

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут імені акад. І. С. Гулого

Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь «Магістр»

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма: Інжиніринг поліграфічних та пакувальних виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАХФВ

Олександр

ГАВВА “___” _____ 2025 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Устича Дмитра Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування виробництва з виготовлення та поліграфічного оформлення картонної упаковки подвійного призначення для зоотоварів накладом 1 млн шт./рік

керівник роботи Чепелюк О. О., доцент, кандидат технічних наук,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 17.09.2025 р. № 712-к

2. Строк подання здобувачем роботи 09.12.2025

3. Вихідні дані до роботи Наклад 1 млн шт./рік; матеріал упаковки – гофрокартон, маса вантажу – до 10 кг.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Анотація (українською та англійською мовами); аналіз вихідних даних; розробка конструкції пакування для зоотоварів подвійного призначення; результати наукових досліджень; проектування комплексного технологічного процесу виробництва; життєвий цикл упаковки; техніко-економічне обґрунтування проекту; висновки; список використаних джерел; додатки.

5. Перелік графічного матеріалу:

Креслення: 3D зображення упаковки; розгортка упаковки; 2D зображення план-цеху із компонуванням лінії виробництва упаковки; результати наукових досліджень.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 18.09.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Розділи пояснювальної записки:		
1	Вступ	21.09.2025	виконано
2	Аналіз вихідних даних	02.10.2025	виконано
3	Розробка конструкції пакування для зоотоварів подвійного призначення	25.10.2025	виконано
4	Результати наукових досліджень	03.11.2025	виконано
5	Проектування комплексного технологічного процесу виробництва	30.11.2025	виконано
6	Життєвий цикл упаковки	05.12.2025	виконано
7	Висновки	07.12.2025	виконано
8	Список використаних джерел	02.12.2025	виконано
9	Презентація та креслення	08.12.2025	виконано

Здобувач

_____ (підпис)

Дмитро УСТИЧ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Олена ЧЕПЕЛЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Об'єкт дослідження: процес проектування та виробництва упаковки з гофрокартону для зоотоварів (кормів і наповнювачів) подвійного призначення.

Предмет дослідження: конструктивні особливості та методи оздоблення картонних коробок, що забезпечують їх трансформацію в ігрові об'єкти (будиночки) для тварин.

У роботі обґрунтовано концепцію «другого життя» упаковки як дієвого інструменту сталого розвитку та маркетингової комунікації. Розроблено конструкцію коробки-трансформера, яка після виконання логістичної функції легко перетворюється на функціональні будиночки для котів або одноразові лотки. Це дозволяє суттєво знизити екологічне навантаження шляхом відтермінування утилізації відходів та популяризації принципів циркулярної економіки серед власників тварин.

Особливу увагу приділено технологічному аспекту виробництва. Доведено ефективність застосування флексографічного друку на водорозчинних фарбах, що забезпечує екологічну безпеку виробу при контакті з твариною, високу швидкість виготовлення великих накладів та економічну вигідність. Обґрунтовано використання Esko Crystal Line для виготовлення фотополімерних флексоформ та автоматичної лінії BOBST FFG 1636 NT для виконання друкарсько-висічних і фальцювально-склеювальних операцій.

Результати роботи можуть бути впроваджені на підприємствах пакувальної галузі для підвищення лояльності споживачів до брендів зоотоварів через тренд гуманізації тварин та екологічну відповідальність.

Ключові слова: гофрокартон, будиночок для тварин, конструкція-трансформер, флексоdruk, екологічність, сталий розвиток.

ABSTRACT

Object of the study: the process of designing and manufacturing corrugated cardboard packaging for pet products (pet food and litter) with dual-purpose functionality.

Subject of the study: structural features and finishing methods of cardboard boxes that enable their transformation into play objects (houses) for animals.

The paper substantiates the concept of the “second life” of packaging as an effective tool for sustainable development and marketing communication. A transformer box design has been developed which, after fulfilling its logistical function, can be easily converted into functional houses for cats or disposable litter trays. This approach significantly reduces environmental impact by delaying waste disposal and promoting the principles of the circular economy among pet owners.

Special attention is paid to the technological aspect of production. The efficiency of using flexographic printing with water-based inks is proven, ensuring environmental safety of the product when in contact with animals, high production speed for large print runs, and cost-effectiveness. The use of Esko Crystal Line technology for the production of photopolymer flexographic plates and the BOBST FFG 1636 NT automatic line for printing, die-cutting, folding, and gluing operations is substantiated.

The results of the study can be implemented in the packaging industry to increase consumer loyalty to pet product brands through the trend of pet humanization and environmental responsibility.

Keywords: corrugated cardboard, pet house, transformer structure, flexographic printing, eco-friendliness, sustainable development.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ НА ПРОЕКТУВАННЯ.....	8
1.1. Сучасні технології та тенденції розвитку виготовлення та поліграфічного оформлення упаковки подвійного призначення для зоотоварів.....	8
1.2. Маркетингові дослідження технологій у сфері упаковки для упаковки для зоотоварів.....	14
1.3. Предмет і регламент патентного пошуку інформації по виготовленню упаковки для зоотоварів подвійного призначення.....	17
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПАКОВАННЯ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЗООТОВАРІВ.....	25
2.1. Основні показники, що впливають на вибір технології виготовлення пакування.....	25
2.2. Вимоги, що висувають до пакувального матеріалу.....	27
2.3. Етапи процесу проектування упаковки і технології її виробництва.....	28
2.4. Проектування пакування для зоотоварів.....	29
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ НАВАНТАЖЕННЯ УПАКОВКИ.....	36
РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА.....	40
4.1. Додрукарська підготовка (Pre-press).....	40
4.2. Друкарсько-висікальна дільниця (Printing & Die-cutting).....	46
РОЗДІЛ 5. ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ УПАКОВКИ.....	53
РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	56
6.1. Промислове завдання на розроблення проекту підприємства по виготовлення та поліграфічного оформлення упаковки для зоотоварів.....	56
6.2. Технологічні розрахунки.....	59
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63
ДОДАТКИ.....	66

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Устич Д.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	240291.MP.10.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1

ВСТУП

Сьогодні гофрокартон є найбільш розповсюдженим пакувальним матеріалом у світі, на який припадає понад 80% усієї транспортної тари. Завдяки стрімкому розвитку електронної комерції та глобальному курсу на відмову від пластику, щорічний обсяг виробництва гофрокоробок перевищує 200 мільярдів квадратних метрів, що робить їх ключовою сполучною ланкою у світовій логістиці та торгівлі.

Але те, що для нас є простою картонною коробкою, для наших котячих друзів набагато важливіше. Для котів коробка – це не просто контейнер, а затишне сховище, ігровий майданчик і джерело нескінченних розваг.

Коти обожають картонні коробки через інстинктивні потреби в безпеці, теплі та грі, які коробки задовольняють ідеально. Ця поведінка походить від диких предків, де укриття слугувало захистом від хижаків [1]. Дослідження Університету Утрехта підтверджують, що коробки допомагають котам швидше адаптуватися в стресогенних умовах, як притулки чи переїзди [2; 3]. Тож картонні коробки для котів – це їх особисті королівства, де вони досліджують, полюють, знімають стрес і просто відпочивають в затишних умовах.

У 2025 році пакування перестало бути відходом одразу після розпакування. У сегменті зоотоварів, іграшок та електроніки дедалі частіше застосовуються конструкції-трансформери. Завдяки точній лазерній висічці та продуманому дизайну, звичайна коробка перетворюється на будиночок для kota, систему зберігання або ігровий модуль, що продовжує життєвий цикл матеріалу.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> Чистич Д.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	240291.MP.10.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ НА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1. Сучасні технології та тенденції розвитку виготовлення та поліграфічного оформлення упаковки подвійного призначення для зоотоварів

Пакування для зоотоварів зайняло особливу нішу ринку через специфічні вимоги – до фізичного захисту великогабаритних і важких продуктів (меш-мішки корму, пакети наповнювачів) та маркетингові задачі (інформування покупця, привабливість на полиці) – і гуманізацію ставлення споживачів до тварин як до членів сім'ї, що підвищує вимоги до якості та дизайну. Нині спостерігається швидке зростання сектору (на 27% у 2023 році в Україні). Ця ж тенденція простежується й у 2025 році в сегментах кормів, наповнювачів та аксесуарів, з акцентом на персоналізацію та емоційний маркетинг.

Групова картонна упаковка (коробки для кількох одиниць продукції або для великих фасувань) у цьому сегменті виконує кілька функцій одночасно: механічний захист від ударів і вологи під час транспортування й зберігання, полегшення логістики (стакування, палетування), інформування та брендування, а також – у багатьох випадках – частковий бар'єр проти запаху та пилу. З урахуванням потреби слідувати Цілям сталого розвитку дуже важливо забезпечувати функціональність таких упаковок та зменшення їхнього впливу на екологію.

Для кормів і наповнювачів картонні коробки повинні мати високу міцність на стиск і ударостійкість (особливо при підвищених масах). Часто застосовують гофрокартон (двошаровий або тришаровий) з відповідним хвильовим профілем (В, С, ВС або ЕВ – підбір залежить від ваги і вимог до захисту).

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Устич Д.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ НА ПРОЕКТУВАННЯ	24.0291.MP.10.002.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Габда О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/17	

Типова групова коробка – RSC (regular slotted carton), обкладні (wrap-around) та, для дрібних упаковок – піддони-вкладиші або висічні лотки.

Особливість: упаковка повинна витримувати статичні навантаження при штабелюванні на палеті, вібрації під час транспорту та можливі пошкодження при обробці. Додаткові елементи – зміцнювальні вкладиші, бортові вкладки, ручки для перенесення, вентиляційні отвори (для деяких наповнювачів) або фільтруючі вставки – підбирають за потребою.

Розглянемо основні тенденції у виробництві та поліграфічному оформленні пакування для зоотоварів.

1. Екологічність

Для виготовлення картонних коробок для зоотоварів використовують 100% перероблений гофрокартон з FSC-сертифікацією, знижуючи вуглецевий слід на 75% порівняно з пластиковими пакуваннями. Виробництво мінімізує відходи точним CAD-розкромом, застосовує крохмальні клеї без ПФАС та оглядові вікна з матеріалу, який може компостуватися (PLA), замість традиційних пластикових (ПВХ, ПЕТ) віконцець. Сучасні лінії забезпечують замкнуті цикли води та сортування відходів для повного рециклінгу таких виробів.

2. Новітні технології виготовлення і поліграфічного оформлення

Схема технологічного процесу виготовлення картонних коробок складається з таких етапів (табл. 1.1)

1. Підготовка сировини (макулатура, целюлоза)↓
2. Виготовлення гофрокартону (corrugator)
3. Друк інформації та дизайну (флексодрук / переддрук)
4. Висікання, бігування, слотерні операції
5. Фальцювання та склеювання коробок
6. Контроль якості (візуальний та автоматичний)
7. Штабелювання, палетування, відвантаження

Таблиця 1.1. Сучасна техніка для виробництва картонних коробок для зоотоварів

Група обладнання	Приклади техніки	Функціональне призначення	Особливості для зоотоварів	Екологічні показники
Лінії виготовлення гофрокартону	Corrugator (2–5 шарів)	Формування гофрокартону	Підвищена міцність, стабільна геометрія для важких вантажів	450–650 кг CO ₂ /т картону (із вторинною сировиною), до 900 кг CO ₂ /т (первинна целюлоза) Оптимізація енерговитрат, можливість використання вторинної сировини, зменшення CO ₂ на 1 т продукції
Флексодрукарські машини	2–8 фарб, inline	Друк на гофрокартоні	Харчові фарби, зносостійкість, чітка реєстра	Використання водних фарб, низькі ЛОС, зниження екологічного навантаження Зниження викидів ЛОС; додатково ~20–40 кг CO ₂ /т порівняно з бездруковим картоном
Слоттерно-висікальні автомати	Slotter, Rotary Die-Cutter	Різання, бігування, висікання	Точність для міцних замків і ручок	Зменшення відходів за рахунок точного розкрою Скорочення технологічних відходів на 3–7 %, зменшення непрямих CO ₂ -

				викидів
Фальцювально-склеювальні лінії	Folder-Gluer	Формування коробок	Міцне склеювання при великій масі	Водні клеї, сумісність із рециклінгом Водні клеї; вплив <10 кг CO ₂ /т, не погіршують переробність
Роботизовані системи	Palletizer, Pick&Place	Палетування	Зменшення пошкоджень, стабільна логістика	Скорочення втрат продукції та непрямих вуглецевих викидів Скорочення втрат на 1–3 %, опосередковане зниження CO ₂ у логістиці

На гофрокартоні застосовують кілька основних видів друку, вибір яких залежить від тиражу, вимог до якості зображення та конструкції пакування.

1). Флексографічний друк (Флексоdruk)

Це найбільш розповсюджений метод для гофрокартону завдяки його економічності на великих накладах. Використовуються гнучкі полімерні форми та фарби на водній основі, які швидко сохнуть. Перевагами флексодруку є висока швидкість, низька собівартість одиниці при великих замовленнях (понад 10 000 одиниць). Застосовується для виготовлення транспортної та групової упаковки (наприклад, для наповнювача або кормів).

2). Офсетний друк (з кашируванням)

Офсет не наноситься напряму на гофрокартон через ризик пошкодження гофри під тиском валів. Зображення друкується на тонкому папері (лайнері), який потім приклеюється (каширується) до гофрованої основи. Офсетний друк має найвищу якість, чітко передає дрібні деталі та кольори.

Застосовується для виготовлення преміальної упаковки, дисплеїв та шоу-боксів (SRP).

3). Цифровий друк

Тренд 2025 року, що активно витісняє традиційні методи на малих та середніх тиражах. Він не потребує виготовлення друкарських форм, що дозволяє друкувати напряду з файлу. Перевагою є можливість персоналізації (змінні QR-коди, батч-коди), швидкий запуск та вигода при малих накладках (від 10 до 3000 одиниць). Застосовується для виготовлення промо-упаковки, e-commerce, тестування дизайнів

4). Трафаретний друк (Шовкографія)

Особливістю друку є те, що фарба продавлюється через спеціальну сітку-трафарет. При цьому наноситься дуже щільний шар фарби, отримують насичені кольори і є можливість друку на готових зібраних коробках. Застосовується для виготовлення ексклюзивних брендovаних коробок малими тиражами, нанесення логотипів на вже готову тару.

Порівняння видів друку на гофрокартоні наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Порівняння видів друку на гофрокартоні

Критерій вибору	Флексоdruk	Офсет (каширування)	Цифровий druk
Якість зображення	Середня/Висока	Найвища (фото)	Висока (фото)
Вигідний тираж	Від 5 000–10 000	Середній та великий	Від 1 до 3 000
Персоналізація	Неможлива	Неможлива	Повна (кожна коробка інша)
Швидкість запуску	Довга (виготовлення кліше)	Довга (складний процес)	Миттєва

Шляхи удосконалення технології. Удосконалення картонної упаковки фокусується на модульних дизайнах для швидкої реконфігурації, з впровадженням штучного інтелекту для оптимізації розкрою та зменшення відходів на 25%. Матеріали переходять на біокартон з агро-відходів та нано-бар'єри без пластику. Все ширше використовується роботизоване складання та 3D-сканування для прототипів. Енергоефективність підвищується рециклінгом теплоти.

3. Персоналізація та інтерактивність

Використовують поєднання цифрових технологій друку та інструментів доповненої реальності (AR).

Персоналізація дозволяє адаптувати упаковку під конкретного клієнта, групу товарів або регіон без значного подорожчання виробництва.

Основний інструмент персоналізації – цифровий друк. На відміну від офсету, він дозволяє змінювати дизайн кожного наступного короба в тиражі. Можна додавати імена домашніх улюбленців, різні породи тварин або локальні привітання. Завдяки цифровому друку можна наносити змінні данні (**VDP - Variable Data Printing**) – друкувати унікальні серійні номери, імена або дати. Наприклад, коробка з раціоном для конкретного kota, де на пакованні вказано його ім'я та графік годування. Завдяки цифровому друку стратегія гіперлокалізації – випуск лімітованих серій пакування для конкретних подій (наприклад, виставки котів і собак) або під святкові сезони – активно впроваджується у виробництво коробок для зоотоварів.

Інтерактивність перетворює пакування на канал комунікації між брендом і власником тварини.

QR-коди та Smart-мітки виконують функції відстеження (наприклад, сертифікат FSC для картону) і надають доступ до інформації (наприклад, до відео-гайдів з використання наповнювача або правильного переходу на новий корм), а також реалізують програми лояльності (**швидкий перехід до чат-бота для повторного замовлення**).

Доповнена реальність (AR): при наведенні смартфона на коробку, персонаж на пакованні (наприклад, котик) може «ожити», гратися або надавати корисні поради щодо догляду; можлива візуалізація габаритів товару (наприклад, як будиночок-коробка виглядатиме в інтер'єрі).

Стратегія **гейміфікації** (Second Life of Packaging) передбачає друк на внутрішній або зовнішній стороні коробки елементів, які можна вирізати: лабіринти для котів, іграшки-драпалки або картонні будиночки. Це залучає власника та розважає тварину.

Технічними рішеннями для реалізації персоналізації та інтерактивності є:

1. Інтеграція CAD-проектуювання: використання спеціалізованого ПЗ (наприклад, ArtiosCAD) для створення конструкцій «подвійного призначення», де транспортна коробка легко трансформується в ігрову зону.
2. Висікання та лазерна перфорація, яка дає можливість додавати індивідуальні складні візерунки або функціональні отвори для кожної партії без замовлення дорогих штампів.

