на нижче розташоване. Нижнє сито з'єднане з лотком 6, який виступає за межі камери з боку, протилежного завантаженню продукту.

На стінці каркаса з боку вивантаження виробів установлений привід сит. Він складається з електродвигуна, клинопасової передачі з двоступінчастими шківами, ексцентрикового вала та двох пар шатунів.

Перша пара шатунів з'єднана з набором першого, третього та п'ятого сит, а друга – з набором другого і четвертого сит. Під час роботи установки ці набори сит здійснюють зворотно-поступальні рухи у протилежних напрямках. Завдяки цьому сирі вироби переміщуються по першому, третьому та п'ятому ситах уперед, а по другому і четвертому – у зворотному напрямку.

Отже, проходячи послідовно по ситах зверху вниз, сирий продукт долає шлях близько 10 м. За цей час із макаронних виробів видаляється до 2 % вологи, що сприяє формуванню підсушеної поверхні та зменшенню ризику злипання.

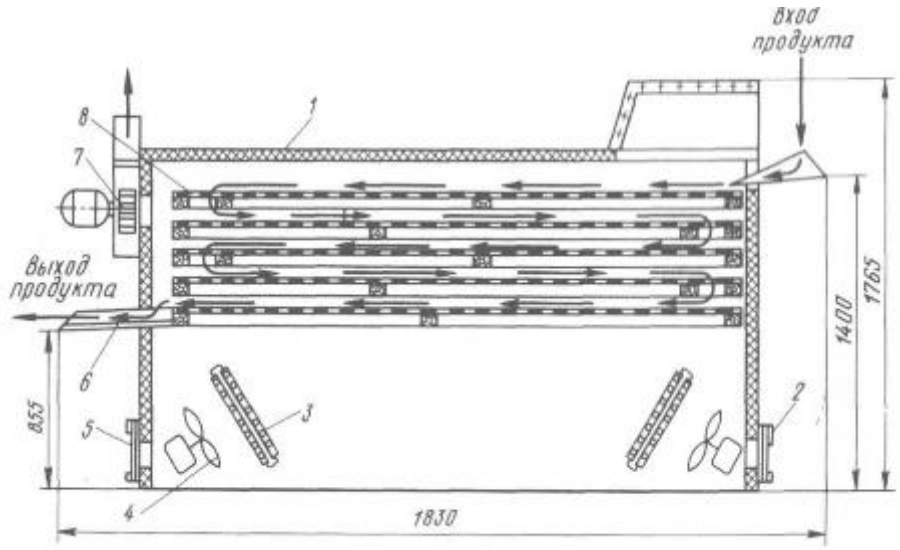


Рисунок 3.2 – Установка «Брайбанті» для попереднього підсушування макаронних виробів

На торцевих стінках каркаса кожної секції під ситами встановлено по два калорифери 3 і по два осьові восьмилопатеві вентилятори 4. У калорифери

подається гаряча вода температурою 90 °С у кількості 2,5 м³/год. Вентилятори безперервно подають гаряче повітря через блок сит. Забір повітря здійснюється з приміщення цеху через регулювальні шибери 2 і 5, розміщені в обшивці камери. Відцентровий вентилятор 7, установлений на торцевій стінці секції, призначений для видалення надлишку вологого відпрацьованого повітря.

Обшивка камери складається з дерев'яного каркаса, облицьованого з внутрішнього боку деревоволокнистими плитами товщиною 3 мм, а з зовнішнього – паперово-шаруватим пластиком. Між облицювальними шарами прокладено теплоізоляційний матеріал – пінопласт. Для зручного доступу до вентиляторів, електроприводів і калориферів стінки камери виконані знімними.

Сушарка СПК-4Г-45, наведена на рисунку 3.3, складається з п'яти стрічкових конвеєрів 4, двох приводних колонок 12, парових калориферів 2, вентиляційної системи 9 та пульта керування сушаркою.

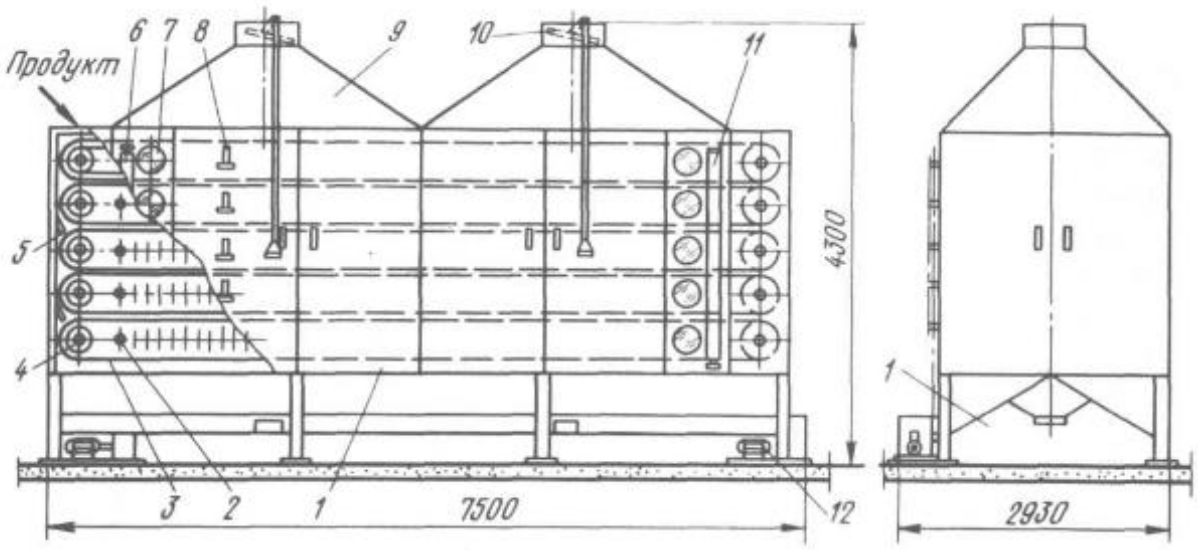


Рисунок 3.3 – Парова конвеєрна сушарка СПК-4Г-45

Каркас 1 сушарки має збірну металеву конструкцію, зовні облицьовану металевими щитами, і обладнаний дверима. Для контролю процесу сушіння, відбору проб, очищення сіток і виконання ремонтних робіт із бокових сторін сушарки встановлені знімні щити з оглядовими вікнами 7, а з торцевих сторін – двері.

