

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) _____ *ННІТІ ім.акад.І.С.Гулого*
Кафедра _____ *Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв*

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри МАХФВ
_____ Олександр ГАВВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2025 р.

« ___ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

зі спеціальності _____ *133 «Галузеве машинобудування»*
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми _____ *Інжиніринг поліграфічних та пакувальних*
_____ *виробництв*
на тему: _____ *Проектування виробництва з виготовлення та поліграфічного оформлення*
_____ *споживчої картонної упаковки для шоколадних цукерок накладом 3 мільйона штук на рік*

Виконав: здобувач _____ 2 курсу, групи _____ ВП-2-5М

_____ Піскурська Тетяна Віталіївна
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник _____ Кулик Наталія Вікторівна
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

(прізвище та ініціали) (підпис)

(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Я, як здобувач Національного університету харчових технологій, розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2025 р.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 17.09.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Анотація. Зміст. Вступ</i>	<i>17.10.2025</i>	<i>Виконано</i>
2.	<i>Аналіз вихідних даних на проектування</i>	<i>20.10.2025</i>	<i>Виконано</i>
3.	<i>Розробка конструкції виробу</i>	<i>24.10.2025</i>	<i>Виконано</i>
4.	<i>Результати наукових досліджень</i>	<i>28.10.2025</i>	<i>Виконано</i>
5.	<i>Проектування комплексного технологічного процесу виробництва</i>	<i>11.11.2025</i>	<i>Виконано</i>
6.	<i>Опис життєвого циклу виробу</i>	<i>17.11.2025</i>	<i>Виконано</i>
7.	<i>Техніко-економічні показники проекту</i>	<i>19.11.2025</i>	<i>Виконано</i>
8.	<i>Висновки</i>	<i>20.11.2025</i>	<i>Виконано</i>
9.	<i>Список використаної літератури</i>	<i>20.11.2025</i>	<i>Виконано</i>
10.	<i>Графічна частина</i>	<i>24.11.2025</i>	<i>Виконано</i>

Здобувач

(підпис)

Тетяна ПІСКУРСЬКА

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Наталія КУЛИК

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра за темою «Проектування виробництва по виготовленню та поліграфічному оформленню споживчої упаковки із картону для десерту «Макарон» накладом 1млн. штук на рік» містить 73 сторінки текстового опису розробки, 23 таблиці, 7 креслень, 25 літературних джерел.

Кваліфікаційна робота присвячена проектуванню виробництва та розробленню технологічного процесу виготовлення картонної упаковки пенального типу для шести тістечок «макарон». Визначено конструктивні параметри пакування, обґрунтовано вибір матеріалів і обладнання. Побудовано технологічний маршрут виробництва та виконано планування ділянки.

У роботі сформовано вимоги до програмного забезпечення, розглянуто організаційні аспекти виробництва та проведено техніко-економічні розрахунки. Отримані результати підтверджують можливість ефективного впровадження запропонованої технологічної схеми на поліграфічно-пакувальному підприємстві.

Ключові слова: упаковка пенального типу, десерт макарон, поліграфічне виробництво, технологічний процес, конструкторське рішення, пакувальний матеріал, екологічність.

ABSTRACT

Explanatory note to the master's qualification work on the topic "Design of production for the manufacture and printing of consumer packaging from cardboard for the dessert "Macaron" with a circulation of 1 million pieces per year" contains 73 pages of text description of the development, 23 tables, 7 drawings, 25 literary sources.

The qualification work is devoted to the design of production and the development of a technological process for the manufacture of cardboard box-type packaging for six "macaron" cakes. The design parameters of the packaging were determined, the choice of materials and equipment was justified. The technological route of production was built and the planning of the site was performed.

The work formed requirements for software, considered organizational aspects of production and conducted technical and economic calculations. The results obtained confirm the possibility of effective implementation of the proposed technological scheme at a printing and packaging enterprise.

Keywords: box-type packaging, macaron dessert, printing production, technological process, design solution, packaging material, environmental friendliness.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ НА ПРОЄКТУВАННЯ	10
1.1 Сучасні технології та тенденції розвитку виготовлення картонного пакування	10
1.2 Маркетингові дослідження технології пакування десерту «макарон».....	16
1.3 Предмет і регламент патентного пошуку	25
2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВИРОБУ	29
2.1 Обґрунтування технології пакування продукції.....	29
2.2 Вимоги до пакувального матеріалу.....	30
2.3 Конструкція упаковки та розрахунок геометричних параметрів.....	35
2.4. Розрахунок міцності пакування.....	38
2.5 Вибір типу композиції та аналіз кольорових рішень для пакування.....	39
2.6 Шрифт	42
2.7 Інформаційні та художні елементи	43
2.8 Технічні вимоги до макетів, що надаються замовнику в електронному форматі	44
3. РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	46
3.1 Тенденції розвитку за результатами патентного пошуку	46
3.2 Моделювання технологічного процесу	49
4. ПРОЄКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА	54
4.1 Промислове завдання на розроблення проекту за тематикою випускної роботи	54
4.2 Вибір технології та структури виробничих процесів.....	55
4.3 Принципові рішення щодо розроблення технологічної системи.....	57
4.4 Вибір обладнання та матеріалів.....	59
4.5 Організаційна структура виробництва.....	64
4.6 Основні характеристики проекту та його цілі	65
4.7 Розрахунок виробничої програми згідно промислового завдання	67
4.8 Виробничо-технологічні плани виробничих приміщень	70
4.9 Завдання на комп'ютерне забезпечення виробництва	73

5. ОПИС ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБУ	75
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ	77
ВИСНОВКИ	79
ДОДАТКИ	83

ВСТУП

Сучасне поліграфічно-пакувальне виробництво орієнтоване на створення технологічно складних і водночас економічно ефективних рішень, здатних забезпечити захист продукції, її привабливий вигляд і зручність у використанні. Сегмент харчової упаковки, особливо для кондитерських виробів, активно розвивається завдяки поєднанню функціональних, екологічних та естетичних вимог. У цих умовах дедалі більшої ваги набувають пакування преміального типу, які виконують не лише захисну функцію, але й формують імідж продукту та впливають на сприйняття бренду.

Обрана для проекту упаковка пенального типу для шести тістечок «макарон» належить до категорії складної картонної тари, яка потребує високої точності виготовлення, стабільної геометрії та відповідності санітарним нормам харчової промисловості. Водночас саме цей тип виробу є практичним прикладом поліграфічно-пакувальної продукції, що поєднує конструктивну складність, значний тираж і необхідність багатоетапної обробки — від друку та лакування до висікання, згинання й формування.

Технічні можливості сучасного виробництва відкривають широкі перспективи для вдосконалення таких видів продукції. Високошвидкісні аркушеві друкарські машини великого формату забезпечують стабільну якість зображення та мінімізацію витрат на переналагодження. Автоматизовані лаконанесувальні системи дозволяють підвищити довговічність та естетичність поверхні. Нове покоління висікального та формувального обладнання забезпечує точність контурів і високу повторюваність геометрії. Контрольні оптичні системи інтегруються у виробничий процес для зменшення браку і забезпечення простежуваності якості.

Удосконалення технології виготовлення пакувань сьогодні тісно пов'язане з впровадженням нових матеріалів, зокрема біополімерних плівок і високощільних целюлозних картонів, а також зі зростанням автоматизації виробничих ліній. Важливими тенденціями залишаються зменшення енергоспоживання, оптимізація

витрат на логістику всередині цеху, мінімізація відходів та створення адаптивних конструкцій, здатних швидко модифікуватися відповідно до ринкових вимог.

Специфіка сучасного пакувального виробництва визначає комплексність підходу: кожна ланка процесу впливає на кінцевий результат, тому технологічний проєкт повинен охоплювати вибір устаткування, планування виробничих площ, організацію логістики, комп'ютерну підтримку процесів і економічну оцінку доцільності виробництва. Усі ці аспекти є невід'ємною складовою створення конкурентоспроможного пакувального продукту.

Метою кваліфікаційної роботи є формування повного технологічного та організаційного проєкту виробництва картонної упаковки для тістечок макарон — від вибору матеріалу та конструкції до проектування виробничої ділянки, підбір її технічного оснащення, комп'ютеризації, обґрунтування економічної ефективності. Завдання роботи полягає у визначенні оптимальної технологічної схеми, підборі сучасного обладнання, прорахунку виробничих потужностей, організації просторової структури ділянки, розробці системи комп'ютерного забезпечення та оцінці техніко-економічних показників, які визначають потенціал впровадження такого виробництва у практику.

1. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ НА ПРОЄКТУВАННЯ

1.1 Сучасні технології та тенденції розвитку виготовлення картонного пакування

Сучасне пакувальне виробництво є складною інтегрованою системою, що поєднує передові технології, високоточне обладнання та інженерно-технічні рішення, спрямовані на створення якісної, надійної й екологічно безпечної упаковки. У наш час пакування виконує не лише захисну функцію, а й виступає важливим елементом маркетингу, ідентифікації бренду та зручності користування продуктом. Саме тому вдосконалення технологічних процесів у цій галузі має першочергове значення.

Виробництво картонних пакувань передбачає низку взаємопов'язаних етапів, які охоплюють підготовку матеріалів, друк, післядрукарську обробку, висікання, склеювання та пакування готової продукції. Кожна стадія має свої особливості, технологічні параметри та вимоги до якості, які безпосередньо впливають на кінцевий результат.

Технологічний цикл включає такі етапи:

- **підготовка матеріалу** (розрізання аркушів, кондиціонування, вологості та термостабілізація);
- **друк** (офсетний, цифровий, флексографічний);
- **оздоблення** (лакування, тиснення, ламінування, висікання);
- **бігування та фальцювання**;
- **склеювання і пакування готових виробів.**

Сучасні виробництва широко використовують *inline-технології*, які дозволяють здійснювати друк, лакування та висікання без проміжних операцій. Це підвищує продуктивність, точність суміщення шарів і якість готової упаковки. На підприємствах поліграфічної галузі такі процеси реалізуються на багатофункціональних машинах типу Heidelberg Speedmaster XL, Komori Lithrone, KBA Rapida тощо.

У виробництві пакування для харчових продуктів важливу роль відіграє контроль якості на кожному етапі — зокрема, перевірка точності різання, кольорового відтворення, стійкості до вологи та жиру, адгезії фарб і клею. Для цього впроваджуються автоматизовані системи візуального контролю, які працюють за принципом машинного зору.

Сучасне пакувальне виробництво неможливо уявити без високотехнологічного обладнання. Основними напрямками розвитку є:

- *підвищення швидкості обробки матеріалу;*
- *точність операцій формування і склеювання;*
- *енергоефективність і зниження відходів.*

Серед сучасних машин особливе місце посідають висікальні автомати з електронним керуванням, що забезпечують стабільну роботу при великих накладах. Наприклад, моделі Bobst Visioncut або Sanwa TRP-1060 здатні виконувати висікання, тиснення і бігування за один прохід.

Для процесу склеювання застосовуються автоматичні фальцювально-склеювальні машини, такі як Jagenberg Diana Easy або Heidelberg Easymatrix, які дозволяють виконувати до 300 м складання за хвилину, з можливістю програмного налаштування під різні типи конструкцій — пенальні, кашировані, самозбірні тощо.

Значного розвитку набули *цифрові друкарські системи* (HP Indigo, Xerox Iridesse, Konica Minolta AccurioPress), що дозволяють друкувати малими накладками з індивідуалізацією дизайну. Це відкриває нові можливості для виготовлення преміального пакування для десертів і кондитерських виробів, коли потрібна персоналізація чи обмежений випуск.

Основним матеріалом для виготовлення пакування є картон різних типів: хром-ерзац, хром-кафт, целюлозний, мікрогофрокартон, багатошаровий тощо. Тенденція останніх років — використання екологічних та вторинних матеріалів, які відповідають міжнародним стандартам FSC, ISO 14001, BRC Packaging.

Для пакування харчових продуктів застосовують картон із бар'єрним покриттям (PE, PLA, водно-дисперсні покриття), що захищає вироби від вологи, жиру та сторонніх запахів. Замість традиційного пластику у таких декоративних елементах як віконечка дедалі частіше використовуються біорозкладні целюлозні плівки, які мають прозорість і механічну міцність, але повністю розкладаються у природних умовах.

Серед інноваційних матеріалів:

- **Smart-paper** — картон із вбудованими RFID-мітками чи QR-кодами;
- **бар'єрні нанопокриття** для збільшення терміну зберігання харчових продуктів;
- **гнучкі ламіновані матеріали** для комбінованих конструкцій (поєднання картону з біоплівками).

У сегменті пакування для десертів важливо поєднати естетику і функціональність, тому матеріали добираються з урахуванням кольору, текстури, білизни та придатності до високоякісного друку.

Процес друку є одним із найважливіших етапів виготовлення пакування, оскільки саме він формує візуальний образ продукції, визначає її привабливість для споживача та підсилює маркетинговий ефект. У сучасних умовах поліграфічні підприємства використовують широкий спектр технологій друку, вибір яких залежить від типу матеріалу, тиражу, складності зображення та вимог до якості. Основними способами, що застосовуються у виробництві пакувань, є *офсетний, флексографічний, глибокий, цифровий та трафаретний друк*.

Після основного друку часто виконують різноманітні оздоблювальні операції, такі як ламінування та тиснення, які не лише підвищують естетичну привабливість пакування, а й забезпечують додатковий захист поверхні від механічних пошкоджень, вологи чи ультрафіолету.

Для забезпечення стабільного кольору застосовуються спектрофотометричні системи контролю, що дозволяють автоматично калібрувати фарбові зони. У

високоточному виробництві важливо враховувати технологічні режими: тиск при бігуванні, температура ламінування, швидкість подачі, кут різку та вологість картону. Невідповідність цих параметрів призводить до розшарування, тріщин або неточностей при складанні.

Сучасне виробництво картонного пакування активно використовує CAD/CAM системи для проєктування, візуалізації та підготовки до друку. Основні програмні продукти:

- **AutoCAD** — створення 3D-конструкцій, розгорток, висікальних форм;
- **Adobe Illustrator, ArtPro+** — розроблення дизайну та кольорокорекція;
- **Packz, EngView Package Designer** — інструменти для автоматичного створення шаблонів;
- **Esko Automation Engine** — керування виробничими процесами, підготовка файлів до друку, інтеграція з фальцювальними-склеювальними лініями.

У багатьох підприємствах впроваджуються системи «цифрового двійника» упаковки, що дозволяють протестувати конструкцію, стійкість, витрату матеріалів і міцність ще до запуску виробництва. Це суттєво зменшує кількість помилок та відходів.

Пакетні рішення дозволяють створювати віртуальні прототипи пакування з реалістичним візуальним відтворенням текстур, що є особливо зручним при проєктуванні упаковки для преміальних десертів.

Сучасні тенденції дизайну картонних пакувань

Дизайн пакування сьогодні — це не лише візуальне оформлення, а цілісна комунікаційна стратегія, яка формує емоційне сприйняття продукту, створює впізнаваність бренду та визначає поведінку споживача. З розвитком цифрових технологій, зміною споживацьких цінностей і зростанням конкуренції на ринку, дизайн пакування набув нової ролі — він став одним із ключових факторів успіху продукту.

1. Мініمالізм і «візуальна чесність»

Однією з провідних тенденцій у дизайні паковань є мінімалізм. Усе частіше дизайнери відмовляються від перевантажених графічних рішень, складних ілюстрацій та великої кількості тексту. На перший план виходить чистота композиції, прості геометричні форми, обмежена кольорова гама. Мінімалізм дає змогу споживачеві швидше сприйняти головну інформацію про продукт і створює відчуття прозорості та довіри. Це особливо актуально для харчових товарів, де покупці прагнуть «чесності» — бачити справжній продукт і його склад.

Сьогодні популярним є так званий “*eco-minimalism*” — поєднання мінімалістичної естетики з натуральною текстурою матеріалу. Часто дизайнери залишають частину картону без друку, щоб підкреслити природність і екологічність упаковки. Це рішення не лише виглядає елегантно, а й підтримує тренд на сталий розвиток.

2. Природні кольори та текстури

Колористика сучасних паковань зміщується від яскравих агресивних відтінків до приглушених, природних кольорів — теплих бежевих, оливкових, глиняних, пудрових і зеленуватих тонів. Така палітра створює відчуття гармонії, екологічності та спокою. У тренді також використання матових поверхонь, фактурного картону, рельєфного друку. Споживач усе частіше сприймає товар не лише візуально, а й тактильно, тому матеріал і текстура стали важливими елементами дизайну. Для десертів та кондитерських виробів це має особливе значення, оскільки м'які кольори та приємна фактура створюють асоціації з ніжністю, легкістю та елегантністю продукту.

3. Персоналізація та індивідуальність

Сучасні бренди прагнуть встановити емоційний зв'язок зі споживачем, і тут важливу роль відіграє персоналізований дизайн. Завдяки цифровому друку стало можливим створювати серії паковань із унікальними елементами: різними кольоровими варіаціями, візерунками, іменними написами чи QR-кодами, що ведуть

на персоналізований контент. Цей підхід дозволяє споживачеві відчувати індивідуальність продукту — ніби упаковка створена саме для нього. Відомими прикладами стали кампанії Coca-Cola з іменами або Nutella з персональними етикетками, після яких персоналізація стала загальною тенденцією.

4. Інтерактивність і цифрова взаємодія

Дизайн пакування виходить за межі фізичного предмета й переходить у цифровий простір. Завдяки QR-кодам, NFC-міткам і технології доповненої реальності (AR), упаковка стає інтерактивним елементом, який може передавати історію бренду, демонструвати спосіб приготування продукту або навіть запускати 3D-анімацію. Це створює ефект залучення — споживач не просто бачить упаковку, а взаємодіє з нею. Такі рішення особливо ефективні для молодшої аудиторії, яка цінує технологічність і новизну. Наприклад, деякі бренди десертів додають QR-код, який відкриває коротке відео про процес приготування або рекомендації з подачі. Це посилює емоційне сприйняття продукту й робить його частиною персонального досвіду.

5. Поєднання традицій і сучасності

Ще однією тенденцією є синтез класичних елементів із сучасним графічним стилем. Дизайнери активно використовують ретро-шрифти, вінтажні орнаменти, ручну ілюстрацію, але подають їх у сучасному композиційному вирішенні. Такий підхід створює атмосферу автентичності та ремісничості, що особливо цінується у харчовій сфері. Споживач хоче бачити у продукті «людський дотик», відчувати, що він створений з любов'ю.

6. Використання типографіки як головного елемента

Сучасний дизайн пакування дедалі частіше відмовляється від великих ілюстрацій на користь типографічних композицій. Саме шрифт, його розмір, товщина ліній, контраст і розташування стали основним носієм візуального повідомлення. Використання нестандартної типографіки допомагає створити впізнаваність бренду без зайвих графічних елементів. Часто обирають шрифти з

характером — м'які округлі форми для десертів, елегантні антикви для преміум-продуктів або прості геометричні гротески для мінімалістичних серій.

7. Прозорість і демонстрація продукту

Оскільки споживачі прагнуть бачити, що саме вони купують, зростає популярність упаковок із прозорими віконцями або відкритими елементами. Такі конструкції дозволяють демонструвати сам продукт, що особливо важливо для естетичних десертів, як макарони, де зовнішній вигляд є частиною споживчого досвіду. Прозорі вставки часто виготовляють із біорозкладної плівки PLA або з целюлозних матеріалів, що не порушують концепцію екологічності. Дизайнери вдало інтегрують ці елементи у загальну композицію, щоб поєднати функціональність і стиль.

