

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Факультет автоматизації, промислової інженерії та екології
Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування**

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.Л.Сокольський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” 2025 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг та комп’ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання»

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

на тему: «Лінія з виробництва лінолеуму з модернізацією каландра»

Виконав:

студент VI курсу, групи ЛП-41мп

Китаєв Максим Миколайович _____

Науковий керівник:

доцент кандидат технічних наук

Шилович Тетяна Борисівна _____

Консультант з ТМ та Е

ст. викл. Борщик Сергій Олександрович _____

Консультант з модернізації

д.т.н., проф. Щербина Валерій Юрійович _____

Консультант зі стартап-проекту

К.е.н., доцент Юдіна Наталія Володимирівна _____

Рецензент:

к.т.н., доц., Казак Ірина Олександрівна

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2025 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет автоматизації, промислової інженерії та екології
Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність –133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олександр СОКОЛЬСЬКИЙ

«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Китаєву Максиму Миколайовичу

1. Тема дисертації «Лінія з виробництва лінолеуму з модернізацією каландра», науковий керівник дисертації Шилович Тетяна Борисівна, доцент кандидат технічних наук, затверджені наказом по університету від «3» листопада 2025 р. № 4744-С

2. Термін подання студентом дисертації: 24.12.2025

3. Об'єкт дослідження: Каландр z-подібний

4. Вихідні дані: Радіуси валків= $R=0,250$ м, Колові швидкості валків $V1= 33,6$ м/хв, $V2= 28$ м/хв, $V3= 28$ м/хв, $V4= 28$ м/хв.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Опис машини або технологічної лінії, технічна характеристика базового обладнання, літературний огляд і патентний пошук, обґрунтування модернізації з вибором двох варіантів — основного та допоміжного, розрахункова частина з кінематичним, параметричним, тепловим розрахунками, розрахунком на міцність та іншими необхідними розрахунками, спеціальні розділи з монтажу й експлуатації обладнання, автоматичної системи керування, стартапу, охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, модернізація або розробка установки чи її вузла з побудовою 3D-моделей базової і модернізованої частин, визначення критичних параметрів працездатності, виконання та зіставлення розрахунків базового і модернізованого вузлів, аналіз впливу умов експлуатації та конструктивних чинників на критичні параметри,

висновки щодо працездатності модернізованої конструкції та рекомендації з її експлуатації з урахуванням техніко-економічного обґрунтування, очікувані механіко-економічні показники. Графічна частина, що включає технологічну схему виробництва або загальний вигляд лінії чи агрегата, загальний вигляд машини, креслення базових і модернізованих вузлів, плакати 3D-моделей модернізованих вузлів або ключових деталей і результати розрахунків до та після модернізації з їх зіставленням.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Технологічна схема виробництва; Загальний вигляд лінії чи агрегата (А1); Загальний вигляд машини (1хА1); Креслення вузлів установки (А1); Креслення модернізованих вузлів (А1); Плакат 3D креслення модернізованого вузла; Плакат результату розрахунків з використанням 3D моделі розглянутого вузла (деталі) до і після модернізації, зіставлення результатів.

7. Орієнтовний перелік публікацій: Теза до Всеукраїнської конференції «Модернізація механізму регулювання перехрещення валків каландра»

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Монтаж і експлуатація	Борщик С.О., ст. викл.		
Модернізація	Щербина В.Ю., проф.		
Перевірка на плагіат	Щербина В.Ю., проф.		
Стартап-проект	Юдіна Н.В., доц.		

9. Дата видачі завдання: 01.11.2025р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Літературно – патентний огляд	01.11 – 03.11.2025	
2	Виконання параметричних розрахунків	05.11 – 10.11.2025	
3	Виконання креслень вузлів	11.11 – 17.11.2025	
4	Виконання креслення технологічної лінії	18.11 – 24.11.2025	
5	Виконання плакату результатів розрахунку	25.11 – 30.11.2025	
6	Виконання розділу: Модернізація	02.12 – 10.12.2025	
7	Виконання розділу: Монтаж і експлуатація	11.12 – 15.12.2025	
8	Виконання розділу: Стартап-проект	15.12 – 23.12.2025	

Студент

Максим КИТАЄВ

Науковий керівник

Тетяна ШИЛОВИЧ

Реферат

Магістерська дисертація за темою: «Лінія з виробництва лінолеуму з модернізацією каландра». Виконав – студент групи ЛП-41мп, Китаєв М.М., науковий керівник кандидат технічних наук, доцент, Шилович Т.Б.

Пояснювальна записка має вступну частину, вісім основні розділи та висновки. Список використаних джерел налічує 23 найменування. Текстова частина ілюстрована 19 рисунками та містить 26 таблиць, загальний обсяг становить 112 сторінки. Графічна частина проєкту включає 7 аркушів креслень та один до-дток зі специфікаціями.

Метою роботи є підвищення стабільності технологічного процесу та якості готової продукції шляхом забезпечення рівномірного розподілу температурного поля по робочій поверхні валків, а також підвищення точності калібрування полімерного полотна.

У пояснювальній записці глибоко досліджено технологічний процес виробництва утепленого лінолеуму вальцово-каландровим методом. Наведено детальний опис технологічної схеми, проаналізовано призначення та режими роботи основного устаткування лінії. Значну увагу приділено розгляду технічних характеристик, конструктивних особливостей та принципу дії каландра до модернізації. Ефективність запропонованих конструкторських рішень підтверджується проведеними параметричними розрахунками основних елементів на міцність, жорсткість та теплову стійкість.

У рамках проєкту проведено літературно-патентний пошук, спрямований на вивчення сучасних методів вдосконалення валкового обладнання. Проєктна документація також охоплює питання практичної реалізації: розроблено рекомендації щодо монтажу та експлуатації модернізованих вузлів, стартап-проєкт для оцінки комерційного потенціалу розробки та аналіз відповідності модернізованого устаткування вимогам охорони праці та техніки безпеки.

Ключові слова: ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА, КАЛАНДР, УТЕПЛЕНИЙ ЛІНОЛЕУМ, ВАЛОК, ТЕРМОТРУБКИ.

The abstract

Master's thesis on the topic: "Linoleum Production Line with Calender Modernization". Prepared by a student of group LP-41mp, Kytaiev M. M., academic supervisor — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Shylovykh T. B. The aim of the work is to increase the stability of the technological process and the quality of the finished product by ensuring uniform distribution of the temperature field over the working surface of the rolls, as well as by improving the accuracy of polymer sheet calibration.

The explanatory note includes an introduction, eight main sections, and conclusions. The list of references contains 23 sources. The textual part is illustrated with 19 figures and includes 26 tables, with a total volume of 112 pages. The graphical part of the project comprises 7 drawing sheets and one appendix with specifications.

The explanatory note presents an in-depth study of the technological process of producing insulated linoleum by the roll-calender method. It provides a detailed description of the technological scheme and analyzes the purpose and operating modes of the main equipment of the production line. Significant attention is given to the technical characteristics, design features, and operating principle of the calender prior to modernization. The effectiveness of the proposed design solutions is confirmed by parametric calculations of the main elements for strength, stiffness, and thermal stability.

Within the project, a literature and patent review was carried out aimed at studying modern methods for improving roll equipment. The project documentation also covers issues of practical implementation: recommendations for the installation and operation of the modernized units have been developed, a start-up project has been prepared to assess the commercial potential of the development, and an analysis of compliance of the modernized equipment with occupational health and safety requirements has been performed.