1.2. Маркетингові дослідження технологій у сфері упаковки для упаковки для зоотоварів

Упаковка для кормів

Ринок упаковки для кормів у 2025 році оцінюється у суму від 12,05 до 13,88 млрд доларів. Прогнозується стабільне зростання на рівні 5,3–7,5% до 2030–2033 років [4].

У 2025 році українці витратять на корми для тварин понад 560 млн доларів, що стимулює попит на локальне виробництво якісної тари.

Ключовими споживчими трендами є [5]:

1. **Гуманізація тварин:** Власники сприймають улюбленців як членів сім'ї, що вимагає «людських» стандартів упаковки: преміального дизайну, екологічності та прозорості складу.
2. **Пріоритет зручності:** Понад 60% покупців надають перевагу

форматам з можливістю повторного закриття (зіп-замки, слайдери) та порційному пакуванню.

3. Фактор ціни: Незважаючи на тренд преміалізації, для 47% споживачів ціна залишається критичним критерієм, що змушує бренди шукати баланс між вартістю та якістю матеріалів.

Обов'язковим стає дотримання екологічних вимог. Дослідження підтверджують масовий перехід на PE-моноструктурита паперові рішення, що підлягають переробці, через регуляторний тиск (зокрема в ЄС) та запит споживачів. Наявність маркувань на кшталт FSC стає обов'язковим елементом довіри.

Стандартом для залучення клієнтів стає впровадження QR-кодів, NFC-міток та AR (доповненої реальності).

Дизайн-тренди:

«Людський» підхід: Популярним є дизайн з елементами «ручної роботи» (неідеальні лінії, фактури), що підкреслює натуральність продукту.

Сміливість та фан: Використання яскравих кольорів та креативних ілюстрацій для виділення на полиці в умовах високої конкуренції.

Упаковка для наповнювача

Ринок упаковки для наповнювачів у 2025 році демонструє специфічну динаміку, оскільки цей товар є найважчим та найоб'ємнішим у сегменті зоотоварів. Глобальний ринок наповнювачів зростає на 4-5% щорічно. Найшвидше зростає сегмент екологічних наповнювачів (деревні, соєві/тофу), які потребують відповідної «зеленої» упаковки – картону із сертифікацією FSC. За типом упаковка сегментується так:

1. Мас-маркет (5-10 кг): Крафт-папір з флексодруком.
2. Преміум/Еко (2-5 кг): Картонні мікрогофрокоробки з цифровим або офсетним друком (каширування).
3. Економічне пакування (15-20 кг): Поліпропіленові ламіновані мішки (поступово витісняються через еко-норми).

Маркетингові дослідження виділяють такі результати:

1). Зміна споживчих уподобань у виборі матеріалу

1. **Домінування паперових рішень:** Понад 55-60% ринку грудкувальних та мінеральних наповнювачів перейшли на багатошарові паперові мішки або картонні коробки. Це зумовлено не лише екологічністю, а й здатністю паперу «дихати», що важливо для деяких видів сировини.

2. **Ренесанс гофрокартону:** Для преміальних наповнювачів (силікагелевих або рослинних) дедалі частіше використовують картонні коробки з ручками. Дослідження показують, що споживачі готові платити на 10-15% більше за наповнювач у жорсткій коробці, яку зручно зберігати вдома, порівняно з нестійким пластиковим пакетом.

2). Логістичні та ергономічні вимоги

1. **Критичність ручки:** Дослідження 2025 року підтверджують, що для пакувань вагою понад 3 кг наявність посиленої вирубної ручки є вирішальним фактором вибору для 70% жінок-покупців (основна аудиторія сегменту котячих наповнювачів).

2. **Ефективність палетизації:** Виробники переходять на прямокутні форми коробок (замість мішків), оскільки це дозволяє завантажити на палету на 20% більше продукції, знижуючи вуглецевий слід при транспортуванні.

3) Тренди на «розумне» використання

1. **Вбудовані дозатори:** Популярності набувають коробки з перфорованими «носиками» або клапанами для насипання. Це мінімізує піднімання важкої упаковки та утворення пилу при насипанні.

2. **Контроль запаху через упаковку:** Оскільки наповнювач часто зберігається у ванній або туалеті, ринок вимагає картону з вологостійким покриттям, щоб він не розмок у вологому середовищі.

Таким чином, ринок наповнювачів у 2025 році зміщується від «просто мішка» до функціонального картонного контейнера, який легко нести, зручно відкривати та приємно тримати в інтер'єрі.

1.3. Предмет і регламент патентного пошуку інформації по виготовленню упаковки для зоотоварів подвійного призначення

Таблиця 1.3. Регламент патентного пошуку

Предмет пошуку	Мета	Країни	Класифікаційні індекси	Ретроспективність	Джерела інформації
Упаковка для наповнювача	Визначення тенденцій розвитку та вдосконалення виробу	Україна, США ЄС, Китай, Японія,	B65D 5/00 A01K 1/01 A01K 1/03 A01K 5/00 CL 30-02	25 років	https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/simple/espacenet.com , patents.google.com

B65D 5/00 – Контейнери жорсткі або напівжорсткі з прямокутним або багатокутним поперечним перерізом, виготовлені з лотків або згорнутих заготовок (картонні коробки)

A01K 1/01 – Пристрої для збирання або видалення екскрементів тварин

A01K 1/03 – Клітки та подібні пристрої для утримання тварин (сюди відносяться всі типи будиночків, вольєрів та переносок)

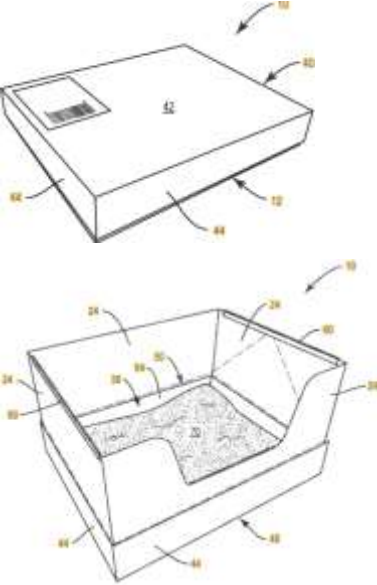
A01K 5/00 – Годівниці для тварин

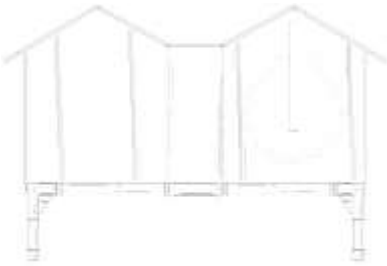
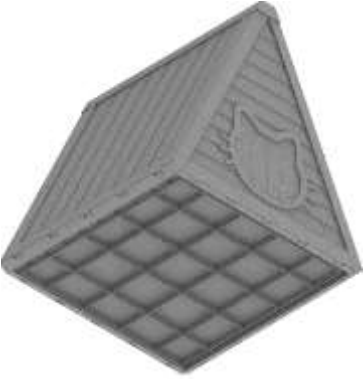
CL 30-02 – Пристосування для утримання та догляду за тваринами

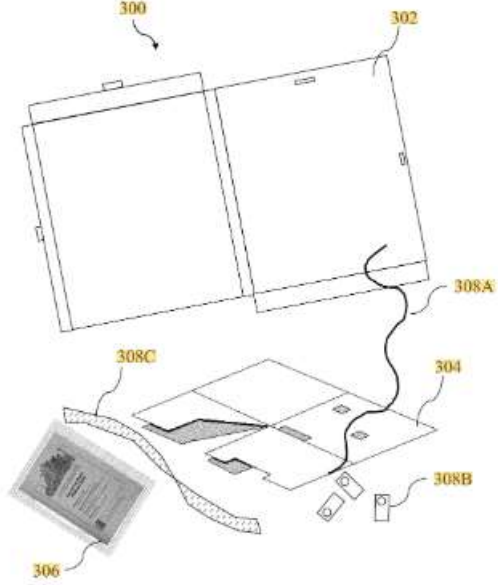

За результатами патентного пошуку виявлено низку технологічних рішень для упаковки зоотоварів (табл. 1.4), що зосереджені на екологічності, багатofункціональності та зручності транспортування.

Таблиця 1.4. Патенти, відібрані за результатом пошуку.

Вид і номер охоронного документу, класифікаційний номер МКВ, країна, що видала патент, у квадратних дужках номер посилання зі списку використаних джерел	Заявник з вказівкою країни, номеру заявки, дати пріоритету, конвенційний пріоритет, дата публікації	Суть поданого технічного рішення і мета його здійснення за змістом опису винаходу
Multifunctional packaging box (Багатокомпонентна)	Nestec SA (США) US09/990,736 · 2001-11-21;	Контейнер з окремими відділеннями для різних типів корму, де кришка

упаковка) US20030026876A1 A01K5/0114_	published on 2003-02-06	автоматично з'єднує компоненти при відкритті			
Packaging box and its blank US20180141735A1	OJI HOLDINGS CORP (Японія) заявка подана 2016-06-21; published on 2018-05-24	Упаковка з множинними акомодацийними порціями для індивідуального зберігання різних видів корму з вологістю понад 70%			
Pet waste system (Система для відходів домашніх тварин) US20160029589A1 МПК А01К 1/01	Draft, LLC (США) Заявка номер US 14/813,674, подана 30 липня 2015 р. Дата опублікування: 4 лютого 2016 року	Описує збірну систему, що включає нижню коробку для наповнювача та верхню кришку, які склеюються після заповнення для запобігання просипанню			
Disposable cat litter box (Одноразова коробка для котячого туалету) US11925170 МПК А01К 1/01	Simple Solution Pet Products, LLC (США) Номер заявки US US 17/122,866. Дата подання: 15 грудня 2020 року Дата опублікування: 12 березня 2024 року	Складана одноразова коробка-лоток з картону, яку зручно зберігати у компактному вигляді та розкласти для використання. Після експлуатації вона знову складається для утилізації 			
Cat litter box (Котячий туалет) або «Коробка для котячого наповнювача) US20110259274A1 МПК А01К 1/01	(W.M. Barr & Company, Inc. (США) Номер заявки US 13/089,451. Дата подання: 19 квітня 2011 року Дата опублікування: 27	Конструкція одноразової або тимчасової коробки для наповнювача, виготовленої з картону або подібного легкого матеріалу. Основний акцент зроблено на герметичності та вологостійкості конструкції, яка запобігає протіканню рідини крізь стики			
240291MP.10.002.ПЗ		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 11

	жовтня 2011 року	картону. Таке пакування часто інтегрується з функцією транспортування наповнювача: покупець купує коробку з продуктом, яка після відкриття одразу слугує готовим до використання лотком
Cat house (Будиночок для kota) Патент на промисловий зразок USD1083243S МПК CL 30-02	Wenzhou City Keli Pet Products Co., Ltd. (Веньчжоу, Китай) Номер заявки US 29/882,605. Дата подання: 20 січня 2023 року Дата опублікування: 22 листопада 2024 року	Конструкція передбачає закритий простір з отвором для входу та специфічними геометричними елементами, що робить його не лише функціональним притулком, а й елементом інтер'єру 
Cat house Патент на промисловий зразок USD1041088 МПК (Локарнська класифікація / US Design Class): D30/108	Shenzhen Kling Kechuang Media Solutions Co., Ltd. (Китай) Номер заявки 29/850,713. Дата подання: 23 серпня 2023 року Дата опублікування: 3 вересня 2024 року	Промисловий зразок будиночка-драпалки (KLKCMS), поєднання зон для відпочинку та елементів для дряпання (скретчерів) із пресованого або багатошарового гофрокартону. 
Apparatus, kits and methods to facilitate cat-human interaction (Апарати, набори та методи для полегшення взаємодії між котом та людиною)	The Regents of the University of California (США) Номер заявки US 15/840,432. Дата подання: 13 грудня 2017 року	Описує плоске пакування (flatpack), яке трансформується в ігровий будиночок. Пакування інтегроване з функцією самого виробу

<p>Патент на промисловий зразок US20190174712A1 МПК А01К 1/035, А01К 15/02</p>	<p>Дата опублікування: 13 червня 2019 року</p>	
<p>Pet food packaging (Пакування для корму для домашніх тварин) Патент WO2023067404A1</p>	<p>Société des Produits Nestlé S.A. (Швейцарія) Заявка номер RСТ/ІВ2022/058913. Дата подання: 21 вересня 2022. Дата опублікування: 27 квітня 2023 року.</p>	<p>Вирішення проблеми сталого розвитку у сфері гнучкого пакування для зоотоварів. Передбачені елементи для легкого відкриття та можливість повторного закриття, що відповідає сучасним вимогам споживачів до ергономіки.</p>
<p>Packaging tray and blank for forming packaging tray (Пакувальний лоток та заготовка для формування пакувального лотка) US20250066066</p>	<p>DS Smith Packaging Limited (Великобританія) Заявка номер US18/239,372, дата подання: 29 серпня 2023 Дата опублікування 27 лютого 2025 року</p>	<p>Вдосконалена конструкція висічного лотка з гофрокартону, який призначений для автоматизованого складання та групування товарів (наприклад, паучів вологого корму або невеликих пакетів)</p> 

Українські патенти в сфері пакувань для зоотоварів часто стосуються способів фасування та конструкції тари для важких товарів (наповнювачів):

посилення висічних ручок у гофрокоробах, щоб вони витримували вагу до 15 кг без розриву картону; виконання лотків з перфорацією, які дозволяють швидко відкривати коробку для викладки на полиці супермаркетів.

Всім власникам котів відомо, як ці тваринки люблять картонні коробки. Дослідження підтверджують, що коробки діють на них як засоби для зниження стресу та забезпечення комфорту. Коти використовують закриті простори для відчуття безпеки, тепла та як місце для відпочинку або схованку.

В Україні зареєстровано багато зразків картонних виробів, які поєднують функцію притулку та скретчера:

CAT Provocateur та інші локальні бренди виготовляють багат шарові дряпки-будиночки з гофрокартону, які часто мають унікальну захищену форму.

PanBox розробляє самозбірні конструкції для тварин, які постачаються у плоскому вигляді та трансформуються в будиночки.

Будиночок компанії CAT IN BOX складається з 14 елементів. Розмір однієї деталі 30×30×0,9 см. Поставляється у розібраному виді, збирається по типу пазлів або лего, по фотографії. Можна зібрати у вигляді тунелю, або у вигляді двоповерхового будиночку (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Будиночок-тунель трансформер для котиків CAT IN BOX

Будиночок – тунель виготовлений з високоякісного фетру товщиною 9 мм. Підходить для котиків вагою до 4-5 кг. [6].

Система фірми Roory Cat (Нідерланди) називається «Коробки» (рис. 1.2) і, по суті, являє собою набір будівельних блоків з переробленого картону. Їх можна розбирати, переставляти та розкладати, а за потреби звільнити місце – зібрати і зберігати в шафі. Блоки постачаються упакованими в плоскому вигляді та готовими до складання. Картонні компоненти надзвичайно міцні, їх можна розфарбовувати або малювати на них, щоб персоналізувати.



Рис. 1.2. Будиночок фірми Roory Cat

Зручна та легка коробка-переноска TelePet розмірами 455×220×435 мм (рис. 1.3) виготовлена з міцного тришарового картону й призначена для короткочасного транспортування котиків або собак дрібних порід. Основними перевагами коробки є екологічно чистий матеріал – тришаровий картон без запаху; зручність у використанні; отвори для вентиляції забезпечують комфортний доступ повітря під час перевезення; постачається у розібраному вигляді, швидко складається без додаткових інструментів; яскравий дизайн [7].



Рис. 1.3. TelePet – коробка-переноска

Та ж фірма Kormotech пропонує інший продукт – оригінальний зоогаджет – модульний будиночок для кішок з картону. Використані картонні коробки, які так люблять коти, у будинку зовсім не тішать власників тварин. TelePet для кішок є компромісом, який сподобається не лише котам, а й їхнім господарям. Він виготовлений із тришарового екологічно чистого картону, простий у складанні, компактний та відрізняється приємним оригінальним дизайном. Конструкція будиночка дозволяє з'єднувати між собою нескінченну кількість модулів, перетворюючи звичайне спальне місце на багатофункціональний комплекс (рис. 1.4), де кіт може грати та відпочивати. У кожному модулі TelePet можна вирізати вікно чи люк переходу до іншого модуля.

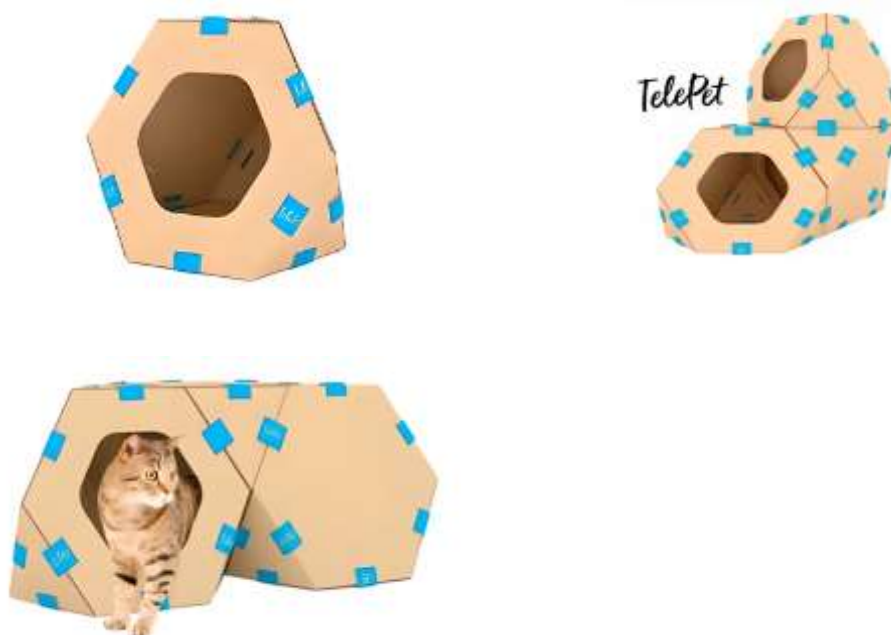


Рис. 1.4. Модульний будиночок TelePet

Висновки і задачі дослідження

Сучасне виробництво картонних коробок для пакування зоотоварів є високотехнологічною, автоматизованою та екологічно орієнтованою галуззю. Ефективність досягається поєднанням прогресивних технологій виготовлення, сучасного програмного забезпечення, контролю якості та маркетингових досліджень

Сучасна коробка для зоотоварів перестає бути просто тарою. Завдяки впровадженню нових технологій вона стає персоналізованим сервісом, що підвищує лояльність клієнта та фізичну взаємодію з твариною.