8. Емоційність і сторітелінг у дизайні

Ще одним важливим напрямом є дизайн, який розповідає історію. Упаковка стала інструментом передачі не лише інформації, а й емоцій, філософії бренду, цінностей компанії. На практиці це може проявлятися через невеликі текстові фрази, зображення процесу створення продукту, історію походження рецепту, або навіть через загальну атмосферу кольору і композиції. Для кондитерських виробів це особливо ефективно: упаковка здатна передати настрій свята, ніжності чи насолоди.

1.2 Маркетингові дослідження технології пакування десерту «макарон»

Характеристика продукції

Макарони — це вишуканий французький десерт, який поєднує ніжну текстуру, тонкий мигдальний смак і різноманітні кольори (рис. 1.2.1). Цей десерт є не лише гастрономічним задоволенням, а й предметом естетичного насолоди. Походження макаронів сягає Італії, проте сучасний вигляд вони отримали у Франції. Спершу десерт користувався популярністю серед вищих верств населення, а з часом став доступним для широкої аудиторії. Сьогодні макарони можна зустріти у кондитерських магазинах, кафе, ресторанах, а також у домашньому приготуванні.



Рис. 1.2.1. Десерт «макарон»

Десерт складається з двох половинок печива, склеєних кремом або варенням. Характерними рисами макаронів є повітряна текстура, хрустка скоринка та гладка поверхня. Для підвищення привабливості печиво часто забарвлюють у різні кольори. Начинки можуть бути різноманітними, такі як: ганаш, вершковий крем та різні види фруктового варення. Начинка є ключовим елементом, що формує унікальний смак макаронів і доповнює їхню естетику. Десерт також може бути декорований різними способами, наприклад, фігурними елементами або квітами, що дозволяє реалізувати творчий задум кондитера (рис. 1.2.2.).



Рис. 1.2.2. Варіативність зовнішнього вигляду макаронів

Макарони належать до преміальних десертів, що обумовлено якістю інгредієнтів та складністю виробничого процесу. Основні складові: *мигдальне борошно, яєчні білки та цукрова пудра.*

Продукт є делікатним і швидко втрачає смакові якості при неправильному зберіганні. Він потребує сухого приміщення без прямого сонячного світла та герметичної упаковки для захисту від вологи і механічних пошкоджень.

Упаковка макаронів повинна бути щільною, відповідати розмірам виробу, щоб запобігти їх переміщенню всередині, та одночасно бути легкою для зручності транспортування. Дизайн упаковки має значну роль, оскільки продукт часто купується як подарунок: він повинен викликати естетичне задоволення та приємні емоції у споживача.

Аналіз ринку упаковки для макаронів

Ринок упаковки для макаронів є одним із найдинамічніших сегментів у сфері пакувальної продукції для кондитерських виробів. Макарони — це ніжний, делікатний десерт із мигдального борошна, який має привабливу естетику, але водночас високу чутливість до зовнішніх впливів. Саме тому упаковка відіграє подвійну роль: з одного боку — забезпечує фізичний захист продукту, а з іншого — є важливим інструментом маркетингу, який формує перше враження покупця про якість і статус бренду.

При виборі упаковки для макаронів слід враховувати низку ключових факторів:

Безпека. Оскільки макарони — крихкий десерт, упаковка має бути достатньо міцною та стійкою, щоб захистити їх від механічних пошкоджень під час транспортування й зберігання.

Герметичність. Важливо запобігти потраплянню вологи та повітря всередину, адже від цього залежить збереження структури, свіжості та смакових якостей виробу.

Привабливість. Упаковка має візуально відображати ніжність і витонченість десерту, викликати емоційне бажання придбати продукт.

Функціональність. Зручність відкривання, повторного закривання, транспортування й зберігання — важливі аспекти для користувача.

На основі аналізу сучасного ринку було виділено найпоширеніші матеріали для пакування макаронів — *картон і пластик*, а також комбіновані рішення, які поєднують переваги різних матеріалів.

1. Картонні коробки

Картонні коробки залишаються найпопулярнішим типом пакування. Вони поєднують практичність, естетику й відносно низьку собівартість. Зазвичай мають вставку або комірки для фіксації десертів, що запобігає їх деформації. Коробки можуть бути висувними (пенального типу), з відкидною кришкою або з прозорим віконцем (рис. 1.2.3).



Рис. 1.2.3. Картонні пакування для десерту «макарон»

Переваги:

- екологічність (біорозкладний матеріал, можливість вторинної переробки);
- легкість і зручність транспортування;
- можливість персоналізації друком і тисненням;
- широкий вибір форматів — від одиночних до подарункових наборів.

Недоліки:

- обмежена герметичність;
- ризик деформації при підвищеній вологості;
- відсутність прозорості (крім варіантів із віконцем).

Такі коробки є оптимальними для подарункових і роздрібних форматів, особливо коли важливий візуальний ефект і брендинг.

2. Прозорі полімерні контейнери

Прозорі контейнери (PET, PP) забезпечують добрий захист і візуальну презентацію макаронів. Вони часто використовуються для великих партій, продажу у кав'ярнях або під час кейтерингу(рис.1.2.4).



Рис.1.2.4. Прозорі полімерні контейнери для десерту «макарон»

Переваги:

- повна видимість продукту;
- герметичність і стійкість до вологи;
- можливість повторного використання або вторинної переробки.

Недоліки:

- вища вартість порівняно з картоном;
- схильність до подряпин і оптичних дефектів;
- проникнення світла, що може впливати на колір і аромат десерту.

Такі пакування мають сучасний вигляд, але більше підходять для масового продажу, ніж для преміального сегмента.

3. Коробки з комбінованих матеріалів

Поєднання картону та полімерної плівки дає змогу створювати більш функціональні упаковки. Вони міцні, герметичні й привабливі з точки зору дизайну. Часто мають прозорі віконця, декоративне оздоблення та можливість брендового друку(рис.1.2.5).



Рис.1.2.5. Пакування з комбінованих матеріалів

Переваги:

- міцність і захист від зовнішніх факторів;
- привабливий дизайн;
- розширені функціональні можливості (магнітні кришки, вставки, ручки).

Недоліки:

- висока собівартість;
- складність утилізації через поєднання матеріалів.

Такі упаковки найчастіше використовуються у преміальному сегменті або для іміджевих продуктів.

4. Бенто-коробочки

Нетипове, але популярне в азійських країнах рішення — бенто-коробочки. Вони виготовляються з бамбуку, біопластику або паперової маси, часто багаторазові. Їх активно використовують бренди, що підкреслюють екологічність і оригінальний підхід до пакування(рис.1.2.6).



Рис.1.2.6. Бенто-коробочки

Переваги:

- компактність і портативність;
- можливість повторного використання;
- натуральність і сучасний вигляд.

– **Недоліки:**

- обмежена міцність і термоізоляція;
- вища вартість виробництва.

Бенто-упаковки підходять для нішевих брендів і крафтових кондитерських, які прагнуть підкреслити унікальність.

5. Поліпропіленові пакети

Поліпропіленові пакети використовуються як найпростіший варіант упаковки для роздрібного продажу або як додатковий захисний шар(рис.1.2.7).



Рис.1.2.7. Поліпропіленові пакети як пакування для десерту

Переваги:

- легкість і прозорість;
- герметичність і вологозахист;
- низька вартість.

– **Недоліки:**

- слабкий захист від механічних пошкоджень;

- низька презентабельність;
- обмежені можливості дизайну.

Таке рішення підходить для невеликих локальних виробників або як тимчасова упаковка.

Критичний аналіз прототипу упаковки

У результаті проведеного аналізу різних видів упаковки для десерту «макарон» було визначено, що оптимальним матеріалом для виготовлення пакування є картон. Цей матеріал поєднує в собі необхідні властивості — легкість, достатню жорсткість, естетичність та екологічність. Картон забезпечує ефективний захист тендітного виробу від механічних пошкоджень, дозволяє зберегти форму та текстуру макаронів, а також надає широкі можливості для художнього оформлення. Завдяки цьому пакування з картону залишається найпоширенішим рішенням серед виробників кондитерських виробів преміум-сегменту. Водночас його виробництво є економічно доцільним та придатним для масштабування, що робить його вигідним для промислових ліній.

Прототипом для подальшого проектування обрано упаковку пенального типу з оглядовим віконцем (рис. 1.2.8).



Рис.1.2.8. Прототип пакування

Дана конструкція має низку переваг:

- зручне відкривання та можливість багаторазового використання;
- наявність прозорого віконця, що дозволяє покупцеві оцінити зовнішній вигляд виробу, не розкриваючи упаковку;
- привабливий вигляд, що підходить для подарункових форматів;
- щільне розміщення десертів, що запобігає їх переміщенню;

- компактність і зручність транспортування;
- можливість різноманітного дизайну — як класичного, так і тематичного.

Однак аналіз також виявив певні недоліки конструкції. Основним з них є використання комбінованих матеріалів (наприклад, картону з пластиковим віконцем), що ускладнює переробку та суперечить сучасним тенденціям екологічного пакування. Крім того, у більшості аналогічних рішень не передбачено елементів, які могли б забезпечити додаткову жорсткість корпусу під час транспортування великих партій продукції.

З точки зору логістики, така упаковка є зручною для ручного наповнення, але потребує вдосконалення для ефективної взаємодії з автоматизованим пакувальним обладнанням. Це включає оптимізацію місць згину, фіксаційних елементів та зменшення кількості технологічних операцій під час складання.

Отже, подальший напрям розробки полягає у створенні екологічно чистої, технологічної та конструктивно вдосконаленої упаковки пенального типу, яка:

- забезпечує належний рівень захисту виробу;
- зручна у транспортуванні й складанні;
- адаптована під автоматизоване виробництво;
- не містить важковідділюваних елементів;
- має привабливий візуальний дизайн, що підсилює емоційне сприйняття продукту.

Таким чином, критичний аналіз прототипу дозволив визначити ключові напрями для покращення — екологізацію, підвищення технологічності та логістичної ефективності упаковки, що й стане основою подальшого проектування.

З метою усунення виявлених недоліків та покращення експлуатаційних характеристик, основним напрямом подальших розробок визначено створення інноваційної екологічної упаковки пенального типу для 6 макарон, що поєднуватиме:

ергономічну конструкцію, зручну у транспортуванні, складанні та відкриванні;
захисні властивості, які запобігають механічним пошкодженням під час переміщення;

оптимізацію під виробничі процеси, що дозволить використовувати стандартне поліграфічне та пакувальне обладнання;

естетичний дизайн, який формуватиме асоціації з преміальною якістю десерту та підвищуватиме його привабливість для покупців;

екологічну чистоту, завдяки використанню моно-матеріалів, придатних до переробки.

Об'єкт проектування доцільно розглядати у взаємозв'язку з технологічним обладнанням конкретного виробництва. Це передбачає врахування технологічних параметрів поліграфічної машини, яка планується для друку зовнішніх заготовок, та особливостей подальшої обробки — висікання, бігування, склеювання і формування пакування.

Процес проектування упаковки слід розглядати як послідовність взаємопов'язаних етапів, що охоплюють:

1. Розробку ескізів конструкції та вибір типу пакування;
2. Оптимізацію параметрів під розмір і форму продукту;
3. Вибір матеріалів з урахуванням екологічних вимог та механічних характеристик;
4. Визначення поліграфічних способів друку та оздоблення;
5. Розробку схеми виробничого процесу — від підготовки файлів до друку до готового пакування.

1.3 Предмет і регламент патентного пошуку

Патентні дослідження є невід'ємним етапом при виконанні випускної кваліфікаційної роботи, оскільки дозволяють виявити сучасний стан розвитку техніки, технологій, матеріалів та конструкцій у вибраній сфері, а також визначити рівень новизни та конкурентоспроможності власного проєкту.

Під час патентного пошуку розглядалися конструкції харчових пакувань, технології оздоблення поліграфічною продукцією, матеріали з підвищеними бар'єрними властивостями, а також обладнання, що використовується для виготовлення комбінованих пакувань. Основна увага приділялася рішенням, які забезпечують високу якість зовнішнього вигляду упаковки, зручність її

використання та відповідність санітарно-гігієнічним вимогам харчової промисловості.

Дослідження проводилося згідно з вимогами ДСТУ 3575–97 «Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення». У ході роботи було визначено предмети пошуку, сформульовано мету дослідження, обрано країни, у яких здійснювався пошук, визначено класифікаційні індекси Міжнародної класифікації патентів (МКП), встановлено ретроспективність та джерела інформації(табл.1.3.1).

Предмет пошуку	Мета	Країни	Класифікаційні індекси	Ретроспективність	Джерела інформації
1. Конструкція харчового пакування	Виявлення оптимальних конструкцій упаковки для захисту та зручного зберігання макаронів	Україна, США, Японія, Корея, Китай, Німеччина, Швеція, Канада	A47, B65, C, U	10 років (2012–2022)	Espacenet, Google Patents, Укрпатент
2. Друк	Вивчення технологій друку на упаковках (флексографія, офсет, трафарет) для естетичного оформлення	Україна, США, Німеччина, Франція, Японія	B41M, B41F, B41N	10 років (2012–2022)	Espacenet, Google Patents, Scopus, Web of Science
3. Поліграфічне оформлення	Аналіз сучасних трендів та методів дизайну і декорування пакувань	Україна, Франція, Італія, США	A45F, B65D, B41N	10 років (2012–2022)	Espacenet, Google Patents, Design Journals

Таблиця 1.3.1. Регламент патентного пошуку за тематикою роботи

У результаті проведеного патентного пошуку було виявлено ряд охоронних документів, що стосуються конструкцій харчового пакування, способів друку та оздоблення картонної упаковки, а також обладнання для її виготовлення(табл. 1.3.2).

Вид і номер охоронного документа	Класифікаційний номер МКВ	Країна, що видала патент	Суть поданого технічного рішення і мета його здійснення
WO2020036551A2	A23G 3/00	WO	Промислово вироблений макарон із тривалим терміном зберігання;

			технологія дозволяє зберегти свіжість та текстуру десерту протягом тривалого часу.
US9617032B2	B65D 5/00	США	Конструкції коробок для харчових продуктів із захистом вмісту, зручні для транспортування та роздрібної торгівлі.
US6352199B1	B65D 5/36	США	Трикомпонентна хвиляста паперова коробка для підвищення міцності та захисту делікатних продуктів.
EP2589383A1	B65D 5/54	EP	Упаковка з картону з інтегрованим прозорим віконцем, призначена для демонстрації харчових виробів та одночасного забезпечення їхнього захисту під час транспортування.
CN110876345A	B65D 5/02	CN	Картонна коробка з підсиленими ребрами жорсткості для делікатних харчових продуктів, що підвищує стійкість конструкції при великому накладі виробництва.

Таблиця 1.3.2. Патенти, відібрані за результатами пошуку

Аналіз патентів показав, що сучасні тенденції у пакуванні кондитерських виробів спрямовані на:

- 1. Підвищення міцності та стійкості упаковки** – багато патентів передбачають використання багатошарових конструкцій, ламінування та комбінацію картону з полімерними плівками для забезпечення захисту крихких десертів від механічних пошкоджень та впливу вологи. Для макаронів це особливо важливо, оскільки десерт є делікатним і легко деформується.
- 2. Функціональність та зручність використання** – значна частина рішень передбачає легке відкривання та повторне закривання упаковки, модульні вставки для фіксації виробів всередині коробки та компактні форми для зручності транспортування та зберігання. Це повністю відповідає вимогам до пенального типу упаковки для макаронів.
- 3. Естетичне та поліграфічне оформлення** – патенти включають різноманітні способи нанесення друку та декоративних елементів на упаковку: флексографічний друк, тиснення, лакування, прозорі віконця, використання барвників і декоративних матеріалів. Це дозволяє підвищити привабливість продукту для кінцевого споживача, що має велике значення для преміальних десертів, таких як макарони.

4. Інновації у виробничому обладнанні – патенти демонструють широке використання автоматизованих машин для формування картонних коробок, нанесення оздоблення та контролю якості, включаючи системи ультразвукової зварки, ламінування та термообробки. Це забезпечує високу точність та стабільність виробництва, що є критично важливим при серійному випуску делікатного продукту.

Загалом, результати патентного пошуку підтвердили, що для упаковки макаронів оптимальним є поєднання картонної конструкції з прозорим віконцем, що забезпечує одночасно міцність, естетику та функціональність. Виявлені технічні рішення надали чітке розуміння того, які інновації можна застосувати у власному проєкті та які конструктивні підходи варто враховувати для створення конкурентоспроможної упаковки.

Проведений патентний пошук дозволив систематизувати та проаналізувати сучасні технічні рішення у сфері картонного пакування для харчових продуктів, зокрема для делікатних десертів, таких як макарони. Отримані дані підтвердили актуальність застосування картонних конструкцій із прозорими віконцями, а також важливість використання інноваційних методів друку та оздоблення для підвищення привабливості продукції.

Здобуті результати дозволили визначити ключові напрями розвитку упаковки, врахувати конструктивні та технологічні вимоги, а також сформувані основу для розробки власного технічного завдання на проектування пакування. Використання патентної інформації забезпечує впевненість у новизні та конкурентоспроможності майбутнього продукту, дозволяючи уникнути повторення вже відомих рішень і орієнтуватися на сучасні тенденції ринку.

2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВИРОБУ

2.1 Обґрунтування технології пакування продукції

Мета розробки упаковки для десерту «макарон» полягає у створенні ефективного, безпечного та привабливого засобу пакування, який забезпечуватиме збереження якості продукту, його захист від механічних пошкоджень, впливу вологи та зовнішніх забруднень протягом усього періоду транспортування і зберігання.

Упаковка також повинна виконувати маркетингову функцію — приваблювати споживача, формувати позитивне перше враження та відповідати естетичним вимогам сучасного ринку десертів. Важливу роль відіграє візуальне сприйняття, адже макарон — це не лише смак, але й яскравий, вишуканий елемент культури французької кондитерської традиції.

З урахуванням особливостей продукції було обрано картонну упаковку пенального типу з віконечком. Такий варіант конструкції поєднує зручність у використанні, достатню міцність, технологічність виготовлення та привабливий зовнішній вигляд. Пенальна форма дозволяє легко розмістити шість тістечок макарон у один ряд, запобігаючи їх зсуву або деформації під час транспортування.

Прозоре віконечко дає можливість споживачеві оцінити зовнішній вигляд десертів, не порушуючи цілісність упаковки. Це створює додаткову довіру до продукту та підвищує його конкурентоспроможність.

Особливу увагу під час проектування приділено екологічності та вторинній переробці матеріалів. Враховуючи сучасні тенденції розвитку пакувальної індустрії та зростання свідомості споживачів, передбачено використання екологічно чистої біорозкладної плівки, яка не завдає шкоди довкіллю та відповідає принципам сталого розвитку.

Технологія пакування повинна забезпечувати:

- зручність у транспортуванні та складуванні;
- захист виробу від зовнішніх впливів;
- відповідність санітарно-гігієнічним нормам харчової продукції;

- привабливу презентацію товару на полиці.

Таким чином, розробка упаковки для десерту «макарон» спрямована на створення гармонійного поєднання функціональності, естетики та екологічності, що відповідає вимогам сучасного споживчого ринку.