Усередині сушарки одне під одним розміщені п’ять пар барабанів діаметром 340 мм. На барабани натягнуто металеву сітчасту стрічку 3 із нержавіючої сталі шириною 2000 мм. Загальна сушильна поверхня стрічок становить 45 м^2. Кожна пара барабанів зміщена відносно іншої по довжині, що забезпечує пересипання продукту з однієї стрічки на іншу.

Для очищення барабанів від налиплого продукту на всіх п’яти натяжних барабанах установлені скребки. У зонах пересипання виробів із верхньої стрічки на нижню розміщені поворотні напрямні шибери 5.

Нагрівання сушарки здійснюється паровими ребристими калориферами, які розташовані між ведучою і веденою гілками сітчастих стрічок усіх п’яти конвеєрів. Калорифер 2 кожного конвеєра складається з двох послідовно з’єднаних батарей. Кожна батарея включає дві поздовжні труби діаметром 44,5/39,5 мм з отворами, у які встановлено 16 поперечних труб діаметром 38/33 мм.

На поперечних трубах навито металеві смужки шириною 30 мм і товщиною 1 мм, які утворюють ребра в кількості 100 штук на 1 м довжини труби. Поверхня нагріву одного калорифера становить 140 м^2, а загальна поверхня нагріву калориферів сушарки – 700 м^2. Джерелом тепла є пара, що надходить від паросилової установки під тиском 0,3 – 0,8 МПа через трубопровід, регулювальний клапан, впускний колектор 6 і далі через впускні клапани до калориферів кожного ярусу.

Контроль тиску пари, яка надходить у сушарку, здійснюється манометрами ОБМ-160, установленими на впускному та випускному 11 колекторах.

Сушарка обладнана вентиляційною системою, що складається з двох витяжних камер, виготовлених із листової сталі товщиною 1,5 мм і розташованих над верхньою стрічкою сушарки. У кожній камері встановлено по одному осьовому вентилятору. Перед вентиляторами всередині витяжних камер розміщені поворотні шибери 10, за допомогою яких регулюють кількість відпрацьованого повітря, що видаляється.

Привід стрічкових конвеєрів сушарки здійснюється від двох приводних колонок 12. Від першої приводної колонки приводяться в рух перший, третій і

п’ятий стрічкові конвеєри. Обертання приводних барабанів передається від електродвигуна через клинопасову передачу, ланцюговий варіатор, ланцюгову передачу, черв’ячний редуктор і систему ланцюгових передач.

Від електродвигуна першої колонки через клинопасову передачу, черв’ячний редуктор і ланцюгову передачу також приводиться в обертання вал зі щітками, розташований наприкінці другого стрічкового конвеєра.

Друга приводна колонка має подібну конструкцію. Вона забезпечує привід другого та четвертого ведучих барабанів конвеєрних стрічок, а також обертання двох валів зі щітками, установлених у кінці першої та третьої стрічок.

Над трьома верхніми стрічками розміщені зворошувачі, які складаються з вала із закріпленими на ньому прутами. Вал установлений поперек стрічки, і під час його обертання прути перемішують макаронні вироби, що сушаться, запобігаючи утворенню злитків.

Сирі вироби за допомогою розкладчика надходять на верхню стрічку сушарки, де швидко переміщуються над калориферами верхнього ярусу. На цьому етапі випаровується понад третина вологи, яку необхідно видалити з продукту.

Після цього вироби переходять на другу стрічку, яка рухається повільніше та проходить над калориферами другого ярусу. Тут процес сушіння також відбувається досить інтенсивно, і з продукту видаляється ще приблизно третина вологи.

Далі макаронні вироби надходять на третю стрічку, швидкість руху якої ще нижча. На цьому етапі видаляється близько 4 % вологи. Четверта та п’ята стрічки мають найменшу швидкість руху, тому під час перебування на них продукт остаточно висушується до стандартної вологості.

У процесі пересипання макаронних виробів між стрічками утворюється дрібна борошняна крихта, яка проходить крізь комірки стрічок і збирається в нижній частині сушарки на піддонах. Сушильне повітря рухається через сушарку знизу вгору, нагрівається в калориферах і охолоджується під час проходження крізь конвеєрні стрічки з продуктом. Волога, що видаляється з макаронних виробів, разом із відпрацьованим повітрям виводиться в атмосферу за допомогою витяжних

вентиляторів.

3.4 Компонування технологічного обладнання у виробничому приміщенні цеху з виробництва макаронних виробів

Компонування технологічного обладнання у виробничому приміщенні цеху з виробництва короткорізаних макаронних виробів виконують з урахуванням послідовності технологічного процесу, габаритних розмірів машин і апаратів, необхідності забезпечення зручного обслуговування обладнання, дотримання санітарно-гігієнічних вимог, безпечних умов праці та раціонального переміщення сировини, напівфабрикатів і готової продукції.

Технологічна лінія після модернізації передбачає такі основні операції: підготовку борошна, приготування емульсії, дозування компонентів, замішування тіста, вакуумування, пресування, різання, попереднє підсушування у вібраційному підсушувачі, основне сушіння, охолодження та стабілізацію, фасування й пакування готових виробів.

Обладнання доцільно розміщувати за прямоточною схемою, що забезпечує послідовний рух продукту без зустрічних і перехресних потоків. На початку лінії розташовують обладнання для приймання та підготовки борошна, далі – дозувальні пристрої, змішувач емульсії, тістозмішувач і макаронний прес. Після преса встановлюють різальний механізм і вібраційний підсушувач, який є основним елементом модернізації. Далі за технологічним потоком розміщують конвеєрну сушарку, накопичувач-стабілізатор, систему транспортерів і фасувально-пакувальне обладнання.

Розташування обладнання повинно забезпечувати:

- безперервність технологічного процесу;
- мінімальну довжину транспортних переміщень продукту;
- зручність технічного обслуговування та санітарного очищення;
- доступ до робочих органів обладнання;

- можливість заміни матриць, очищення сит, сушильних стрічок і транспортерів;
- розділення потоків сировини, напівфабрикатів і готової продукції;
- безпечні проходи для персоналу.