Світовими тенденціями 2025 року в сфері упаковки для зоотоварів є:

1. **Модульність** – компанії патентують системи модульних картонних блоків, які власник може збирати у різні конфігурації.
2. **Еко-матеріали:** сучасні вироби використовують гофрокартон високої щільності, що витримує інтенсивні навантаження і є 100% перероблюваним.
3. **Гібридні рішення:** пакування, що постачається як транспортний короб, має перфорацію для легкого перетворення на тимчасовий будиночок-сховище (тенденція «другого життя» упаковки).

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПАКОВАННЯ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ЗООТОВАРІВ

Розробка конструкції функціонального пакування для зоотоварів є завданням, яке має враховувати як функціональні, так і естетичні вимоги, та включає кілька етапів, кожен з яких спрямований на забезпечення зручного, функціонального та привабливого дизайну.

Традиційно картонні пакування в сегменті зоотоварів використовуються як групова упаковка для реторт-пакетів або як транспортна тара. Однак останнім часом з'являються нові функції, і сфера використання такого пакування розширюється (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Картонне пакування для зоотоварів

2.1. Основні показники, що впливають на вибір технології виготовлення пакування

Вибір технології виготовлення пакування для зоотоварів подвійного призначення базується на балансі захисту продукту, зручності та маркетингу.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Устич Д.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ НА ПРОЕКТУВАННЯ	<i>24.02.91.MP.10.002.ПЗ</i>			
	<i>Документ затверджено</i> Габда О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/17

Гофрокартон – насамперед матеріал для виготовлення транспортної тари, тому при виборі його типу слід насамперед керуватися міцнісними властивостями. Базовим показником для важких товарів (наповнювачі) та крихких первинних упаковок (реторт-пакети) є фізико-механічна стійкість.

До цього показника належать:

1. опір торцевому стисненню – визначає здатність короба витримувати штабелювання на палетах без деформації нижніх рядів;
2. опір продавлюванню – критичний для наповнювачів, де гострокутні гранули можуть тиснути на стінки зсередини під час вібрації при транспортуванні.
3. стійкість до вологи – оскільки реторт-пакети можуть мати залишковий конденсат після автоклавування, картон повинен мати водовідштовхувальне покриття або високий показник проклейки, щоб не втратити міцність.

Для вологого корму (паучі в коробках) пріоритетом є зручність викладки:

1. Лінія перфорації повинна бути достатньо міцною для логістики, але легкою для відкриття персоналом магазину одним рухом.
2. Конструкція лотка (Tray + Hood) дозволяє швидко зняти верхню кришку, залишаючи товар у презентабельному лотку на полиці.

Реторт-упаковка є «м'якою консервою», тому гофрокороб виконує роль зовнішнього каркаса і забезпечує фіксацію вмісту та амортизаційні властивості

Важливо також враховувати вимоги ергономіки. Якщо пакування використовується споживачем як контейнер для зберігання (наприклад, для наповнювача), потрібно передбачити наявність ручок, здатних витримувати вагу 5–15 кг без розривів. Конструкція може передбачати спеціальні «носики» або відкидні елементи для зручного насипання продукту.

Виріб має бути екологічним.

2.2. Вимоги, що висувають до пакувального матеріалу

1) Експлуатаційні характеристики:

1. Жорсткість та опір навантаженням. Здатність упаковки протидіяти деформаціям, стисканню та точковим ударам для збереження цілісності вмісту.
2. Стійкість до зношування. Матеріал має зберігати структуру при тривалому терті.

2) Екологічна безпека:

1. Утилізація та рециклінг. Пріоритет надається матеріалу, придатному для повторної переробки або природного розкладання.
2. Санітарно-екологічна відповідність. Відсутність у складі токсичних компонентів та дотримання стандартів екологічного маркування.

3) Естетичні та маркетингові критерії

1. Технологічність друку. Матеріал повинен мати адгезійні властивості, сумісні з обраним методом нанесення зображень для забезпечення якісного брендуння та візуальної привабливості.
2. Стійкість кольорів. Збереження оригінальної яскравості друкованих елементів, стійкість до УФ-випромінювання, температурних коливань та вологості.

4) Бар'єрні та ізоляційні функції

1. Гідрофобність (вологостійкість). Наявність водовідштовхувального покриття або багатошарової структури для захисту вмісту від проникнення вологи під час транспортування.
2. Захист від забруднень. Ізоляція внутрішнього простору упаковки від пилу та зовнішніх забруднювачів.

5) Економічна доцільність та технологічність виробництва

1. Рентабельність. Оптимальне співвідношення вартості матеріалу та його захисних характеристик для забезпечення економічно ефективного виробництва.
2. Простота обробки. Легкість різання, бігування, згинання та

автоматизованого пакування, що мінімізує виробничі витрати та час на пакувальні операції.

Для виготовлення пакування для зоотоварів обираємо гофрокартон EB Flute (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Гофрокартон EB Flute

Гофрокартон із профілем EB – п'ятишаровий комбінований матеріал, який складається з трьох плоских шарів (лайнерів) та двох гофрованих шарів (флутингів) різної висоти. Товщина профілю азвичай становить 3,8 – 4,5 мм. Профіль В (Fine): Висота хвилі 2,2 – 3,1 мм. Забезпечує жорсткість конструкції та стійкість до ударів. Профіль Е (Micro): висота хвилі 1,0 – 1,9 мм. Має дуже малий крок гофри, що створює рівну зовнішню поверхню.

Коробки з такого картону можуть витримувати вагу до 15–20 кг. Перевагами обраного матеріалу є якість друку (завдяки шару мікрогофри (Е) на поверхні відсутній ефект «ребристості», що дозволяє наносити якісний флексоdruk або офсетну кашировку); міцність (комбінація двох шарів робить упаковку набагато стійкішою до штабелювання (вертикального стискання) порівняно з тришаровим картоном) і захист (шар «В» працює як амортизатор, захищаючи вміст від механічних пошкоджень).

2.3. Етапи процесу проектування упаковки і технології її виробництва

Процес створення та впровадження пакувального рішення у виробництво складається з таких ключових етапів:

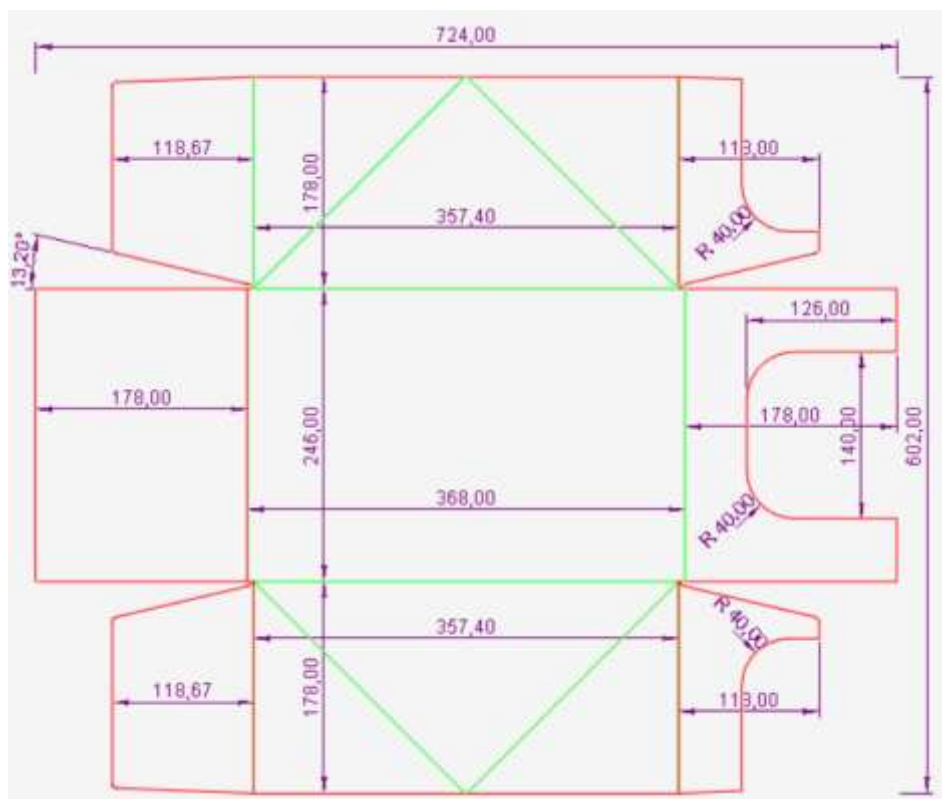
1. Конструкторська розробка. Створення детальних креслень моделі пакування з урахуванням технічних, експлуатаційних та ергономічних вимог.
2. Прототипування та апробація. Виготовлення тестових зразків для верифікації конструкції. Цей етап дозволяє оптимізувати геометрію виробу, внести корективи в окремі вузли та мінімізувати матеріаломісткість (собівартість).
3. Вибір та налаштування технології. Визначення оптимальних методів виробництва з пріоритетом на автоматизацію процесів різання, бігування та фальцювання.
4. Комплексний контроль якості. Випробування готових виробів на механічну міцність, стабільність форми при навантаженнях, а також перевірка відповідності екологічним регламентам.

2.4. Проектування пакування для зоотоварів

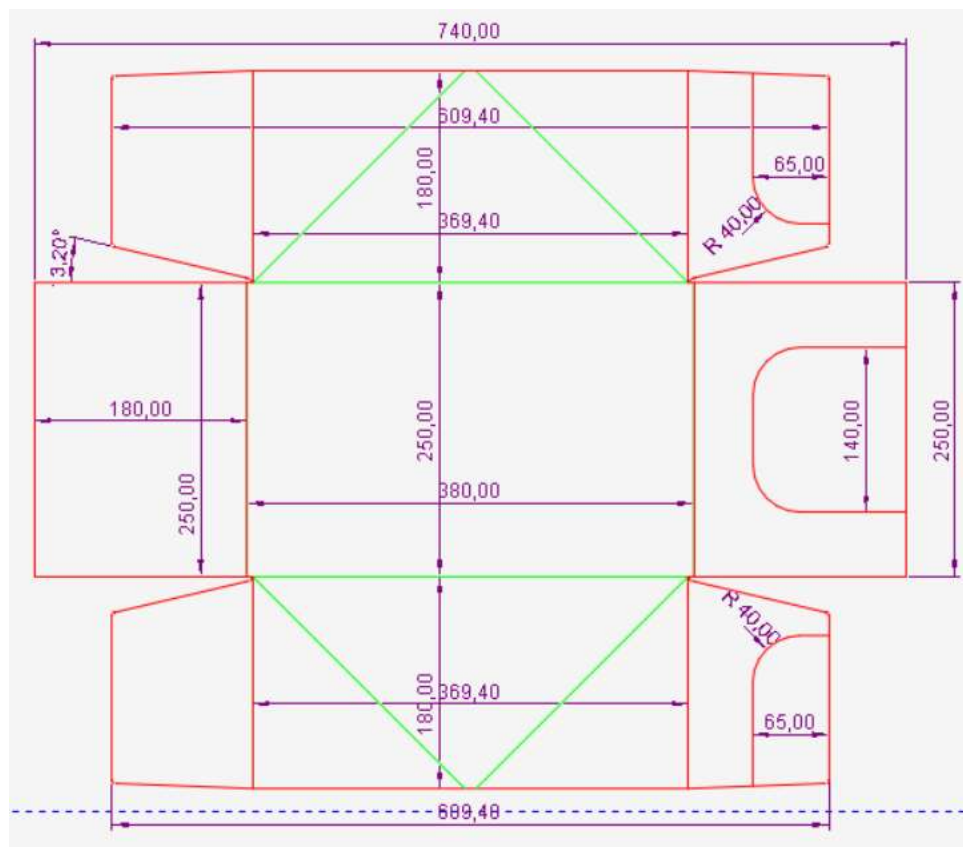
Конструкція, яка проектується, повинна відповідати перерахованим в п. 2.1 вимогам.

Для оптимізації виробничого процесу і зниження собівартості упаковки доцільно обрати конструкцію, яку легко збирати. На рис.2.3 наведена розгортка розробленої упаковки.

Коробка складається із внутрішньої і зовнішньої частин.



.Внутрішня частина коробки



Зовнішня частина коробки

Послідовність збирання внутрішньої частини коробки, покриві дії її складання в програмі Package Designer, показана на рис.2.4, де з розгортки послідовним загинанням клапанів отримуємо готовий виріб – внутрішню коробку. Для зовнішньої коробки дії аналогічні.

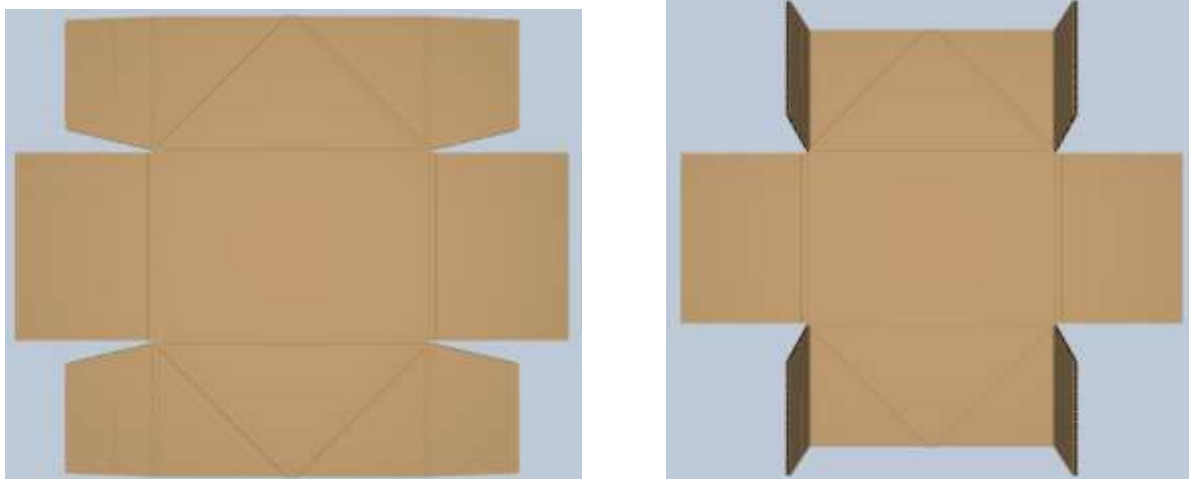


Рис. 2.3. Розгортки коробки

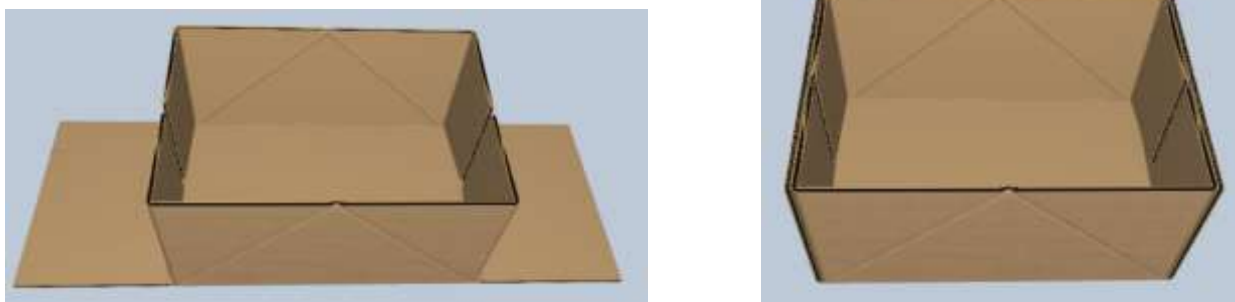


Рис. 2.4. Послідовність збирання коробки

На розгортці на трьох клапанах виконана перфорація (рис. 2,5), завдяки якій за потреби в коробці можна зробити отвір – вхід до котячого будиночку. Зовнішня коробка має отвір такої ж конфігурації.