2.2 Вимоги до пакувального матеріалу

Для пакування делікатного десерту «макарон» матеріал тари має задовольняти одночасно кілька обов'язкових вимог:

1. Функціональні: міцність при статичних і динамічних навантаженнях (захист при транспортуванні, штабелюванні), збереження форми, достатня жорсткість для утримання; захист від механічних пошкоджень.

2. Бар'єрні: частковий захист від вологи, водяної пари та плям; у поєднанні з конструктивними рішеннями — підтримка свіжості виробу.

3. Гігієнічні: безпека контакту з харчовими продуктами (сертифікація матеріалів/підтвердження придатності для харчової упаковки).

4. Екологічні: мінімальний вплив на довкілля (перевага матеріалів з високим вмістом вторинної сировини або біорозкладних компонентів; сумісність із системами переробки).

5. Технологічні: сумісність із поліграфічними та пакувальними процесами (друк — офсет/флексо/цифра, висікання, бігування, склеювання, ламінування/вставка віконця).

6. Естетичні: високий контраст і передача кольору, приємна тактильність поверхні, можливість преміального оздоблення (тиснення, вибіркового лаку, soft-touch).

На основі попереднього аналізу ринку та технічних вимог обрано картон як базовий матеріал тари та біорозкладну PLA-плівку для віконечка.

Картон — MetsäBoard Natural WKL Bright

MetsäBoard Natural WKL Bright — це білий крафтлайнер з високою білизнаю та матовою необробленою поверхнею. Матеріал позиціонується як призначений для пакувань з високими естетичними вимогами, сумісний із флексо-, офсет- та цифровим струменевим друком. Технічні характеристики матеріалу наведені у таблиці 2.2.1.

Параметр	Значення
Маса 1 м ² , г	160
Товщина, мкм	205
Вологість, %	7.5
SCT CD kNm	3.1
Шорсткість зверху, мл/хв	370
Яскравість зверху, %	86
Білизна за системою CIE зверху	103
Пористість, с	60
Водопоглинання зверху за 1 хв, г/м ²	28

Таблиця 2.2.1 Технічні характеристики картону

MetsäBoard Natural WKL Bright

Чому цей картон підходить для нашої упаковки:

- **Візуальна привабливість.** Висока білизна і матова текстура створюють преміальну основу для передачі пастельних відтінків, які гарно контрастують із яскравим зовнішнім виглядом тістечок. Матовість дає благородний, «ніжний» вигляд, що відповідає позиціюванню макаронів як преміум-продукту.
- **Друковані можливості.** Підходить для офсетного, флексографічного і цифрового друку — це дає гнучкість у виборі способу друку залежно від тиражу (цифра — короткі тиражі/персоналізація; офсет — великі тиражі).
- **Тактильність.** Ненадмірно глянцева, матова поверхня приємна на дотик — важливий елемент «unboxing experience».

- **Безпека для харчових продуктів.** Матеріал позиціонується як придатний для харчової упаковки.
- **Гнучкість у конструктивних рішеннях.** Може використовуватися як лайнер (верхній шар), зворотний лайнер або в якості флутінгу в композиційних структурах картону/мікрогофри.

З огляду на технічні характеристики наведені вище значення маси та товщини вказують, що матеріал — легкий картон із гарною жорсткістю при невеликій площинній масі. Для пенального корпусу, що повинен витримувати штабелювання і механічні навантаження під час доставки, рекомендується:

- або використовувати MetsäBoard як лицьовий лайнер у багатошаровій конструкції (наприклад, micro-flute або поєднання з підкладкою 300–350 г/м²),
- або підсилити коробку внутрішніми картонними інсертми (жорсткі вклади з більш щільного картону), які гарантуватимуть фіксацію макаронів та стійкість корпусу.

Це дозволить зберегти естетичні й тактильні переваги листа MetsäBoard, не жертвуючи механічною надійністю упаковки.

Віконечко — біорозкладна плівка на основі PLA

PLA (поліетилентерефталат із молочної кислоти — полілактид) — біопластик, який виробляють із відновлюваної сировини (зазвичай кукурудзяного крохмалю). Він прозорий, має хороші оптичні та бар'єрні властивості щодо водяної пари (у певних умовах) і в промислових умовах є компостованим.

Переваги PLA для віконечка:

- **Презентація продукту.** Висока прозорість забезпечує демонстрацію макаронів у коробці — ключовий маркетинговий фактор для кондитерського продукту.
- **Екологічність.** При промисловому компостуванні PLA розкладається швидше за звичайні нафтопродуктні плівки; використання PLA відповідає тренду на зниження вуглецевого сліду упаковок.

- **Технологічність.** PLA піддається ламінуванню та термообробці; його можна інтегрувати у картонну заготовку як прозоре віконце методом ламінування або холодного приклеювання.

У таблиці 2.2.2. наведено основні технічні характеристики обраної плівки.

Параметр	Значення
Температурна стійкість, °С	До 55
Прозорість	Висока
Товщина плівки, мкм	від 10 до 100
Щільність, г/см ³	1,22 — 1,26
Межа текучості при розтягуванні, МПа	60-77
Міцність при розтягуванні, МПа	53
Модуль пружності при розтягуванні, МПа	3500
Відносне подовження при розтягуванні, %	3,8-4

Табл. 2.2.2. Технічні характеристики плівки з PLA

Особливі зауваження щодо PLA:

- **Компостованість.** PLA є біорозкладним головним чином в умовах промислових компостувальних установок (високі температури, контроль вологості). У природних умовах або у звичайному побутовому компості розпад відбувається набагато повільніше. Тому маркування «біорозкладний» слід супроводжувати інструкціями щодо утилізації та, за можливості, вказувати, що компостування — промислове.

- **Переробка картону.** PLA-віконечка, якщо закріплені клеєм всередині картону, можуть ускладнювати переробку паперового матеріалу. Рішення: використовувати клеї, що дозволяють легке відділення віконця на сортувальній лінії, або застосувати *mono-material* підхід (наприклад, целюлозна прозора плівка) — але якщо вибір вже зроблено на користь PLA, слід передбачити конструктивне рішення, яке мінімізує перехресне забруднення вторинної сировини.

- **Технологічні вимоги.** PLA має обмежену температурну стійкість (~55 °C); при ламінуванні/зварюванні треба застосовувати режими, сумісні з цим параметром (або використовувати холодне ламінування / адгезії).

Вибір матеріалів та допоміжних засобів для виготовлення упаковки

Розробляючи упаковку для десерту «макарон», одним із ключових критеріїв є забезпечення екологічності на всіх етапах її виготовлення та експлуатації. Це відповідає сучасним тенденціям розвитку пакувальної індустрії, орієнтованої на зменшення негативного впливу на довкілля, скорочення кількості пластикових відходів та використання біорозкладних або придатних до вторинної переробки матеріалів.

Основним матеріалом для конструкції обрано картон харчового призначення, що відзначається міцністю, зносостійкістю, а також здатністю забезпечити надійний захист від механічних пошкоджень, вологи та забруднень. Корпус пакування не буде задруковуватись фарбою, що мінімізує контакт друкарських матеріалів із харчовим продуктом. Це дозволяє гарантувати відсутність міграції хімічних речовин і повну безпечність пакування при безпосередньому розміщенні десертів всередині.

Зовнішня частина упаковки, яка виконує декоративно-інформаційну функцію, задруковується з використанням *екологічних низькомігруючих офсетних фарб*, таких як *Hubergroup MGA Natura*. Ці фарби виготовлені на рослинній основі, мають сертифікати безпеки для застосування у харчовій поліграфії та характеризуються мінімальним вмістом летких органічних сполук (VOC). Використання таких матеріалів забезпечує високу яскравість кольорів, збереження естетики пакування та відповідність міжнародним стандартам безпечного пакування (Regulation (EU) No 1935/2004).

Склеювання елементів конструкції здійснюється *водно-дисперсійними клеями на основі ПВА або декстрину*, що не містять розчинників і токсичних домішок. З рекомендованих виробників було обрано *Henkel Aquence FD 151*. Такі клеї відзначаються високою адгезією до картонних поверхонь, швидким висиханням і не мають запаху, що є важливим чинником для пакування харчових продуктів.

Водночас вони повністю відповідають концепції екологічно чистого виробництва, оскільки є безпечними для працівників і не забруднюють навколишнє середовище.

Додатковим рішенням у конструкції є використання *харчового пергаменту* або *жиростійкого паперу* як підкладки під десерти. Це запобігає проникненню жирів і вологи від макаронс до картонної основи, подовжує термін збереження естетичного вигляду пакування та покращує його гігієнічні властивості. Оптимальним матеріалом для цього шару є *Pergament Greaseproof 40–60 г/м²* — натуральний пергамент, що має високу стійкість до жиру, вологості та є біорозкладним.

Таким чином, запропонований підхід до вибору матеріалів забезпечує поєднання трьох важливих аспектів:

1. **Безпечність для продукту та споживача** — відсутність міграції фарб, розчинників і шкідливих домішок.
2. **Екологічність** — використання відновлюваних, біорозкладних та придатних до переробки матеріалів.
3. **Функціональність та естетика** — зручність у використанні, привабливий вигляд і відповідність сучасним вимогам ринку.

Завдяки цьому упаковка не лише забезпечує надійний захист десертів «макарон», а й виступає прикладом відповідального підходу до виробництва пакування, що відповідає принципам сталого розвитку та екологічної свідомості.

2.3 Конструкція упаковки та розрахунок геометричних параметрів

Запропонована конструкція пакування належить до пенального типу й складається з двох основних частин — корпусу та зовнішньої кришки. Такий тип пакування забезпечує зручність у користуванні, естетичний вигляд і надійний захист виробів під час транспортування та зберігання.

Корпус пакування має жорстку конструкцію та формується без використання клею. Завдяки продуманій системі згинів і клапанів, його можна легко зібрати вручну або на напівавтоматичній лінії. Особливістю конструкції є товсті стінки

(близько 1 см), які утворюються за рахунок подвійного перегину картону. Це дозволяє досягти кількох важливих переваг:

- підвищується механічна стійкість пакування;
- створюється додатковий захист тістечок від деформації;
- покращується герметичність та фіксація продукції всередині.

Усередині корпусу відсутні перегородки чи додаткові внутрішні конструкції, оскільки шість тістечок макарон розміщуються щільно, що дозволяє уникнути їх зміщення під час транспортування. Такий підхід спрощує процес виготовлення та складання, зменшує витрати матеріалу й зберігає привабливість зовнішнього вигляду виробу. Кришка має просту прямокутну форму, яка щільно охоплює корпус і забезпечує надійне закриття. Вона легко висувається та зручна для відкривання і закривання.

Провівши аналіз ринку продукції, було визначено оптимальні розміри одного тістечка: *діаметр – 55 мм, висота – 30 мм*. Саме на основі цих параметрів розроблено упаковку розмірами $200 \times 75 \times 55$ мм (довжина \times ширина \times висота), що дозволяє розміщувати шість тістечок у щільному порядку без надлишкового вільного простору. Така щільність розміщення запобігає зсувам під час транспортування та сприяє збереженню форми виробів.

Корпус пакування виконано з картону і складається без використання клею, за рахунок чіткої системи згинів та фіксаційних клапанів(рис.2.3.1). У конструкції передбачено подвійні стінки товщиною приблизно 10 мм, що забезпечує високу жорсткість, стійкість до деформацій та захист десерту від механічних пошкоджень. Для зменшення контактів продукту з друкованими елементами задруковується лише зовнішня частина пакування (кришка). Корпус залишається чистим, без фарби, що повністю виключає контакт барвників із харчовим продуктом і підсилює екологічність конструкції.

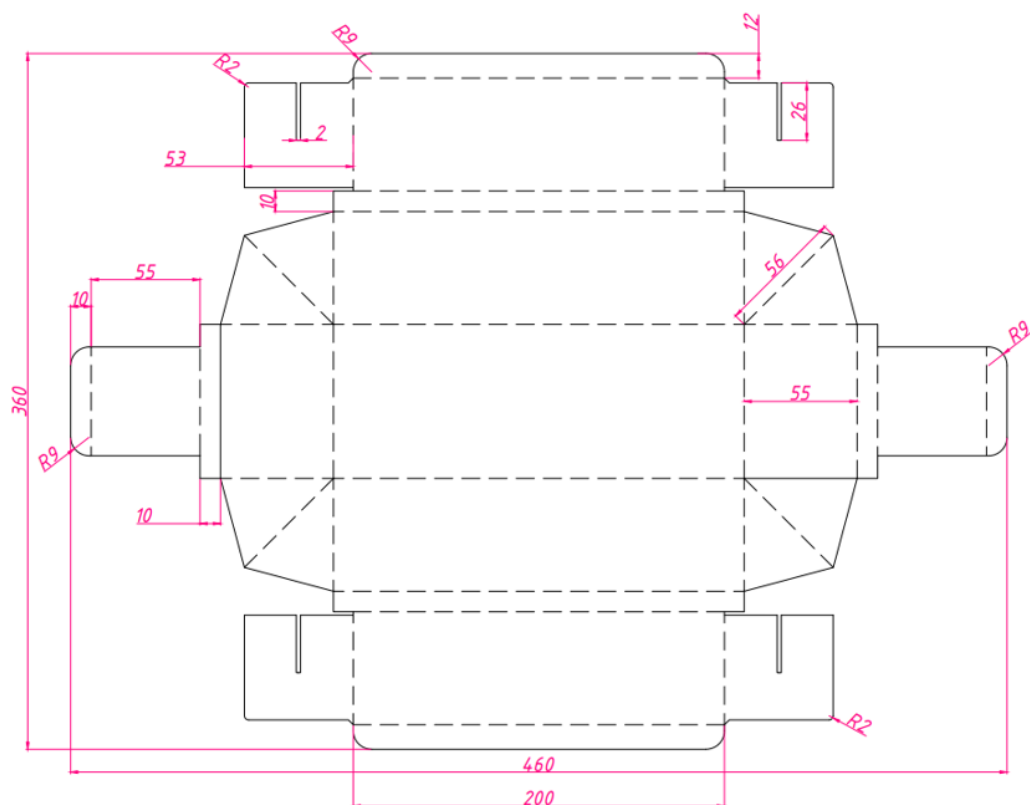


Рис. 2.3.1. Корпус пакування

У верхній частині упаковки передбачено віконце, яке займає близько 1/4 площі поверхні. Це дозволяє споживачу бачити продукт без необхідності розкривати пакування (рис. 2.3.2). Розміри віконця становлять $90 \times 27,5$ мм.

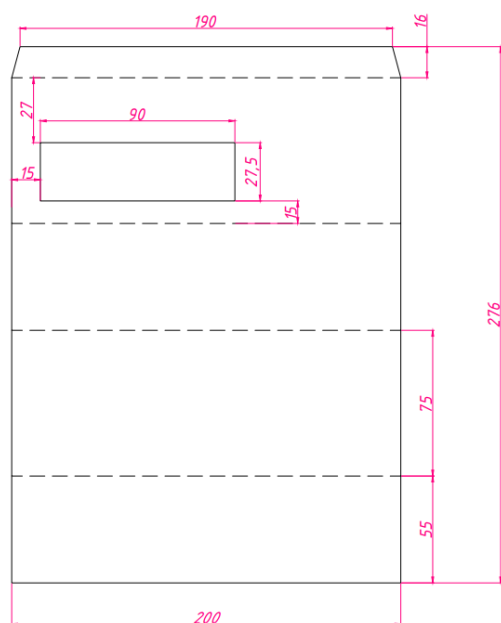


Рис.2.3.2. Верхня частина пакування

2.4. Розрахунок міцності пакування

Наступним етапом у процесі розроблення упаковки є оцінка її міцності та надійності при експлуатаційних навантаженнях. Важливо, щоб упаковка не лише мала привабливий зовнішній вигляд, але й забезпечувала захист десерту «макарон» під час транспортування та зберігання. Для виготовлення було обрано екологічний картон MetsäBoard Natural WKL Bright, який характеризується високою жорсткістю, стабільністю розмірів та хорошими бар'єрними властивостями. Матеріал представлений у кількох варіаціях товщини — від 90 до 205 мкм.

Зважаючи на те, що конструкція упаковки має подвійні стінки, що вже підвищує її стійкість, для експериментальної перевірки було обрано два варіанти товщини картону — 165 мкм та 205 мкм, щоб визначити оптимальний показник для серійного виробництва. Перевірка міцності проводилася за допомогою *програмного середовища Autodesk Inventor*, яке дозволяє моделювати деформації та напруження в матеріалі під дією зовнішніх сил. На модель упаковки було прикладено навантаження 7,2 Н, що відповідає орієнтовному тиску, який може виникати при транспортуванні та штабелюванні пакувань у коробах.

Результати аналізу наведені на рис. 2.4.1 і рис. 2.4.2, де зображено розподіл напружень при різній товщині матеріалу.

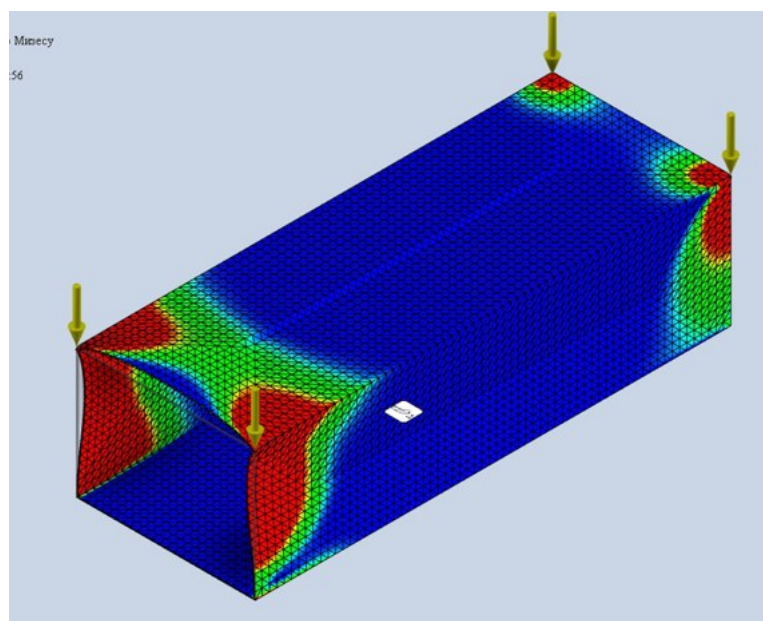


Рис. 2.4.1. Аналіз напружень упаковки з товщиною картону 165мкм

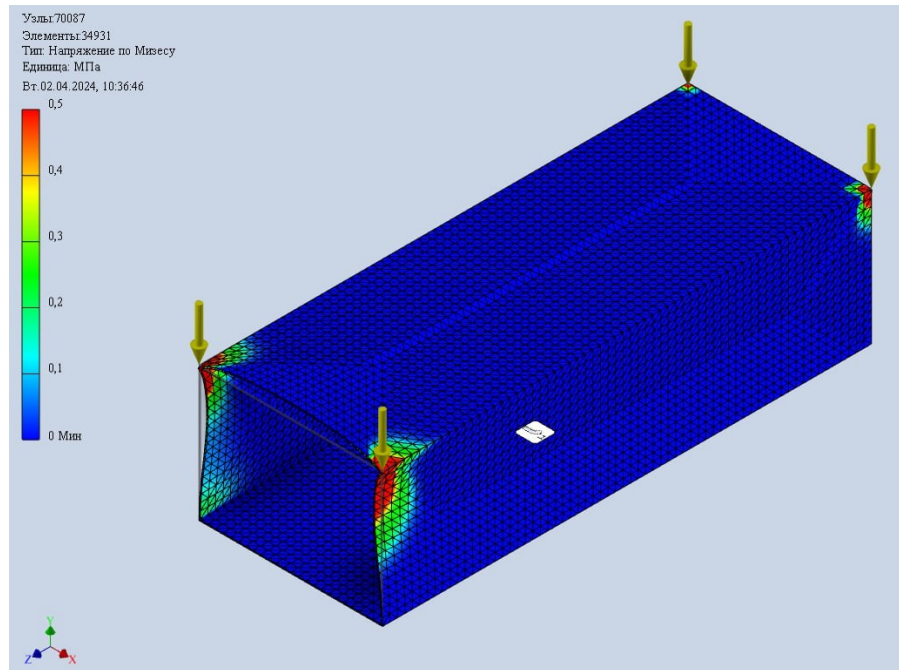


Рис.2.4.2. Аналіз напружень упаковки з товщиною картону 205мкм

- При товщині **165 мкм** коефіцієнт запасу міцності становив 0,9, що свідчить про граничну допустимість навантаження.
- При товщині **205 мкм** коефіцієнт запасу збільшився до 1,1, тобто упаковка здатна витримувати навантаження без руйнування чи критичних деформацій.