Для обслуговування технологічної лінії передбачають основний прохід уздовж обладнання шириною не менше 1,5 м, допоміжні проходи між обладнанням і стінами – 0,8 – 1,0 м, а також вільні зони біля преса, сушарки, стабілізатора та фасувальної машини для виконання ремонтних і санітарних робіт.

Площу виробничого приміщення визначають за сумарною площею, яку займає встановлене обладнання, з урахуванням проходів, зон обслуговування, місць для ремонту, санітарного очищення та безпечної експлуатації.

Площа, яку займає одиниця обладнання, визначається за формулою:

$$F_i = L_i \cdot B_i, \tag{3.13}$$

де F_i – площа, яку займає одиниця обладнання, м²;

L_i – довжина обладнання, м;

B_i – ширина обладнання, м.

Загальна площа, яку займає обладнання:

$$F_{об} = \sum F_i, \tag{3.14}$$

Розрахункова площа виробничого приміщення з урахуванням проходів і зон обслуговування:

$$F_ц = F_{об} \cdot K, \tag{3.15}$$

де $F_ц$ – розрахункова площа цеху, м²;

$F_{об}$ – сумарна площа, яку займає обладнання, м²;

K – коефіцієнт запасу площі, що враховує проходи, зони обслуговування, санітарні розриви та ремонтні зони.

Для потокової лінії виробництва макаронних виробів приймаємо, $K = 3,0$.

Таблиця 3.3 – Габаритні розміри обладнання та площа, яку воно займає

Найменування обладнання	Кількість, шт.	Габаритні розміри, м	Площа одиниці, м^2	Загальна площа, м^2
Борошноприймальний щиток	1	1,0×0,6	0,60	0,60
Відцентровий просіювач	1	1,2×0,8	0,96	0,96
Циклон для відокремлення борошна від повітря	1	1,0×1,0	1,00	1,00
Змішувач для приготування емульсії	1	1,2×0,8	0,96	0,96
Витратний бак з терморегулювальною сорочкою	1	1,0×1,0	1,00	1,00
Дозувальні пристрої борошна, води та емульсії	1 комплект	1,5×0,8	1,20	1,20
Макаронний прес ЛПШ-1000 із тістозмішувачем	1	5,6×2,3	12,88	12,88
Вібраційний підсушувач «Брайбанті»	1	4,6×2,4	11,04	11,04
Вібролоток, елеватор і розподільний пристрій	1 комплект	3,0×1,2	3,60	3,60
Конвеєрна сушарка СПК-4Г-45	1	6,8×2,8	19,04	19,04
Накопичувач-стабілізатор	1	4,0×2,5	10,00	10,00
Система конвеєрів до фасування	1 комплект	5,0×0,8	4,00	4,00
Фасувальна машина	1	2,0 × 1,2	2,40	2,40
Машина для пакування у торговельну тару	1	2,0×1,4	2,80	2,80
Пульт керування	1	1,5×0,6	0,90	0,90
Разом				72,38

Сумарна площа, яку займає встановлене обладнання, $F_{об} = 72{,}38$ м^2.

Розрахункова площа виробничого приміщення з урахуванням проходів, зон обслуговування, ремонту та санітарного очищення, $F_ц = 72{,}38 \cdot 3{,}0 = 217{,}14$ м^2.

Отже, розрахункова площа виробничого приміщення становить, $F_ц = 217{,}14$ м^2.

Для компонування технологічної лінії приймаємо виробниче приміщення розмірами, $L = 30$ м, $B = 8$ м.

Тоді фактична площа приміщення становитиме:

$$F_ф = L \cdot B = 30 \cdot 8 = 240 \text{ м}^2$$

Порівнюємо фактичну площу з розрахунковою:

$$F_ф = 240 \text{ м}^2 > F_ц = 217{,}14 \text{ м}^2$$

Отже, прийнята площа виробничого приміщення 240 м^2 є достатньою для розміщення технологічного обладнання, забезпечення проходів, зон обслуговування, санітарного очищення та безпечної експлуатації лінії.

Висоту виробничого приміщення приймають з урахуванням найбільшої висоти встановленого обладнання, необхідного простору для монтажу, обслуговування, вентиляційних повітропроводів, освітлювальних приладів і безпечної роботи персоналу.

Необхідну висоту приміщення визначаємо за формулою:

$$H_{потр} = H_{об.max} + h_м + h_к \text{ ,} \qquad (3.16)$$

де $H_{потр}$ – необхідна висота приміщення, м;

$H_{об.max}$ – найбільша висота встановленого обладнання, м;

$h_м$ – монтажний і експлуатаційний запас над обладнанням, м;

$h_к$ – запас для розміщення вентиляційних каналів, освітлення та інженерних комунікацій, м.

Найбільшу висоту серед обладнання має накопичувач-стабілізатор та елементи сушильної частини лінії. Приймаємо, $H_{об.max} = 3,5$ м.

Монтажний та експлуатаційний запас, $h_м = 0,6$ м.

Запас для вентиляційних каналів, освітлення та інженерних комунікацій, $h_к = 0,5$ м.

Тоді,

$$H_{потр} = 3,5 + 0,6 + 0,5 = 4,6 \text{ м}$$

Відповідно до будівельно-технологічних вимог для виробничих приміщень висота повинна забезпечувати розміщення обладнання, інженерних комунікацій і безпечні умови праці. Для цеху з виробництва макаронних виробів приймаємо висоту приміщення, $H_ф = 4,8$ м.

Порівнюємо прийняту висоту з необхідною:

$$H_ф = 4,8 \text{ м} > H_{потр} = 4,6 \text{ м}$$

Отже, прийнята висота виробничого приміщення 4,8 м є достатньою для розміщення технологічного обладнання, вентиляційних систем, освітлення та забезпечення безпечного обслуговування лінії.

План виробничого приміщення цеху зображений на рисунку 3.4.