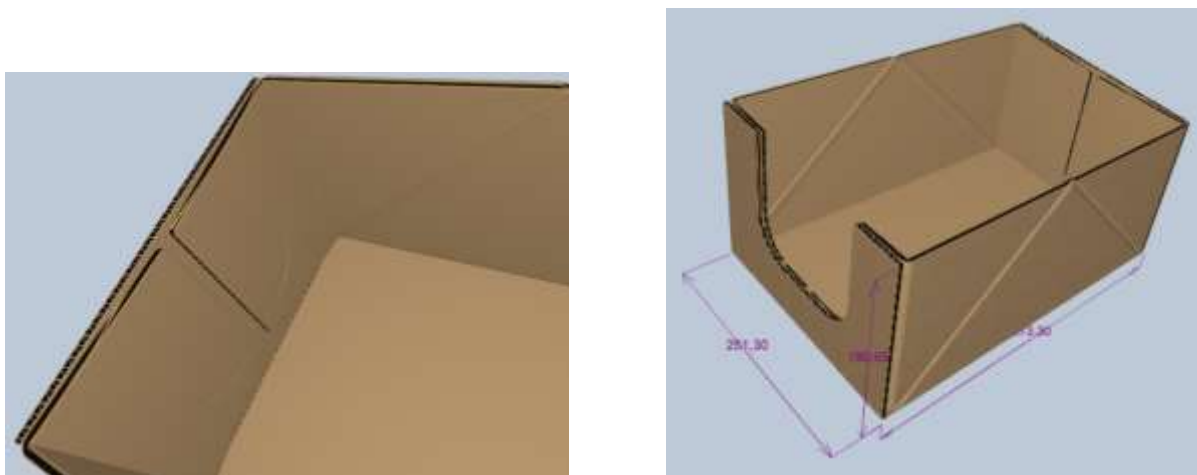


Рис. 2.5. Перфорація для отримання отвору

В зібраному вигляді коробка стає котячим будиночком (рис. 2.6) або, за потреби, одноразовим лотком.



Рис. 2.6. Будиночок для котів

Проблемою картонних коробок є те, що вони займають значний простір. Для її вирішення на бічних гранях виконані діагональні лінії бігування, завдяки яким готову коробку за потреби можна скласти, а також виконувати склювання клапанів безпосередньо на підприємстві-виробнику упаковки і надалі транспортувати вже готовий виріб (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Коробка в складеному вигляді

Розкладка заготовок на листі виконана в програмі Package Designer з використанням автоматичного асистента.

Найменшу кількість відходів (21,5%) забезпечує використання листів Speedmaster XL розміром 1620×1300 мм, при цьому на листі вміщується 4 заготовки.

Ассистент листов: Результат

Выбрать листы Выбрать оптимальный лист

Выберите лист в соответствии со своими требованиями.

Имя	Поверн...	Листы	Фрагмент...	Фрагм...	Неважная по...	%
Speedmaster XL ...	Нет	250	4	1000	95,31 м ²	21,50
Speedmaster XL ...	Нет	500	2	1000	97,85 м ²	21,95
Dymatrix 105	Да	1000	1	1000	98,10 м ²	21,99
Dymatrix 106	Да	1000	1	1000	98,10 м ²	21,99
Dymatrix 113	Да	1000	1	1000	98,10 м ²	21,99
Speedmaster XL ...	Да	1000	1	1000	98,10 м ²	21,99
Speedmaster XL ...	Да	1000	1	1000	98,10 м ²	21,99
Varimatrix 105	Да	1000	1	1000	98,10 м ²	21,99
Dymatrix 142	Да	500	2	1000	98,47 м ²	22,06
Dymatrix 145	Да	500	2	1000	98,47 м ²	22,06
Speedmaster XL ...	Да	500	2	1000	98,47 м ²	22,06
Speedmaster XL ...	Да	500	2	1000	98,47 м ²	22,06
Speedmaster XL ...	Да	500	2	1000	98,47 м ²	22,06
Dymatrix 105	Нет	1000	1	1000	99,07 м ²	22,16

< Назад Закреть Отмена

Имя: 1_Коробка_Внутрішня_2 Трl			
	Лист	Макет	+
Имя листа	"Speedmaster ...		
Ширина	"1620,00	1448,00	556,00
Высота	"1300,00	1209,00	528,00
Слева	"2,00	86,00	
Справа	"2,00	86,00	
Верх	"2,00	81,00	

Дизайн коробки виконаний в програмі InDesign (рис. 2.8).

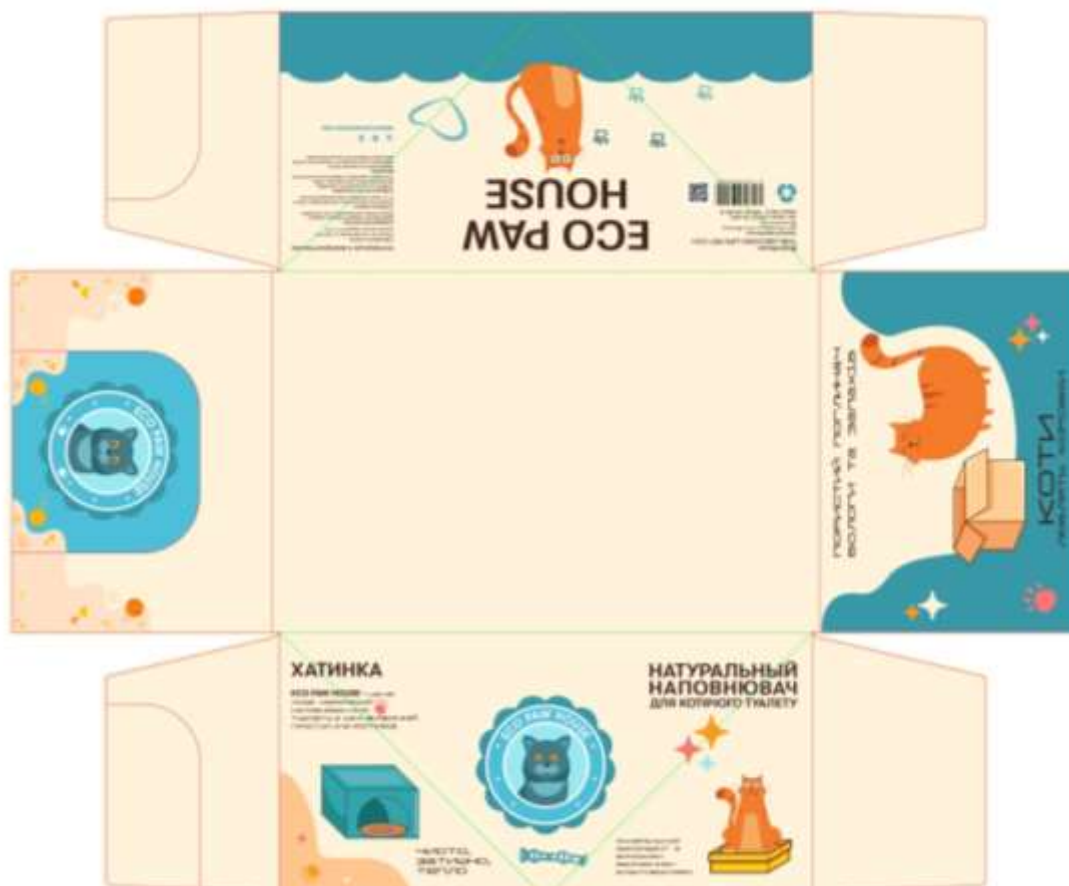
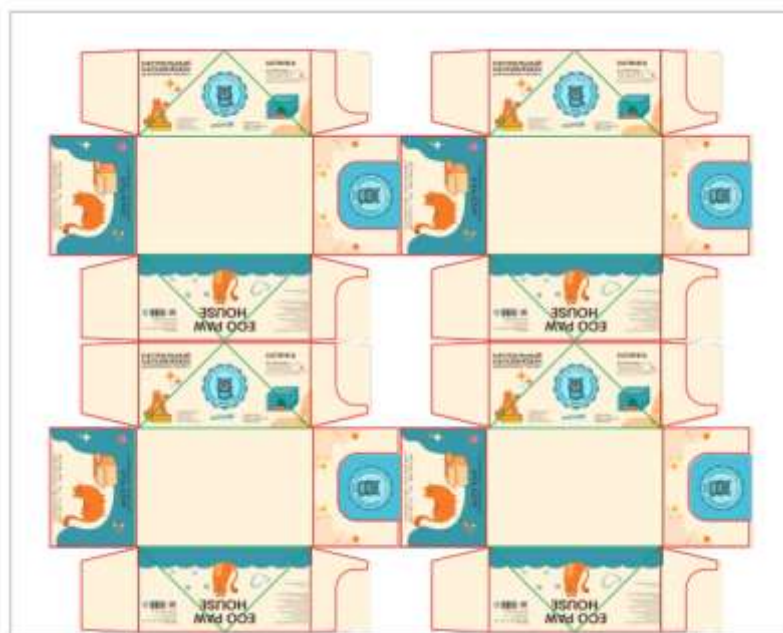


Рис. 2.8 Дизайн коробки

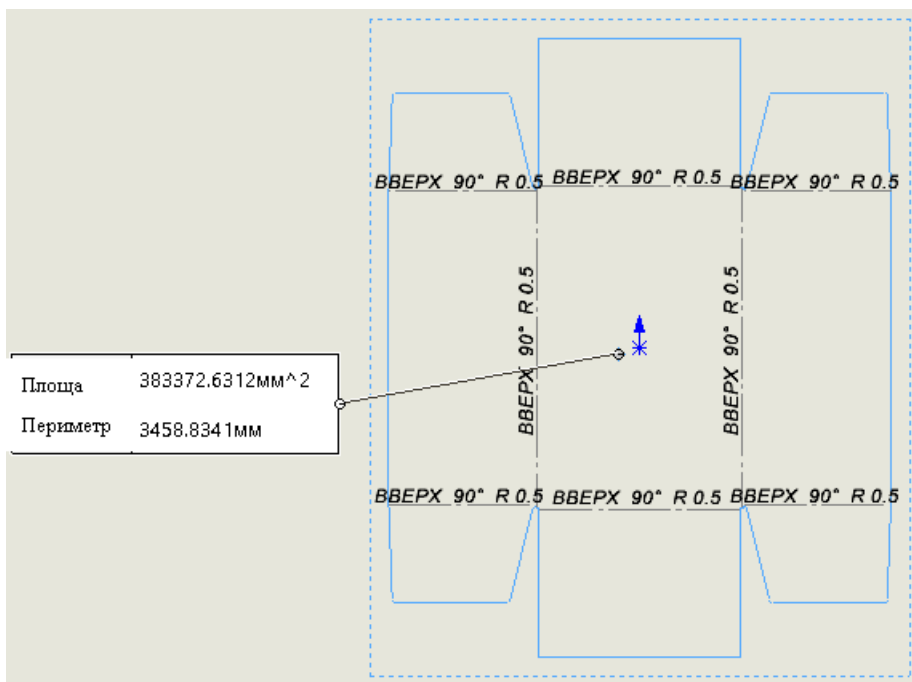
Розкладка на обраному листі і готова коробка наведені на рис.2.9.



Для визначення маси упаковки M потрібно знати її площу A та густину матеріалу d :

$$M=A \times d,$$

Площу заготовки знайдемо в програмі SolidWorks: $A=383372,6 \text{ мм}^2=0,38 \text{ м}^2$.



Гофрокартон зазвичай має густину 550 до 850 г/м². Приймаємо $d = 600 \text{ г/м}^2$.

$$M=0,38 \times 600 = 228 \text{ г}=0,228 \text{ кг}$$

Оскільки упаковка складається з верхньої і нижньої частин, загальна маса коробки буде вдвічі більшою: $M_{\text{заг}}=2 \quad M=0,228 \quad 2=0,456 \text{ кг}$

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ НАВАНТАЖЕННЯ УПАКОВКИ

Аналіз результатів комп'ютерного моделювання дозволив оцінити експлуатаційну надійність розробленої конструкції пакування «другого життя» за різних типів механічного впливу.

На рисунках 3.1–3.3 представлені результати моделювання динамічного навантаження на верхню грань коробки, що імітує стрибок або активний рух тварини. Навантаження рівномірно розподілено по верхній поверхні зовнішньої частини коробки (рис. 3.1). Опорою є нижня грань внутрішньої частини коробки.

Максимальні напруження зосереджені в центральній зоні верхньої грані (рис. 3.1), де прикладено основне навантаження та вздовж вертикальних ребер жорсткості. Завдяки використанню п'ятишарового гофрокартону (профіль ВЕ), напруження не перевищують межу міцності матеріалу на розрив. Пікове значення напружень становить $7,946e+05$ Н/м².

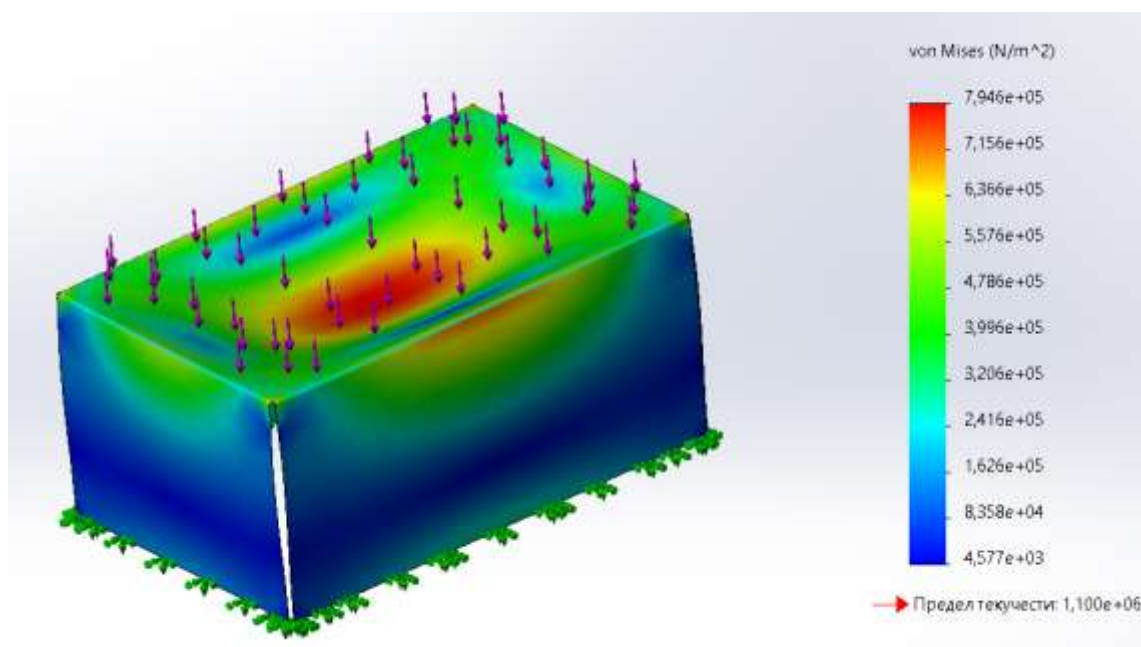


Рис. 3.1. Розподіл напружень при навантаженні верхньої грані коробки

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.О.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Устич Д.С.	Назва, додаткова назва РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ НАВАНТАЖЕННЯ УПАКОВКИ	24.0291.MP.10.000.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/4

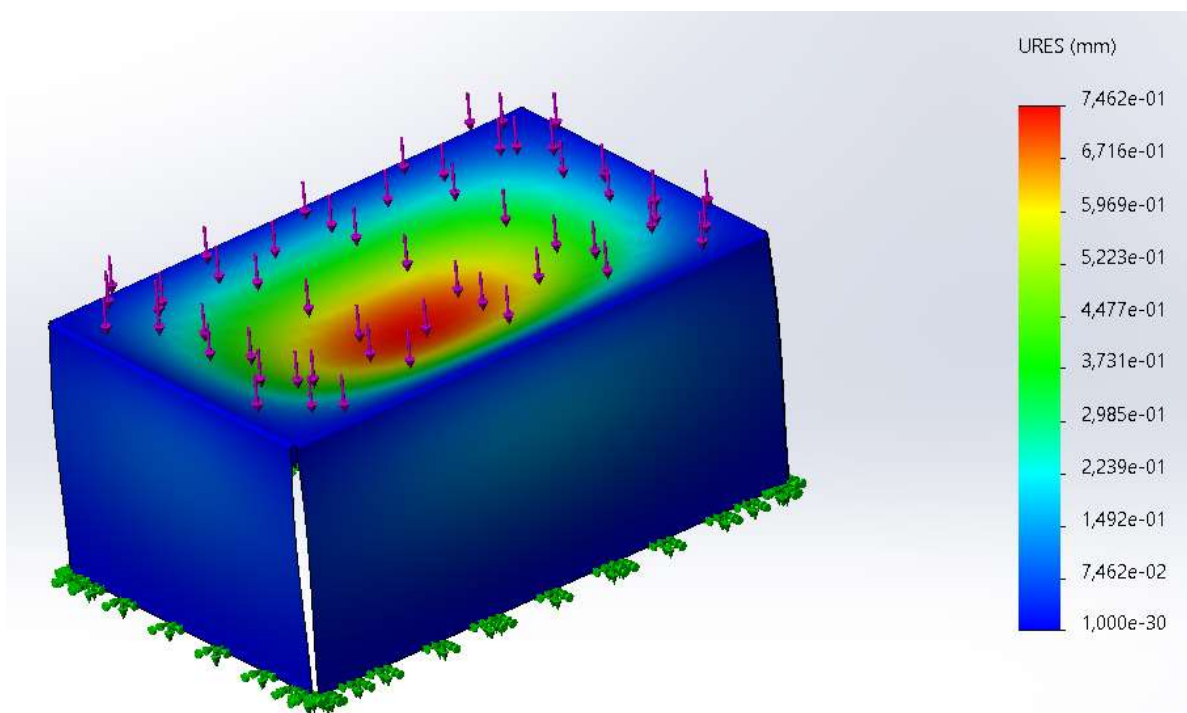


Рис. 3.2. Розподіл переміщень при навантаженні верхньої грані коробки

Максимальні переміщення (прогин) верхньої стінки становлять 0,7462 мм і також локалізовані в центрі (рис. 3. 2). Це мінімальна пружна деформація, яка не впливає на цілісність пакування.