На основі проведених розрахунків можна зробити висновок, **що оптимальною є товщина картону 205 мкм**, оскільки вона забезпечує необхідну міцність при незначному збільшенні маси упаковки. Такий вибір дозволяє гарантувати збереження форми пакування під час транспортування, що особливо важливо для ніжних десертів, як «макарон».

2.5 Вибір типу композиції та аналіз кольорових рішень для пакування

Дизайн упаковки для десерту «макарон» відіграє ключову роль у його конкурентності, адже саме візуальне оформлення формує перше враження та впливає на вибір покупця. Композиція пакування має поєднувати естетику, функціональність і сучасні екологічні підходи.

Аналіз ринку показує стабільний попит на класичні смаки, однак споживачі дедалі частіше шукають нові враження та виразні візуальні рішення. З огляду на це для даного проєкту обрано смак «Червоний вельвет» — менш традиційний, але

яскравий, асоційований з ніжністю та святковістю(рис.2.5.1). Такий вибір посилює індивідуальність продукту і робить його помітним серед конкурентів. Насичений червоний відтінок десерту став основою для гармонійної контрастної композиції, що підсилює загальну привабливість упаковки.



Рис. 2.5.1. Макарони «червоний вельвет»

Вибір композиції визначає стиль, настрій і характер візуального рішення, тому під час розроблення враховувалися очікування цільової аудиторії, особливості продукту та концепція бренду. Було обрано абстрактну композицію, що передає романтичність, ніжність і приємні асоціації, пов'язані з продуктом. Основними акцентами стали насичений червоний колір назви Macarons, що перегукується зі смаком, та м'який рожевий відтінок кришки, який додає композиції легкості й витонченості. (рис.2.5.2).



Рис.2.5.2. Дизайн зовнішньої частини упаковки

На лицьовій поверхні пакування розміщене віконечко, яке займає близько 1/4 площини (90×27,5 мм). Воно виконує дві функції: з одного боку — дозволяє покупцеві побачити продукт, підкреслюючи його натуральність і якість, з іншого — зменшує використання плівки та клею, що сприяє екологічності конструкції. Таким чином, сам продукт стає частиною композиції, гармонійно поєднуючись із графічним оформленням.

Для посилення емоційного ефекту до дизайну додано декоративні елементи у вигляді сердець і купідонів, які створюють романтичний настрій, натякають на святковість і роблять упаковку привабливою як подарунковий варіант.

Для упаковки була обрана кольорова палітра, що втілює концепцію романтичного настрою та естетики (рис.2.5.3). Основні кольори — ніжно-рожевий, червоний та білий — поєднані між собою гармонійно, створюючи враження тепла, ніжності та святковості:

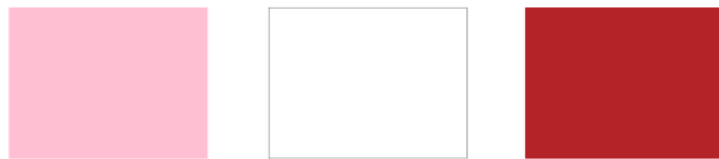


Рис.2.5.3. Кольори упаковки

Ніжно-рожевий колір відіграє ключову роль у створенні романтичного настрою пакування. Він асоціюється з ніжністю, жіночністю та легкістю. Цей відтінок виступає фоновим, формуючи м'яку, гармонійну атмосферу, що викликає позитивні емоції у споживача.

Червоний колір використовується для назви бренду *Macarons*. Він символізує енергію, пристрасть і силу почуттів, створюючи контраст із м'яким рожевим тлом. Червоний акцент не лише підсилює візуальне сприйняття, а й підкреслює головну тему — «червоний вельвет». Завдяки обмеженому використанню цього кольору дизайн залишається збалансованим і не перевантаженим.

Білий колір корпусу є нейтральним елементом композиції, який створює візуальну гармонію та підтримує чистоту загального стилю. Він забезпечує баланс між яскравими кольорами, підсилює відчуття легкості й дозволяє споживачеві зосередитися на головних акцентах. Крім того, білий корпус не задруковується фарбами, що є екологічно доцільним рішенням та сприяє зниженню витрат матеріалів.

2.6 Шрифт

У процесі створення дизайну упаковки типографія стала ключовим інструментом формування стилю та зручності сприйняття. Шрифти добиралися так, щоб передати характер бренду, підсилити емоційний акцент і водночас забезпечити читабельність інформаційних блоків. Назва бренду оформлена шрифтом «*Lovely Christmas*», який створює святковий настрій і додає впізнаваності. Для тексту зі смаком застосовано «*Bright*» — елегантний і чіткий шрифт, що забезпечує гармонію між декоративністю та інформативністю. Числові позначення виконано шрифтом «*Quiska*», який поєднує сучасність і класичні форми, підкреслюючи важливість вагових даних. Для технічної інформації обрано «*Yu Gothic UI*», що відрізняється високою читабельністю та універсальністю, особливо в умовах щільного інформаційного блоку (рис.2.6.1).

MACARONS 

Red Velvet flavor

240 g

ДЕСЕРТ «MACARONS» (UA) Склад: цукор білий, цукрова пудра, яйце куряче, борошно мигдальне (13.6%), борошно пшеничне в/с, напівфабрикат для кондитерської промисловості (вода питна, гідрогеновані рослинні жири, цукор, молочний білок, емульгатори (E472b), лецитини E2, E2 стабілізатори (E460, E466, E340), ароматизатор ванілі, сіль кухонна), глазури кондитерська біла (цукор, жир рослинний, суха молочна сирова, ароматизатор (соевий лецитин), фісташки, мигдаль, ароматизатори, барвники: екстракт куркуми та E141, сіль, емульгатор соєвий лецитин, екстракт розмарину), солона карамель (7.5%) (вершкові палички, цукор білий кристалічний, сироп глюкозний, сіль %, какао-масло, ароматизуюча паста «Французька ваніль» 0.3% (сироп глюкозний, цукор білий, натуральний ароматизатор ванільний бурбон, вода, лецитин, загусник модифікований крохмаль, порошок жовтого жовтка, ванільні палички сорбат 1%) , муверол (емульгатор E471), антиоксидант E330), консервант сорбат калію, масло вершкове (0.6%) (вершки молочні), загусник, сіль кухонна харчова, консервант (сорбінова кислота E200).
Умови зберігання: зберігати в холодильнику швидко та обережно за температури (5-8)°С. **Срок придатності до споживання (днів):** 30 (д). Дата «Вжити до» вказує останній день споживання продукції. Номер партії ідентифікується кінцевою датою споживання «Вжити до». Адреса виробничих потужностей: Україна, 49033, м. Київ, проспект Броварський, 106 а. Тел: +38 099 505 46 28. Виробник: ТОВ «Бріоші», Україна, 51200, Київська

Харчова цінність на 100 г(г) продукту	
Енергетична цінність (калорійність)	350-400
Жири	20-25
Вуглеводи	35-40
Білки	5-7

Дата виготовлення/номер партії
Краще спожити до
09.04.2024
09.05.2024

DESSERT-MACARONS-(EN) White sugar, powdered sugar, chicken egg, almond flour (13.6%), premium wheat flour, semi-finished product for the confectionery industry (drinking water, hydrogenated vegetable fats, sugar, milk protein, emulsifiers (E472b), soy lecithin E222, E472e), stabilizers (E460, E466, E340), vanilla flavoring, table salt, white confectionery glaze (sugar, vegetable fat, whey powder, lactose, emulsifier (soy lecithin), pistachios, almonds, flavorings, dyes: turmeric extract and E141, salt, emulsifier soy lecithin, rosemary extract), animal cream, white crystalline sugar, glucose syrup, sea salt 1%, cocoa butter, French vanilla flavoring paste 0.3% (glucose syrup, white sugar, natural vanilla bourbon flavor water, lutein, modified starch thickener, egg yolk powder, vanilla sticks 1%, preservative potassium sorbate, tartaric acid) , muverol (emulsifier E471), antioxidant E330), preservative potassium sorbate, butter (0.6%) (dairy cream), thickeners, table salt, preservative (sorbic acid E200).
Storage conditions: store in refrigerators and chambers at a temperature of (5-8)°C. **Shelf life (days):** 30 (d). The "use by" date includes the last day of product consumption. The lot number is identified by the "use by" expiration date.
Address of production facilities: Ukraine, 49033, Kyiv, Prospect Brevarskyi, 106 a. Tel: +38 099 505 46 28. Manufacturer: LLC "Briosh", Ukraine, 51200, region, Kyiv, Komunalna St, 10. Tel: +380995054628.

Кількість в упаковці - 6 шт.
Маса нетто 240 г(g)



Рис.2.6.1. Використані шрифти

Такий комплексний підхід до типографії дозволив поєднати емоційність і функціональність дизайну, створивши зручну й привабливу для споживача структуру подачі даних.

2.7 Інформаційні та художні елементи

Візуальна концепція упаковки поєднує емоційні та інформаційні елементи, формуючи цілісний образ бренду. Центральним художнім акцентом став силует Купідона, інтегрований у назву. Він створює романтичний настрій, викликає позитивні асоціації та підсилює емоційний зв'язок зі споживачем. Цю атмосферу доповнюють серця, які підкреслюють делікатність продукту та забезпечують м'яку, дружню візуальну подачу. Поряд із художньою складовою дизайн виконує інформаційну функцію. На дні упаковки розміщено обов'язкові маркувальні знаки та споживчі дані — їх винесено на білий фон для кращої контрастності й читабельності (рис.2.6.2). Таке розташування відповідає нормативним вимогам і дозволяє зберегти чисту, привабливу фронтальну частину, не перевантажуючи її технічною інформацією.



ДЕСЕРТ «МАКАРОНС»(ШАС)Склад: цукор білий, цукрова пудра, яйця курячі, борошно м'яке (13.6%), борошно пшеничне м/с, натр. інфузія для кондитерської прозорості (вода питна, гідрогенізовані рослинні жири, цукор молочний білий, емульгатори (E472b, лецитин №2, E2 стабілізатори (E460, E466, E340), ароматизатор ваніль, сіль кухонна), глазур кондитерська біла (цукор, жир рослинний, суша молочна сир овіла, лактоза, емульгатор (соєвий лецитин), фісташки, мигдаль, ароматизатори, барвники: екстракт куркуми та E141, сіль, емульгатор соєвий лецитин, екстракт розмарину), солона карамель (7.5%) (вершки тваринні, цукор білий кристалічний, сироп глюкозний, сіль %, какао-масло, ароматизуюча паста "Французька ваніль", 0.3% (сироп глюкозний, цукор білий, натуральний ароматизатор ванільний), бурбон, вода, і крохм, загусник модифікований крохмаль, порошок желатини жовта, ванільні палички сорбін 1%), мушкет (емульгатор E471), антиоксидант E 330), консервант сорбат калію, масло вершкове (0.6%) (вершки молочні), загусник, сіль кухонна харчова, консервант (сорбінова кислота E200).
Умови зберігання: зберігати в холодильнику шафка та камери за температури (5-8)°С. Строк придатності до споживання(д/б): 30 (д). Дата "Викоти до" вказує останній день споживання продукції. Номер партії ідентифікується коженшо датою споживання "Викоти до".
Адреса виробничих потужностей: Україна, 49033, м. Київ, проспект Броварський, 106 а. Тел: +38 099 505 46 28. Виробник: ТОВ "Бріош", Україна, 49033, м. Київ, вул. Комуністична, 10. Тел: +380995054628.

Харчова цінність на 100 г(г) продукту	
Енергетична цінність (калорійність)	350-400
Жири	20-25
Вуглеводи	35-40
Білки	5-7

Дата виготовлення/номер партії
Краще спожити до
09.04.2024
09.05.2024

DESSERT-MACARONS-(EN)White sugar, powdered sugar, chicken egg, almond flour (13.6%), premium wheat flour, semi-finished product for the confectionery industry (drinking water, hydrogenated vegetable fats, sugar, milk protein, emulsifiers (E472b, soy lecithin (E222, E472e), stabilizers (E460, E466, E340), vanilla flavoring, table salt), white confectionery glaze (sugar, vegetable fat, whey powder, lactose, emulsifier (soy lecithin), pistachios, almonds, flavorings, dyes: turmeric extract and E141, salt, emulsifier soy lecithin, rosemary extract, (animal cream, white crystalline sugar, glucose syrup, sea salt 1%, cocoa butter, French vanilla flavoring paste 0.3% (glucose syrup, white sugar, natural vanilla bourbon flavor, water, lutin, modified starch), thickeners, egg yolk powder, vanilla sticks 1%, preservative potassium sorbate, tartaric acid), muscovado (emulsifier E471, antioxidant E330, preservative potassium sorbate, butter (0.6%) (dairy cream), thickeners, table salt, preservative (sorbic acid E200)).
Storage conditions: store in refrigerators and chambers at a temperature of (5-8)°C. Shelf life (days): 30 (d). The "use by" date includes the last day of product consumption. The lot number is identified by the "use by" expiration date.
Address of production facilities: Ukraine, 49033, Kyiv, Prospekt Broyarskyi, 106 a. Tel: +38 099 505 46 28. Manufacturer: LLC "Briosh", Ukraine, 49033, Kyiv, region, Kyiv, Komunistichna St., 10. Tel: +380995054628.

Кількість в упаковці - 6 шт.
Маса нетто 240 г(г)

Рис.2.6.1. Інформаційні та художні елементи пакування

2.8 Технічні вимоги до макетів, що надаються замовнику в електронному форматі

Формат файлів

Базовим та рекомендованим форматом для фінальних макетів є PDF (Portable Document Format). Вибір PDF обумовлений його універсальністю та крос-платформною сумісністю, що гарантує збереження оригінального форматування, колірних профілів та типографічних елементів незалежно від операційної системи чи пристрою, на якому відкривається файл. Використання PDF забезпечує стабільність візуального відтворення дизайну на етапах обміну інформацією між різними суб'єктами проєкту.

Для забезпечення зручності редагування та можливості подальшої модифікації макетів, замовнику також можуть бути надані вихідні файли у форматах, що підтримуються спеціалізованими графічними редакторами. Зокрема, формати AI (Adobe Illustrator) або PSD (Adobe Photoshop) дозволяють здійснити вільне редагування та адаптацію елементів макету відповідно до змінних потреб замовника чи виробничих вимог. Застосування цих стандартизованих форматів суттєво оптимізує співпрацю між дизайнером та замовником, підтримуючи високу якість дизайну протягом усіх ітерацій проєкту.

Кольорове поділення по шарам

У межах професійної підготовки макетів впроваджується стратегічне розділення кольорів та елементів на окремі шари. Це не просто технічний прийом, а необхідний механізм для ефективного керування, редагування та контролю над окремими компонентами дизайну.

Таке багат шарове структурування (наприклад, окремі шари для фону, текстових блоків, зображень, логотипів, технічної інформації) значно спрощує процес внесення змін. У випадках, коли виникає потреба у швидкій корекції тексту або заміні графічних об'єктів, дизайнер може працювати виключно з відповідним шаром, уникаючи ризику ненавмисної модифікації інших, вже затверджених елементів макету.

Такий підхід є фундаментальним для забезпечення консистентності дизайну і підкреслює необхідність швидких та ефективних правок. Розділення на шари не тільки посилює контроль за фінальним макетом, але й максимально оптимізує робочий процес, гарантуючи швидку реакцію на вимоги замовника та високу якість кінцевого результату.

3. РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Тенденції розвитку за результатами патентного пошуку

За результатами патентного пошуку було встановлено сучасні тенденції розвитку пакувальної галузі, що визначають напрями вдосконалення матеріалів, технологій та конструкцій упаковок (табл.3.1.1). Аналіз баз даних WIPO, EPO, USPTO та Укрпатент показав стійке зростання кількості патентів, пов'язаних із підвищенням якості пакувальних матеріалів, їх бар'єрних властивостей, екологічності та технологічності. Протягом останніх років помітна тенденція до відмови від традиційних полімерних матеріалів на користь біорозкладних та комбінованих багатошарових структур, що поєднують міцність, захисні характеристики та безпечність для довкілля.

Вид і номер охоронного документа	Суть поданого технічного рішення і мета його здійснення
WO2020036551A2	Промислово вироблений макарон із тривалим терміном зберігання; технологія дозволяє зберегти свіжість та текстуру десерту протягом тривалого часу.
US9617032B2	Конструкції коробок для харчових продуктів із захистом вмісту, зручні для транспортування та роздрібною торгівлі.
US6352199B1	Трикомпонентна хвиляста паперова коробка для підвищення міцності та захисту делікатних продуктів.
EP2589383A1	Упаковка з картону з інтегрованим прозорим віконцем, призначена для демонстрації харчових виробів та одночасного забезпечення їхнього захисту під час транспортування.
CN110876345A	Картонна коробка з підсиленими ребрами жорсткості для делікатних харчових продуктів, що підвищує стійкість конструкції при великому накладі виробництва.

Таблиця 3.1.1. Результати патентного пошуку

Виявлено зростання кількості патентів, присвячених:

- удосконаленню **технологічних параметрів матеріалів**, що підвищують стійкість до вологи, кисню та ультрафіолету;
- створенню **нових типів конструкцій пакування**, які дозволяють продовжити термін зберігання продуктів без зміни їх органолептичних властивостей;
- **спрощенню технології складання упаковки**, зокрема розробці **самозбірних конструкцій без використання клею**;

- **автоматизації процесів пакування**, що зменшує тривалість виробничого циклу та втрати матеріалу;
- **зменшенню маси та об'єму упаковки** без погіршення її міцнісних характеристик.

У Європейських та міжнародних патентних відомствах зафіксовано зростання кількості розробок у напрямку активного пакування – систем, які взаємодіють із продуктом або навколишнім середовищем, регулюючи вологість, кисень або виділення ароматичних речовин. Такі технології активно впроваджуються у сегменті кондитерських виробів, де важливо забезпечити стабільність смакових і візуальних характеристик продукту.

Крім того, відмічається збільшення кількості фірм, що спеціалізуються на випуску екологічних пакувальних матеріалів та обладнання для їх переробки. Серед лідерів – компанії *Amtcor*, *Mondi Group*, *Huhtamaki*, *Tetra Pak* та інші, які впроваджують багатошарові біоплівки з покращеними бар'єрними властивостями.