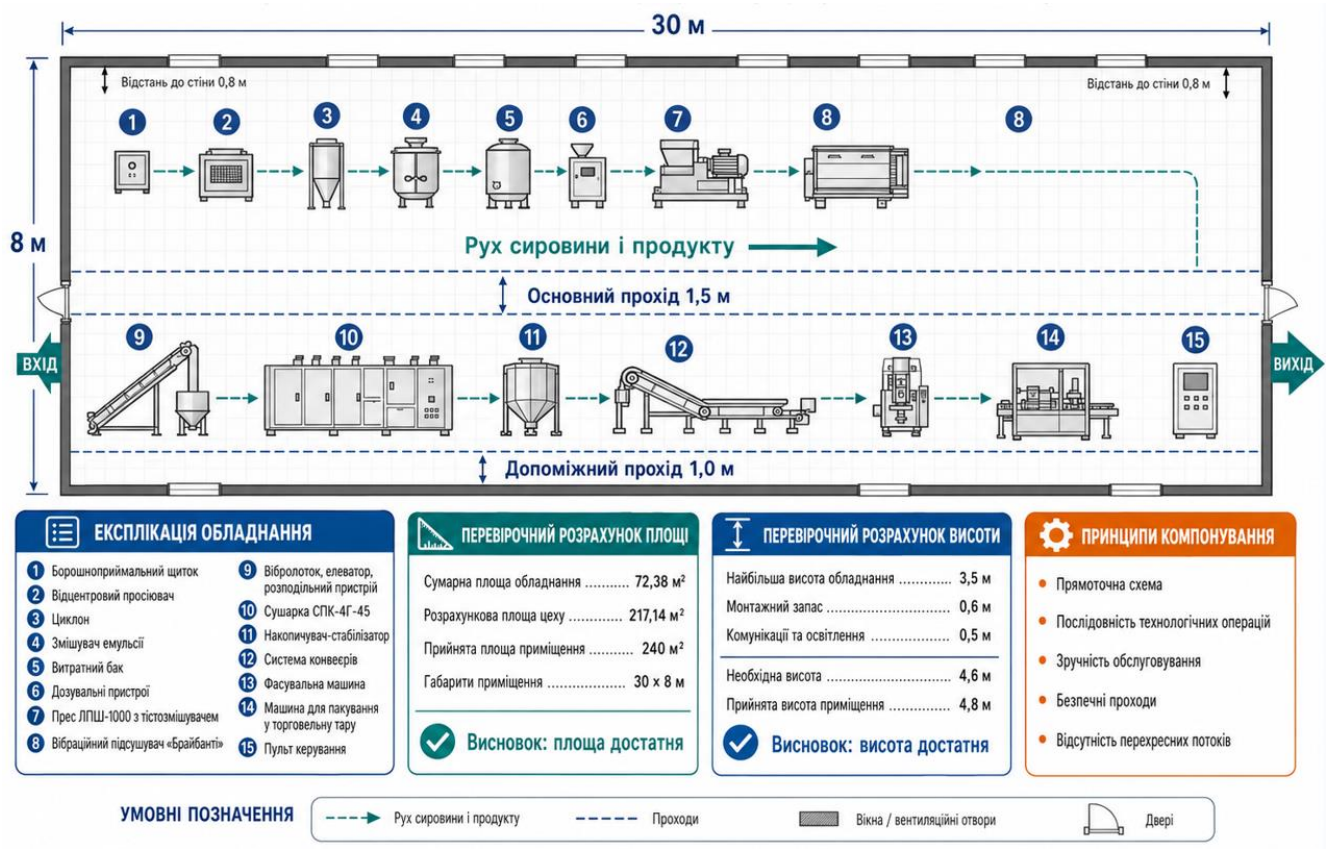


Рисунок 3.4 – План виробничого приміщення цеху

Компонування технологічного обладнання у виробничому приміщенні цеху з виробництва короткорізаних макаронних виробів виконано за прямоточною схемою, що забезпечує послідовний рух продукту від підготовки сировини до фасування готової продукції. Таке розміщення дає змогу уникнути перехрещення потоків сировини, напівфабрикатів і готових виробів, зменшити тривалість внутрішньоцехового транспортування та забезпечити зручне обслуговування обладнання.

За результатами перевірочного розрахунку встановлено, що сумарна площа, яку займає обладнання, становить 72,38 м^2. З урахуванням проходів, зон обслуговування, санітарного очищення та ремонту розрахункова площа виробничого приміщення становить 217,14 м^2. Прийняте приміщення розмірами 30×8 м має площу 240 м^2, що є достатнім для розміщення технологічної лінії.

Висновки за розділом

Виконано технологічний розрахунок лінії з виробництва короткорізаних макаронних виробів після модернізації. Встановлено, що для переробки 100 кг пшеничного борошна необхідно 23,9 кг води, при цьому утворюється 123,9 кг сирого тіста вологістю 31,0 %. Вихід готової продукції вологістю 13,0 % становить 97,3 кг.

Обґрунтовано доцільність встановлення вібраційного підсушувача «Брайбанті», який забезпечує попереднє видалення 2,48 кг вологи, знижує вологість заготовок до 29,6 %, запобігає їх злипанню та покращує умови подальшого сушіння.

Проведено перевірочний розрахунок обладнання та встановлено, що для роботи лінії достатньо одного комплекту основного технологічного обладнання: преса ЛПШ-1000, тістозмішувача, вібраційного підсушувача, сушарки СПК-4Г-45, накопичувача-стабілізатора і фасувально-пакувального обладнання.

Розроблено компонування обладнання у виробничому приміщенні за прямоточною схемою, що забезпечує послідовний рух продукту, зручність обслуговування, санітарного очищення та безпечну експлуатацію лінії.

За результатами розрахунків встановлено, що прийнята площа цеху 240 м^2 є достатньою, оскільки перевищує розрахункову площу 217,14 м^2. Прийнята висота приміщення 4,8 м також відповідає потребам виробництва, оскільки необхідна висота становить 4,6 м.

Отже, запропонована модернізація технологічної лінії є доцільною, оскільки сприяє зменшенню втрат, покращенню якості короткорізаних макаронних виробів, стабілізації процесу сушіння та підвищенню ефективності роботи цеху.

4 ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР

Впровадження елементів системи НАССР під час виробництва макаронних виробів є необхідним для забезпечення безпечності готової продукції на всіх етапах технологічного процесу. Система передбачає виявлення можливих небезпечних чинників, їх оцінювання та встановлення заходів контролю.

Під час виробництва короткорізаних макаронних виробів можливими небезпечними чинниками є біологічні, хімічні та фізичні ризики. Біологічні небезпеки можуть виникати внаслідок забруднення сировини або порушення санітарного стану обладнання. Хімічні ризики пов’язані з можливим потраплянням залишків мийних і дезінфекційних засобів, мастильних матеріалів або сторонніх домішок. Фізичні небезпеки можуть бути спричинені потраплянням металомагнітних домішок, частинок пакувальних матеріалів, скла або пластику.