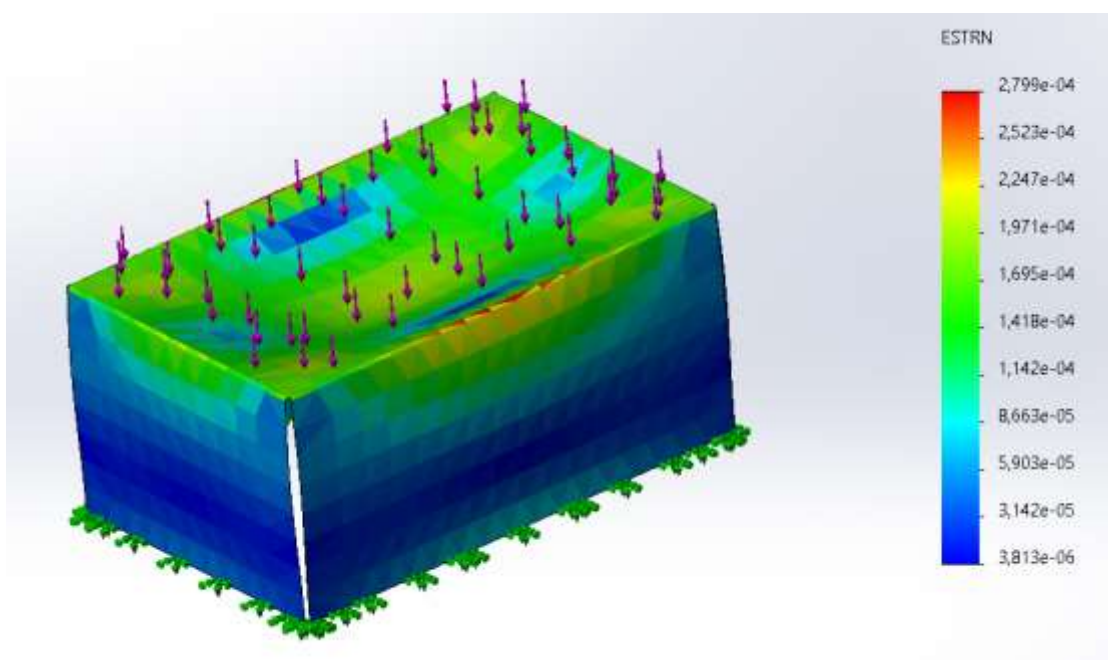


Рис. 3.3. Максимальні деформації матеріалу

Максимальні деформації матеріалу ($2,799\text{e-}04$) корелюють із зонами найбільших напружень та переміщень, підтверджуючи, що матеріал працює в межах пружності (рис. 3.3).

На рис. 3.4 показано результати моделювання статичного навантаження вагою 40 кг, що імітує вагу покладених зверху коробок при штабелюванні.

Максимальні напруження ($8,940\text{e}+05 \text{ Н/м}^2$) спостерігаються у верхніх кутах та вздовж ребер жорсткості.

Напруження залишаються нижчими за межу текучості матеріалу, що підтверджує, що коробка здатна витримувати вагу 40 кг без залишкових деформацій чи втрати стійкості.

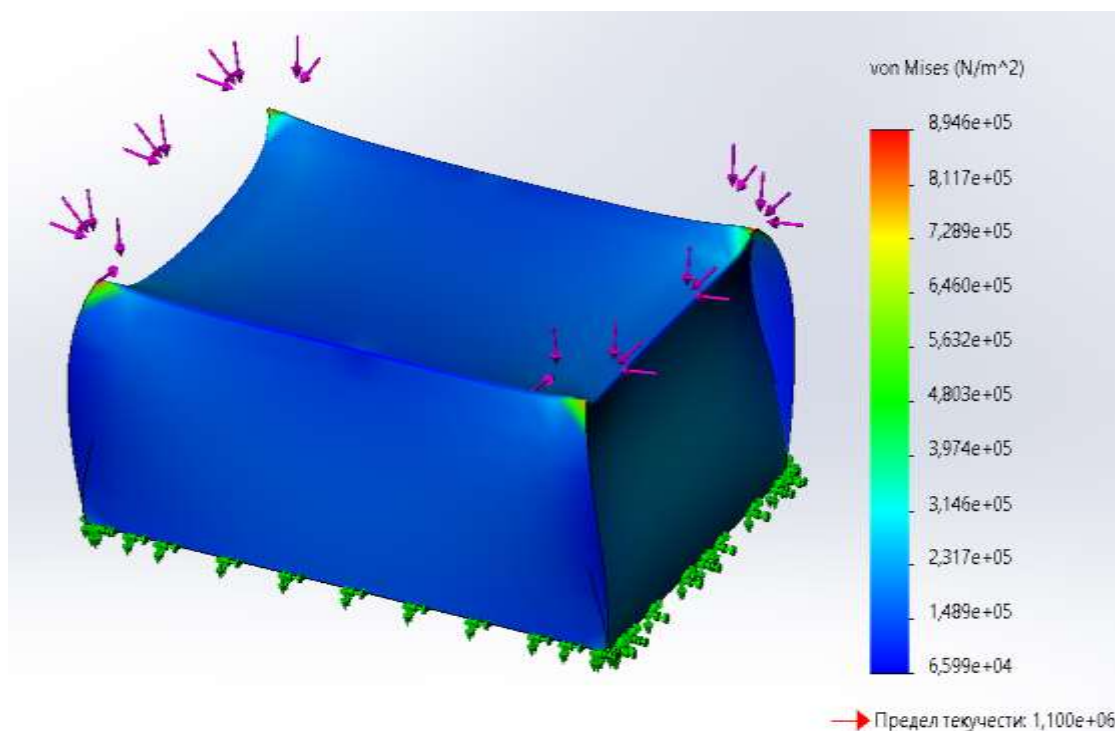


Рис. 3.4. Розподіл напружень при навантаженні при штабелюванні.

Основне навантаження сприймається вертикальними стінками коробки. Результати показують, що конструкція має достатній запас міцності (коефіцієнт запасу > 1.1).

Проведені дослідження підтверджують високу міцність конструкції гофрокартонної коробки. Вона ефективно витримує як динамічні (стрибок

кота), так і значні статичні навантаження (40 кг), що робить її надійною як транспортною тарою, так і основою для вторинного використання у якості будиночка для тварин.

РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА

4.1. Додрукарська підготовка (Pre-press)

На цьому етапі виготовляються друкарські форми (кліше) та штанц-форми для висікання.

Підготовка друкарських форм

Одним із найпопулярніших видів друку на гофрокартоні є флексографія, особливо коли йдеться про великосерійне виробництво і нескладний дизайн. Однак флексографія не дає можливості передати найдрібніші деталі при друці на гофрокартоні.

Технологія флексографічного друку базується на використанні еластичних рельєфних форм, які забезпечують прямий перенос низьков'язкої фарби на задруковуваний матеріал під дією мінімального тиску [8].

Головна проблема гофрокартону – його нерівна («хвиляста») структура та пухкість, через що жорсткі форми для друку можуть просто розчавити внутрішні гофри. Для флексографічного друку на гофрокартоні, окрім найпопулярніших фотополімерних форм, використовують також гумові (еластомерні) та гнучкі «сандвіч-форми» кліше.

Фотополімерні пластини є основним стандартом для прямого друку на гофрокартоні завдяки поєднанню еластичності, точності та технологічної гнучкості. На відміну від гумових форм, фотополімери дозволяють відтворювати надзвичайно дрібні деталі та плавні градієнти. Так, технологія **Flexcel NX** забезпечує чіткість тексту та насиченість кольорів, що наближає якість флексодруку до офсетного. Для друку на картоні найчастіше використовують фарби на водній основі.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.О.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Разрабник документа Устич Д.С.	Назва, додаткова назва ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА	24.0291.MP.10.000.ПЗ			
	Документ затверджено Габда О.М.					

Фотополімерні пластини мають відмінну стійкість до таких фарб, не розбухають і не втрачають форму протягом усього тиражу. Для гофрокартону використовують спеціальні «товсті» пластини (від 2.84 мм до 6.35 мм і більше). Велика товщина полімеру разом із компресійною підкладкою створює ідеальну амортизацію, необхідну для роботи з грубими пакувальними матеріалами. Форми виготовляються цифровим методом. Це дозволяє створювати плосковерхневі точки (flat-top dots), які менше зношуються і забезпечують стабільну передачу кольору навіть на неякісному картоні.

Гумові (еластомерні) форми виготовляють з високоякісного синтетичного каучуку або еластомерів, наприклад, EPDM. Вони достатньо еластичні, щоб компенсувати нерівності картону, і довговічні для великих тиражів промислової упаковки. Це класична альтернатива фотополімерам, яка стає дедалі актуальнішою завдяки технології прямого лазерного гравіювання (DLE).

Гнучкі «сендвіч-форми»: Фотополімер на м'якій компресійній підкладці є стандартом індустрії. Підкладка працює як амортизатор, запобігаючи деформації гофри.

Зважаючи на наведені переваги і враховуючи наявність досить дрібних елементів в оформленні коробки, будемо використовувати для флексодруку на гофрокартоні фотополімерні водовимивні пластини, які забезпечують більшу екологічність процесу.

Обираємо лінію Esko Crystal Line (комплекс CDI Crystal + PlateHandler + XPS Crystal), яка виконує ключову частину процесу виготовлення цифрових фотополімерних флексоформ: від запису зображення до готової, повністю експонованої пластини. Лінія працює з пластинами майже всіх виробників (Flint, DuPont, MacDermid тощо) та ідеально інтегрується з машинами BOBST, оскільки Esko є галузевим стандартом програмного забезпечення.

Складові цієї лінії:

1. CDI Crystal – пристрій для лазерного запису маски (CtP). Лазер випалює чорний маскувальний шар безпосередньо на фотополімерній пластині (LAMS-технологія).

2. PlateHandler – роботизований модуль, який з'єднує обидві машини. Він автоматично забирає пластину після лазера і переміщує її в блок експонування.

3. XPS Crystal – пристрій для одночасного основного та зворотного LED-експонування.

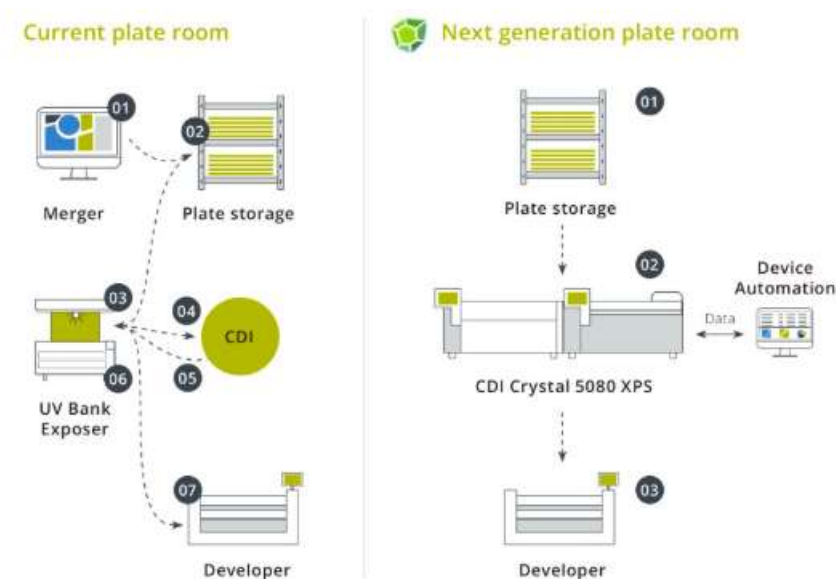


Рис. 4.1. Порівняння традиційної і сучасної дільниці виготовлення друкарських форм

Для лінії Esko Crystal Line рекомендовано виділити окреме приміщення. Це не обов'язкова вимога безпеки (як у випадку з токсичними розчинниками), а технічна необхідність для забезпечення стабільної якості та довговічності обладнання: потрібно виконувати вимоги щодо чистоти (кліматичний контроль); забезпечити захист від УФ-випромінювання та світла; зменшити вібрації.

При встановленні лінії в одну пряму лінію загальна площа, яку займає обладнання, становить приблизно 14 м²:

1. Загальна довжина лінії: Близько 6350 мм (3250 мм + 3100 мм).

2. Загальна глибина: Максимум 1957 мм.

3. Загальна висота: Максимум 1368 мм.

Після цих одиниць встановлюється монтажний стіл AV Flexologic (серія *FlatMount*) для точного позиціонування кліше. Монтажний стіл зазвичай ставлять або в тому ж приміщенні (plate room), де стоїть лінія Esko, якщо дозволяє площа, або в безпосередній близькості до друкарського цеху, щоб змонтовані форми одразу йшли на машину.

Довжина столу вздовж балки камер: ~4500 – 5000 мм.

Ширина: ~2200 – 2500 мм (враховуючи виліт столу та зону роботи оператора).

Висота: ~1500 – 1700 мм (до верхньої точки балки камер або моніторів).

Виготовлення штанц-форм

Для роботи лінії BOBST FFG 1636 NT потрібно виготовляти ротаційні штанц-форми на основі вигнутої фанери, оскільки потрібна велика висота ножів та потужні ежектори (гума), щоб виштовхувати товстий матеріал.

Секція висікання лінії BOBST FFG 1636 NT працює з великими форматами гофрокартону на величезних швидкостях. Ротаційна форма на вигнутій фанері забезпечує жорсткість (фанера тримає геометрію при високих навантаженнях); висоту лінійок (тільки у фанеру можна надійно встановити високі ножі для 5-шарового гофрокартону); ремонтпридатність (у фанерній формі можна замінити один ніж, якщо він зламався).

Форма за своєю суттю є «гнутою» під радіус циліндра, вона виготовляється зі спеціальної багат шарової вигнутої фанери (Rotary Die Shells) товщиною зазвичай 13 мм, з вологістю 8–12%. Це жорсткий напівциліндр із бука або берези, виклеєний під конкретний діаметр вала машини. У цій фанері лазером прорізаються пази, куди вставляються сталеві ріжучі та бігувальні лінійки.

Для виготовлення ротаційних штанц-форм на основі вигнутої фанери потрібне спеціалізоване обладнання, яке забезпечує точне різання основи та згинання металевих ріжучих лінійок.

Для виготовлення основи потрібен відповідний матеріал, зазвичай спеціальна шліфована фанера марки ФК сорту ВВ/ВВ, яка підходить для подальшого згинання. Необхідне обладнання:

- **Верстат для згинання фанери** (формування циліндра): для створення вигнутої основи використовується спеціальне обладнання або прес-форми, які надають фанері необхідний радіус кривизни, що є ключовим для ротаційних форм.

Якщо не купувати готову вигнуту фанеру, то використовуються спеціалізовані преси, які формують вигин під впливом пари та тиску, наприклад, Wenzhou High-Tech або спеціалізовані гідравлічні преси від Yitai. В них фанера розпарюється або нагрівається, затискається в прес-форму (матрицю) з потрібним діаметром (наприклад, 270 мм, 360 мм, 487 мм тощо) і витримується під тиском до повного висихання.

- **Система лазерного різання з ЧПУ**: це основне обладнання, яке використовується для високоточного вирізання контурів майбутньої штанц-форми (пазів) у фанерній основі. Верстати оснащені поворотною віссю або спеціальними роликівими системами для обертання вигнутої фанери під час різання.

Для лінії BOBST 1636 NT обираємо систему TSD-RC1900, оскільки вона має готові конфігурації під стандартні діаметри валів BOBST та забезпечує необхідну точність для системи швидкого монтажу форм Posilock. Ця система забезпечує високу точність (± 0.02 мм) та швидкість різання товстої фанери (12–15 мм), що необхідно для стабільної роботи високошвидкісної лінії BOBST продуктивністю до 9,000 листів/год.

Для монтажу ріжучих та бігувальних лінійок в прорізи фанерної основи використовуються:

• **Машина для згинання ріжучих лінійок** – спеціальний програмований верстат, який автоматично згинає, ріже та надрізає металеві ріжучі та бігувальні лінійки відповідно до цифрового макета. Для ротаційних форм потрібні автомати, здатні працювати з лінійками товщиною до 4pt (1.42 мм) та висотою до 60 мм. Обираємо верстат ADEWO (ABM-8142A / Rotary Series), який виконує функції згинання, створення «містків» (bridge), засічки (notch), перфорацію, різання. Діаметр форм: 220–800 мм. Товщина лінійок: 2pt (0.71 мм), 3pt (1.05 мм), 4pt (1.42 мм). Точність подачі: ± 0.03 мм. Живлення: 220В, потужність близько 3 кВт.

• **Ручний інструмент для доведення** – кусачки, плоскогубці та спеціальні ключі для точного ручного регулювання та встановлення лінійок у фанеру.

Допоміжним матеріалом є різні типи ежекторної гуми різної жорсткості та висоти, які використовуються для встановлення навколо ріжучих лінійок, щоб забезпечити видалення відходів матеріалу під час процесу висікання.

Для розробки креслень майбутньої штанц-форми та керування лазерним і згинальним обладнанням. Потрібне програмне забезпечення для проектування (CAD/CAM).

Для повноцінної лінії (підготовка фанери + лазер + бендер + монтажна зона) мінімальна площа складає 150–250 м².