На основі узагальнення отриманих даних можна сформулювати такі тенденції розвитку інноваційних систем пакування:

1. Перехід до екологічно безпечних, біорозкладних та перероблюваних матеріалів.
2. Розроблення інтелектуальних і активних упаковок, здатних реагувати на зміну умов середовища.
3. Вдосконалення самозбірних конструкцій, які не потребують використання клею та зменшують собівартість.
4. Застосування багатошарових композиційних матеріалів із покращеними бар'єрними властивостями.
5. Впровадження енергоощадних технологій і автоматизованих ліній пакування.

Таким чином, результати патентного аналізу свідчать, що розвиток галузі пакування спрямований на створення функціонально вдосконалених, екологічних та

технологічно ефективних систем, здатних забезпечити подовжений термін зберігання харчових продуктів без втрати якості. Ці тенденції були враховані при розробленні запропонованої конструкції пакування у даній роботі.

На основі аналізу тенденцій розвитку пакувальної галузі та проведеного патентного пошуку можна сформулювати гіпотезу, згідно з якою подальший розвиток інноваційних систем пакування для харчових продуктів буде спрямований на інтеграцію функціональних властивостей матеріалів і конструкцій, що забезпечують не лише збереження продукту, а й оптимізацію виробничого процесу та екологічну безпечність.

Передбачається, що перспективні рішення включатимуть:

- використання комбінованих матеріалів з інтегрованими бар'єрними та антибактеріальними властивостями, які дозволяють зменшити використання консервантів у продуктах;
- розробку конструкцій із підвищеною жорсткістю стінок при мінімальній масі матеріалу, що забезпечує надійність транспортування без додаткових елементів;
- використання технологій «активного» або «розумного» пакування, які здатні індикувати стан продукту (свіжість, температуру, герметичність тощо);
- впровадження модульних і самоскладних конструкцій без клею, що спрощують процес виробництва і сприяють багаторазовому використанню.

У контексті розробленої магістерської роботи гіпотезу можна конкретизувати наступним чином:

Інноваційна система пакування з удосконаленою самоскладною конструкцією та комбінованими матеріалами здатна збільшити термін зберігання продуктів за рахунок покращених бар'єрних характеристик і оптимізованої форми, при цьому зменшуючи матеріальні витрати та екологічне навантаження.

Згідно з аналітичними даними, моделювання розвитку галузі в найближчі роки демонструє три основні напрями:

1. Функціоналізація пакування — впровадження сенсорних, антибактеріальних, абсорбційних елементів.
2. Екологізація виробництва — застосування біополімерів, перероблюваних матеріалів та безвідходних технологій.
3. Оптимізація конструкцій — створення простих, технологічних форм, що забезпечують зручність транспортування, складання і повторного використання.

Таким чином, узагальнення результатів патентного аналізу та розроблення гіпотези дозволяють зробити висновок, що майбутнє пакувальних технологій пов'язане з розумним поєднанням функціональності, екологічності та технологічної ефективності, що відповідає основним завданням розробленого у даній роботі пакування.

3.2 Моделювання технологічного процесу

У сучасних умовах розвитку пакувальної індустрії спостерігається стійка тенденція до впровадження екологічно орієнтованих технологій і матеріалів. Зростання екологічної свідомості споживачів стимулює виробників до пошуку нових рішень, що поєднують якість, функціональність і сталість. Тому при розробці інноваційної системи пакування для продуктів із подовженим терміном придатності важливо враховувати не лише технологічні параметри, а й екологічну та економічну ефективність.

В останні роки екологічні проблеми спричинили підвищення попиту на біорозкладне та переробне пакування. Провідні компанії кондитерської галузі активно впроваджують екологічно чисті матеріали для зниження вуглецевого сліду та підвищення довіри споживачів. Стале пакування не лише відповідає сучасним стандартам, а й формує позитивний імідж бренду, демонструючи його відповідальність перед довкіллям.

Визначення ключових технологічних вимог

Під час проєктування пакування для десертів необхідно враховувати низку технологічних характеристик, які забезпечують збереження продукту, його привабливість і відповідність нормам безпеки та екологічності. Основні з них:

1. **Механічна міцність** — здатність упаковки захищати продукт від пошкоджень під час транспортування, зберігання та реалізації.
2. **Вологостійкість** — захист від негативного впливу вологи, що впливає на свіжість десертів.
3. **Екологічність матеріалів** — використання картону або біоплівки, які піддаються переробці та мінімізують шкоду довкіллю.
4. **Вартість виготовлення** — оптимальне співвідношення собівартості виробництва та якості.
5. **Зручність для споживача** — легкість відкривання, ергономічність конструкції, зручність транспортування.
6. **Візуальна привабливість** — естетичний дизайн, якісний друк, наявність оглядового віконця для демонстрації продукту.
7. **Стабільність під час транспортування** — забезпечення фіксації виробів усередині для уникнення деформацій.

Експертне оцінювання параметрів

Для визначення найважливіших характеристик під час моделювання упаковки було проведено експертне оцінювання методом попарного порівняння. У дослідженні оцінили сім параметрів за шкалою вагомості:

- **1,5** — параметр є більш важливим;
- **1,0** — параметри рівнозначні;
- **0,5** — параметр має меншу вагу.

Порівняння проводилося за такими критеріями:

- **Я** — ергономічність;

- Д — привабливість дизайну;
- Е — екологічність;
- Тр — транспортна стійкість;
- С — міцність конструкції;
- Т — вологостійкість;
- Ч — економічність.

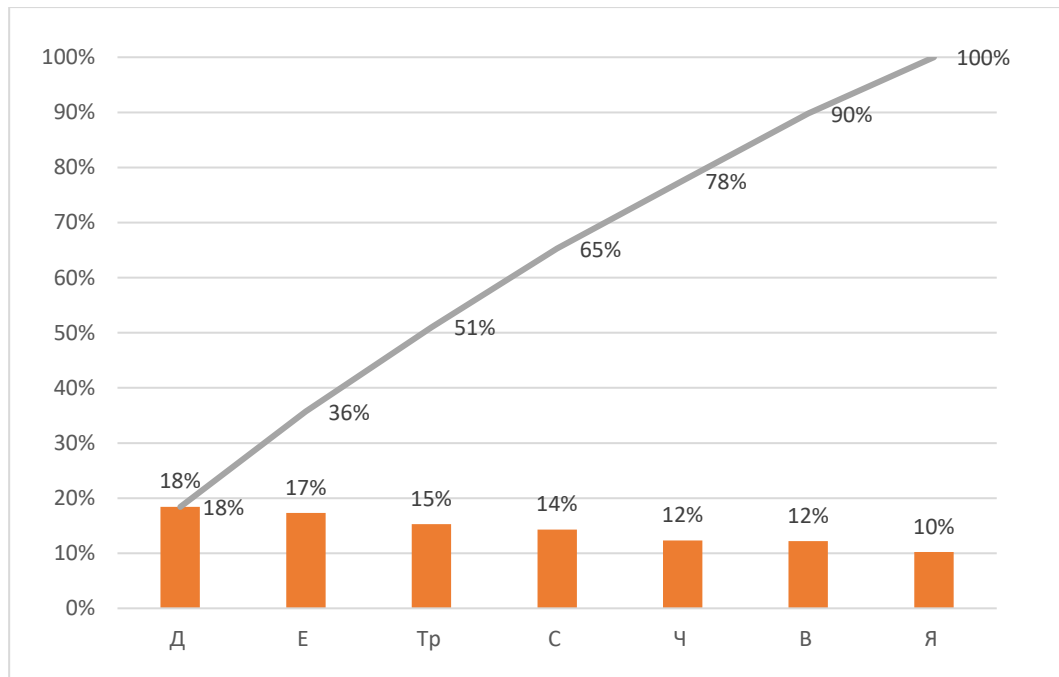
На основі отриманих даних було складено матрицю експертних оцінок (табл.3.2.1). За підрахунком сумарних балів було визначено, що найбільшу вагу мають параметри екологічності, міцності та візуальної привабливості. Це підтверджує актуальність орієнтації на екостійкі рішення та естетичний аспект упаковки, який визначає емоційне сприйняття продукту споживачем.

$X_i \setminus X_j$	Я	Д	Е	Тр	С	В	Ч	Σa_j	Вага параметра
Я	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	5.0	0.102
Д	1.5	1.0	1.5	1.5	1.0	1.5	1.0	9.0	0.184
Е	1.5	0.5	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	8.5	0.173
Тр	1.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.5	1.0	7.5	0.153
С	1.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	7.0	0.143
В	1.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	6.0	0.122
Ч	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	6.0	0.122
Σa_i								49.0	1.00

Таблиця 3.2.1. Матриця експертних оцінок

Найвищу вагу мають дизайн (0,184), екологічність (0,173) та стійкість при транспортуванні (0,153), що цілком відповідає особливостям пакування для десерту «макарон».

На основі таблиці було побудовано діаграму Парето:



Діаграма 3.2.2. Діаграма Парето

З урахуванням результатів експертного оцінювання було сформовано модель оптимізованого технологічного процесу, яка передбачає:

- вибір картонного матеріалу підвищеної щільності з біорозкладним покриттям;
- використання конструкції пенального типу з подвійним захисним шаром;
- застосування лакового шару для підвищення вологостійкості;
- впровадження цифрового друку з екологічними фарбами;
- удосконалення послідовності технологічних операцій для зменшення відходів і скорочення часу виробництва.

Сформована модель дозволяє досягти балансу між якістю, економічністю та екологічністю виробництва, що є визначальним у сучасних тенденціях розвитку пакувальної галузі.

Для узагальненого представлення процесу виготовлення пакування було застосовано *метод «чорної скриньки»*, який дозволяє розглядати технологічний процес як систему з вхідними та вихідними параметрами. У даній моделі:

- **Вхідні дані (Input):**

- сировина (картон, клей, покриття, фарби);
- параметри друку (роздільна здатність, колірна модель, товщина шару фарби);
- технічні умови виробництва (температура, вологість, швидкість друку та висікання).

- **Процес (System / Processing):**

- Підготовка матеріалу — нарізання картону за форматом.
- Друк художнього зображення на аркушах.
- Нанесення захисного лаку або плівки для вологостійкості.
- Висікання конструкції упаковки за заданим шаблоном.
- Фальцювання та склеювання корпусу.
- Контроль якості — перевірка на міцність, точність висікання, чистоту друку.

- **Вихідні дані (Output):**

- готова упаковка пенального типу для десертів «макарон»;
- екологічна відповідність;
- мінімальні технологічні відходи;
- естетичний та ергономічний продукт, готовий до фасування.

Модель «чорної скриньки» демонструє логіку процесу — від надходження матеріалів до отримання готового пакувального рішення. Такий підхід дозволяє візуалізувати взаємозв'язки між технологічними етапами та оцінити вплив кожного з них на якість кінцевого виробу.

4. ПРОЄКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА

4.1 Промислове завдання на розроблення проекту за тематикою кваліфікаційної роботи

Для забезпечення серійного виробництва пакувальної продукції розроблено промислове завдання, яке включає п'ять різновидів упаковок для кондитерських виробів та чаю. Усі види пакування виготовляються з використанням офсетного друку на картоні MetsäBoard Natural WKL Bright товщиною 165–205 мкм. Обраний метод забезпечує високу якість відбитків, можливість точного суміщення кольорів, а також адаптованість до подальших післядрукарських процесів — штанцювання, бігування, лакування та складання(табл.4.1.1).

№	Тип продукції, наявність лаку, штанцювання, характер формування упаковки	Кількість назв на рік	Формат, мм	Формат друкарського аркуша, мм	Кількість упаковок на одному аркуші, шт	Тираж, тис. шт	Фарбовість
1	Упаковка пенального типу для 6 тістечок макарон; часткове лакування; штанцювання; автоматичне формування	3	200×75×55	1620×1210	6	1000	4+1 (СМУК + лак)
2	Картонна упаковка для цукерок асорті; без лаку; штанцювання; ручне формування	5	150×80×40	1210×860	10	500	4+0
3	Коробка для печива з віконцем; суцільне лакування; штанцювання; автоматичне формування	4	220×120×60	1620×1210	8	800	4+1
4	Мінікоробка для чаю в індивідуальних пакетиках; без лаку; штанцювання;	6	120×70×30	1060×750	15	600	4+0

	ручне формування						
5	Упаковка для шоколадного батончика; часткове лакування; штанцювання; автоматичне формування	4	150×60×30	1210×860	12	700	4+1

Таблиця 4.1.1. Промислове завдання

4.2 Вибір технології та структури виробничих процесів

Для забезпечення ефективного виготовлення різнотипних харчових упаковок, представлених у промисловому завданні, було обрано аркушевий офсетний метод друку з подальшим висіканням, бігуванням, фальцюванням і склеюванням. Така технологічна схема є універсальною, екологічно безпечною та придатною для серійного виробництва як автоматичного, так і частково ручного типу формування упаковки.

Вибір офсетного друку обумовлений високою якістю відтворення зображення, можливістю роботи з різними типами картону, стабільністю при великих тиражах і сумісністю з водорозчинними фарбами харчового класу. Це особливо важливо для упаковок із відкритим контактом або близьким розташуванням до харчових продуктів. Проектування технологічного процесу виготовлення упаковки пенального типу базується на принципах системності, раціонального розподілу операцій та забезпечення гнучкості виробництва. Враховуючи конструктивні особливості пакування — наявність корпусу, що не потребує друку, та верхньої частини з віконцем і художнім оформленням, — **було прийнято рішення про організацію двох взаємопов'язаних виробничих ліній.**

Перша лінія призначена для виготовлення корпусу упаковки. Даний елемент не потребує нанесення зображення чи лакового покриття, тому технологічна схема включає лише механічні операції — розкрій, висікання, контроль якості та складання. Такий підхід забезпечує точність геометричних параметрів і збереження міцності пакування під час експлуатації. Відокремлення процесу виготовлення корпусу дає змогу уникнути переналаштування друкарського

обладнання, що особливо важливо при зміні замовлення або переході на інший вид упаковки.

Друга лінія спрямована на виготовлення верхньої частини упаковки, яка містить художнє оформлення, віконце та декоративне лакування. Тут зосереджено процеси друку, часткового лакування, висікання, склеювання та контролю якості. Саме ця частина формує естетичну привабливість і впізнаваність продукції, тому до неї висуваються підвищені вимоги щодо точності суміщення кольорів, рівномірності покриття та стабільності відбитка. Виділення друкарсько-оздоблювальних процесів у самостійну лінію сприяє збереженню високої якості оформлення при зміні конструкцій чи дизайнів пакування.

Фінальним етапом є **об'єднання корпусу та верхньої частини** в єдину конструкцію готової упаковки. Це забезпечує зручність транспортування, раціональне використання ресурсів і підвищення загальної продуктивності.

Запропонована структура виробничого процесу є гнучкою та придатною для виготовлення інших видів пакувань, зазначених у промисловому завданні: упаковок для тістечок макарон, цукерок, печива, чаю та шоколадних батончиків. Змінюючи параметри матеріалів, форми висікання чи види оздоблення, можна без ускладнень адаптувати виробництво до нових вимог ринку без значних технічних переналаштувань.

Структурна технологія виготовлення пакування

I. Лінія виготовлення корпусу (без друку):

1. Підготовка виробничих матеріалів.
2. Розкрій аркушів на форматні заготовки.
3. Висікання корпусу з формуванням бігувальних ліній.
4. Контроль якості висічених заготовок.
5. Складання корпусу в готову конструкцію.

II. Лінія виготовлення верхньої частини з віконцем:

1. Підготовка макета до друку.
2. Нанесення офсетного друку на аркуші.
3. Часткове лакування поверхні для підвищення зносостійкості.
4. Висікання заготовок з формуванням віконця.
5. Фальцювання і склеювання елементів.
6. Контроль якості оздоблених заготовок.

III. Завершальний етап:

1. Складання двох частин пакування у готовий виріб.
2. Перевірка цілісності та якості готової продукції.
3. Упаковка і маркування для відвантаження.

Обрана структура дає змогу досягти раціонального розподілу трудомістких операцій, зменшити втрати часу між технологічними етапами та забезпечити стабільну якість при серійному виробництві. Гнучкість технологічної схеми дозволяє швидко адаптуватися під нові типи пакування, що підвищує ефективність та універсальність виробництва.

4.3 Принципові рішення щодо розроблення технологічної системи

На підставі проведеного аналізу й вибору технологічної структури виробництва було сформовано принципові рішення щодо побудови технологічної системи виготовлення пакувальних виробів. Основна концепція полягає у створенні універсальної, автоматизованої та гнучкої системи, здатної забезпечити безперервний виробничий цикл для кількох типів картонних упаковок харчової продукції.

1. Загальна концепція системи

Технологічна система будується за модульним принципом — кожен етап (підготовка, друк, висікання, фальцювання, контроль, складання) є самостійним

модулем, що може бути інтегрований або відключений залежно від типу продукції. Такий підхід забезпечує:

універсальність — можливість виробництва різних типів упаковок без повної переналадки лінії;

гнучкість — адаптацію до упаковок із лаком, без лаку, з віконцем чи без нього;

мінімізацію простоїв — завдяки паралельній роботі двох потоків.

Обидва потоки об'єднуються на етапі складання у готовий виріб. Така система дозволяє рівномірно розподілити навантаження, забезпечуючи безперервність технологічного процесу.

2. Основні технологічні принципи

Принцип паралельно-послідовної обробки. Це скорочує цикл виготовлення та підвищує загальну ефективність.

Принцип автоматизованої взаємодії. Передбачено взаємодію між вузлами через автоматизовану систему керування процесами, що дозволяє узгоджувати подачу матеріалів, швидкість роботи секцій і контроль якості.

Принцип сумісності технологічних операцій. Всі операції (друк, висікання, складання, контроль) орієнтовані на роботу з харчовим пакувальним картоном і біорозкладними плівками, без застосування токсичних речовин чи розчинників.

Принцип енергоефективності. Виробництво спроектовано з мінімальним споживанням ресурсів — за рахунок використання водних фарб, екологічних клеїв і оптимізованих процесів сушіння.

Принцип екологічної замкненості. Відходи картону й обрізки PLA-плівки повертаються в цикл утилізації, що знижує екологічне навантаження.

3. Взаємодія елементів системи

Взаємодія між окремими модулями технологічного процесу відбувається через автоматизовану логістичну систему подачі заготовок. Вхідні матеріали (картон,

плівка, фарби, клей) проходять підготовчий етап, після чого розподіляються за потоками.

4.4 Вибір обладнання та матеріалів

Для забезпечення стабільної роботи підприємства та високого рівня якості друку обрано обладнання провідних виробників поліграфічної галузі, яке відповідає сучасним вимогам ефективності, автоматизації та екологічності.

Обладнання для офсетного друку верхньої частини пакування

Для нанесення художнього оформлення на зовнішню частину упаковки застосовується аркушева офсетна машина *Heidelberg Speedmaster XL 162*, що забезпечує високу якість відтворення зображення, стабільність кольору та можливість лакування за один прохід. Машина ефективна для друку на картоні великої щільності, що важливо для пакування преміум-класу.



Рис.4.4.1. Вибір обладнання для офсетного друку

Характеристика	Heidelberg Speedmaster XL 162	KBA Rapida 164	Komori Lithrone GX
Макс. формат, мм	1620×1210	1640×1200	1115×820
Продуктивність, арк./год	до 15 000	до 16 000	до 18 000
Кількість секцій	6 + лак	5 + лак	4 + лак
Рівень автоматизації	дуже високий	високий	середній

Таблиця 4.4.2. Порівняння машин для офсетного друку

Ламінація PLA-плівки

На етапі формування віконця у верхній частині упаковки застосовується технологія ламінації екологічної плівки на основі PLA (полілактиду). Процес

ламінації виконується на *машині Komras EZ Koater*, яка дозволяє працювати з тонкими біополімерними плівками та наносити їх рівномірно по всій поверхні.