Keywords: PRODUCTION LINE, CALENDER, INSULATED LINOLEUM, ROLL, HEAT PIPES.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1.ОПИС КАЛАНДРА ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ.....	9
2.ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОГО ОБЛАДНАННЯ.....	15
3.ПАТЕНТНО-ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	16
4.ОБГРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ.....	21
5.РОЗРАХУНКИ	23
6.СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ.....	33
6.1. Монтаж і експлуатація	33
6.2. Стартап	42
6.3. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	82
7.МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ	89
7.1. Розробка 3D-моделі базової і модернізованої частини установки.....	89
7.2. Визначення критичних параметрів, які визначають працездатність модернізованого вузла	90
7.3. Висновки про працездатність модернізованої конструкції.....	93
8.ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	94
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	97
ДОДАТКИ.....	100

					ЛП41мп.08525.01-70ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Лінія з виробництва лінолеуму з модернізацією каландра	Літ.	Арк.	Акрушіє	
Розроб.		Китаєв М.М.					6	112	
Перевір.									
Керівник.		Шилович Т.Б.							
Н. Контр.									
Затверд.		Сокольський О.Л.							
					КПІ ім. Ігоря Сікорського				

Перелік умовних позначень та скорочень

Умовні позначення:

- D** – зовнішній діаметр, м;
E – модуль пружності, Па;
F – площа перерізу, м²;
L – відстань між обмежувальними стрілами, м;
L – довжина робочої частини валків, м;
M – крутний момент, Н·м;
P – розпірні зусилля, Н;
Q – вагова продуктивність, кг/год;
R – радіуси валків, м;
V – колові швидкості валків, м/с;
W – осьовий момент опору, м³;
b – ширина стрічки, м;
d – внутрішній діаметр, м;
f – фрикційні відношення пар валків;
hk – товщина стрічки, м;
k – коефіцієнт консистенції;
m – маса валка, кг;
n – індекс течії;
t – глибина шпонкового паза, м;
v – швидкість виходу полотна, м/хв;
γ – відносна вага стрічки, кг/м³;
η – коефіцієнт використання машинного часу;
σ – напруження, МПа;

Скорочення:

ККД – коефіцієнт корисної дії.

ВСТУП

Розвиток сучасної індустрії будівельних матеріалів нерозривно пов'язаний із прогресом у галузі переробки полімерів. Завдяки унікальному поєднанню фізико-механічних властивостей — низької густини, корозійної стійкості та довговічності — полімерні покриття для підлоги займають домінуючі позиції на ринку. Проте забезпечення високих споживчих характеристик такої продукції вимагає використання високоточного та надійного технологічного обладнання.

Центральне місце у технологічних схемах виробництва рулонних матеріалів посідає процес каландрування. Це метод термомеханічного формування, який дозволяє перетворювати полімерну композицію на каліброване полотно із заданою товщиною та фактурою. Для реалізації цього процесу використовуються багатовалкові машини — каландри, які забезпечують інтенсивну пластикацію матеріалу та його безперервне профілювання.

Предметом розробки даного дипломного проекту є модернізація чотиривалкового каландра, що входить до складу лінії з виробництва утепленого лінолеуму. Специфіка виготовлення даного типу продукції висуває підвищені вимоги до стабільності температурних режимів та точності геометрії міжвалкового зазору, оскільки навіть незначні відхилення призводять до різнотовщинності та браку готового виробу.

Метою роботи є конструктивне вдосконалення каландра для нівелювання виробничих дефектів. Проектом передбачено модернізацію теплообмінної системи валків для вирівнювання температурного поля, а також інтеграцію оновленого механізму перекошу осей на базі системи ексцентричних втулок. Таке рішення дозволяє здійснювати прецизійне налаштування профілю зазору та компенсувати прогини валків. У пояснювальній записці виконано аналіз конструкції, проведено розрахунки на міцність та жорсткість модернізованих вузлів, а також розроблено повний комплект конструкторської документації.

1. ОПИС КАЛАНДРА ТА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ

Невід'ємною складовою технологічного циклу виробництва більшості композиційних матеріалів є етап каландрування [1]. Цей процес являє собою термомеханічну обробку полотна на спеціалізованому устаткуванні, в результаті якої відбувається консолідація структури матеріалу, підвищення його густини, а також калібрування товщини із забезпеченням необхідної гладкості поверхні. У технологічних лініях виготовлення композитів каландрові агрегати, як правило, інтегруються безпосередньо після вузла розмотування або екструзії.

Функціональний спектр сучасного каландрового обладнання є досить широким і охоплює такі операції, як нанесення полімерних покриттів на текстильну основу, дублювання (ламінування) багатошарових систем, профілювання стрічкових напівфабрикатів, формування полімерних листів, а також тиснення фактури. Окрім формоутворення, каландрування застосовується для віджиму надлишкової рідкої фази та сепарації листових матеріалів від допоміжних основ (6).

Конструктивна архітектура каландрів визначається кількістю робочих валків, яка варіюється від двох до шести, та схемою їх просторового розташування. Вибір конфігурації безпосередньо залежить від цільового призначення обладнання [2]. Так, двовалкові системи переважно використовуються для операцій тиснення, дублювання та фінішної обробки. Тривалкові агрегати ефективні для глянсування та вирівнювання, тоді як багатовалкові машини (три- та чотиривалкові) застосовуються для складних процесів профілювання та калібрування. Характерною особливістю конструкції є те, що в межах однієї машини діаметри всіх робочих валків, як правило, уніфіковані.

Критично важливим параметром технологічного процесу є кінематичний режим роботи валків, зокрема співвідношення їх лінійних швидкостей (фрикція). У процесах, що передбачають лише калібрування або тиснення, валки обертаються синхронно з однаковою окружною швидкістю. Для інших операцій застосовується диференційоване регулювання швидкостей: наприклад, із поступовим наростанням швидкості від нижнього до середнього валка та її зниженням при

переході до верхнього, що дозволяє керувати натягом та пластичною деформацією матеріалу в міжвалкових зазорах.

Конструктивна архітектура досліджуваного агрегату (рис. 1.1) базується на чотиривалковій схемі з Z-подібним просторовим розташуванням робочих органів. Несучою основою машини виступає жорстка станина 9, яка сприймає всі статичні та динамічні навантаження. Вона сформована з двох масивних чавунних плит, анкерними болтами закріплених на фундаменті, та двох вертикальних стійок, що об'єднані у верхній частині зварною траверсою 3 для забезпечення геометричної незмінності конструкції [3].