Основними етапами контролю у виробництві макаронних виробів є приймання та зберігання борошна, просіювання і магнітне очищення, підготовка води та емульсії, замішування тіста, пресування, різання, попереднє підсушування, сушіння, охолодження, фасування та зберігання готової продукції.

Критичними контрольними точками доцільно визначити просіювання і магнітне очищення борошна, де контролюється відсутність сторонніх і металомагнітних домішок, а також процес сушіння, під час якого забезпечується досягнення нормативної вологості готових виробів. Важливим етапом є також фасування, оскільки на цій стадії необхідно запобігти повторному забрудненню продукції.

Для ефективного функціонування елементів системи НАССР необхідно дотримуватися санітарного стану обладнання і приміщень, контролювати якість сировини, вести виробничу документацію, забезпечувати справність просіювачів, магнітних уловлювачів, сушильного обладнання та фасувальних машин. Працівники повинні дотримуватися правил особистої гігієни та технологічних інструкцій.

Висновки за розділом

Отже, впровадження елементів системи НАССР у виробництві короткорізаних макаронних виробів дає змогу зменшити ризик потрапляння небезпечних чинників у готову продукцію, забезпечити стабільну якість виробів, підвищити рівень безпечності виробництва та довіру споживачів

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1 Розробка карти безпеки праці для оператора цеху з виробництва макаронних виробів

Розробка карти безпеки праці для оператора цеху з виробництва макаронних виробів є необхідною, оскільки технологічний процес пов’язаний із роботою механічного, теплового, електричного та транспортного обладнання. Оператор бере участь у контролі підготовки сировини, замішування тіста, пресування, різання, попереднього підсушування, сушіння, охолодження та фасування готової продукції.

Під час роботи на оператора можуть впливати такі небезпечні та шкідливі виробничі чинники: рухомі частини обладнання, підвищена температура поверхонь сушарки та калориферів, електричний струм, борошняний пил, шум і вібрація, гаряче повітря, а також можливість травмування під час очищення, налагодження або обслуговування машин.

До початку роботи оператор повинен перевірити справність обладнання, наявність захисних огороджень, блокувальних пристроїв, заземлення, вентиляції та освітлення. Робоче місце має бути чистим, проходи – вільними, а інструмент і засоби індивідуального захисту – справними. Працівник повинен використовувати спецодяг, захисне взуття, головний убір, рукавиці, а за потреби – респіратор або захисні окуляри.

Під час роботи забороняється торкатися рухомих частин обладнання, відкривати захисні кожухи під час роботи машин, усувати несправності без зупинки обладнання, залишати працюючу лінію без нагляду, а також проводити очищення або ремонт без відключення електроживлення. Особливу увагу слід приділяти роботі макаронного преса, вібраційного підсушувача, сушарки та фасувального обладнання.

Після завершення роботи оператор повинен вимкнути обладнання, перекрити подачу сировини, очистити робочі поверхні від залишків тіста, борошна та крихти, прибрати робоче місце, перевірити санітарний стан обладнання і повідомити відповідальну особу про виявлені несправності.

Розроблена картка безпеки праці представлена на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1 – Картка безпеки праці під час виробництва макаронних виробів

Отже, карта безпеки праці для оператора цеху з виробництва макаронних виробів дає змогу систематизувати основні вимоги безпечної роботи, знизити ризик травмування працівників, запобігти аварійним ситуаціям і забезпечити стабільну та безпечну роботу технологічної лінії.

5.2 Утилізація відходів підприємств з виробництва макаронних виробів

Під час виробництва макаронних виробів утворюються відходи у вигляді борошняного пилу, крихти, деформованих і ламаних виробів, залишків тіста, пакувальних матеріалів, а також стічних вод після миття обладнання та виробничих приміщень.

Борошняний пил, крихту та некондиційні макаронні вироби за умови відсутності забруднення можна використовувати як вторинну сировину, направляти на переробку або застосовувати для виробництва кормових сумішей. Залишки тіста та органічні відходи доцільно збирати окремо та передавати на утилізацію або компостування.

Пакувальні матеріали, зокрема картон, папір і полімерну плівку, необхідно сортувати та передавати на вторинну переробку спеціалізованим підприємствам. Відходи, які не підлягають повторному використанню, збирають у спеціально відведених контейнерах і вивозять відповідно до вимог санітарних норм.

Стічні води після миття обладнання повинні проходити попереднє очищення від завислих частинок борошна, тіста та мийних засобів перед відведенням у каналізаційну систему. Для цього використовують решітки, фільтри, жиро- та брудоуловлювачі.

Отже, раціональна утилізація відходів макаронного виробництва передбачає їх роздільне збирання, повторне використання придатних залишків, передачу пакувальних матеріалів на переробку та очищення стічних вод. Це сприяє зменшенню негативного впливу підприємства на довкілля та підвищенню екологічної безпечності виробництва.

Схема утилізації відходів наведена на рисунку 5.2.



Рисунок 5.2 – Схема утилізації відходів макаронного виробництва

Висновки за розділом

Розглянуто основні питання охорони праці та захисту навколишнього середовища під час виробництва макаронних виробів. Встановлено, що робота оператора цеху пов’язана з дією механічних, теплових, електричних та санітарно-гігієнічних небезпечних чинників, зокрема рухомих частин обладнання, підвищеної температури, електричного струму, борошняного пилу, шуму та вібрації.

Розроблено карту безпеки праці для оператора цеху, у якій визначено основні вимоги до підготовки робочого місця, використання засобів індивідуального захисту, безпечної експлуатації обладнання, очищення та завершення роботи.

Дотримання цих вимог дає змогу знизити ризик травмування працівників, запобігти аварійним ситуаціям і забезпечити стабільну роботу технологічної лінії.

Охарактеризовано основні види відходів макаронного виробництва, зокрема борошняний пил, крихту, залишки тіста, некондиційні вироби, пакувальні матеріали та стічні води. Визначено, що раціональне поводження з ними передбачає роздільне збирання, повторне використання придатних залишків, передачу пакувальних матеріалів на переробку та попереднє очищення стічних вод.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Метою техніко-економічного розрахунку є визначення доцільності модернізації технологічної лінії з виробництва короткорізаних макаронних виробів шляхом встановлення установки вібраційного типу для попереднього підсушування сирих виробів перед основною сушаркою.