- Зона підготовки (згинання фанери): ~30 м²
- Зона лазерного верстата: ~40–60 м² (з урахуванням вильоту столів та зони обслуговування). Вона має бути відокремлена або мати потужну локальну витяжку. Лазер при різанні фанери виділяє велику кількість диму та продуктів горіння.
- Зона автоматичних бендерів: ~20–30 м².
- Склад фанери та лінійок: ~40 м² (важливо зберігати фанеру горизонтально або у спеціальних стелажах для вигнутих заготовок).

– Слюсарна зона (монтажна): ~50 м². Тут проводиться забивання ножів у фанеру. Це шумна зона, тому її треба відділити звукоізоляційними перегородками.

Лазер та бендери працюють на стисненому повітрі. Компресор — це джерело шуму та тепла, його виносять в окрему звукоізольовану комірчину.

4.2. Друкарсько-висікальна дільниця (Printing & Die-cutting)

Оскільки готовий виріб потребує висікання, фальцювання і склеювання, а заготовки розміщуються на листі формату 1620×1300 мм, обираємо автоматичну лінію BOBST FFG 1636 NT. Цифра "16" позначає висоту листа 1600 мм, а «36» – максимальну ширину 3600 мм. Технологія NT (No Tooling) забезпечує швидку зміну замовлень, що важливо для середніх тиражів. Машина 1636 NT розрахована на роботу з гофрокартоном товщиною до 8-9 мм. П'ятишаровий картон профілю В-Е зазвичай має товщину близько 4.5–5.5 мм, що вдвічі менше за ліміт машини.

В сучасній ієрархії BOBST станом на 2025 рік її відносять до сегмента середньої та високої продуктивності. Це класичний представник серії FFG (Flexo Folder Gluer), що виконує повний цикл виробництва коробки: від друку до склеювання та пакування в пачки за один прохід.

Більшість налаштувань (позиціонування друкарських форм, висічних валів, напрямних фальцювального вузла) виконуються автоматично з пульта керування. Усі секції лінії працюють як єдиний механізм під керуванням центральної системи MPC4. Лінія оснащена автоматичними датчиками контролю нанесення клею та точності фальцювання.

Продуктивність лінія – до 9 000 заготовок на годину.

Орієнтовні розміри для стандартної конфігурації:

Довжина: Повна лінія (від секції подачі до палетайзера) має довжину близько 28.3 – 29.9 метрів.

Ширина: Основна частина машини має ширину приблизно 9.3 – 9.4 метри.

Висота: Максимальна висота секцій становить близько 3.9 метра.

Висота столу завантаження заготовок складає 1200 мм.

Лінія будується за лінійним принципом [9]:

Зона подачі (Infeed): Секція завантаження гофрокартону.

Друкарські секції: Можуть складатися з 1–7 модулів, що значно впливає на загальну довжину.

Секція обробки: Слотер (просікання) та ротаційна висічка.

Секція фальцювання: Найдовша частина після друку, де формується коробка.

Вихід (Outfeed): Лічильник-ежектор та зона пакування.

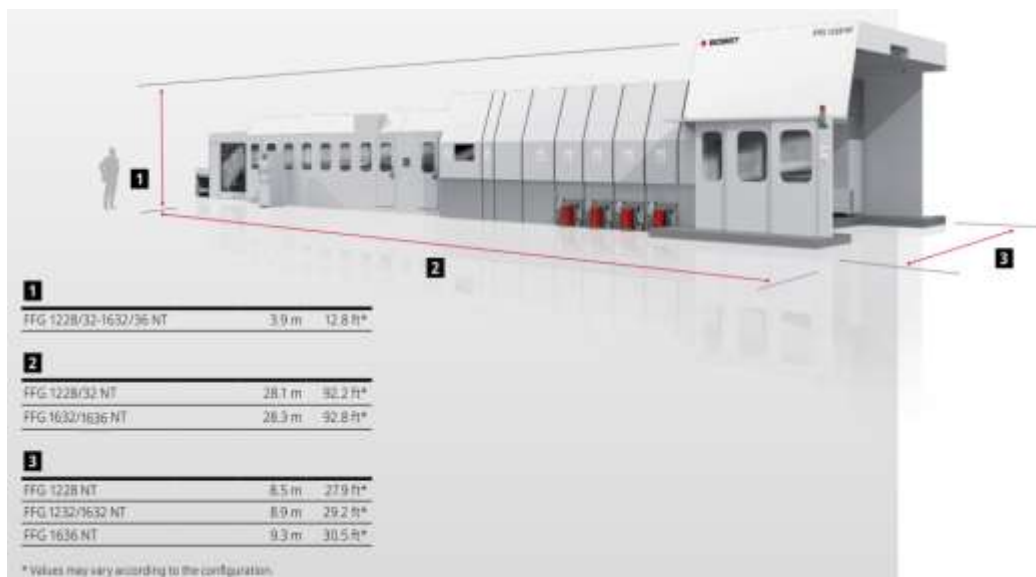


Рис. 4.2. Автоматична лінія BOBST FFG 1636 NT

У лінії BOBST FFG 1636 NT використовується архітектура **Open/Close** (архітектура з розсувними секціями) у поєднанні з концепцією RapidSet (рис. 4.3).

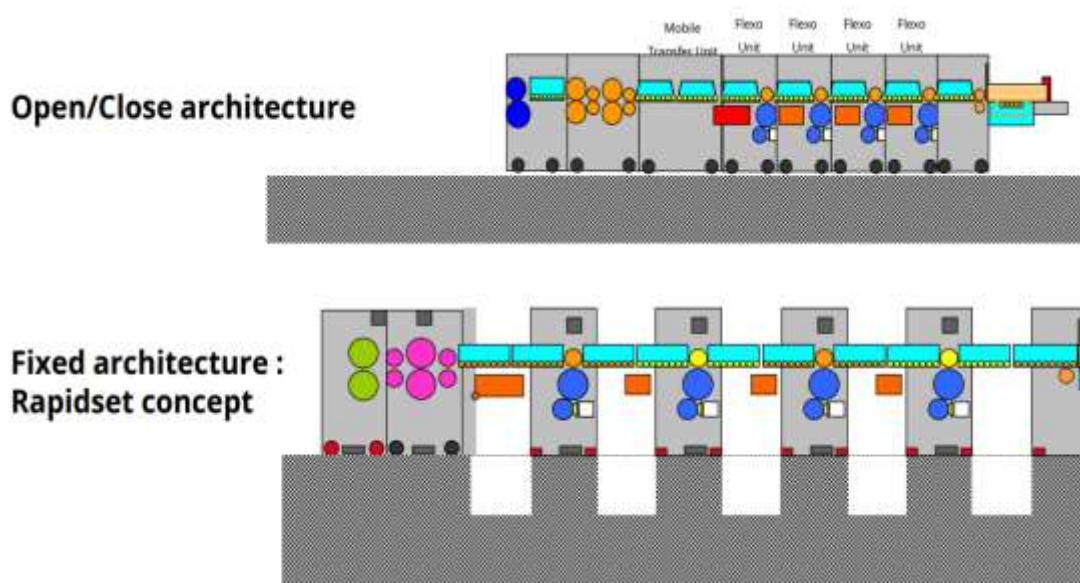


Рис. 4.3. Конструктивне виконання лінії BOBST FFG 1636 NT

Лінія складається з окремих модулів (друкарських секцій), які встановлені на рейках.

Для зміни друкарських форм (кліше), сервісного обслуговування або глибокого очищення секції фізично роз'їжджаються (розсуваються), утворюючи проходи для оператора між вузлами. Це класична та найбільш надійна архітектура для машин великого формату (висота листа 1600 мм), оскільки вона забезпечує повний та зручний доступ до друкарських циліндрів та валів усередині машини.

Хоча архітектура є розсувною, технологія RapidSet (швидке налаштування) дозволяє радикально скоротити час простою, який раніше був характерним для старих розсувних машин. RapidSet на BOBST 1636 NT включає:

Налаштування під час роботи (Set-up while running): можна готувати наступну друкарську секцію (встановлювати кліше, заливати фарбу), поки машина ще друкує попередній тираж на інших секціях.

Автоматичне позиціонування: Щойно секції замикаються (Close), система автоматично виставляє слоти, ножі та параметри друку згідно з цифровим завданням, збереженим у пам'яті машини.

Система Posilock: Спеціальна система швидкої фіксації форм на циліндрі, яка працює в парі з RapidSet для миттєвої зміни робіт без використання інструментів.

Принцип роботи друкарської секції в лінії BOBST FFG 1636 NT базується на технології флексографічного друку з верхнім нанесенням фарби (Top Printing).

Покроковий опис фізичного та механічного процесу в межах однієї секції:

1. Подача фарби

Ці машини стандартно оснащуються системою з камер-ракельним вузлом:

1) Фарба подається в замкнуту камеру, яка притиснута до анілоксового вала.

2) **Анілоксовий вал** (керамічний вал із лазерним гравіюванням мікрокомірок) забирає фарбу. Ракельне лезо знімає надлишки, залишаючи фарбу лише в комірках. Це гарантує стабільну передачу точного об'єму фарби на кожному відбитку.

2. Перенос фарби на кліше

1) Анілоксовий вал контактує з **формним циліндром**, на якому закріплена фотополімерна форма (кліше).

2) Фарба переходить з мікрокомірок анілокса на виступаючі (друкуючі) елементи кліше.

3. Друк на картоні (Зона контакту)

Лист гофрокартону проходить між формним циліндром (зверху) та друкарським (печатним) валом (знизу). Відбувається друк з мінімальним тиском (kiss-print): завдяки еластичності фотополімеру та точному

налаштуванню тиску, фарба переноситься на картон без розчавлювання гофри.

Оскільки це Top Printing, оператор бачить зображення зверху, що полегшує візуальний контроль якості.

4. Транспортування листа (Vacuum Transfer)

Між друкарськими секціями лист переміщується за допомогою вакуумної системи **транспортування**. Вакуум надійно утримує лист на ремнях або роликах знизу, що виключає ковзання і забезпечує ідеальну точність суміщення кольорів (реєстрацію) навіть на великих швидкостях (до 12 000 шт./Год).

5. Технологічні особливості секції NT (No Tooling):

1) **RapidSet:** Поки одна секція друкує, на іншій (розімкнутій) оператор може замінити кліше.

2) **Posilock:** Система швидкого кріплення дозволяє встановити форму на циліндр за лічені секунди без використання додаткових інструментів.

3) **Автоматичне промивання:** Після закінчення тиражу секція автоматично промиває систему подачі фарби, що мінімізує час простою.

Таким чином, секція працює за принципом прямого флексодруку з камерою-ракелем та вакуумним проведенням листа, що дозволяє швидко переходити з одного замовлення на інше та отримувати стабільну якість на гофрокартоні будь-якого профілю (від E до B-E).

Вузол ротаційного висікання (Rotary Die-Cutter) у лінії BOBST FFG 1636 NT призначений для виконання складної контурної висічки, прорізання отворів (наприклад, ручок), перфорації та рилівки. Це відбувається на високій швидкості в безперервному режимі. Вузол працює за принципом безперервного контактного різання металевими ножами по поліуретановому контрвалу з автоматичною корекцією швидкості та видаленням відходів.

Вузол складається з двох основних циліндрів, що обертаються синхронно:

1) формний вал (верхній): На ньому закріплюється висічна форма – дерев'яний штамп із встановленими сталевими ножами та рилювальними лінійками.

2) опорний вал / ковадло (нижній): Поверхня цього вала покрита змінними поліуретановими накладками (бандажами), об які ножі прорізають картон.

Лист гофрокартону проходить між цими двома валами. Ножі штампа врізаються в картон, проходячи його наскрізь і злегка занурюючись у м'який поліуретановий бандаж нижнього вала. Завдяки системі NT (No Tooling) та швидкому кріпленню, зміна штампів на валу відбувається дуже оперативно.

Оскільки діаметр нижнього вала з часом змінюється (поліуретан зношується), лінійна швидкість валів може розсинхронізуватися. Система автоматично коригує швидкість обертання опорного вала, щоб вона точно відповідала швидкості руху картону. Це гарантує точність розмірів висічки незалежно від зносу бандажів.

Після прорізання отворів (наприклад, вентиляційних або ручок) залишаються обрізки («конфеті»). Система Posistrip або спеціальні виштовхувальні резинки на штампі механічно видаляють ці елементи з листа. Відходи падають на внутрішній конвеєр і виводяться з машини до системи видалення обрізків.

Для подовження терміну служби поліуретанового покриття вузол оснащений пристроєм автоматичного шліфування. Він періодично знімає мікрошар зношеного поліуретану, роблячи поверхню опорного вала знову ідеально гладенькою.

У лінії FFG 1636 NT секція висікання працює в режимі In-line - готову складну коробку (наприклад, самозбірну або з вушками) отримують за один прохід, без необхідності переставляти тираж на окремий плосковисічний прес.

Периферійне обладнання:

1. Автоматичний палетоукладальник: Для автоматичного складання пачок готових коробок на піддони.
2. Обв'язувальна машина марки Mosca. Вона обв'язує пачки коробок поліпропіленою стрічкою для зручного транспортування.

РОЗДІЛ 5. ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ УПАКОВКИ

Проектування та виготовлення картонних коробок для пакування зоотоварів доцільно розглядати з позицій мінімізації негативного впливу на довкілля протягом усього життєвого циклу упаковки: від отримання сировини до утилізації. Основним екологічним показником є вуглецевий слід, що для гофрокартону в середньому становить 450–900 кг CO₂ на 1 т продукції, залежно від частки вторинної сировини та рівня енергоефективності виробництва.

Використання макулатурної сировини дозволяє знизити викиди парникових газів на 30–50 % порівняно з виробництвом картону з первинної целюлози. Додаткове зменшення вуглецевого сліду може бути досягнуто за рахунок оптимізації конструкції коробок і зниження їх матеріалоемності без втрати міцності, а також використання виробів після завершення їх первинної функції. Застосування водних фарб і клеїв практично не впливає на переробність упаковки та забезпечує низький рівень летких органічних сполук. У сукупності поліграфічні операції збільшують вуглецевий слід не більше ніж на 3–6 % від загального показника для 1 т картону.

Аналіз екологічних показників виробу проведено згідно з ДСТУ ISO 14040:2013 «Екологічне управління. Оцінка життєвого циклу. Принципи та структура». Життєвий цикл розробленої упаковки для зоотоварів базується на моделі циркулярної економіки.

Етапи життєвого циклу виробу:

1. Стадія видобутку та отримання сировини

Основою конструкції є п'ятишаровий гофрокартон профілю ВЕ – повністю відновлюваний та біорозкладний ресурс. Використано водорозчинні фарби для флексографічного друку.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.О.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Разрабник документа Устич Д.С.	Назва, додаткова назва ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ УПАКОВКИ	24.0291.MP.10.000.ПЗ			
Документ затверджено Гавва О.М.			Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/3

2. Стадія проектування. Продукція спроектована так, щоб забезпечити в майбутньому можливість її повторного використання, переробки чи «каскадування» з метою застосування цієї продукції як матеріалу для виготовлення іншого продукту в кінці життєвого циклу

3. Стадія виробництва

Процес виготовлення орієнтований на енергоефективність. Технологічні відходи (обрізки картону) автоматично збираються системою аспірації та на 100% повертаються у виробничий цикл як вторинна сировина. Це забезпечує реалізацію принципу Zero Waste (безвідходне виробництво).

4. Стадія логістики (Обіг)

Завдяки можливості транспортування у вигляді плоских розгорток на палетах, досягається максимальна щільність завантаження транспорту. Це мінімізує кількість рейсів та суттєво знижує вуглецевий слід (викиди CO₂) на кожен одиницю продукції.

5. Стадія експлуатації та повторного використання

Це ключовий етап, що відрізняє дане пакування від традиційної тари. Властивості матеріалу дозволяють трансформувати його після доставки основного товару:

1. **Довговічність:** міцність п'яти шарів гофри (BE-flute) гарантує стабільність конструкції, якщо споживач вирішить переобладнати коробку у **будиночок для kota**. Матеріал витримує механічні навантаження, в тому числі дряпання та зберігає тепло, створюючи комфортні умови для тварини.

2. **Безпека:** Відсутність токсичних випаровувань фарби чи клею гарантує безпечне перебування тварини всередині виробу.

6. Стадія кінцевої утилізації

Навіть після повторного використання (як будиночка чи лотка), упаковка залишається екологічно безпечною: гофрований картон легко перероблюється (рециклінг) або біорозкладається у природному середовищі без утворення мікропластику чи хімічного забруднення ґрунту.

Отже, обрана технологія виробництва картонних коробок для зоотоварів є екологічно доцільною, відповідає принципам циркулярної економіки та забезпечує високу переробність матеріалів. Такий підхід дозволяє не лише захистити товар під час логістики, а й дати упаковці «друге життя», зменшуючи навантаження на сміттєзвалища та задовольняючи потреби споживачів у екологічних товарах для тварин. Це дозволяє рекомендувати проєкт до впровадження з точки зору екологічної безпеки та сталого розвитку.

РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

6.1. Промислове завдання на розроблення проекту підприємства по виготовлення та поліграфічного оформлення упаковки для зоотоварів

Для розрахунку річної продуктивності лінії використано такі дані:

1. Максимальна продуктивність лінії $P_{год}$: до 9000 листів на годину.
2. Кількість робочих днів на рік: 252 дні.
3. Кількість змін: 1 зміна (8 годин).