Машина характеризується:

- підтримкою широкого діапазону товщин матеріалів
- точним регулюванням температури та тиску
- низьким енергоспоживанням і мінімальними втратами матеріалу;
- компактною конструкцією, яка дозволяє інтегрувати її у загальну виробничу лінію після секції друку або лакування.

Розглянуто три варіанти машин, придатних для нанесення біорозкладної PLA-плівки(рис.4.4.3; табл. 4.4.4). Порівняння зосереджене на сумісності з PLA, контролі температури/тиску (щоб плівка не деформувалася), продуктивності, інтеграції в лінію і енерго/матеріаловитратах.



Рис. 4.4.3. Вибір обладнання для ламінації плівки

Характеристика	Komras EZ Koater	GMP QLAM-380	Komfi / Sagitta 76
Температурний/тисковий контроль	точний, м'які режими для PLA	добрий, але розрахований і на ПЕТ/ПП	штатний, менш тонке регулювання
Сумісність з PLA	висока (оптимізований режим)	хороша (потрібні налаштування)	задовільна (можливі обмеження)
Продуктивність (орієнт.)	до 10–12к арк./год	до 12–15к арк./год	до 8–10к арк./год

Інтеграція у лінію	проста (після друку/лакування)	добра, але більші габарити	середня
Енерго/матеріалоефективність	висока	середня–висока	середня

Таблиця 4.4.4. Порівняння машин для ламінування плівки

Обладнання для висікання та бігування корпусу пакування

Етап висікання та бігування є одним із ключових у виготовленні картонної упаковки, оскільки саме він формує остаточну геометрію виробу, визначає точність згинів і якість з'єднання частин. Для даного проєкту обрано **автоматичний прес Bobst Mastercut 106 PER**, який поєднує точність, високу швидкість і повну автоматизацію процесів. В таблиці нижче наведені порівняння з аналогами.



Рис. 4.4.5. Вибір обладнання для висікання та бігування корпусу пакування

Характеристика	Bobst Mastercut 106 PER	Heidelberg Promatrix 106 CSB	Sanwa TRP-1060-SE
Формат аркуша, мм	1060 × 760	1060 × 760	1060 × 760
Точність вирізу, мм	±0,1	±0,15	±0,2
Продуктивність, арк./год	9 000	8 000	7 500
Автоматизація подачі/виводу	повна	часткова	часткова
Система контролю	цифрова, сенсорна	механічна	механічна
Інтеграція у лінію	висока	середня	середня
Рівень енергоефективності	високий	середній	середній

Таблиця 4.4.6. Порівняння машин для висікання і бігування

Обладнання для з'єднання внутрішньої та зовнішньої частин

Для фінального етапу було обрано **Tünkers Custom Line**, яка адаптована до параметрів даної конструкції.

Характеристика	Tünkers Custom Line	Bosch Pack 201	IMA C260
Продуктивність, уп./хв	100	80	90
Точність позиціонування, мм	±1	±1.5	±1.2
Тип приводу	сервопривід	пневматичний	комбінований
Можливість переналаштування	висока	середня	середня
Система контролю	фотооптична	механічна	оптико-механічна

Таблиця 4.4.7. Порівняння обладнання для з'єднання двох частин пакування

Контроль якості та пакування

Завершальним етапом виробництва упаковки є контроль якості готових виробів та їх пакування для транспортування та зберігання. На цьому етапі використовуються сучасні системи візуального контролю та напівавтоматичне пакувальне обладнання, що забезпечує стабільність і безпомилковість продукції.

Характеристика	AVT Helios S + Robopac S7	BST iPQ Check + Minipack Modular 50	ISRA Vision PrintSTAR + TOSA 410
Тип контролю	оптичний (високої роздільності)	оптико-камерний	лазерно-оптичний
Автоматичне сортування	є	є	частково
Продуктивність, уп./хв	90–100	80–85	70–80
Гнучкість налаштування	висока	середня	середня
Точність виявлення дефектів	до 0,05 мм	до 0,1 мм	до 0,08 мм

Таблиця 4.4.8. Порівняння обладнання для контролю якості готового виробу

Вибір матеріалів для пакування

Матеріали для нашої упаковки підбиралися з огляду на якість друку, екологічність та сумісність із технологічною структурою виробництва. Під час аналізу основної сировини для пакування були розглянуті кілька поширених типів картону: сульфатний (SBB), картон групи GC2 та хром-ерзац FBB. Сульфатний картон вирізняється високою білизною та стабільністю під час друку, проте є

найдорожчим варіантом і часто має надмірну жорсткість для конструкцій невеликого формату. GC2 характеризується доступною ціною, однак поступається за якістю бігування та стабільністю форми, що може бути критичним при виготовленні складної подарункової упаковки з віконцем. *Найбільш збалансованим матеріалом виявився картон типу FBB*: він забезпечує високу якість друку та стійкість до висікання, добре переносить лакування і не деформується під час формування.

Для прозорого віконця розглядалися плівки трьох типів: *PET, BOPP та PLA*. PET забезпечує чудову прозорість, проте не є екологічним матеріалом і складно утилізується разом із картоном. BOPP дешевша, але має нижчу прозорість і не відповідає вимогам до сталого пакування. PLA-плівка, навпаки, є біорозкладною, має хорошу прозорість і сумісна з вибраною технологією ламінації. Вона безпечна для контакту з харчовою продукцією, добре взаємодіє з воднодисперсійними клеями та відповідає концепції екологічної упаковки, яку ми реалізуємо у проєкті.

При виборі клейових композицій було порівняно *гаряче-плавкі клеї та воднодисперсійні системи*. Hot-melt клеї мають високу міцність, але можуть давати запах, інколи деформують місця склеювання та не завжди підходять для делікатних картонних конструкцій, особливо у харчовому сегменті. Воднодисперсійні клеї, навпаки, є повністю безпечними, не містять розчинників, забезпечують рівномірне та чисте склеювання і добре взаємодіють із PLA-плівкою.

У підсумку, обрані матеріали — картон FBB, PLA-плівка та воднодисперсійні клеї — утворюють збалансовану й технологічно сумісну систему, що гарантує високу якість виготовлення, стабільність геометрії упаковки, її безпечність для харчових продуктів та відповідність сучасним екологічним вимогам. Це рішення також дозволяє легко масштабувати виробництво та використовувати ту саму технологічну базу для інших типів пакування, передбачених у промисловому завданні.

4.5 Організаційна структура виробництва

Організаційна структура виробництва для підприємства, що виготовляє картонні пакування харчової продукції, формується з урахуванням багатоступеневої технології, рівня автоматизації, різнотипності продукції та необхідності підтримання стабільної якості на всіх етапах. Структура повинна забезпечувати чітку координацію між підрозділами, оперативність ухвалення рішень та можливість масштабування виробництва без зміни основної логістики процесів. Основою побудови є поділ підприємства на функціональні блоки: *адміністративно-управлінський, виробничий, технічний, логістичний та контролю якості*. Кожен із них виконує окремі завдання, але працює у взаємодії, утворюючи цілісну виробничу систему.

Адміністративно-управлінський блок включає директора підприємства, головного інженера, економічну службу та відділ кадрів. Він відповідає за стратегічне управління, розподіл ресурсів, контроль фінансових потоків та планування розвитку. Відділ кадрів забезпечує підбір персоналу для роботи з високотехнологічним устаткуванням, організовує навчання операторів машин, контролерів якості, наладчиків і логістів.

Конструкторсько-технологічний відділ є ключовою ланкою при створенні нових пакувань. Він розробляє креслення, висікальні форми, контролює сумісність конструкцій із технологічним обладнанням, проводить розрахунок формату, матеріалів і оптимальної схеми розташування заготовок на аркуші. У його завдання також входить підготовка технічних карт і супровід запуску нових виробів у виробництво.

Виробничий блок складається з кількох спеціалізованих дільниць, відповідно до структури технологічного процесу. Друкарська дільниця займається офсетним друком зовнішніх частин упаковок, забезпечує контроль кольору та підтримання стабільних параметрів фарбопереносу. Дільниця ламінації працює з PLA-плівкою та відповідає за формування прозорого віконця. Дільниця висікання виконує вирубування та бігування як зовнішніх, так і внутрішніх частин упаковки. Дільниця

фальцювання й склеювання здійснює формування обгортки, підклеювання віконця та підготовку готових елементів для фінального з'єднання. Окремо виділена дільниця автоматичного складання, яка відповідає за точне вставлення корпусів у зовнішні обгортки й стабільність геометрії готового виробу.

Контрольно-аналітичний блок включає відділ технічного контролю та лабораторію. Він забезпечує перевірку якості кольору, точності висікання, коректності бігування, міцності склеювання, а також відповідності матеріалів вимогам харчової безпеки. Тут проводяться вибіркові тести на готову продукцію, контроль партійної стабільності та моніторинг відхилень у процесі.

Логістичний блок охоплює склад матеріалів, склад готової продукції та службу внутрішньоцехової логістики. Склади забезпечують правильне зберігання картону та плівки, контроль вологості, ротацію партій та облік залишків. Логісти здійснюють подачу аркушів на друк, транспортування напівфабрикатів між дільницями та пакування готової продукції перед відправкою замовникам.

Інженерно-технічна служба відповідає за технічне обслуговування обладнання, планові ремонти, діагностику стану вузлів і швидке реагування на зупинки. Вона також займається модернізацією устаткування та впровадженням автоматизації у виробничі процеси.

4.6 Основні характеристики роботи та її цілі

Проект створений у межах спеціалізації підприємства, що займається виготовленням картонної упаковки для харчових виробів, і спрямований на розробку технологічно вдосконаленої та екологічно орієнтованої упаковки пенального типу для шести тістечок макарон. Основна особливість роботи полягає у комплексному поєднанні стандартних поліграфічних операцій з інноваційними елементами, такими як використання PLA-плівки для прозорого віконця, оптимізований виробничий маршрут на базі високопродуктивних машин та введення автоматизованих систем контролю якості.

У межах проекту сформовано цілі, що відповідають поточним тенденціям розвитку пакувального виробництва. Передусім — це підвищення екологічності

шляхом впровадження біорозкладних матеріалів, оптимізація витрат завдяки раціональному плануванню площ та вибору обладнання з мінімальними втратами, а також забезпечення стабільної якості за рахунок автоматизації й цифрових систем візуального контролю. Використання сучасних ліній для друку, висікання, ламінації та автоматизованого з'єднання частин упаковки дозволяє впровадити модель виробництва з прогнозованими результатами та високою повторюваністю.

У процесі підготовки проєкту проаналізовано наявні технологічні рішення, визначено ключові вузли, які потребують удосконалення, та розроблено рекомендації щодо їх покращення. Запропоновано застосування системи гнучкого технічного обслуговування, використання сервосинхронізованих подаючих механізмів для зменшення похибок позиціонування, а також впровадження апаратної та програмної уніфікації для спрощення інтеграції нового обладнання в існуючі виробничі лінії. Такий підхід забезпечує підвищення якісних показників, скорочення часу переналагодження та зменшення кількості браку.

У межах цього розділу також розроблено узагальнену блок-схему технологічного процесу, що відображає послідовність усіх виробничих операцій: від приймання матеріалів і друку до висікання, ламінації віконця, формування пакувального корпусу, з'єднання з обгорткою, контролю якості та кінцевого пакування. Для окремих інноваційних етапів — таких як ламінація PLA-плівки та автоматизоване з'єднання частин — подано деталізовані описи, що розкривають їхню структуру та технічні переваги.

Завдяки системному аналізу зроблено висновок про можливість зниження собівартості продукції шляхом оптимізації використання матеріалів, скорочення простоїв обладнання та впровадження автоматизованих засобів контролю. Крім того, проєкт пропонує шляхи вдосконалення організації праці, що включають підвищення рівня технічної підготовки персоналу та інтеграцію цифрових інструментів для моніторингу виробничих показників.

У результаті всі запропоновані рішення формують технологічно стійку, екологічно обґрунтовану та економічно доцільну модель виробництва, яка

відповідає сучасним вимогам до пакувальної індустрії та демонструє шляхи подальшого розвитку підприємства.

4.7 Розрахунок виробничої програми згідно промислового завдання

Після визначення технологічної схеми та вибору обладнання наступним кроком є оцінка того, як ці рішення працюватимуть у реальних виробничих умовах. Розрахунок виробничої програми дозволяє побачити не тільки загальний обсяг робіт, а й те, як він розподіляється між окремими операціями, скільки часу займатиме друк та обробка кожної партії, і якої потужності потребуватиме підприємство, щоб стабільно виконувати річний план.

Фактично це перехід від технологічної моделі до практичного розуміння роботи дільниці: скільки друкарських аркушів потрібно, як завантажуються машини, яку кількість операторів слід передбачити й яку виробничу площу вони займатимуть. Такий аналіз дозволяє перевірити, наскільки узгоджені між собою вибрані матеріали, формати, обладнання та режим роботи, і чи здатне підприємство виконати запланований обсяг без перевантаження або простоїв.

Тип і характер упаковки	К-ть назв на рік	Тираж, тис.шт.	Фарбовість	Формат листа, мм	К-ть штук на аркуші	К-ть аркушів (розрах.)	Швидкість друку, арк./год	Орієнт. час друку, год
Корпус упаковки (пенального типу, внутр. частина)	1	1000	—	1450×1060	9	114 445	—	—
Верхня частина (художнє оформлення + віконце)	1	1000	4 (СМУК)	1620×1210	32	32 188	11 000	≈ 2.93 год

Таблиця 4.7.1 — Розрахунок виробничої програми та її виконання

Тип і характер упаковки	Швидкість друку (марка), арк./год	Необхідна кількість машин (марка, виробник), робочих місць, од.	Чисельність та розряд робітників (розрахункова)	Явочна кількість робітників за фахом та розрядом	Списочна кількість робітників, осіб	ІТР та службовці, осіб (розрахункова)
Корпус упаковки	—	1/1	4	4	5	2
Верхня частина	11 000	1/1	4	4	5	2

Продовження таблиці 4.7.1

Верхня частина (друк). Кількість аркушів для друку згідно попереднього розрахунку — **32 188 аркушів** (з урахуванням 3 % технологічних втрат). Робоча продуктивність для Speedmaster XL 162 – **11 000 арк./год.** Чистий час друку обчислюється як $32\,188 / 11\,000 \approx 2,926$ год. До цього додано час приладки при переході на назву — умовно **1,5 год.** Отримуємо $\approx 4,43$ год машинного часу на виконання всього тиражу по одній назві. Оскільки сумарний машинний час невеликий, одна машина повністю покриває потребу; у виробничому плануванні слід проте врахувати, що до загального навантаження машини додаються інші назви та післядрукарські операції, тому рекомендується резервування або гнучкий графік.

Корпус (висікання). Хоч корпус не друкується, йому потрібен процес висікання. За розрахунком, для корпусів потрібно **114 445 листів** формату 1450×1060 (з урахуванням 3 %). Для Bobst Mastercut 106 PER орієнтовна продуктивність (для аркушів подібного формату) прийнята **9 000 арк./год** (реальна продуктивність залежить від характеру висікальної форми і подачі). Час висікання = $114\,445 / 9\,000 \approx 12,72$ год чистого часу. Додаємо час приладки/налаштування форми — **1,5 год,** отримуємо $\approx 14,22$ год. Одна машина Bobst покриває річний обсяг для даної позиції; за умови множинних назв або паралельної продукції доцільно мати другу у резерві.

Персонал. Для кожного робочого місця передбачено обслуговуючий мінімум: два оператори на машині (подача/вивід, контроль), один наладчик (підготовка форми/регулювання), контролер якості. Це дає явочну кількість 4 осіб на зміну по кожній операції. Списочна кількість — на одну одиницю більша (резерв, заміни, відпустки) — 5 осіб. ІТР/службовці — двоє: майстер дільниці та інженер/технолог (можуть обслуговувати кілька дільниць у складі підприємства).

Таблиця 4.7.2. – Розрахунок виробничої програми по виготовленню
друкарських форм

Тип і характер упаковки	Кількість назв на рік	Тираж / тиражестійкість друкар. форм, тис.шт.	Фарбовість	Формат пакування, мм (розгортка)	К-ть упаковок на одній друк. формі, шт	Всього форм заданого формату, шт	Площа однієї друк. форми, см ²
Верхня частина	1	1000	4	200 × 276	32	4	19 602

Продовження таблиці 4.7.2.

Тип і характер упаковки	Орієнтовний час на виконання програми (год)	Необхідна кількість машин (марка/виробник) / робочих місць, од.	Чисельність та розряд робітників (розрахункова)	Явочна кількість робітників за фахом та розрядом	Списочна кількість робітників, осіб	ІТР та службовці, осіб (розрахункова)
Верхня частина	≈2,0 год	1	2	2	3	2

Таблиця 4.7.3. — Розрахунок виробничої програми на виконання тиснення та
штанцювання

Тип та характер упаковки	Кількість назв на рік	Тираж / тиражестійкість штанц-форм, тис.шт.	Фарбовість тиснення	Формат тиснення, мм (розмір листа)	К-ть упаковок на одній штанц-формі, шт	Всього штанц-форм заданого формату, шт	Площа однієї штанц-форми, см ²
Корпус упаковки	1	1 000	—	1450×1060	9	1	15 370
Верхня частина	1	1 000	можливе локальне рельєф. тиснення — не передбачено в проєкті	1620×1210	32	1	19 602

Продовження таблиці 4.7.3.

Тип та характер упаковки	Орієнтовний час на виконання програми (чистий), год	Час з приладкою (год)	Необхідна кількість машин (марка/виробник), од.	Чисельність та розряд робітників (розрахункова)	Явочна кількість робітників в за фахом та розрядом	Списочна кількість робітників, осіб	ІТР та службовці, осіб
Корпус упаковки	12,72 год	+1,5 → 14,22 год	1	4	4	5	2
Верхня частина	58 год	+1,5 → 5,08 год	1	4	4	5	2

Таблиця 4.7.4. — Розрахунок виробничої програми по формуванню упаковок

Тип і характер формування упаковки	Формат упаковки, мм	Швидкість скріплення (шт./год)	Орієнтовний час на виконання програми (чистий), год	Час з приладкою (год)	Необхідна кількість машин (марка, виробник) — розрахункова	Прийнята проєктом (од.)	Списочна кількість робітників, осіб (на всі зміни / резерв)
------------------------------------	---------------------	--------------------------------	---	-----------------------	--	-------------------------	---

Формування внутрішнього корпусу	200×75×5 5	4 800	214,6 год	216,6 год	1	1	5
Формування зовнішньої частини + приклеювання віконця	200×75×5 5	3 000	343,3 год	345,3 год	1	1	5
Автоматичне вставляння внутр. корпусу в зовнішню обгортку	200×75×5 5	1 500	686,7 год	688,7 год	1	1	5

4.8 Виробничо-технологічні плани виробничих приміщень

Для реалізації технологічного процесу виготовлення пенальних упаковок із накладом 1 млн шт. на рік було обрано п'ять основних одиниць обладнання: друкарську машину Heidelberg Speedmaster XL 162, ламінаційно-лакувальну установку Komras EZ Koater, висікальну машину Bobst Mastercut, формувальну лінію Tünkers Custom Line та систему оптичного контролю AVT Helios S, що інтегрується безпосередньо в друкарську машину. Планування виробничих площ виконано з урахуванням габаритів обладнання, зон обслуговування та логічного розміщення робочих потоків.