Запропонована модернізація спрямована на зменшення злипання сирих макаронних заготовок, покращення умов їх подальшого сушіння, зниження кількості браку, підвищення механічної міцності готової продукції та стабілізацію технологічного процесу.

6.1 Вихідні дані для розрахунку

Для проведення розрахунку приймаємо такі вихідні дані:

Показник	Позначення	Значення
Продуктивність лінії за борошном, кг/год	$G_б$	1000
Вихід готової продукції до модернізації, кг із 100 кг борошна	$B_д$	95,33
Вихід готової продукції після модернізації, кг із 100 кг борошна	$B_п$	97,30
Тривалість зміни, год	$T_{зм}$	8
Кількість робочих днів на рік	$Д$	250
Оптова ціна 1 кг макаронних виробів, грн	$Ц_{гп}$	45
Вартість 1 кг відходів, грн	$Ц_в$	4
Встановлена потужність підсушувача, кВт	N	7
Вартість електроенергії, грн/кВт·год	$Ц_е$	8
Капітальні вкладення на модернізацію, грн	$К$	850000

Вихід готової продукції до модернізації прийнято нижчим через втрати, пов’язані зі злипанням, деформацією та утворенням браку під час подачі сирих виробів до сушарки. Після модернізації втрати зменшуються завдяки попередньому підсушуванню у вібраційній установці.

6.2 Розрахунок річного фонду робочого часу

Річний фонд робочого часу обладнання визначаємо за формулою:

$$Ф = T_{зм} \cdot Д\,, \tag{6.1}$$

де $Ф$ – річний фонд робочого часу, год;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год;

$Д$ – кількість робочих днів на рік.

$$Ф = 8 \cdot 250 = 2000 \quad \text{год}$$

Отже, річний фонд роботи технологічної лінії становить 2000 год.

6.3 Розрахунок річної кількості переробленого борошна

Річну кількість переробленого борошна визначаємо за формулою:

$$M_{б.р} = G_{б} \cdot Ф, \tag{6.2}$$

$$M_{б.р} = 1000 \cdot 2000 = = 2000\,т$$

Отже, за рік технологічна лінія переробляє 2000 т борошна.

6.4 Розрахунок річного випуску продукції до модернізації

Випуск готових макаронних виробів до модернізації:

$$M_{д} = M_{б.р} \cdot \frac{B_{д}}{100}\,, \tag{6.3}$$

$$M_{д} = 2000000 \cdot \frac{95,33}{100} = 1906,6 \quad \text{т}$$

6.5 Розрахунок річного випуску продукції після модернізації

Випуск готових макаронних виробів після модернізації:

$$M_{п} = M_{б.р} \cdot \frac{B_{п}}{100}, \tag{6.4}$$

$$M_{п} = 2000000 \cdot \frac{97,3}{100} = 1946,0 \text{ т}$$

6.6 Розрахунок приросту готової продукції

Приріст готової продукції після модернізації:

$$\Delta \text{ М} = M_{п} - \text{ М}_{д}, \tag{6.5}$$

$$\Delta M = 1946000 - 1906600 = 39,4 \text{ т}$$

Отже, завдяки модернізації річний випуск готової продукції збільшується на 39,4 т.

6.7 Розрахунок додаткового доходу від збільшення виходу продукції

Оскільки до модернізації частина продукції переходила у відходи або брак, економічний ефект визначаємо як різницю між вартістю додаткової товарної продукції та можливою вартістю відходів:

$$D_{дод} = \Delta M \cdot (Ц_{г.п} - Ц_{в}), \tag{6.6}$$

де $D_{дод}$ – додатковий дохід, грн;

ΔM – приріст готової продукції, кг;

$Ц_{г.п}$ – ціна готової продукції, грн/кг;

$Ц_{в}$ – ціна відходів, грн/кг.

$$D_{дод} = 39400 \cdot (45 - 4) = 1615400 \text{ грн}$$

Отже, додатковий дохід від підвищення виходу товарної продукції становить 1615,4 тис. грн на рік.

6.8 Розрахунок додаткових експлуатаційних витрат

До додаткових витрат, пов'язаних із впровадженням вібраційного підсушувача, належать витрати на електроенергію, амортизацію, технічне обслуговування та поточний ремонт.

Витрати на електроенергію визначаємо за формулою:

$$B_{е} = N \cdot Ф \cdot Ц_{е}\ , \qquad (6.7)$$

де $B_{е}$ – витрати на електроенергію, грн;

N – встановлена потужність обладнання, кВт;

$Ф$ – річний фонд роботи, год;

$Ц_{е}$ – вартість 1 кВт·год електроенергії, грн.

$$B_{е} = 7 \cdot 2000 \cdot 8 = 112000 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування приймаємо на рівні 10 % від капітальних вкладень:

$$A = K \cdot \frac{10}{100}, \tag{6.8}$$

$$A = 850000 \cdot 0{,}10 = 85000 \text{ грн}$$

Витрати на технічне обслуговування та ремонт приймаємо на рівні 5 % від капітальних вкладень:

$$B_{рем} = K \cdot \frac{5}{100}, \tag{6.9}$$

$$B_{рем} = 850000 \cdot 0{,}05 = 42500 \text{ грн}$$

Додаткові витрати на теплову енергію, мастильні матеріали та дрібні витратні матеріали приймаємо орієнтовно, $B_{інш} = 45000$ грн.

Загальні додаткові експлуатаційні витрати:

$$B_{дод} = B_e + A + B_{рем} + B_{інш}, \tag{6.10}$$

$$B_{дод} = 112000 + 85000 + 42500 + 45000 = 284500 \text{ грн}$$

Отже, додаткові експлуатаційні витрати становлять 284,5 тис. грн на рік.

6.9 Розрахунок річного економічного ефекту

Річний економічний ефект визначаємо як різницю між додатковим доходом і додатковими експлуатаційними витратами:

$$E_р = Д_{дод} - B_{дод}, \tag{6.11}$$

$$E_р = 1615400 - 284500 = 1330900 \text{ грн}$$

Отже, річний економічний ефект від модернізації становить 1330,9 тис. грн.