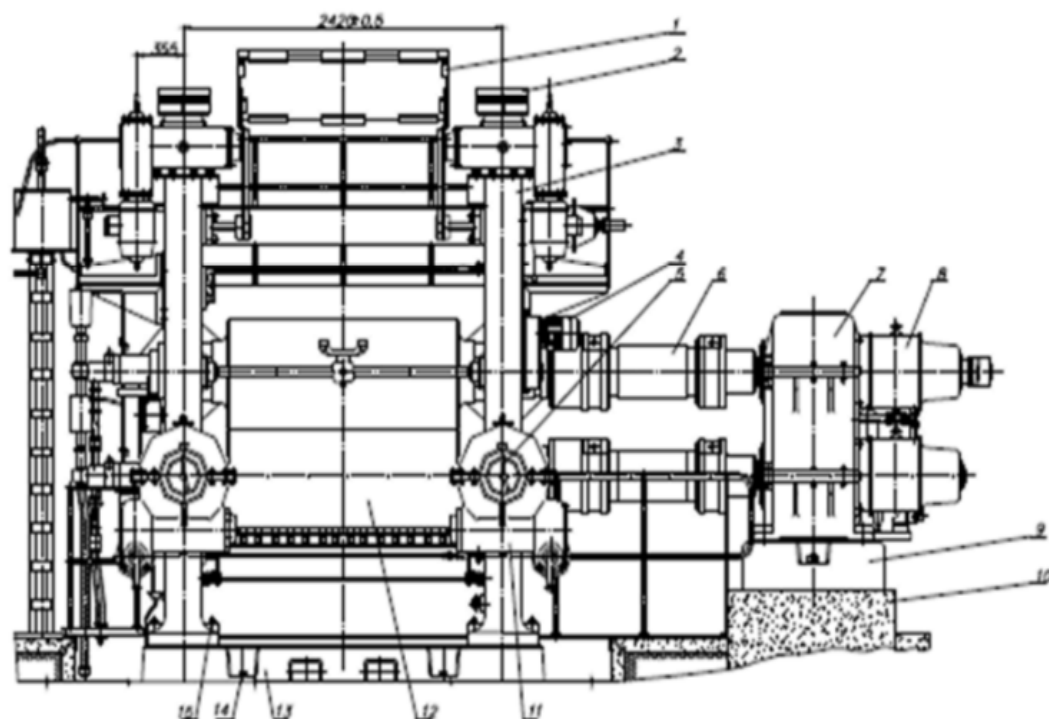


Рисунок 1.1 – Схематичне зображення Z-подібного каландра: 1 – обмежувальні стріли; 2 – вузол регулювання зазорів; 3 – траверса; 4 – електродвигун; 5 – індикатор зазору; 6 – шпindel; 7 – редукторний блок; 8 – електропривід; 9 – станина; 10 – опорний фундамент; 11 – механізм перекошу; 12 – робочі валки; 13 – фундаментна плита; 14 – пристрій для обрізання; 15 – фундаментний болт.

Основними формоутворюючими елементами є валки 12, що обертаються в підшипниках кочення. Матеріалом для їх виготовлення слугує високоміцний ковкий чавун із твердістю робочої поверхні в межах 45–50 HRC. Для

забезпечення ефективного термостатування валки оснащені системою внутрішніх поздовжніх каналів, через які циркулює теплоносій. Регулювання калібру (міжвалкового зазору) здійснюється шляхом позиціонування підшипникових корпусів. З метою компенсації пружних деформацій валків конструкцією передбачено механізм перекошу осей, привід якого реалізовано на базі електродвигунів постійного струму та двоступеневих черв'ячних редукторів.

Кінематична схема приводу каландра побудована за принципом індивідуального приводу кожного валка електродвигунами постійного струму. Передача крутного моменту здійснюється через блокредуктор та систему універсальних шарнірних шпинделів. Така конфігурація дозволяє не лише передавати обертання, але й компенсувати зміщення осей при регулюванні зазору та перекоші валків. Варто зазначити, що кінематичний ланцюг нижнього валка додатково забезпечує привід транспортера приймального пристрою через ланцюгову передачу (зірочку на напівмуфті шпинделя).

Подача полімерної маси у зону деформації виконується вузлом живлення, оснащеним спеціальними вальцями, що гарантує безперервність та дозованість потоку сировини. Для формування заданої ширини полотна застосовується механізм обрізання кромek ланцюгового типу, що забезпечує точність геометрії готового виробу.

Система безпеки та управління агрегатом включає комплекс кінцевих вимикачів і блокувань пускорегулюючої апаратури, що унеможливорює роботу в аварійних режимах та забезпечує миттєву зупинку. Керування всіма технологічними параметрами централізовано і здійснюється з єдиного пульта оператора.

Технологічна схема лінії виробництва утепленого лінолеуму, представлена на рис. 2, передбачає використання широкого спектра армуючих основ. Окрім стандартних тканих та нетканих матеріалів, технологічний процес дозволяє застосовувати полотна на основі джутокенафних волокон або їх комбінацій із лляною сировиною.

Процес підготовки полімерної композиції розпочинається з транспортування рідких інгредієнтів [4,5]. Зі складських ємностей (1) рідкі компоненти за

допомогою насосних агрегатів (2) перекачуються до видаткових рецептурних резервуарів (3), розташованих у змішувальному відділенні. Тверді сипучі компоненти (полівінілхлоридна смола, наповнювачі) доставляються у зону завантаження електронавантажувачем (4). Після розтарювання сухі суміші проходять стадію просіювання через систему сит у лійці елеватора (6), звідки шнековими живильниками (7) розподіляються у проміжні бункери (8). Дозування компонентів здійснюється через об'ємний дозатор (9), після чого шихта надходить до змішувача (10) для проведення етапу попередньої пластикації та гомогенізації.

Окремим технологічним етапом є підготовка барвників. Пігменти завантажуються у спеціалізовані витратні ємності (11). У змішувачі відбувається формування кольорової пасти, при цьому дотримання рецептури забезпечується високоточним ваговим дозуванням пігментів, пластифікаторів та допоміжних агентів.

Для забезпечення необхідного ступеня дисперсності та перетирання фарбова суміш подається у завантажувальний бункер тривалкової фарботерки (12). Проходячи через калібровані зазори між першим та другим валками, паста піддається інтенсивному зсуву, після чого знімається з поверхні третього валка за допомогою ракельного ножа.

Фінальне приготування ґрунтувальної лінолеумної пасти реалізується у головному змішувачі (14). Сюди через відповідні бункери-накопичувачі надходять: підготовлена кольорова паста (13) та попередньо змішана полімерна маса (15). Одночасно через дозуючий пристрій (9) вводиться фінальна порція пластифікаторів, що забезпечує отримання композиції з заданими в'язко-пружними характеристиками, готової до подальшого нанесення.

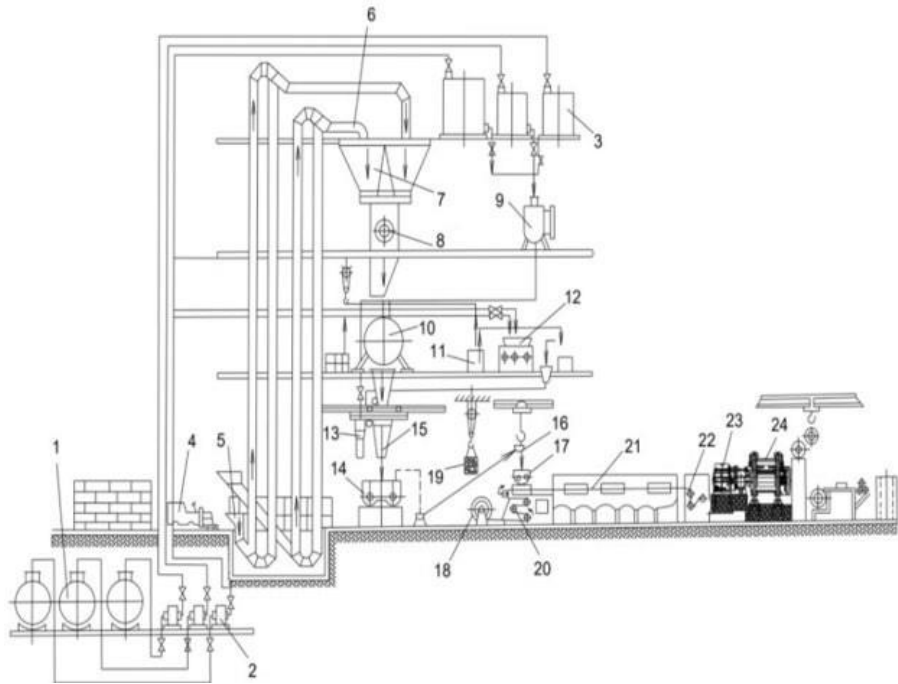


Рисунок 1.2 – Технологічна лінія виготовлення утепленого лінолеуму.