Розраховуємо загальну кількість робочих годин на рік:

$$K_{рік} = N \cdot K_{зм}$$

$$K_{рік} = 252 \text{ дні} \times 8 \text{ год/день} = 2016 \text{ год}$$

Розраховуємо максимальну теоретичну річну продуктивність (у заготовках):

$$P_{рік} = P_{год} \cdot K_{рік}$$

$$P_{рік} = 9000 \text{ листів/год} \times 2016 \text{ год} = 18\,144\,000 \text{ листів}$$

Фактична продуктивність може відрізнятись залежно від ефективності виробництва (ОЕЕ), часу на налаштування, обслуговування та відходів. Для якісного чотириколірного друку на п'ятишаровому картоні (В-Е fluent) та складного висікання реальна експлуатаційна швидкість буде нижчою за 9000 листів/год.

При заміні замовлення з 4-колірним друком та зміною штанц-форми витрачається близько 30–45 хвилин (за умови автоматизованої зміни кліше).

Коефіцієнт технічного використання (ОЕЕ) з урахуванням зупинки на технічне обслуговування, заміну палет з картоном та контроль якості становить приблизно 0.75–0.8.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Разробник документа Устич Д.С.	Назва, додаткова назва ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ		24.0291.MP.10.000.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/6		

Для виконання програми згідно завдання на проектування – 1 000 000 заготовок, з урахуванням того, що кількість заготовок на аркуші – 4 шт., обчислюємо загальну кількість потрібних листів:

$$1000000 / 4 = 250000 \text{ листів.}$$

Вони будуть задруковані за $250000/9000=27,8$ год при максимально можливій продуктивності або за $250000/7000=35,8$ год за усередненої реальної продуктивності, тобто за 4,5 робочих дні.

Таким чином, є великі резерви невикористаної потужності, тому лінію будемо дозавантажувати (табл. 6.1).

Іншою продукцією, яка друкуватиметься на лінії, будуть чотириклапанні ящики (FEFCO 0201) з простим друком 1-2 кольори. Це "фундамент", який завантажує машину, коли немає складних замовлень. Коробки складної висічки з 4-колірним друком (дрібні та середні тиражі) забезпечують велику додану вартість. Замовлення варто групувати за схожими кольорами (наприклад, всі, де є чорний та червоний), щоб зменшити час на миття секцій. Це зменшує час переналагодження. Варіанти додаткового завантаження:

1. SRP-упаковка (Shelf Ready Packaging)

Це коробки (шоу-бокси для батончиків, напоїв, засобів гігієни), які потрапляють прямо на полиці супермаркетів. Така продукція вимагає якісного друку (4 кольори) та складної висічки (перфорація для відривної кришки).

2. Великогабаритна упаковка для побутової техніки

Упаковка для витяжок, мікрохвильових пічок, обігрівачів, невеликих холодильників. Тут критична жорсткість картону В-Е flute. Ваша лінія зможе робити ці коробки з преміальним друком, що важливо для брендів (Samsung, LG тощо).

3. POS-матеріали та дисплеї. Картонні стелажі, які стоять у проходах магазинів.

4. Інтернет-торгівля (E-commerce packaging)

Ринок, що росте найшвидше – поштові коробки з внутрішнім друком.

Зараз популярно друкувати логотип зовні (1-2 кольори) і яскравий малюнок всередині (ще 2 кольори). Обрана 4-колірна машина дозволяє робити це за один прохід.

Таблиця 6.1. – Промислове завдання на картонне виробництво

№	Типи продукції	Кількість назв на рік	Формат, мм	Формат друкарського аркуша, мм	Кількість виробів на одному аркуші, розгортці шт.	Тираж, тис.	Фарбовість
1	Упаковка подвійного призначення для зоотоварів	1	598×738	1620×1300	4	1000	4+0
2	Транспортна тара (RSC) для побутової техніки	4	400×600	1620×1300	4	1500	2+0
3	Коробки для великогабаритних товарів	1	800×1100	1620×1300	1	500	1+0
4	Упаковка для електроніки (Shelf-ready)	3	300×400	1620×1300	10	2000	4+0

6.2. Технологічні розрахунки

Для розрахунку виробничої потужності лінії на базі BOBST FFG 1636 NT для листів 1620×1300 мм, візьмемо за основу стандартну робочу зміну тривалістю 8 годин.

1. Розрахунок теоретичної та реальної швидкості

Хоча паспортна швидкість машини може сягати 9 000 листів/год, для якісного чотириколірного друку на п'ятишаровому картоні (B-E fluent) та складного висікання реальна експлуатаційна швидкість буде нижчою.

1. **Середня робоча швидкість:** ~7 000 листів/год.
2. **Час на переналагодження (Set-up):** При заміні замовлення з 4-колірним друком та зміною штанц-форми витрачається близько 30–45 хвилин (за умови автоматизованої зміни кліше).
3. **Коефіцієнт технічного використання (ОЕЕ):** Враховуємо зупинки на технічне обслуговування, заміну палет з картоном та контроль якості – приблизно 0.75–0.8.

Припустимо, що за зміну на підприємстві виконують 3 різні замовлення (середні тиражі) і середня продуктивність 7000 листів/год. Розрахуємо кількість використаних листів за один робочий день (одна зміна 8 год.)

Параметр	Значення
Загальний час зміни	480 хв (8 год)
Час на переналагодження (3 × 40 хв)	120 хв
Чистий час роботи лінії	360 хв (6 год)
Вихід готової продукції (6 год × 7000 л/год × 0.8)	~33 600 листів

Ресурсне забезпечення (що потрібно для такого обсягу)

Для стабільної роботи такої лінії за одну зміну знадобиться:

1. **Гофрокартон:** Близько **70 762 м²** (1,62 м × 1,3 м × 33 600 листів).

Це приблизно 2-3 повні фури заготовок.

2. **Фарба:** При середньому заповненні 30% кожним кольором, витрата флексофарби на водній основі складе близько 25–40 кг на зміну.

Задіяний персонал: 1 старший оператор (налагодження друку та висікання); 2 помічники оператора (подача заготовок та контроль на виході); 1 водій навантажувача (забезпечення логістики в цеху).

Розрахунок витратних матеріалів (Pre-press та друк)

Для формату 1620×1300 мм та 4-колірного друку основні витрати (окрім гофрокартону) складають кліше та фарба.

Розрахунок кількості фарби для пакування для зоотоварів

Використовується водорозчинна флексофарба.

Площа запечатуваної поверхні одного аркуша:

$$S_{\text{друку}} = 1620 \times 1300 = 2,106,000 \text{ мм}^2 = 2.1 \text{ м}^2$$

Кількість заготовок на аркуші: 4 шт.

Загальна кількість листів для 1 000 000 заготовок:

$$1000000 / 4 = 250000 \text{ листів}$$

Дизайн має 100% покриття. Тоді загальна площа друку:

Площа одного листа × кількість листів × покриття

$$S_{\text{друку}} = 2,1 \times 250000 \times 1 = 525000 \text{ м}^2$$

Середня орієнтовна витрата – приблизно 10–12 г сирової фарби на 1 м² суцільного задруку (приймаємо 10 г/м²).

$$S_{\text{друку}} \times \text{витрату фарби} = 525000 \times 10 = 5\,250\,000 \text{ г} = 5250 \text{ кг}$$

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі вирішено актуальну науково-практичну задачу розробки технології виробництва картонного пакування для зоотоварів із функцією вторинного використання, що відповідає сучасним принципам сталого розвитку та вимогам ринку.

Основні результати дослідження та висновки:

1. **Обґрунтовано концепцію «другого життя» упаковки:** Доведено, що трансформація використаного гофрокороба в ігровий будиночок для тварин є ефективним маркетинговим інструментом, який підвищує лояльність споживачів та відповідає тренду «гуманізації тварин».
2. **Розроблено конструктивні рішення:** Створено проект висічної конструкції з клейовим з'єднанням, які забезпечують як надійний захист товару під час транспортування, так і легкість подальшого перетворення на функціональний виріб.
3. **Адаптовано виробничий процес під екологічні вимоги:** підтверджено, що застосування флексографічного друку фарбами на водній основі є оптимальним для даного типу продукції, гарантуючи безпеку для тварин та можливість подальшої переробки матеріалу.
4. **Визначено ключове технологічне обладнання:** встановлено, що використання комплексу Esko Crystal Line для виготовлення фотополімерних флексоформ забезпечує необхідну високу якість друку (подібну до офсету), а застосування автоматичної лінії BOBST FFG 1636 NT дозволяє об'єднати друкарсько-висічні та фальцювальні-склеювальні операції в єдиний високопродуктивний цикл, оптимізуючи собівартість кінцевого продукту.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.О.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
	Разробник документа Устич Д.С.	Назва, додаткова назва ВИСНОВКИ		24.0291.MP.10.000.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/2		

Запропоновані технологічні та конструкторські рішення дозволяють українським виробникам пакування та зоотоварів впроваджувати інноваційні, екологічно відповідальні продукти, що мають високий попит на внутрішньому та експортних ринках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Why Do Cats Like Boxes?. *The Best Pet Health & Care Advice from Real Vets* | *PetMD*. URL: <https://www.petmd.com/cat/behavior/why-do-cats-like-boxes> (date of access: 29.11.2025).
2. Ellis, Jacklyn & Stryhn, Henrik & Cockram, Michael. (2021). Effects of the provision of a hiding box or shelf on the behaviour and faecal glucocorticoid metabolites of bold and shy cats housed in single cages. *Applied Animal Behaviour Science*. 236. 105221. 10.1016/j.applanim.2021.105221.
3. Leij, W.J.R. & Selman, L. & Vernooij, Johannes & Vinke, Claudia. (2019). The effect of a hiding box on stress levels and body weight in Dutch shelter cats; a randomized controlled trial. *PLOS ONE*. 14. e0223492. 10.1371/journal.pone.0223492.
4. Pet Food Packaging Market Size, Growth & Forecast 2033. *Market Research Company, Reports and Consulting Services* | *IMARC*. URL: <https://www.imarcgroup.com/pet-food-packaging-market> (date of access: 07.12.2025).
5. Cleaver L. Report: 4 key trends shaping the pet food industry. *PetfoodIndustry*. URL: <https://www.petfoodindustry.com/pet-food-market/market-trends-and-reports/article/15749123/report-4-key-trends-shaping-the-pet-food-industry> (date of access: 07.12.2025)
6. Будиночок – тунель трансформер для котиків CAT IN BOX - карамель. *SMART ZOO - онлайн зоомагазин*. URL: <https://surl.li/uajvrq>

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепелак О.О.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Устич Д.С.	Назва, додаткова назва Список використаних джерел	24.0291.MP.10.000.ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуші 1/3

7. TelePet – коробка-переноска для собак і котів.
URL: <https://homefood.ua/korobka-perenoska-telepet-455x220x435-mm/?srsltid=AfmBOor-QT0zLq2jHElyTijIOGCUS3tEmXnt7WelYcYFOScRAugLTjju> (дата звернення: 01.12.2025)
8. Guide to Types of Printing on Corrugated Boxes 2024-25 Trends - Packaging Bee. *Packaging Bee*. URL: <https://packagingbee.com.au/blog/guide-to-types-of-printing-on-corrugated-boxes-2024-25-trends/> (date of access: 09.12.2025)
9. https://www.bobst.com/fileadmin/user_upload/FFG_12xx-16xx_NT_PRODUCTIVITY_BROCHURE_2021.pdf
10. Соколенко А. І. Пакувальні матеріали та їх фізико-хімічні властивості : підручник / А. І. Соколенко [та ін.] ; Нац. ун-т харчових технологій. — Київ : Кондор, 2015. 396 с.
11. Крат О. А., Пашук С. К. Технологія виробництва та переробки гофрованого картону : навч. посіб. Житомир : ЖДТУ, 2018. 212 с.
12. Кузнецов П. М. Технологічне обладнання целюлозно-паперового виробництва : навч. посіб. Київ : Каравела, 2014. 440 с.
13. Мамуня Є. П., Гладишев В. М. Матеріалознавство пакувальної галузі : навч. посіб. Київ : ІАЦ «Упаковка», 2017. 256 с.
14. Микитюк О. М. Основи стандартизації та контролю якості тари і упаковки : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2019. 184 с.
15. Регей І. І. Механіка процесів і машин пакувального виробництва : монографія. Львів : Укр. акад. друкарства, 2012. 312 с.
16. Величко О. М. Технологія флексографічного друку : підручник. Київ : ВПК «Політехніка», 2015. 380 с.
17. Гавенко С. Ф., Мартинюк М. С. Оздоблення пакування : матеріали, технології, обладнання : навч. посіб. Львів : Укр. акад. друкарства, 2014. 196 с.

18. Жидецький Ю. Ц., Лазаренко Е. Т., Лотоцька О. І. Поліграфічні матеріали : підручник. Львів : Афіша, 2011. 450 с.

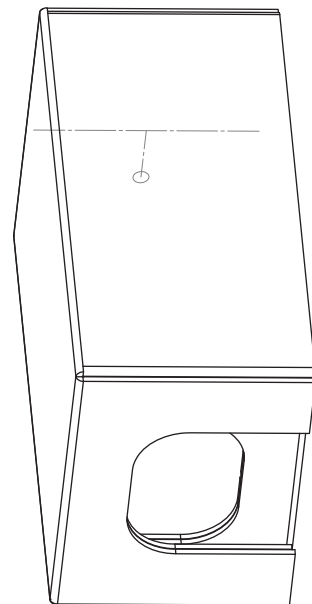
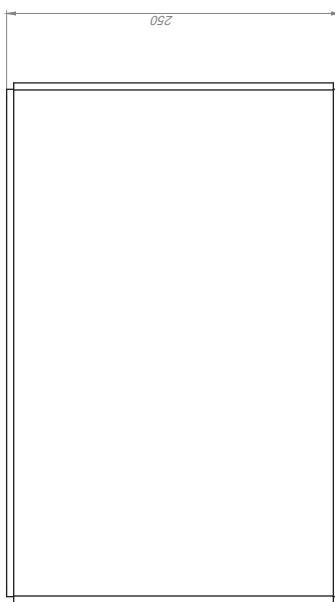
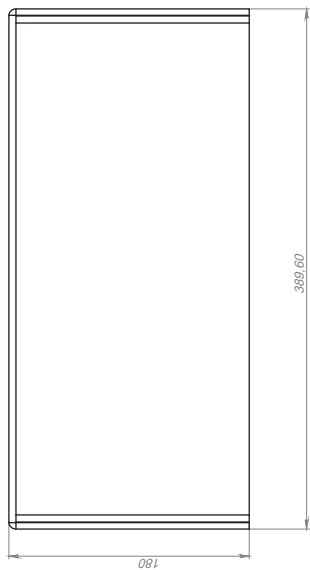
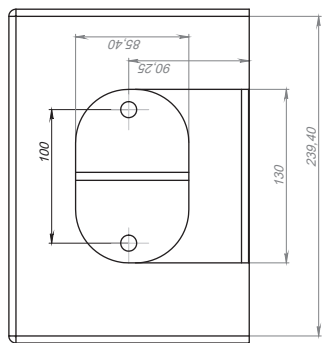
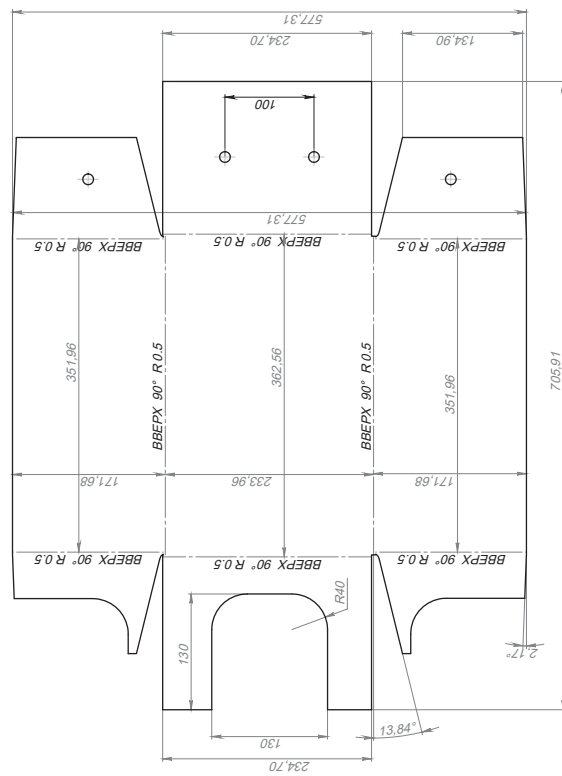
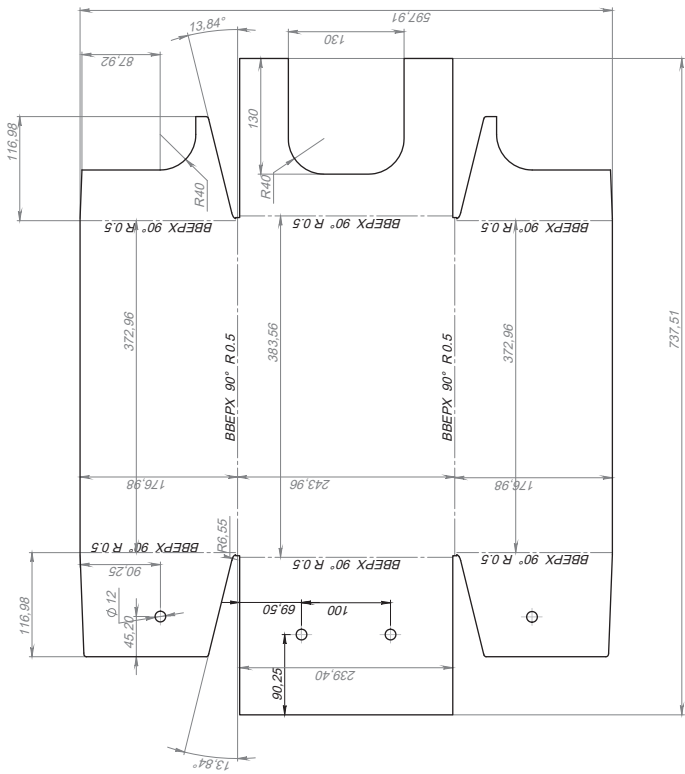
19. Маїк Х. Т., Шнирков О. С. Флексографічний друк : обладнання, технологія : монографія. Львів : Укр. акад. друкарства, 2010. 288 с.