6.10 Розрахунок строку окупності капітальних вкладень

Строк окупності визначаємо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{K}{E_p}, \tag{6.12}$$

де $T_{ок}$ – строк окупності, років;

K – капітальні вкладення, грн;

E_p – річний економічний ефект, грн.

$$T_{ок} = \frac{850000}{1330900} = 0,64 \text{ року}$$

Отже, строк окупності модернізації становить приблизно 0,64 року, тобто близько 8 місяців.

6.11 Розрахунок економічного ефекту на 1 кг готової продукції

Економічний ефект на 1 кг готової продукції визначаємо за формулою:

$$E_{1кг} = \frac{E_p}{M_n}, \tag{6.13}$$

$$E_{1кг} = \frac{1330900}{1946000} = 0,68 \text{ грн/кг}$$

Отже, економічний ефект у розрахунку на 1 кг готової продукції становить 0,68 грн/кг.

Згідно розрахунків, додаткові капітальні вкалдення на переобладнання цеху складають 850000 грн., додаткові експлуатаційні витрати – 284500 грн.

Таблиця 6.2 – Основні техніко-економічні показники модернізації

Показник	До модернізації	Після модернізації	Відхилення
Річна кількість переробленого борошна, т	2000,0	2000,0	-
Вихід готової продукції з 100 кг борошна, кг	95,33	97,30	+1,97
Річний випуск готової продукції, т	1906,6	1946,0	+39,4
Додатковий дохід, тис. грн	-	1615,4	+1615,4
Додаткові експлуатаційні витрати, тис. грн	-	284,5	+284,5
Річний економічний ефект, тис. грн	-	1330,9	+1330,9
Капітальні вкладення, тис. грн	-	850,0	+850,0
Строк окупності, років	-	0,64	-
Економічний ефект на 1 кг продукції, грн/кг	-	0,68	-

Висновки за розділом

За результатами розрахунку техніко-економічних показників встановлено, що модернізація цеху з виробництва короткорізаних макаронних виробів шляхом встановлення вібраційного підсушувача є економічно доцільною.

Впровадження установки попереднього підсушування дозволяє зменшити втрати від злипання та деформації сирих заготовок, підвищити вихід готової продукції з 95,33 до 97,30 кг на 100 кг борошна та збільшити річний обсяг товарної продукції на 39,4 т. Річний економічний ефект від модернізації становить 1330,9 тис. грн, а строк окупності капітальних вкладень – 0,64 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Визначено основні проблеми галузі, серед яких зростання вартості сировини, енергоносіїв, пакувальних матеріалів і логістичних витрат, конкуренція з імпортною продукцією та потреба в оновленні технологічного обладнання. Обґрунтовано, що перспективними напрямами розвитку є модернізація виробничих ліній, автоматизація процесів, використання енергоощадного обладнання та розширення асортименту продукції.

Охарактеризовано основну та допоміжну сировину для виробництва макаронних виробів. Встановлено, що якість готової продукції значною мірою залежить від властивостей пшеничного борошна та питної води, які формують структуру макаронного тіста. Використання допоміжної сировини дає змогу покращити смак, колір, харчову цінність і розширити асортимент виробів.

Досліджено технологічну лінію виробництва короткорізаних макаронних виробів та визначено основні етапи процесу: підготовку сировини, замішування тіста, пресування, різання, сушіння, охолодження, відбраковування та пакування готової продукції. Встановлено, що найбільш відповідальним етапом є перехід сирих заготовок після пресування і різання до сушіння, оскільки на цій стадії можливе їх злипання, деформація та нерівномірний розподіл по сушильній поверхні.

Обґрунтовано доцільність модернізації технологічної лінії шляхом встановлення вібраційного підсушувача «Брайбанті» перед основною сушаркою. Його використання забезпечує попереднє підсушування поверхні виробів, зменшує ризик їх злипання, покращує умови сушіння, знижує кількість браку та сприяє стабілізації технологічного процесу.

Виконано продуктовий розрахунок лінії після модернізації. Встановлено, що для переробки 100 кг пшеничного борошна необхідно 23,9 кг води, при цьому утворюється 123,9 кг сирого тіста вологістю 31,0 %. У вібраційному підсушувачі видаляється 2,48 кг вологи, а вихід готових короткорізаних макаронних виробів вологістю 13,0 % становить 97,3 кг.

Проведено перевірочний розрахунок необхідної кількості обладнання та встановлено, що для роботи модернізованої лінії достатньо одного комплекту основного технологічного обладнання: преса ЛПШ-1000, тістозмішувача, вібраційного підсушувача, сушарки СПК-4Г-45, накопичувача-стабілізатора та фасувально-пакувального обладнання.

Розроблено компонування обладнання у виробничому приміщенні за прямоточною схемою, що забезпечує послідовний рух продукту, зручність обслуговування, санітарного очищення та безпечну експлуатацію лінії. Встановлено, що прийнята площа цеху 240 м^2 є достатньою, оскільки перевищує розрахункову площу 217,14 м^2, а висота приміщення 4,8 м відповідає технологічним потребам виробництва.

Розглянуто впровадження елементів системи НАССР у виробництві короткорізаних макаронних виробів. Встановлено, що їх застосування дає змогу зменшити ризик потрапляння небезпечних чинників у готову продукцію, забезпечити стабільну якість виробів і підвищити рівень безпечності виробництва.

Розроблено карту безпеки праці для оператора цеху, у якій визначено основні вимоги до підготовки робочого місця, використання засобів індивідуального захисту, безпечної експлуатації обладнання та завершення роботи. Також охарактеризовано основні види відходів макаронного виробництва і запропоновано напрями їх раціональної утилізації.

За результатами техніко-економічного розрахунку встановлено, що модернізація цеху є економічно доцільною. Встановлення вібраційного підсушувача дозволяє підвищити вихід готової продукції з 95,33 до 97,30 кг на 100 кг борошна, збільшити річний обсяг товарної продукції на 39,4 т, отримати річний економічний ефект 1330,9 тис. грн і забезпечити строк окупності капітальних вкладень 0,64 року.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Самойчук К. О., Олексієнко В. О., Паляничка Н. О. та ін. Технологічне обладнання хлібопекарської і макаронної галузі : навчальний посібник. Мелітополь : Видавничий будинок ММД, 2021. 400 с.

2. Теличкун В. І., Гавва О. М., Теличкун Ю. С. та ін. Технологічні комплекси харчових виробництв : навчальний посібник. Київ : НУХТ, 2018. 496 с.

3. Дробот В. І. (ред.). Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів : навчальний посібник. Київ : Кондор, 2015. 972 с.