На рисунку 1.2 наведено умовні позначення основних елементів технологічної лінії: 1 – ємності для зберігання рідких компонентів; 2 – насоси для їх транспортування; 3 – видаткові баки змішувального відділення; 4 – цех електрокара для подачі сухої сировини; 5 – лійка елеватора для подачі матеріалу через сита; 6 – лійка подачі сировини у зазор між першим і другим валками тривалкової фарботерки; 7 – шнекові живильники; 8 – проміжні бункери; 9 – об’ємний дозатор рідких компонентів; 10 – змішувач для попереднього змішування; 11 – видаткові бункери пігментів; 12 – тривалкова фарботерка; 13 – роздатковий бункер кольорового замісу; 14 – змішувач для поєднання кольорового замісу з основною сумішшю та пластифікаторами; 15 – роздатковий бункер попередньої суміші; 16 – тельфер з кубелем для транспортування маси; 17 – ґрунтувальний верстат; 18 – рулони підкладкового матеріалу або волокнистої основи; 19 – тельфер для подачі рулонів; 20 – електроплита для підігріву основи; 21 – розмотувальний пристрій; 22 – желувальна камера; 23 – шестибарабанний охолоджувач; 24 – трьохвалковий каландер.

Лінолеумну масу за допомогою тельфера та кубеля (16) подають на грунтувальний верстат (17), який складається з двох горизонтальних валків із гумовим покриттям та раклі з регульованим ножом. За необхідності основу із сировини попередньо нагрівають на електроплиті (20). Суміш наносять на рухоме полотно ножами-раклями, після чого матеріал надходить у желювальну камеру (22), де під дією температури відбувається желювання та формування плівки.

Далі полотно спрямовують на трьохвалковий каландер (24) для остаточного ущільнення й калібрування товщини. Зменшення усадки забезпечується поетапним охолодженням у шестибарабанному охолоджувачі (23). Після охолодження матеріал подають на стіл (25), де виконують обрізання країв, сортування, різання на задану довжину, змотування в рулони та пакування.

2. ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОГО ОБЛАДНАННЯ

Таблиця 2.1 Технічна характеристика чотиривалкового каландра

№ з/п	Найменування технічного параметра	Одиниця виміру	Значення показника
1	Тип та призначення обладнання	—	Z-подібний, для формування лінолеуму
2	Кількість робочих органів (валків)	шт.	4
3	Номинальний діаметр робочої частини валка	мм	$500 \pm 0,2$
4	Довжина робочої поверхні (бочки) валка	мм	1500
5	Діапазон лінійних швидкостей (продуктивність)	м/хв	4...40
6	Гранична швидкість при заправці полотна	м/хв	≤ 4
7	Можливість регулювання фрикції	—	Передбачена
8	Максимальна ширина сформованого полотна	мм	1500
9	Робочий діапазон температур поверхні валків	°C	150...180
10	Точність підтримання температури теплоносія (на виході)	°C	± 3
11	Граничне відхилення температури по периметру та довжині валка	°C	± 3
12	Діапазон регулювання робочого зазору (калібру)	мм	0,4...2

3. ПАТЕНТНО-ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

В основу корисної моделі [6] покладено конструктивне рішення валка валкових машин, призначеного для перероблення полімерних матеріалів, пластмас і гумових сумішей. Валок виконаний у вигляді порожнистої бочки з цапфами, всередині якої розташований центральний канал для циркуляції рідкого теплоносія. Відмінною рисою даної конструкції є виконання герметичних периферійних каналів, заповнених пористим матеріалом з легкокиплячою рідиною, таким чином, що їхні кінцеві ділянки ізолювані від середньої ділянки для забезпечення певного температурного режиму.

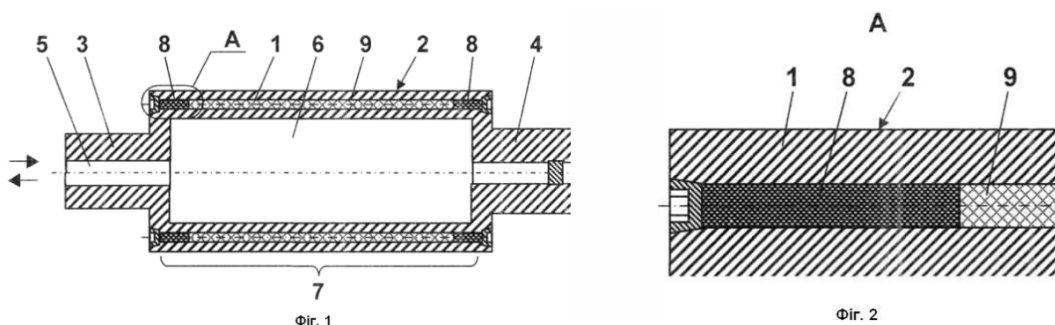


Рисунок 3.1 Поздовжній розріз валка: 1 – порожниста бочка; 2 – робоча поверхня; 3 та 4 – цапфи; 5 – центральний канал; 6 – порожнина бочки; 7 – периферійні канали; 8 – ізолювані кінцеві ділянки; 9 – середня ділянка каналу.

Валки валкових машин, призначені для перероблення полімерних матеріалів, містять порожнисту бочку 1 з робочою поверхнею 2, цапфи 3 і 4 з центральним каналом 5 для циркуляції рідкого теплоносія в порожнині 6 бочки 1. Конструктивною особливістю такого валка є наявність герметичних периферійних каналів 7, в яких кінцеві ділянки 8 виконані ізолюваними від середньої ділянки 9. Це дозволяє забезпечити в кінцевих ділянках інші параметри пористого матеріалу або рідини порівняно з середньою зоною.

Під час роботи тепловий потік від теплоносія в порожнині 6 надходить до каналів 7, де легкокипляча рідина випаровується, переносить тепло до робочій поверхні 2 і конденсується, повертаючись назад за рахунок капілярних сил. Виконання кінцевих ділянок 8 ізолюваними від середньої ділянки 9 дає змогу

регулювати температурний режим на краях валка, що компенсує теплові втрати, забезпечує рівномірне температурне поле на всій поверхні 2 та сприяє підвищенню якості продукції.

Корисна модель [7] орієнтована на зростання продуктивності валкових агрегатів і спрощення їх експлуатаційного обслуговування. Зазначений ефект забезпечується застосуванням валкових машин зі змінною взаємною орієнтацією валків, призначених для перероблення полімерних матеріалів і гумових сумішей. Конструкція включає привід, валки, змонтовані в корпусах підшипникових опор на станині, а також систему ексцентричних втулок.

Ключовою особливістю є використання у підшипникових вузлах кількох ексцентричних втулок, оснащених механізмами повороту. Частина з них встановлюється між цапфами валків і внутрішніми кільцями підшипників, тоді як інші розміщуються між корпусами підшипників і їх зовнішніми кільцями. Така компоновка дозволяє регулювати положення валків у широких межах без складних демонтажних операцій.