Першочерговим етапом є друк, тому Heidelberg Speedmaster XL 162 розміщується на початку технологічної лінії. Машина має значні габарити (приблизно 14×7 м), тому потребує збільшеної зони обслуговування для подачі та приймання листів, а також вільних проходів для обслуговування. З іншого боку розташовується Komras EZ Koater, що використовується для нанесення ламінаційного або PLA-покриття. Поряд знаходиться висікання. Для цієї операції використовується Bobst Mastercut. Обладнання потребує додаткового місця для формування потоку заготовок і зон обслуговування. Оптимальним є центральне розміщення висікального обладнання в дільниці, щоб мінімізувати зайві переміщення матеріалів. Для формування та вставляння коробок використовується Tünkers Custom Line. Лінію доцільно розташувати ближче до виходу з цеху або до складу готової продукції, що зменшує внутрішні логістичні переміщення. Система оптичного контролю AVT Helios S інтегрується безпосередньо у друкарську машину

і не потребує виділення додаткової площі. Вона забезпечує контроль якості відбитків у режимі реального часу та підвищує стабільність виробництва. За цими даними було накреслено схему виробничого цеху на аркуші формату А1 з масштабом 1:100. У таблиці 4.8.1 пронумеровано обладнання відповідно до позначень на схемі та вказано розміри у обраному масштабі.

№	Назва обладнання	Габаритні розміри, мм	Розміри в масштабі 1:100, мм
1	Heidelberg Speedmaster XL 162	14 000×7 000	140×70
2	Компас EZ Koater	2 500×1 000	25×10
3	Bobst Mastercut	9 000×5 000	90×50
4	Tünkers Custom Line	6 000×2 500	60×25

Таблиця 4.8.1. Перелік та розміри устаткування

Загальна площа, необхідна для розміщення всього обладнання з урахуванням габаритів та зон обслуговування, становить приблизно 255,5 м². Додатково враховано проходи, місця для тимчасового зберігання піддонів, маневрування візків та забезпечення безперешкодного руху матеріалів. З огляду на ці вимоги, оптимальна площа виробничої ділянки має становити близько до 375 м². Таке планування забезпечує послідовність технологічних операцій, мінімізує внутрішньоцехові потоки та дозволяє підтримувати ефективний виробничий процес із дотриманням вимог безпеки та ергономіки.

Назва устаткування	Марка	Габарити, мм × мм	Необхідна площа для розміщення, м ²	Маса устаткування, т	Статичне навантаження, т/м ²	Максимальний рівень шуму, дБ
Аркушева друкарська машина	Heidelberg Speedmaster XL 162	14000 × 7000	148	55	0,37	82
Установка для ламінації/приклеювання PLA	Компас EZ Koater	2500 × 1000	7,5	0,5	0,07	75
Висікальна машина	Bobst Mastercut 145 PER (аналог)	9000 × 5000	70	17	0,24	80
Лінія формування/вставляння упаковок	Tünkers Custom Line	6000 × 2500	30	3	0,10	78
Система оптичного контролю (інтегрована)	AVT Helios S	– (вбудована)	Не потребує окремої площі	–	–	70

Таблиця 4.8.2. — Специфікація устаткування

Окрім основного технологічного обладнання, проєктована дільниця потребує низки службових приміщень, які забезпечують стабільність виробничого процесу, зручність роботи персоналу та належні умови зберігання матеріалів. Їхній склад та орієнтовні площі визначені з урахуванням специфіки роботи дільниці, кількості обладнання і нормативів просторової організації виробництва. Загальна площа службових і технічних зон становить **приблизно 300 м²**, що відповідає потребам дільниці такого масштабу та забезпечує ефективне розміщення всіх допоміжних процесів. Таким чином за даними розрахунками загальна проєктна площа дільниці становитиме **приблизно до 675 м²**.

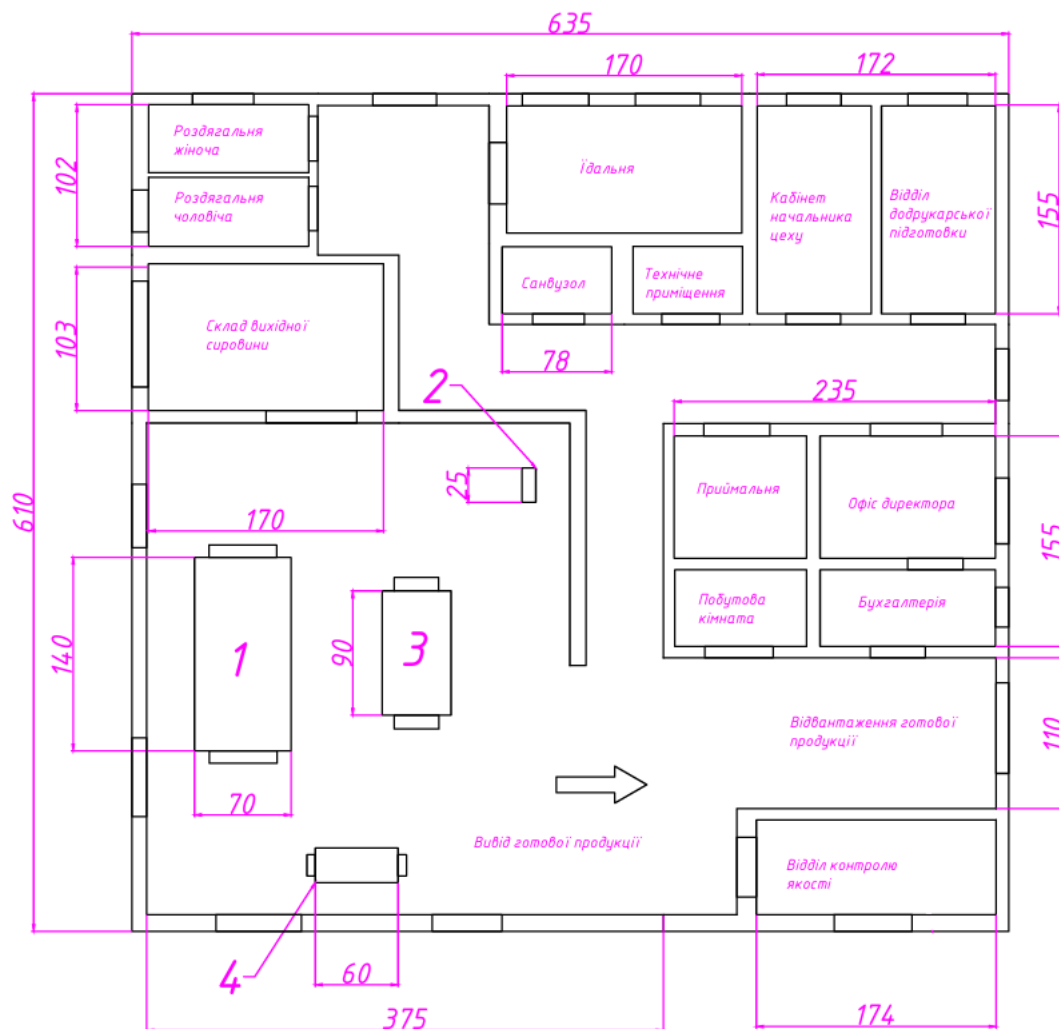


Рис. 4.8.3. План виробництва

4.9 Завдання на комп'ютерне забезпечення виробництва

Ефективність поліграфічного виробництва значною мірою залежить від комплексного використання професійного програмного забезпечення, яке забезпечує створення макетів, підготовку файлів до друку, виконання допресових процесів, управління матеріальними потоками, а також організацію документообігу та виробничого контролю.

У межах дільниці формується цілісне програмне середовище, що охоплює всі етапи роботи — від проектування упаковки до передачі даних на друкарське обладнання та формування виробничих завдань. Для дизайнерських і верстальних робочих місць застосовується пакет професійних графічних редакторів (Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, Adobe InDesign), що дозволяє створювати векторні та растрові макети, проводити кольорокорекцію та формувати друкарські макети відповідно до вимог пакувального виробництва.

Для коректної передачі макетів на допресове устаткування застосовуються RIP-системи (Harlequin, Adobe PDF Print Engine), які забезпечують формування коректних PDF/X-файлів, розрахунок растрових структур, контроль кольоропередачі та попереднє тестування файлів. Таке ПЗ дозволяє знизити ризики браку та мінімізувати витрати на переробку матеріалів.

Управління виробничими процесами може доповнюватися програмами класу MIS/ERP (PrintVis, Keyline або аналогічні), які забезпечують контроль замовлень, облік матеріалів, формування виробничих графіків, складання кошторисів і взаємодію між адміністративними та виробничими відділами. Для складу рекомендовано використання ПЗ з обліку залишків, автоматизації видачі матеріалів та контролю партійності рулонів і листів.

Для забезпечення безпечного та стабільного обміну даними між робочими місцями використовуються мережеві сервіси — сервер файлів, хмарні сховища, системи резервного копіювання та антивірусний захист. Уся інформація про макети, технічні вимоги, накладки та виробничі звіти зберігається в централізованій

мережевій структурі, що забезпечує безперервність роботи та швидку взаємодію між працівниками різних відділів.

Назва устаткування, оснащення робочого місця	Кількість РС	Марка ПК	Необхідне програмне забезпечення	Рекомендована потужність апаратного забезпечення, ГБайт
Робоче місце дизайнера	2	<i>Workstation</i>	Adobe Illustrator, Photoshop, InDesign; Adobe Acrobat Pro; Font management tools	ОЗП – 32 ГБ; SSD – 512 ГБ; GPU – 6–8 ГБ
Робоче місце інженера допресу (підготовка до друку)	1	<i>High-Performance Workstation</i>	RIP-система (Harlequin або Adobe PDF Print Engine), Preflight-tools, PDF/X utilities	ОЗП – 32–64 ГБ; SSD – 1 ТБ; GPU – 8 ГБ
Робоче місце технолога	1	<i>Office Pro</i>	Adobe Acrobat Pro; Preflight-tools; MIS/ERP-модуль	ОЗП – 16 ГБ; SSD – 256–512 ГБ
Робоче місце керівника дільниці	1	<i>Office</i>	MS Office; ERP/MIS; корпоративна мережа	ОЗП – 8–16 ГБ; SSD – 256 ГБ
Робоче місце комірника	1	<i>Office</i>	Складська облікова система; 1С/ERP; доступ до мережі	ОЗП – 8 ГБ; SSD – 256 ГБ
Робоче місце адміністратора мережі	1	Серверна станція	Файловий сервер; резервне копіювання; антивірус; мережеві служби	ОЗП – 32–64 ГБ; SSD – 1–2 ТБ
Робоче місце оператора виробничого контролю	1	<i>Office Pro</i>	ERP/MIS; інструменти контролю виробничих даних	ОЗП – 16 ГБ; SSD – 256–512 ГБ
Принтер, сканер	1	—	Налаштування драйверів, мережевий друк	Не потребує окремого ПК

Таблиця 4.9.1. Завдання на забезпечення виробничого процесу комп'ютеризацією

5. ОПИС ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБУ

Життєвий цикл упаковки пенального типу для шести макаронів охоплює повний шлях виробу — від моменту формування ідеї до його утилізації після використання, і включає взаємопов'язану послідовність творчих, технологічних та логістичних процесів. Спершу визначаються функціональні та естетичні вимоги до майбутньої упаковки: її формат, місткість, матеріали, умови експлуатації, а також особливості взаємодії з кінцевим продуктом. На основі цих вимог формуються технічні параметри, проводиться аналіз ринку та аналогів, що дозволяє зрозуміти, які конструктивні та дизайнерські рішення є найбільш доцільними для даної категорії продукції.

Далі формується конструкторсько-дизайнерська частина: створюється розгортка упаковки у САD-середовищі, виконується 3D-візуалізація та розробляється художнє оформлення. Після цього формується комплект файлів для друку, висікання і подальшої обробки. Одночасно технолог підготовляє виробництво: визначає матеріали, параметри друку, формує технологічні карти й забезпечує інтеграцію завдання у виробничу інформаційну систему. На цьому ж етапі виготовляється штанцформа або виконується її вибір з існуючої бібліотеки, залежно від складності та специфіки конструкції.

Після підготовки документації починається матеріальний етап, коли закуповуються необхідні витратні матеріали — картон, фарби, захисні покриття, PLA-плівка для віконць та інші компоненти. Вони проходять вхідний контроль на складі, після чого передаються у виробництво. Виробнича фаза включає кілька послідовних процесів. Спершу здійснюється друк художнього оформлення на аркушах картону на високопродуктивній аркушевій машині, де контролюється точність кольору та стабільність накладу. Далі проводиться ламінація або нанесення захисного шару, а якщо потрібно — приклеювання прозорої PLA-плівки з боку віконця.

Наступним етапом є висікання на спеціалізованому пресі, де картонна заготовка набуває точної форми відповідно до конструкції. Після висікання відбувається

формування та склеювання упаковки на автоматизованій лінії: коробка складається, заклеюються клапани, монтується віконце — саме тут виріб набуває об'ємного вигляду та завершеного вигляду. Весь процес супроводжується системою оптичного контролю, яка перевіряє відповідність кольору, наявність дефектів друку чи висікання, правильність формування та загальний стан готової продукції.

Готові упаковки надходять на етап пакування та складування: вони складаються у транспортні коробки, маркуються та зберігаються до відвантаження. Потім вироби транспортуються до замовника або на харчове виробництво, де використовуються за призначенням — для пакування макаронів. Завершується життєвий цикл утилізацією: картонна частина легко підлягає повторній переробці, а PLA-плівка може бути компостована в промислових умовах, що робить упаковку більш екологічною.

Таким чином, життєвий цикл виробу формує єдину логічну систему, у якій кожен етап впливає на якість, функціональність і екологічність готової упаковки, забезпечуючи її відповідність вимогам ринку та споживачів.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Ефективність функціонування дільниці з виготовлення картонної упаковки пенального типу для харчової продукції визначається через систему техніко-економічних показників, що відображають масштаби виробництва, раціональність використання ресурсів та економічну доцільність впровадження проектного рішення. Ці показники охоплюють взаємопов'язану сукупність технічних параметрів, витрат, продуктивності, прибутковості й дають змогу оцінити реальну рентабельність організації виробництва.

Абсолютні показники дають уявлення про величину виробництва та його матеріально-просторову базу. На основі виконаних розрахунків визначено чисельність промислово-виробничого персоналу, що включає операторів обладнання, контролерів, технічних працівників та адміністративний персонал. Загальна площа дільниці, необхідна для розміщення всього обладнання та службових приміщень, також визначена раніше й охоплює виробничі, інженерні та побутові зони. Річний випуск продукції сформований відповідно до виробничої програми й враховує тиражі для корпусу та верхньої частини упаковки. Висота поверху приймається згідно з типовими вимогами до поліграфічних виробництв, що забезпечує достатній простір для монтажу та сервісного доступу до обладнання.

Відносні показники характеризують економічну ефективність діяльності дільниці. Витрати електроенергії визначаються з огляду на навантаження друкарського, висікального, формувального та допоміжного обладнання. Трудомісткість обчислюється за нормами часу й пов'язана з обслуговуванням високопродуктивних машин та виконанням контрольних операцій. Повна собівартість враховує вартість матеріалів, енергії, амортизаційні відрахування та заробітну плату. На її основі визначається ціна одиниці упаковки, прибутковість і рентабельність виробництва, що показують здатність дільниці забезпечувати стабільний фінансовий результат за умови оптимального завантаження обладнання.

Отримані техніко-економічні показники підтверджують доцільність проекту: виробництво має достатню технічну базу, забезпечує високу продуктивність на

одиницю площі та персоналу, а структура витрат дозволяє виходити на конкурентну собівартість і стабільну рентабельність. Упаковка даного типу є затребуваною у харчовій галузі, а застосування сучасного високопродуктивного обладнання робить її виготовлення технологічно ефективним і економічно обґрунтованим.

№	Найменування параметру	Одиниця виміру	Величина
1	Річний випуск паковань	млн шт.	1,0
2	Чисельність промислово–виробничого персоналу	осіб	14
3	Загальна чисельність працівників	осіб	18
4	Загальна площа виробництва	м ²	1 200
5	Висота поверху виробництва	м	6
6	Загальна кубатура виробництва	м ³	7 200
7	Загальна площа землі	м ²	2 500
8	Вартість впровадження проєкту виробництва	млн грн	95

Таблиця 6.1. – Абсолютні техніко-економічні показники проєкту

№	Техніко-економічні показники проєкту	Одиниця виміру	Розраховане значення
1	Кількість продукції на: <ul style="list-style-type: none"> • 1 кв. м площі • 1 куб. м об'єму приміщення • 1 кв. м землі 	тис. шт	0,833 0,139 0,400
2	Витрати електроенергії для технологічних потреб на: <ul style="list-style-type: none"> • річний випуск продукції • 1000 штук упаковки 	млн. грн	1,25 1,25 тис. грн
3	Витрати електроенергії на освітлення (річні)	тис. грн	50,0
4	Витрати води на: <ul style="list-style-type: none"> • річний випуск продукції • 1000 штук упаковки 	тис. грн	20,0 0,02
5	Трудомісткість на: <ul style="list-style-type: none"> • річний випуск продукції • 1000 штук упаковки 	нормо-год	36 000 36,0
6	Повна собівартість (річна)	тис. грн	24 670
7	Ціна (виручка) пакування (річна)	тис. грн	25 000
8	Прибуток (річний), грн на: <ul style="list-style-type: none"> • 1 кв. м площі • 1 куб. м об'єму • 1 кв. м землі 	тис. грн	0,275 0,046 0,132
9	Рентабельність	%	≈ 1,34 %
10	Термін окупності	роки	≈ 288 років

Таблиця 6.2. – Відносні техніко-економічні показники проєкту

ВИСНОВКИ

У процесі виконання роботи була створена цілісна система проектування пакування пенального типу для десерту «макарон», що поєднує конструктивну надійність, естетику та відповідність сучасним тенденціям пакувальної індустрії.

У ході дослідження та проектування було виконано такі завдання:

- Проведено патентний та аналітичний огляд рішень у сфері картонного пакування для делікатних харчових продуктів та визначено ключові тенденції розвитку галузі.
- Обґрунтовано вибір конструкції пакування пенального типу для 6 шт. тістечок макарон з урахуванням умов транспортування, зберігання та презентації виробу.
- Розроблено загальну модель пакування з двох елементів — внутрішнього корпусу та зовнішньої частини з художнім оформленням і віконцем.
- Визначено формат, розміри та конфігурацію заготовок для промислового виготовлення.
- Проаналізовано вибір матеріалів та технічних параметрів, що забезпечують достатню жорсткість, стійкість конструкції та захист виробу.
- Створено художньо-графічне оформлення пакування, що відповідає маркетинговим вимогам і сучасним тенденціям у дизайні кондитерського сегменту
- Виконано виробничі розрахунки: обсяги матеріалів, наклад, коефіцієнти використання площі аркуша та основні техніко-економічні показники.
- Розроблено планування виробничої ділянки відповідно до вимог курсового проекту та обраної технології виготовлення пакування.
- Сформовано блок-схеми технологічних процесів і визначено оптимальну організаційну структуру виробництва.
- Визначені техніко-економічні показники проекту.