4. Гавва О. М., Беспалько А. П., Волчко А. І. Пакувальне обладнання харчових виробництв : підручник. Київ : ІАЦ «Упаковка», 2008. 436 с.

5. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С. Інноваційний інжиніринг в окремих галузях харчового виробництва. Дніпро: ФОП Обдимко О.С., 2022. 407 с.

6. Півоваров О. А., Ковальова О. С., Тертишний О. О., Кошулько В. С. Інноваційні технології у виробництві цукристих речовин та продуктів харчування: Навчальний посібник. Дніпро: 2026. 622 с.

7. ДСТУ 7043:2009. Вироби макаронні. Загальні технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2009.

8. ДСТУ ISO 7304-1:2014. Макаронні вироби із твердої пшениці та макаронні вироби швидкого приготування. Визначення втрат сухих речовин після варіння. Частина 1. Референтний метод (ISO 7304-1:2006, IDT). Київ : Мінекономрозвитку України, 2015.

9. ДСТУ ISO 7304-2:2014. Макаронні вироби із твердої пшениці та макаронні вироби швидкого приготування. Оцінювання якості варіння органолептичним аналізом. Частина 2 (ISO 7304-2:2008, IDT). Київ : Мінекономрозвитку України, 2015.

10. ДСТУ ISO 7305:2019. Продукти перероблення зернових. Визначення кислотного числа жиру в борошні (ISO 7305:2019, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.

11. ДСТУ ISO 712:2015. Зернові та зернові продукти. Визначення вмісту вологи. Референтний метод (ISO 712:2009, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015.

12. ДСТУ ISO 2171:2015. Зернові, бобові та продукти їх перероблення. Визначення зольності шляхом спалювання (ISO 2171:2007, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015.

13. ДСТУ ISO 22000:2019. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга (ISO 22000:2018, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019.

14. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2015, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2015.

15. Гірняк, Л. І., & Полотай, Б. Я. (2019). Сучасні тенденції виробництва безглютенових макаронних виробів. Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки, (22), 69-73.

16. Дзюндзя, О., & Шинкарук, М. (2021). Вплив овочевих порошків на якість макаронних виробів.

17. Щербаков, С., & Попова, І. О. (2020). Технологічне обладнання лінії з виробництва макаронних виробів.

18. Ковальова, О. С., & Кошулько, В. С. (2023, February). Інноваційна технологія дезінфекції технологічного обладнання харчових виробництв. In The 5th International scientific and practical conference “Prospects of modern science and education”(February 07–10, 2023) Stockholm, Sweden. International Science Group (pp. 609-612).

19. Kill R. C., Turnbull K. (Eds.). Pasta and Semolina Technology. Oxford : Blackwell Science Ltd, 2001. 242 p.

20. Kruger J. E., Matsuo R. B., Dick J. W. (Eds.). Pasta and Noodle Technology. St. Paul, MN : American Association of Cereal Chemists, 1996. 356 p.

21. Feillet P. Pasta Products in the World. Paris : Lavoisier Publishing, 2000. 432 p.

22. Dexter J. E., Matsuo R. R. Pasta and Noodle Products // Kulp K., Ponte J. G. (Eds.). Handbook of Cereal Science and Technology. 2nd ed. Boca Raton : CRC Press, 2000. P. 507–547.

23. Fellows P. J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 5th ed. Cambridge : Woodhead Publishing, 2022. 1136 p.

24. Singh R. P., Heldman D. R. Introduction to Food Engineering. 5th ed. London : Academic Press, 2014. 892 p.

25. ISO 7304-1:2006. Durum Wheat Semolina and Alimentary Pasta — Estimation of Cooking Quality of Alimentary Pasta by Sensory Analysis — Part 1: Reference Method. Geneva : International Organization for Standardization, 2006.

26. ISO 7304-2:2008. Durum Wheat Semolina and Alimentary Pasta — Estimation of Cooking Quality of Alimentary Pasta by Sensory Analysis — Part 2: Routine Method. Geneva : International Organization for Standardization, 2008.

27. ISO 22000:2018. Food Safety Management Systems — Requirements for Any Organization in the Food Chain. Geneva : International Organization for Standardization, 2018.

28. Pivovarov, O., Kovalova, O., & Koshulko, V. (2022). Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions.

29. Sykut-Domańska, E., Zarzycki, P., Sobota, A., Teterycz, D., Wirkijowska, A., Blicharz-Kania, A., ... & Mazurkiewicz, J. (2020). The potential use of by-products from coconut industry for production of pasta. Journal of Food Processing and Preservation, 44(7), e14490.

30. Bresciani, A., Pagani, M. A., & Marti, A. (2022). Pasta-making process: A narrative review on the relation between process variables and pasta quality. Foods, 11(3), 256.

31. Kovalova, O., Pivovarov, O., Vasilyeva, N., & Koshulko, V. (2022). Obtaining of rice malt with the use of plasma-chemically activated aqueous solutions.

32. Sicignano, A., Di Monaco, R., Masi, P., & Cavella, S. (2015). From raw material to dish: Pasta quality step by step. Journal of the Science of Food and Agriculture, 95(13), 2579-2587.

33. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A., ... & Grigorenko, N. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(11), 104.

34. Getachew, M., & Admassu, H. (2020). Production of pasta from Moringa leaves _ oat _ wheat composite flour. Cogent Food & Agriculture, 6(1), 1724062.

35. Pivovarov, O., Kovaleva, O., & Chursinov, J. (2020). Prevention of biofouling of industrial reverse water supply systems by plasma water treatment (Doctoral dissertation, Petroșani, Romania: UNIVERSITAS Publishing).

36. Spinelli, S., Padalino, L., Costa, C., Del Nobile, M. A., & Conte, A. (2019). Food by-products to fortified pasta: A new approach for optimization. Journal of Cleaner Production, 215, 985-991.

37. Nilusha, R. A. T., Jayasinghe, J. M. J. K., Perera, O. D. A. N., & Perera, P. I. P. (2019). Development of pasta products with nonconventional ingredients and their effect on selected quality characteristics: A brief overview. International Journal of Food Science, 2019(1), 6750726.

38. Fuad, T., & Prabhasankar, P. (2010). Role of ingredients in pasta product quality: A review on recent developments. Critical reviews in food science and nutrition, 50(8), 787-798.