Робота запропонованої конструкції пояснюється за допомогою графічних матеріалів: на Фіг.1 наведено схему механізму зміни величини перехрещення валків, а на Фіг.2 показано переріз А–А, виконаний по Фіг.1.

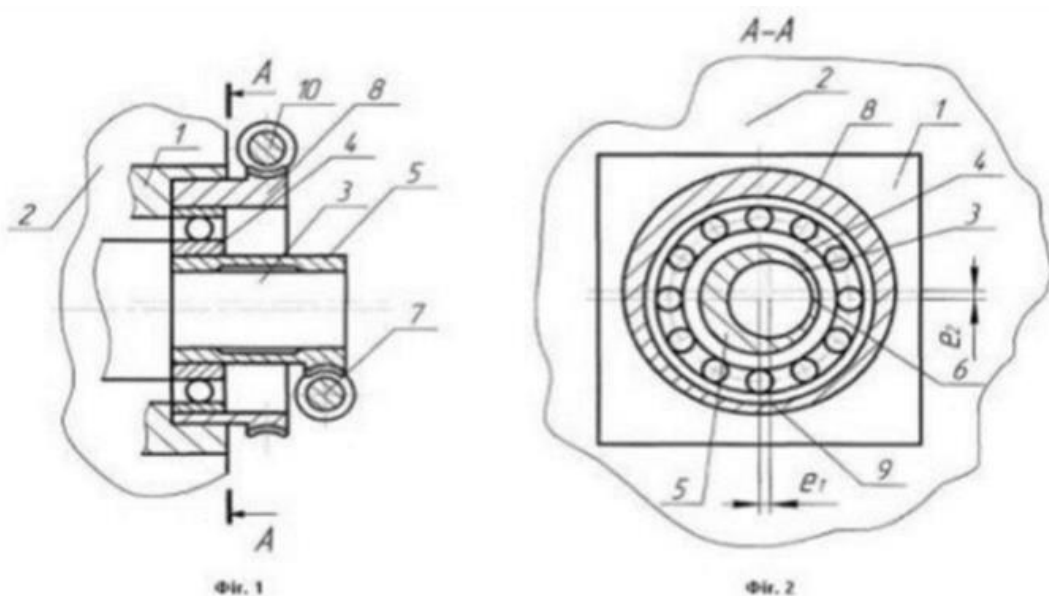


Рисунок 3.2 – Механізм перехреснення валків: 1 – корпус підшипника; 2 – станина; 3 – цапфа; 4 – внутрішнє кільце підшипника; 5, 8 – ексцентричні втулки; 6 – втулка; 7, 10 – механізм повороту та фіксації; 9 – додаткова втулка.

Патент [8] описує модернізовану конфігурацію валка (рис. 3.3), призначеного для експлуатації у складі валкових та каландрових агрегатів. Конструкція передбачає наявність порожнистої бочки та осьової системи охолодження через центральні канали цапф. Термостабілізація робочої поверхні досягається завдяки системі ізольованих периферійних порожнин, що містять пористий наповнювач та теплоносії з низькою температурою кипіння.

Відмітною рисою розробки є виконання торцевих сегментів каналів у вигляді конусів зі збільшеною площею контакту. Це інженерне рішення дозволяє нівелювати крайові ефекти нерівномірності температур, що є критичним фактором для підвищення кондиційності матеріалу, який обробляється.

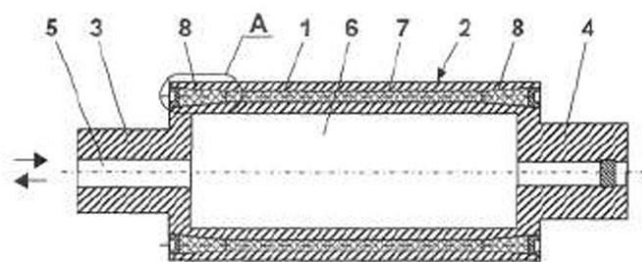


Fig. 1

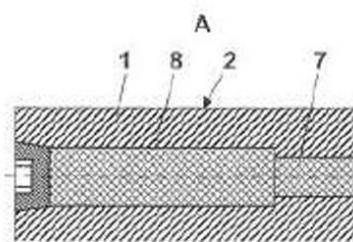


Fig. 2

Рисунок 3.3 – Поздовжній переріз валка з виносним елементом, на якому показано основні конструктивні компоненти: 1– бочка; 2 – контактна поверхня; 3,4 – цапфи; 5 – осьовий канал; 6 – бочка; 7 – периферійні канали; 8 – кінцеві ділянки

У корисній моделі [9] запропоновано удосконалену конструкцію валка для валкових машин, яка включає бочку з цапфами та центральний канал, прокладений уздовж цапф паралельно робочій поверхні. На торцевих поверхнях бочки встановлено різьбові пробки, а також передбачено систему периферійних каналів, з'єднаних з основним каналом похилими сполучними проходами. У кінцевих зонах кожного периферійного каналу розміщені циліндричні втулки, внутрішня поверхня яких оснащена поздовжніми ребрами. Така конструкція інтенсифікує теплообмін і підвищує ефективність функціонування валка.

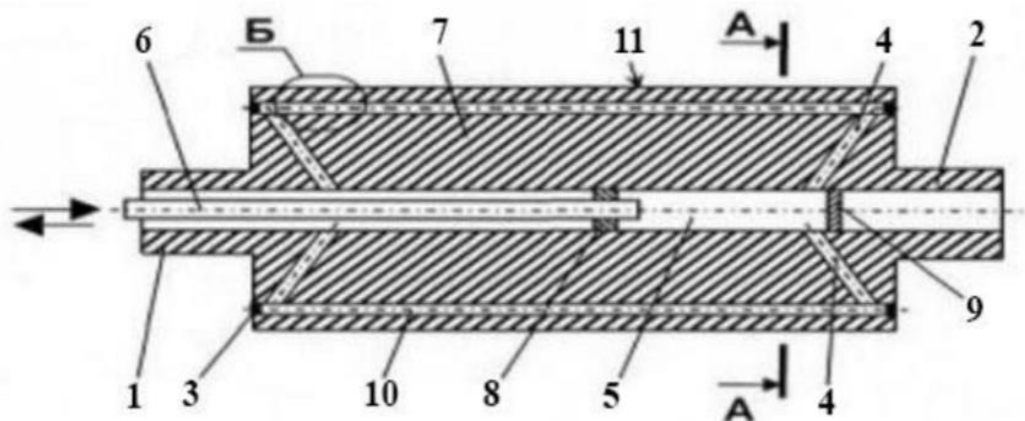


Рисунок 3.4— Валок каландра, який демонструє конструктивну будову основних елементів. До його складу входять: 1, 2 – цапфи, 3 – нарізні пробки, 4 – нахилені (похилі) канали, 5 – центральний канал, 6 – трубка для циркуляції теплоносія, 7 – бочка, 8 – ущільнювальні елементи, 9 – заглушка, 10 – периферійні канали та 11 – робоча поверхня валка.