20. Крижановський В. Г. Конструювання тари і упаковки : навч. посіб. Київ : ВПК «Політехніка», 2013. 240 с.

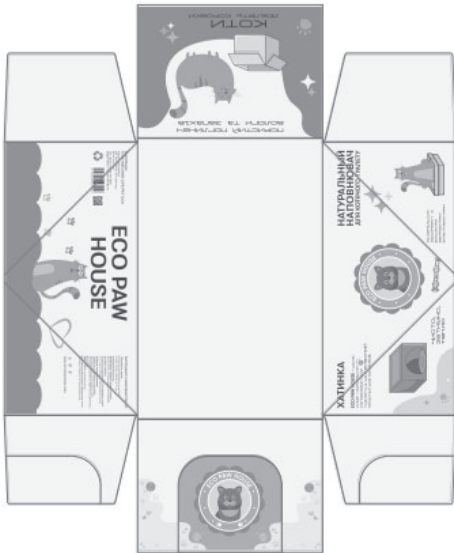
21. Кривошей В. М. Світ упаковки : енциклопедія. Київ : ІАЦ «Упаковка», 2018. 520 с.

22. Сирохман І. В., Завгородня В. М. Товарознавство пакувальних матеріалів і тари : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2015. 616 с.

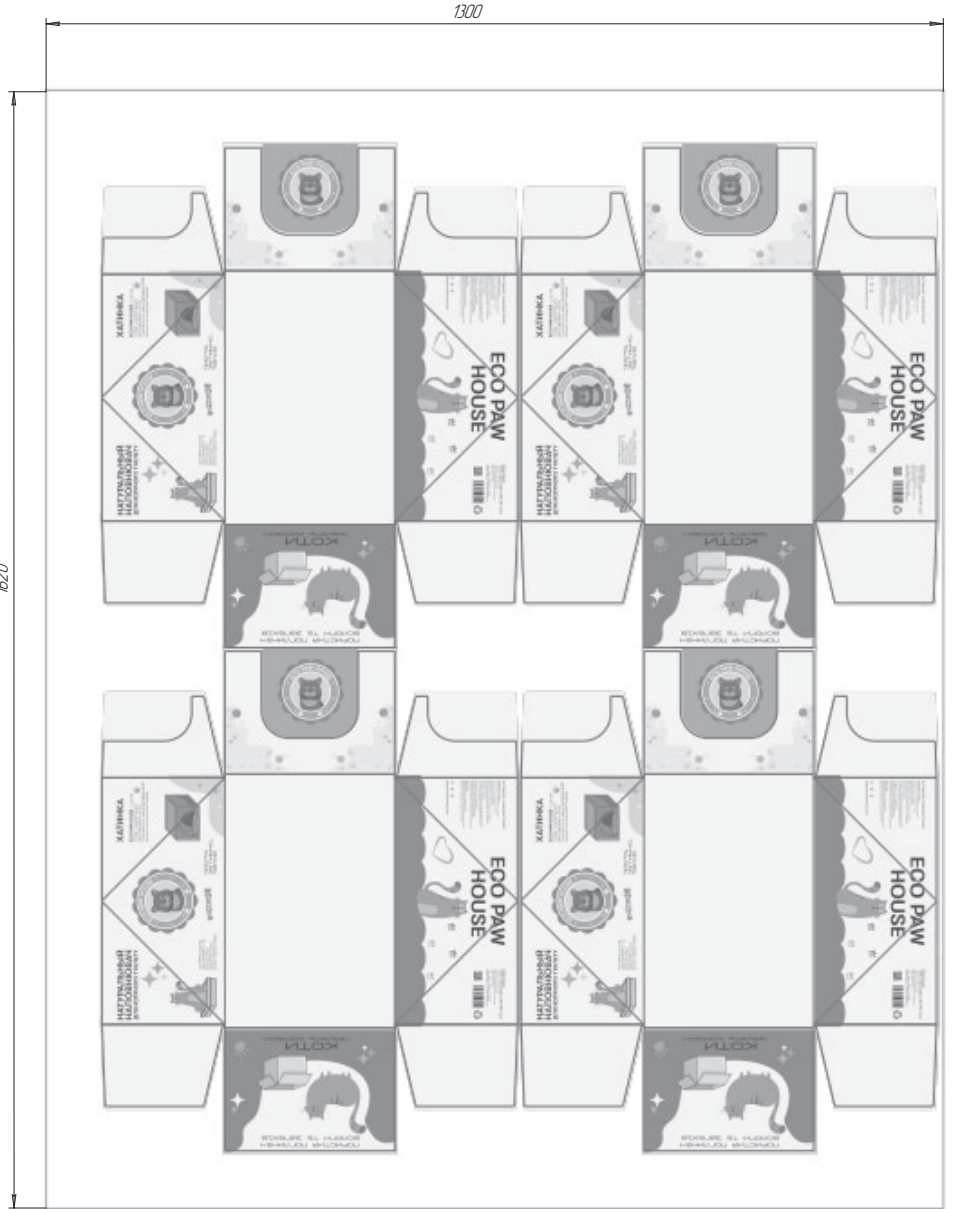
23. Ткаченко Т. І. Екодизайн пакування: європейський досвід та українські реалії. Вісник КНУТД. 2021. № 4. С. 112–120.



Исполнительная организация НХТ	Имя файла Чертеж 0.0	Разработчик Роман Д.С.	Документ Лист 01	Шкала 1:1
Владелец документа НХТ ВП-2-5М	Специальный проект Специальный проект	Статус документа Специальный проект	Исполнитель Специальный проект	№ документа 66
Исполнитель Учреждение 08.12.2025			Исполнитель Учреждение 08.12.2025	

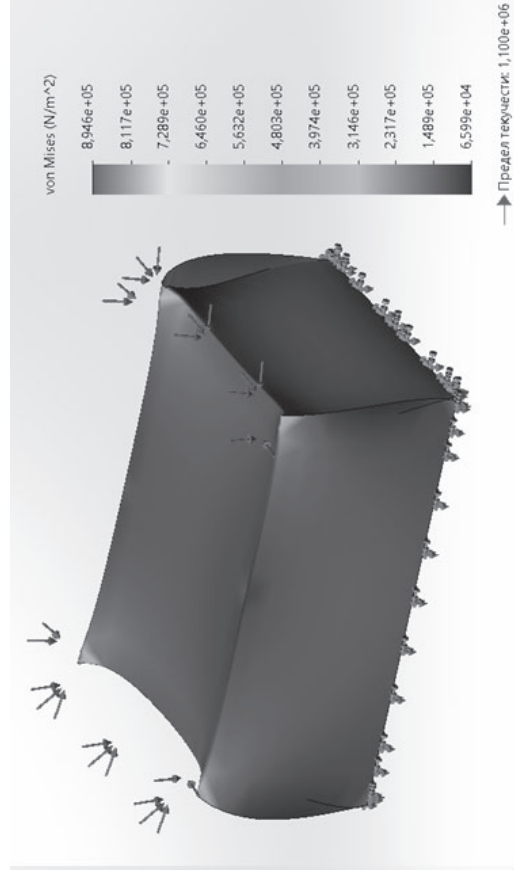
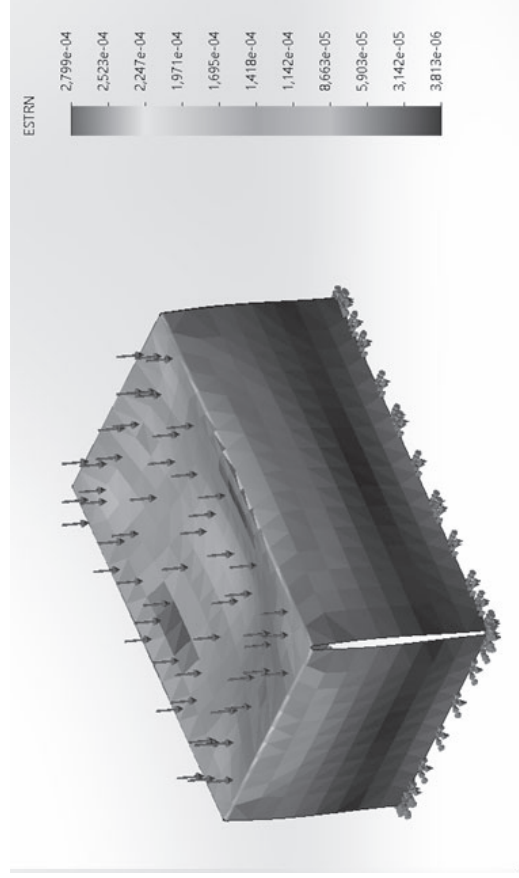
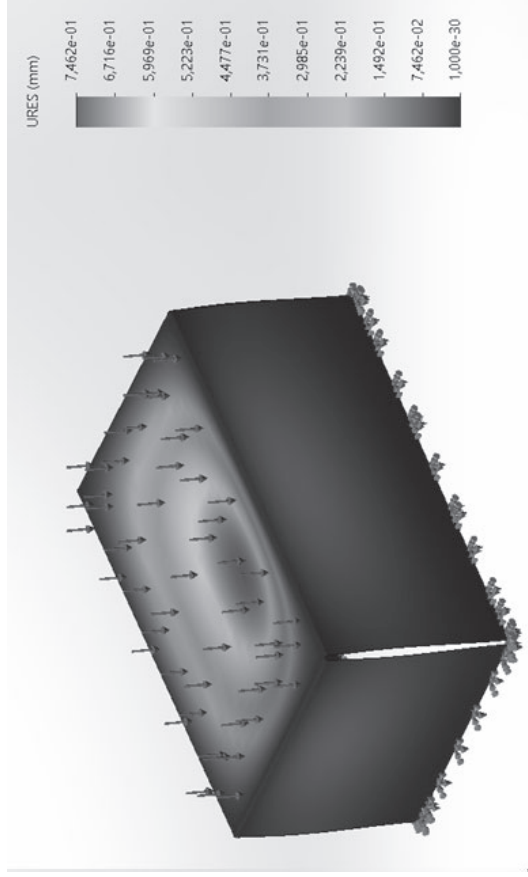
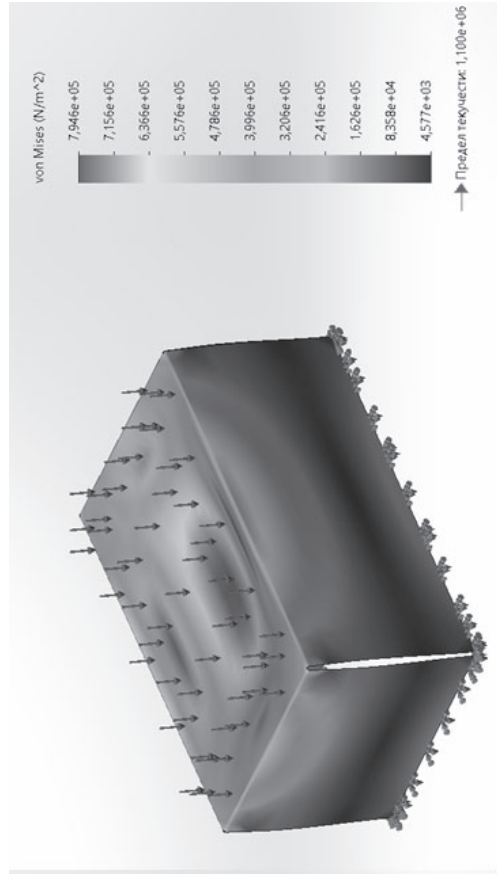


0299

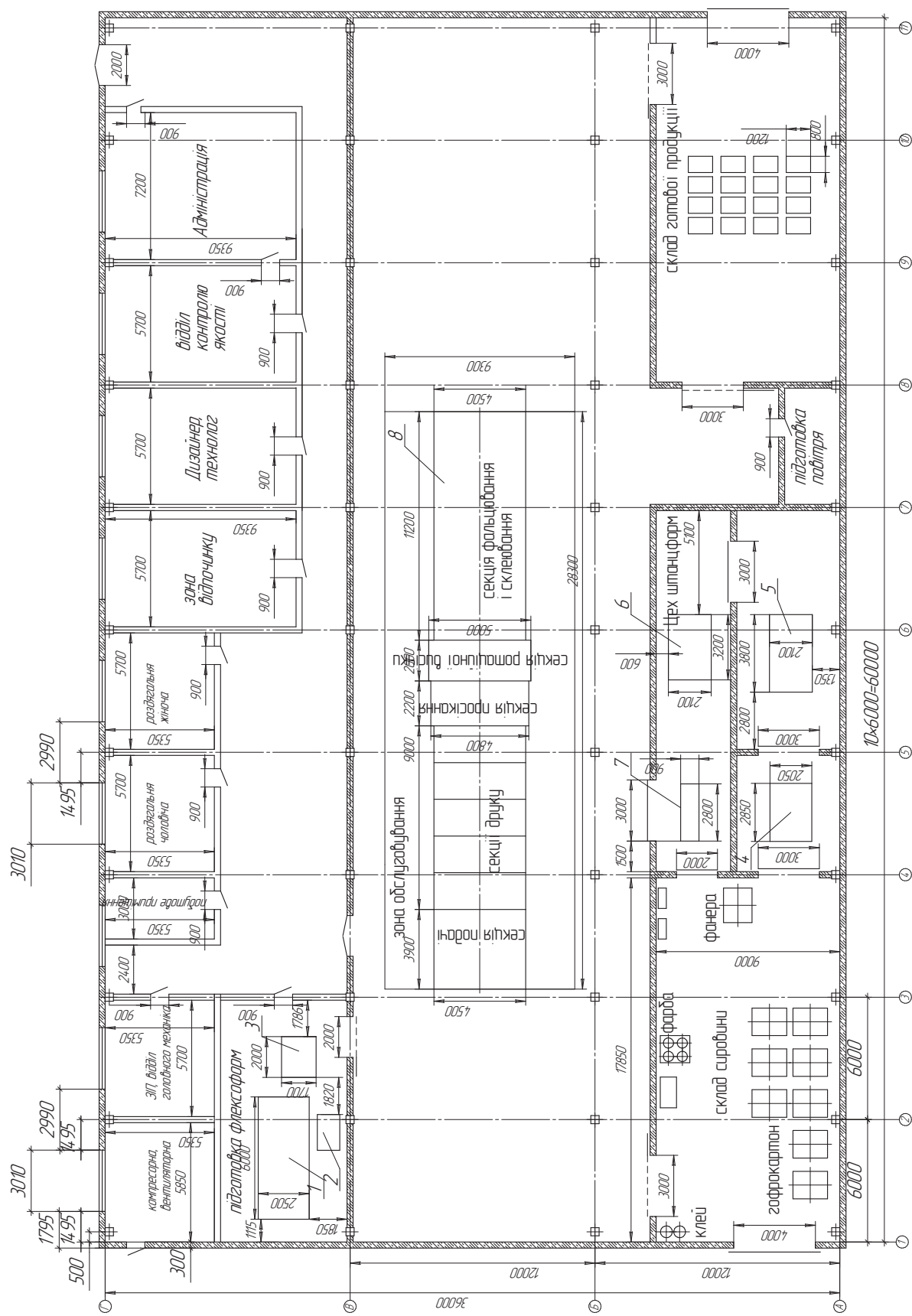


Власник/Виробник ПЗХТ	Торцеве граблине Врховец (СР)	Виробник/Виртуелни Својим ЗС	Документ задржано ГДРД 011	М 14
Власник/Виртуелни ПЗХТ, БП-2-5М	Владелец/Виртуелни Александар Јаковљевић (СР)	Владелец/Виртуелни Александар Јаковљевић (СР)	Датум издања 09.12.2025	М 14
Име/Име А	Име/Име А	Име/Име А	Име/Име А	Име/Име А
Име/Име А	Име/Име А	Име/Име А	Име/Име А	Име/Име А

Напружено-деформований стан упаковки для зоотоварів



Власник проєкту ІНХТ	Точка зразку Велич дії	Виробник Стор. дії	Виробник Діаметр	Виробник Довжина	Виробник Довжина зав'язано	М 11
Власник проєкту ІНХТ, ВП-2-М	Власник проєкту Інженер: Іванов І.І.	Власник проєкту Інженер: Іванов І.І.	Власник проєкту Інженер: Іванов І.І.	Власник проєкту Інженер: Іванов І.І.	Власник проєкту Інженер: Іванов І.І.	68
Дата виконання 09.02.2025	Мета А	Мета А	Мета А	Мета А	Мета А	1



Відділ проєктування	Технічне управління	Виробничі Виручення	Дирекція заводсько-виробничого цеху	М 1:100
75341	5000/25	5000/25	7000/25	
Висланик Виручення		Висланик Виручення		70
ІНХТ, ВР-2-5М		Курсовий проєкт (робота)		Мета
		ІНХТ, ВР-2-5М		Дата виконання
		ІНХТ, ВР-2-5М		09.12.2025
		ІНХТ, ВР-2-5М		№ ар.
		ІНХТ, ВР-2-5М		1