Отримані результати підтверджують ефективність застосованого підходу та відкривають перспективи подальшого вдосконалення пакування відповідно до сучасних вимог ринку. Додатково слід зазначити, що застосований підхід до проектування спирається не лише на теоретичні знання та аналітичну роботу, але й

на практичний досвід, здобутий під час міжнародного стажування в Німеччині – Paper Centre Gernbach, що підтверджено відповідним сертифікатом. Участь у програмі дозволила поглибити розуміння поліграфічних технологій, ознайомитися з сучасними виробничими практиками та зміцнити професійну компетентність у сфері пакувального інжинірингу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

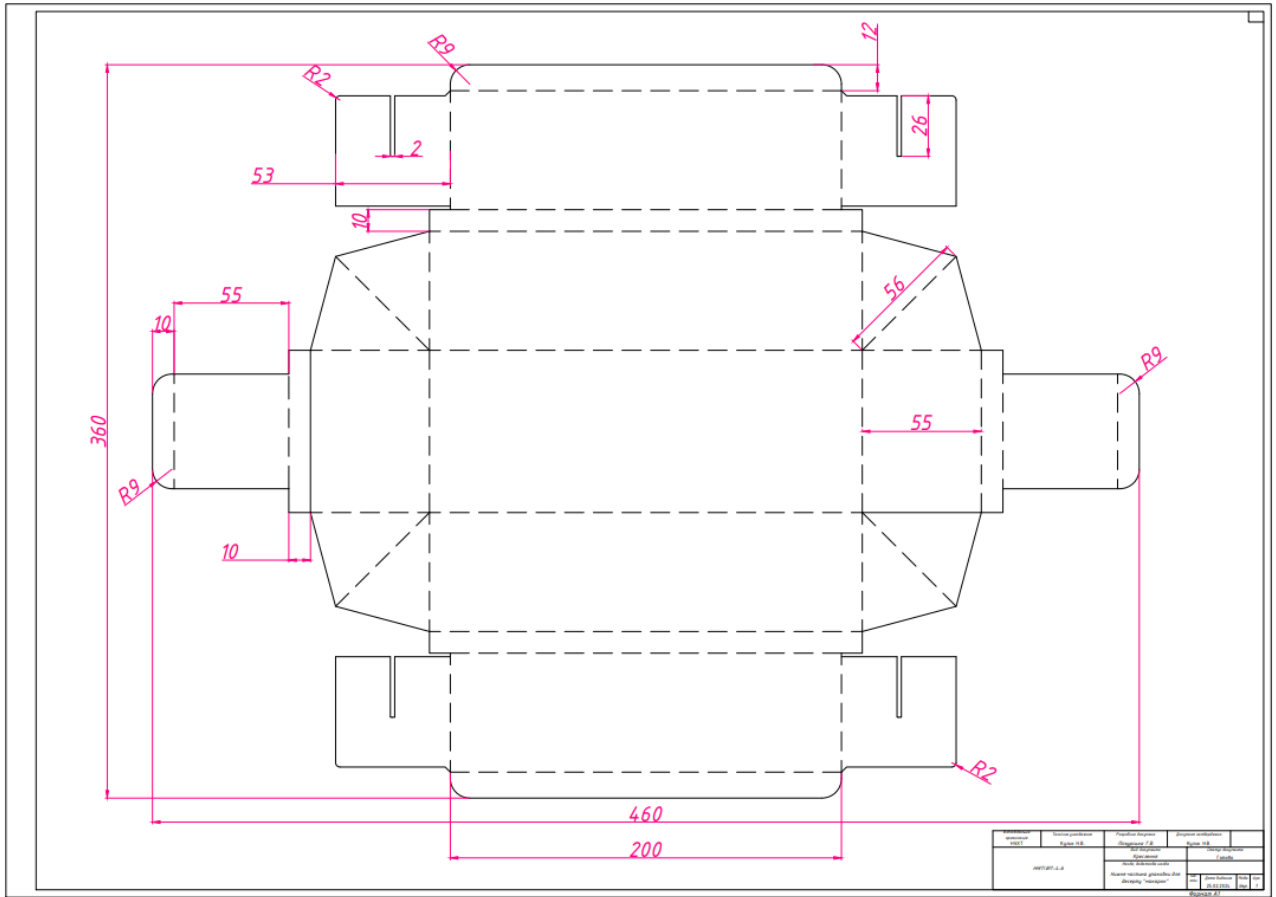
1. Гавва О.М., Марцинкевич Л.В. Проектування поліграфічних та пакувальних виробництв: методичні рекомендації до виконання курсового проекту для здобувачів освітнього ступеня «Магістр» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Інжиніринг поліграфічних та пакувальних виробництв» денної форми навчання [Електронний ресурс]. – Київ : НУХТ, 2020. – 29 с.
2. Регей, І.І. Споживче картонне пакування (матеріали, проектування, обладнання для виготовлення). – Львів : УАД, 2001. – 144 с.
3. Ярема, С.М. Видавничі поліграфічні технології та обладнання (загальний курс): навчальний посібник / С. М. Ярема – К.: Ун-т «Україна», 2003. – 320 с.
4. Шредер В. Л. Полімерна упаковка : монографія / В. Л. Шредер, В. М. Кривошей, Н. В. Кулик. – Київ : ІАЦ "Упаковка", 2021. – 580 с.
5. Босак, В.О. Основи технології пакування та пакувальних матеріалів / В.О. Босак, І.М. Кравчук. – Львів : УАД, 2018. – 210 с.
6. Технологія та матеріали пакування: сучасні тенденції та перспективи розвитку / За ред. О. В. Шевченко. — Київ: Освіта України, 2021. — 248 с.
7. Поліграфічні процеси та системи: сучасний стан і розвиток / За ред. М. О. Гаврилюка. — Київ: Ліра-К, 2020. — 312 с.
8. Упаковка харчових продуктів: технологічні рішення та інновації / Л. Т. Пономаренко. — Харків: ХНАМГ, 2022. — 224 с.
9. Пакувальні матеріали та екодизайн / О. М. Кучер, Т. В. Хоменко. – Львів : Простір-М, 2022. – 192 с.
10. Пилипенко, С.Д. Картонні пакування: конструкції, матеріали, технології / С.Д. Пилипенко, В.Л. Шредер. – Київ : ІАЦ «Упаковка», 2017. – 300 с.
11. Хаджинова, С.Е. Офсетний друк: технологія та обладнання / С.Е. Хаджинова, О.В. Лазаренко. – Львів : «МЕТА», 2018. – 260 с.
12. Sustainable Packaging: Materials and Practices / K. Verghese, H. Lewis, L. Fitzpatrick. — London: Wiley, 2020. — 352 p.
13. Packaging Technology and Engineering: Fundamentals and Applications / M. Robertson. — Cambridge: Elsevier, 2023. — 497 p.

14. Innovative Food Packaging: Materials, Methods, and Applications / Edited by C. M. Galanakis. — Amsterdam: Academic Press, 2021. — 530 p.
15. Printing Technology / J. F. Richards, K. B. Cooper. — New York: Delmar Cengage Learning, 2019. — 620 p.
16. Modern Packaging Production Processes / L. Sorrentino, D. S. Rizzo. — Berlin: De Gruyter, 2022. — 288 p.
17. Advances in Graphic Communication, Printing and Packaging Technology and Materials / Edited by Pengfei Zhao, Xiaoying Rong. — Singapore: Springer, 2021. — 845 p.
18. Advanced Printing and Packaging Materials and Technologies / Edited by Martin D. Mataga, Jing Zhang. — Zürich: Trans Tech Publications, 2020. — 310 p.
19. Packaging for Sustainability / W. Scott, K. Williams. — London : Springer, 2021. — 364 p.
20. Handbook of Paper and Paperboard Packaging Technology / Edited by M. Kirwan, D. Hopkins. — Chichester : Wiley-Blackwell, 2022. — 544 p.
21. Fundamentals of Packaging Technology / W. Soroka. — Herndon : Institute of Packaging Professionals, 2021. — 620 p.
22. Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods / Edited by J. Kerry, P. Butler. — Chichester : Wiley, 2019. — 384 p.
23. Graphic Communications Today / H. Kipphan. — Berlin : Springer, 2019. — 672 p.
24. Innovations in Food Packaging / Edited by J. Han. — Amsterdam : Academic Press, 2022. — 624 p.
25. Modern Trends in Printing Technology / S. Patel, A. Bhave. — Singapore : Springer, 2021. — 278 p.

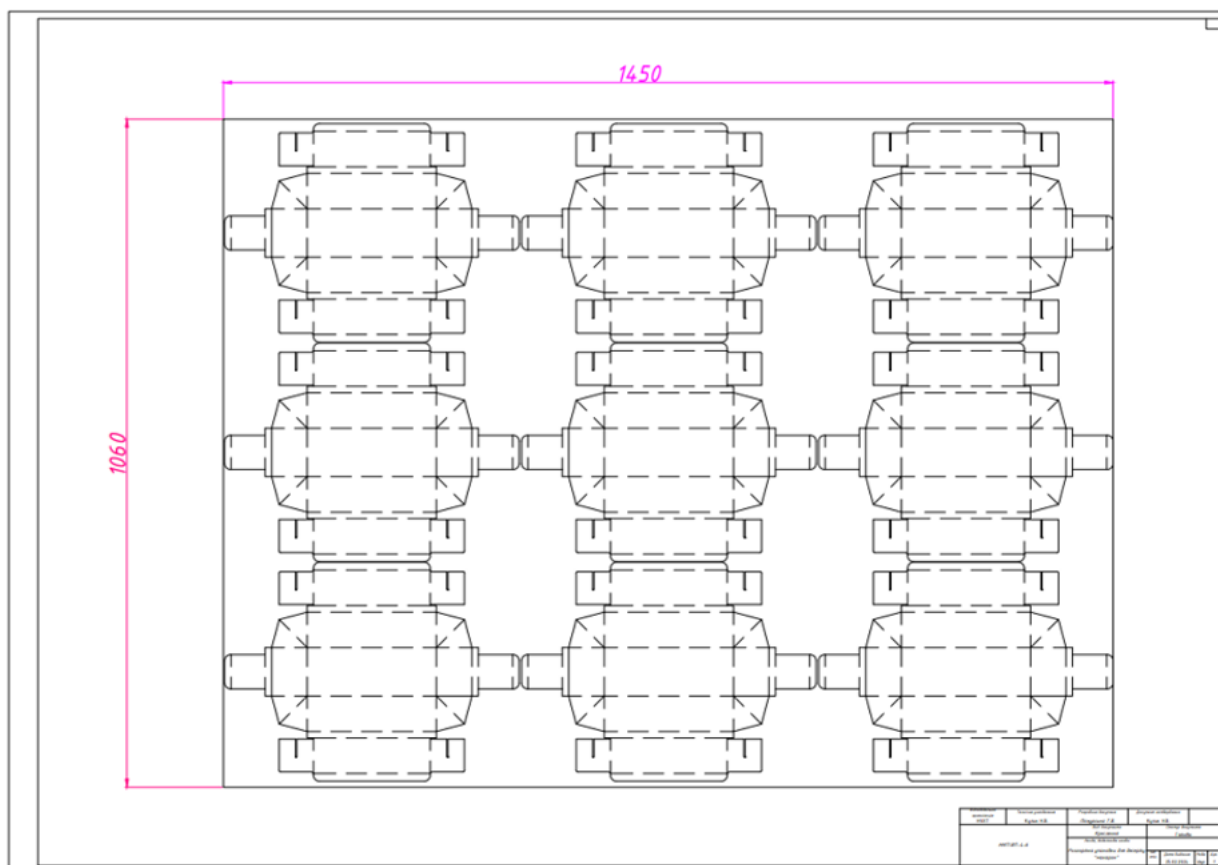
ДОДАТКИ



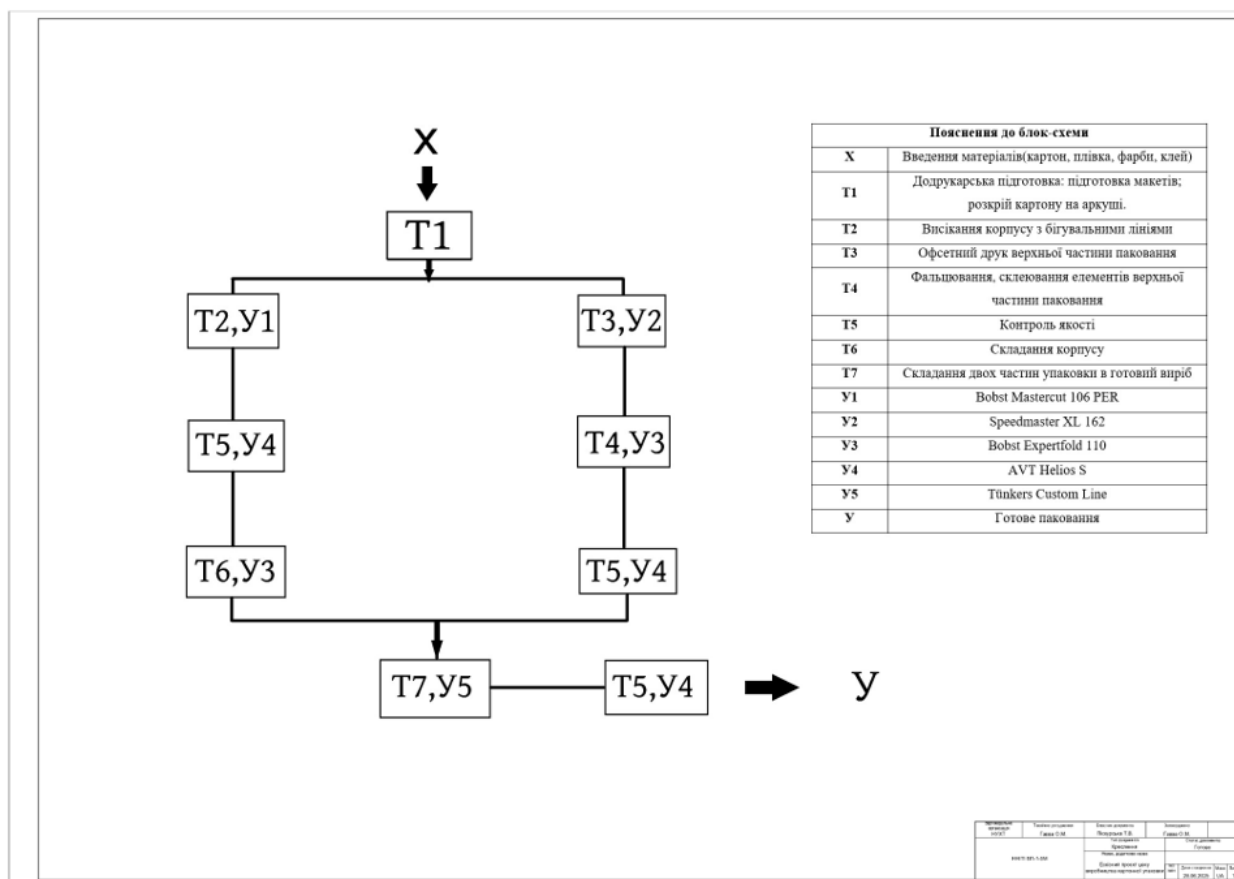
Додаток 1. 3D зображення напіввідкритої упаковки



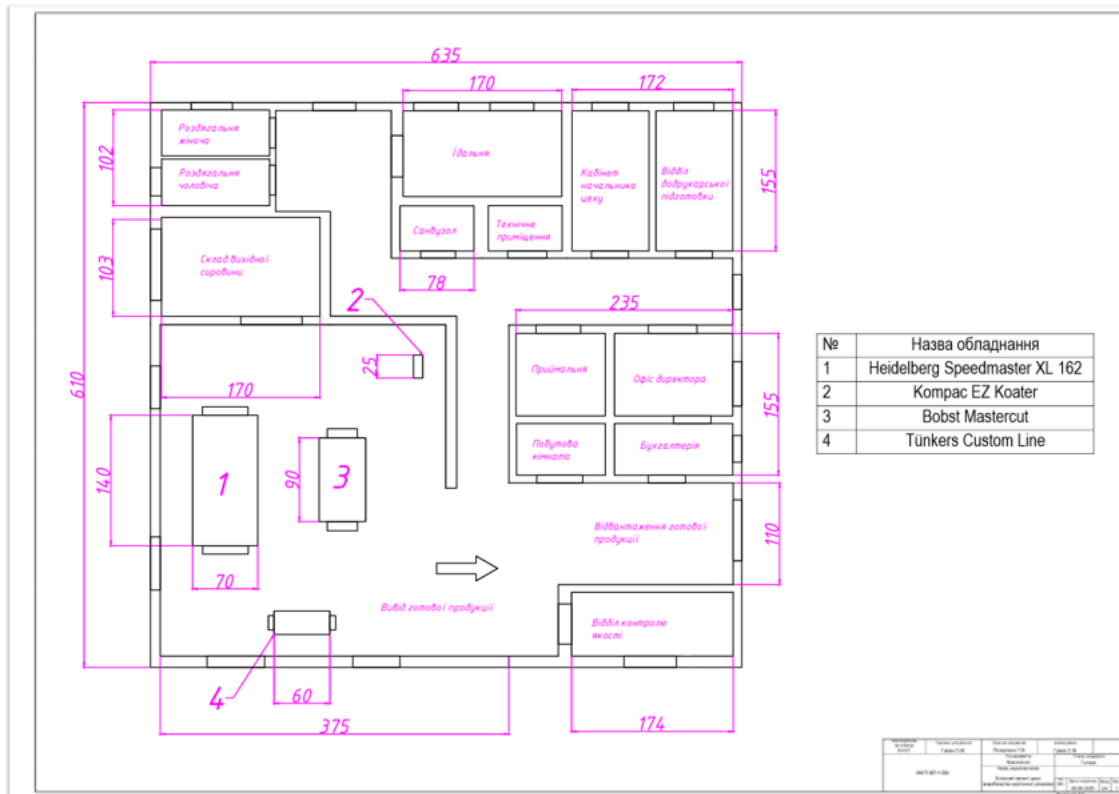
Додаток 2. Креслення розгортки корпусу упаковки



Додаток 4. Розміщення розгортки корпусу на листі картону



Додаток 6. Узагальнена блок-схема комплексного технологічного процесу



Додаток 7. 2D зображення план-цеху із компонуванням лінії виробництва упаковки

This is to certify that

Tetiana Piskurska

has successfully participated in the training course:

**Berliner Hochschule für Technik
Basics of paper technology 2023**

FSIA BHT/19

from 20.02. – 25.02.2023

Subjects:

- From raw material to fiber pulp / recycling
- Stock preparation
- Producing of paper and board
- Improvement and finishing of paper
- Additives of paperfabrication
- Basics of color physics
- Theory to detemination of chromaticity coordinate
- Basics of automatization technology
- Parameters and behavior of the / controlled system
- Laboratory work – fiber pulp and paper tests
- Simulation programs – paper machine und corrugator
- Field excursion – paper mill (special paper)

We hope that your newly acquired skills will have a positive impact on the operational efficiency of yourself and your company.

Gernsbach, 25.02.2023


Dipl.-Ing. Holger Burkert
Leiter Papierverarbeitung


Dipl.-Ing. Matthias Ganz
Abteilungsleiter

Додаток 8. Фотокопія сертифікату про стажування