Запропонований валок для валкових машин виконаний у вигляді бочки 7 з цапфами 1 і 2. Усередині цапф уздовж осі проходить центральний канал 5, тоді як у тілі бочки вздовж її робочої поверхні 11 розміщені периферійні канали 10, торцеві ділянки яких закриті нарізними пробками 3. Зв'язок між периферійними каналами 10 та центральним каналом 5 здійснюється за допомогою похилих сполучних каналів 4. У крайових зонах кожного периферійного каналу встановлені циліндричні втулки, внутрішня поверхня яких має поздовжні ребра, що можуть бути нахилені відносно осі втулки та зорієнтовані у напрямку робочої поверхні бочки. При цьому внутрішня поверхня втулок покрита теплоізоляційним шаром

5. Для забезпечення герметичності та стабільної роботи теплообмінної системи конструкцією також передбачені заглушка 9 і трубка 6 з ущільненням 8.

Патент [10] присвячений удосконаленню конструкції каландра (рисунок 6), зокрема валка, який містить цапфи та бочку з центральним каналом і периферійними каналами, розташованими вздовж робочої поверхні циліндра. Кінцеві частини периферійних каналів закриті заглушками, а їх з'єднання з центральним каналом виконано через похилі канали. Кожна заглушка периферійного каналу оснащена турбулізатором, виконаним у вигляді металевої смужки, що сприяє виникненню турбулентного руху охолоджувальної рідини та підвищенню інтенсивності теплообміну. Водночас застосування такого турбулізатора не забезпечує повного руйнування приграничного шару теплоносія й не сприяє очищенню поверхонь каналів від забруднень. Крім того, використання води як теплоносія з часом призводить до корозійного зношування валка.

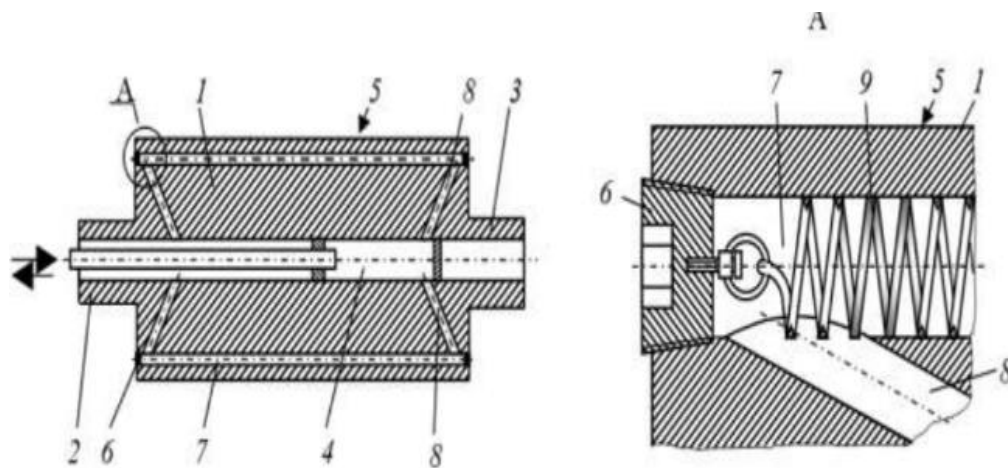


Рисунок 3.5 – Схема конструкції валка каландра, на якій показано основні елементи: 1 – бочка; 2, 3 – цапфи; 4 – центральний канал; 5 – робоча поверхня; 6 – пробки; 7 – периферійний канал; 8 – похилий канал; 9 – турбулізатор.

4. ОБГРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ

Аналіз недоліків Z-подібного каландра було зосереджено насамперед на двох ключових чинниках: конструктивній та технологічній складності виготовлення валків, а також на обмеженнях продуктивності й підвищеній трудомісткості експлуатаційного обслуговування обладнання. У цьому контексті вибір патентів [1] і [2] є методично обґрунтованим, оскільки кожен із них спрямований на усунення окремої групи зазначених проблем.

Корисна модель [6] пропонує раціоналізовану конструкцію каландрового валка для перероблення полімерних матеріалів, що складається з порожнистої бочки та цапф із центральним каналом для циркуляції рідкого теплоносія. Принциповою особливістю даного рішення є змінний діаметр внутрішньої порожнини бочки вздовж її осі: у середній зоні він має мінімальне значення, тоді як у крайових частинах збільшується до максимального. Така геометрія забезпечує підвищення жорсткості валка у центральній, найбільш навантаженій ділянці, що знижує ймовірність пружних деформацій під час роботи. У результаті підвищується механічна надійність валка та зменшується потреба у частих ремонтних втручаннях, що безпосередньо відповідає завданню спрощення виготовлення й обслуговування каландрових вузлів. Додатково використання порожнистої конструкції з централізованою системою теплообміну сприяє формуванню більш однорідного температурного поля, що позитивно позначається на стабільності технологічного процесу та якості готової продукції.

Корисна модель [7] орієнтована переважно на підвищення продуктивності валкових машин і оптимізацію їх експлуатаційного обслуговування. Запропоноване конструктивне рішення базується на застосуванні валків зі змінним взаємним положенням, яке реалізується за допомогою системи ексцентричних втулок із механізмами повороту. Це дає можливість оперативно регулювати величину перехрещення валків, адаптуючи режим роботи каландра до властивостей оброблюваного матеріалу та необхідної швидкості його проходження. Суттєвою технологічною перевагою є також використання заготовок у вигляді двох усічених

конусів зі спільною малою основою, що значно спрощує механічну обробку валків на токарному обладнанні та знижує трудомісткість їх виготовлення, заміни й ремонту.

Комплексне застосування рішень, запропонованих у патентах [6] і [7], дозволяє системно усунути основні недоліки Z-подібного каландра. Перше рішення спрямоване на підвищення міцності, жорсткості та температурної стабільності валків, тоді як друге забезпечує технологічну гнучкість, спрощує регулювання та сприяє зростанню продуктивності обладнання. У поєднанні ці підходи створюють передумови для підвищення надійності, ефективності та довговічності каландрової машини загалом.

Підвищення продуктивності валкових машин і зменшення трудомісткості їх обслуговування також досягається шляхом впровадження низки сучасних інженерних рішень, зокрема використання модульних або швидкознімних валків, застосування зносостійких матеріалів із пониженим коефіцієнтом тертя, а також автоматизації систем регулювання тиску й мащення. Такі заходи дозволяють скоротити тривалість простоїв, стабілізувати режими роботи та забезпечити високу якість обробки полімерних матеріалів.

Отже, Z-подібний каландр характеризується значним технологічним потенціалом і універсальністю застосування, однак ефективність його використання значною мірою залежить від конструктивних рішень, прийнятих для валків, та рівня автоматизації допоміжних систем. Раціональний вибір матеріалів, удосконалення конструкції валків і впровадження сучасних методів керування процесом дозволяють істотно підвищити продуктивність обладнання та знизити експлуатаційні витрати, що відповідає актуальним вимогам промислової переробки полімерів.

5. РОЗРАХУНКИ

5.1. Визначення розпірних сил, що виникають між валками каландра

Вихідні дані:

-Радіуси валків

$$R=0,250 \text{ м.}$$

-Колові швидкості валків:

$$V_1 = 33,6 \text{ м / хв}$$

$$V_2 = 28 \text{ м / хв}$$

$$V_3 = 28 \text{ м / хв} \quad V_4 = 28 \text{ м / хв}$$

-Фрикції пар валків:

$$f_1 = 1,2$$

$$f_2 = 1$$

-Реологічні константи згідно посібника [11]:

$$n=0,36$$

$$m=1,55$$

1) Робоча величина початкового зазору:

$$h'_k = \frac{S}{\delta_1} = \frac{1,2}{1,22} = 0,983 \text{ мм.}$$

де S - товщина листа, що калібрується,

δ_1 - коефіцієнт калібрування, $\delta_1 = 1,22$.

2) Розмір проміжку:

$$h_k = \frac{(1+f_1)(1+f_2+f_1^2)}{f_1(1+\frac{1}{f_2})(1+\frac{2}{f_1}+\frac{2}{f_1^2})} \cdot h'_k = \frac{(1+1,2) \cdot (1+1+1^2)}{1,2 \cdot (1+1) \cdot (1+1,2+1,2^2)} \cdot 0,983 = 0,74 \text{ мм.}$$

3) Параметр Δ визначаємо формулою:

$$\Delta = 1 + \frac{D}{h_k} (1 - \cos \alpha)$$

де α – кут захвату,

$$\cos \alpha = 1 - \frac{9,5}{R} h_k$$

де $R = 250 \text{ мм}$ – радіус валка;

$$\cos \alpha = 1 - \frac{9,5}{250} \cdot 0,74 = 0,971$$

$$\Delta = 1 + \frac{500}{0,74} (1 - 0,971) = 20$$

4) Коефіцієнт α_{ef}

$$\alpha_{ef} = \frac{3 \cdot (1 + f_2) \cdot T}{2h_k' \sqrt{\Delta - 1}} = \frac{3 \cdot (1 + 1) \cdot 0,781}{2 \cdot 0,0983 \cdot \sqrt{20 - 1}} = 5,4$$

де $T=0,781$ – допоміжний коефіцієнт.

5) Сила розпору в первинному проміжку:

$$R = \frac{3 \cdot B \cdot m \cdot (\alpha_{ef})^{n-1} \cdot V^n \cdot (1 + f_1)(1 + f_1 + f_1^2) \cdot R \cdot L}{8 \cdot h_k' \cdot f_2^{n+1} (1 + f_1 + f_1^2)} =$$

$$= \frac{3 \cdot 2,776 \cdot 1,55 \cdot 5,4^{0,36-1} \cdot 0,46^{0,36} (1 + 1,2)(1 + 1 + 1^2) \cdot 25 \cdot 150}{8 \cdot 0,0983 \cdot 1^{1+0,36} \cdot (1 + 1,2 + 1,2^2)} = 286 \text{ кН.}$$

де $B_1 = 2,776$ - допоміжний коефіцієнт,

$$V_4 = 28 \text{ м / хв} = 0,46 \text{ м / с.}$$

6) Коефіцієнт α_{ef}

$$\alpha_{ef}' = \frac{3 \cdot (1 + f_1) \cdot T}{2h_k \sqrt{\Delta - 1}} = \frac{3 \cdot (1 + 1,2) \cdot 0,781}{2 \cdot 0,074 \cdot \sqrt{20 - 1}} = 7,2$$

де $T=0,781$ – допоміжний коефіцієнт.

$$P_2 = \frac{3 \cdot m \cdot (\alpha_{ef})^{n-1} \cdot V^n \cdot (1 + f_1) \cdot R \cdot L \cdot B}{8 \cdot h_k} =$$

$$= \frac{3 \cdot 1,55 \cdot (7,2)^{0,36-1} \cdot 0,56^{0,36} \cdot (1 + 1,2) \cdot 25 \cdot 150 \cdot 2,776}{8 \cdot 0,074} = 41 \text{ кН.}$$

де $B_1 = 2,776$ - допоміжний коефіцієнт,

$$V_1 = 33,6 \text{ м / хв} = 0,56 \text{ м / с.}$$

Розраховуємо обертальний момент за методикою [12]:

1) Крутний момент на першому валку

$$M_1 = \frac{3 \cdot C_2 \cdot m \cdot \alpha_{ef}^{n-1} \cdot V^n \cdot (1 + f_1) R \sqrt{RL}}{\alpha_{ef_2} \cdot \sqrt{h_k}},$$

$$\alpha_{\epsilon\phi_2} = \frac{(1+f_2) \cdot T_2}{h_k' \sqrt{\Delta-1}} = \frac{(1+1) \cdot 1,375}{0,0983 \cdot \sqrt{20-1}} = 6,4$$

де $T_2=1,375$ – допоміжний коефіцієнт.

$$M_1 = \frac{3 \cdot 0,423 \cdot 1,55 \cdot 5,4^{0,36-1} \cdot 0,56^{0,36} \cdot (1+1,2) \cdot 25 \sqrt{25} \cdot 150}{6,4 \cdot \sqrt{0,0983}} = 11152 \text{ Н.}$$

де $C_2 = 0,423$ – допоміжний коефіцієнт;

2) Крутний момент на другому валку

$$M_2 = \frac{3 \cdot m \cdot \vartheta_2^n \cdot R \sqrt{RL}}{\sqrt{h_k'}} \left[\frac{C \cdot \alpha'^{n-1} (1+f_1)^{\frac{2n+1}{2}}}{f_2^2} \cdot \sqrt{\frac{(1+f_1)(1+f_2)(1+f_2+f_2^2)}{1+f_1+f_1^2}} \right]$$

$$\alpha'_{\epsilon\phi_2} = \frac{(1+f_1) \cdot T_2}{h_k' \sqrt{\Delta-1}} = \frac{(1+1,2) \cdot 1,169}{0,074 \cdot \sqrt{20-1}} = 7,97$$

де $T_2=1,169$ – допоміжний коефіцієнт.

$$M_2 = \frac{3 \cdot 1,55 \cdot 0,46^{0,36} \cdot 25 \sqrt{25} \cdot 150}{\sqrt{0,074}} \left[0,2525 \cdot 7,2^{0,36-1} (1+1,2) + \frac{0,423 \cdot 7,97^{0,36-1}}{1^2} \cdot \sqrt{\frac{(1+1,2)(1+1)(1+1+1^2)}{1+1,2+1,2^2}} \right] = 89765 \text{ Н.}$$

де $C_1 = 0,2525$ – допоміжний коефіцієнт;

2) Крутний момент на третьому валку

$$M_3 = \frac{3 \cdot m \cdot C' \cdot (\alpha')^{n-1} \vartheta^n \cdot R \sqrt{R} \cdot L}{\sqrt{h_k'} \cdot f_1^{\frac{2n+1}{2}} \cdot f_2^{\frac{2n+1}{2}}} \sqrt{\frac{(1+f_1)(1+f_2)(1+f_2+f_2^2)}{1+f_1+f_1^2}};$$

$$\alpha''_{\epsilon\phi_2} = \frac{(1+f_2) \cdot T_1}{h_k' \sqrt{\Delta-1}} = \frac{(1+1) \cdot 1,169}{0,074 \cdot \sqrt{20-1}} = 7,24$$

де $T_1=1,169$ – допоміжний коефіцієнт.

$$M_3 = \frac{3 \cdot 1,55 \cdot 0,154 \cdot 7,24^{0,36-1} \cdot 0,46^{0,36} \cdot 25 \sqrt{25} \cdot 150}{\sqrt{0,074} \cdot 1,2^2 \cdot 1^2} \cdot \sqrt{\frac{(1+1,2)(1+1)(1+1+1^2)}{1+1,2+1,2^2}} = 17225 \text{ Н.}$$

4) Крутний момент на четверому валку:

$$M_3 = \frac{3 \cdot m \cdot C'_1 \cdot (\alpha'_1)^{n-1} \cdot \vartheta^n \cdot R \sqrt{R} \cdot L}{\sqrt{h'_k} \cdot f_1^{\frac{2n+1}{2}} \cdot f_2^{\frac{2n+1}{2}}} \sqrt{\frac{(1+f_1)(1+f_2)(1+f_2+f_2^2)}{1+f_1+f_1^2}};$$

$$\alpha''_{\varphi_2} = \frac{(1+f_2) \cdot T_1}{h'_k \sqrt{\Delta-1}} = \frac{(1+1) \cdot 1,169}{0,074 \cdot \sqrt{20-1}} = 7,24$$

де $T_1=1,169$ – допоміжний коефіцієнт.

$$M_3 = \frac{3 \cdot 1,55 \cdot 0,154 \cdot 7,24^{0,36-1} \cdot 0,46^{0,36} \cdot 25 \sqrt{25} \cdot 150}{\sqrt{0,074 \cdot 1,2^2 \cdot 1^2}} \cdot \sqrt{\frac{(1+1,2)(1+1)(1+1+1^2)}{1+1,2+1,2^2}} = 17225 \text{ Н.}$$

5.2. Визначення потужності каландра

Мета: Обчислення енергоспоживання каландрової установки та підбір силового агрегату

Вихідні дані: ККД двигуна, $\eta = 0,945$.

Споживану потужність обчислюємо за рівнянням за методикою [13]:

$$N = \frac{M \cdot v}{R}$$

– Потужність на 1ому валку:

$$N_1 = \frac{11152 \cdot 0,56}{0,25} = 24,9 \text{ кВт.}$$

– Потужність на 2ому валку:

$$N_2 = \frac{89765 \cdot 0,46}{0,25} = 165,5 \text{ кВт.}$$

– Потужність на 3ому валку:

$$N_3 = \frac{17225 \cdot 28}{6120 \cdot 0,25} = 31,6 \text{ кВт.}$$

– Потужність на 4ому валку:

$$N_4 = \frac{17225 \cdot 28}{6120 \cdot 0,25} = 31,6 \text{ кВт.}$$

Сумарна тех. потужність

$$N_c = N_1 + N_2 + N_3 + N_4$$

$$N_c = 24,9 + 165,5 + 31,6 + 31,6 = 254 \text{ кВт}$$

Встановлена потужність електродвигуна:

$$N_y = \frac{N_c}{\eta} = \frac{254}{0,945} = 267 \text{ кВт}$$

5.3. Розрахунки на міцність

Розрахунок валка на міцність

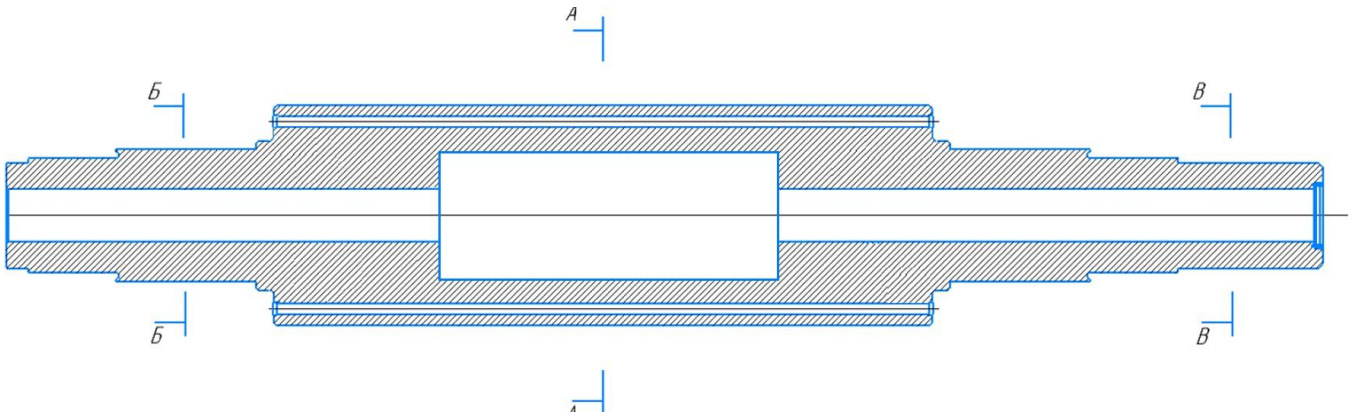


Рисунок 5.1 – Креслення валка

За методикою [12] момент опору та інерції Б-Б перерізу відносно осі х-х:

$$W_x^{B-B} = 0,1d^3 \left(1 - \frac{d_1^4}{d^4} \right)$$

де $d = 300$ мм діаметр шейки під підшипник в перерізі Б-Б;

$d_1 = 120$ мм діаметр сквозного отвору.

$$W_x^{B-B} = 0,1 \cdot 0,3^3 \left(1 - \frac{0,12^4}{0,3^4} \right) = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$I_x^{B-B} = 0,05d^4 \left(1 - \frac{d_1^4}{d^4} \right),$$

$$I_x^{B-B} = 0,05 \cdot 0,3^4 \left(1 - \frac{0,12^4}{0,3^4} \right) = 3,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4.$$

Момент опору у перерізі В-В:

$$W_x^{B-B} = 0,1d^3 \left(1 - \frac{d_1^4}{d^4} \right)$$

де $d = 260$ мм діаметр шейки під підшипник в перерізі Б-Б;

$d_1 = 120$ мм діаметр сквoзного отвору.

$$W_{X^{B-B}} = 0,1 \cdot 0,26^3 \left(1 - \frac{0,15^4}{0,26^4} \right) = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Момент інерції та опору в перерізі А-А відносно осі х-х: Момент інерції в перерізі А-А дорівнює різниці моменту інерції за методикою [12]

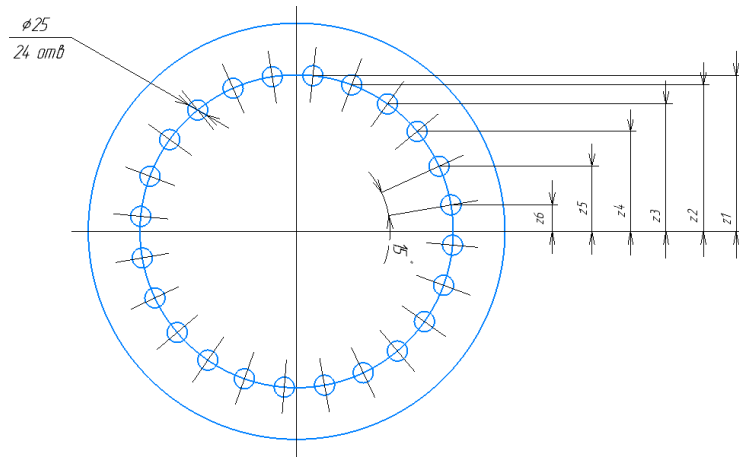


Рисунок 5.2 – Поперечний переріз валка

$$I_X^{A-A} = I_1 - I_2,$$

$$I_1 = 0,05d^4(1 - c^4),$$

де $c = \frac{d_1}{d}$ - коефіцієнт;

$d = 500$ мм - діаметр вальця в перерізі А-А;

$d_1 = 240$ мм - діаметр сквoзного отвору вальця.

$$I_1 = 0,05 \cdot 0,5^4 \left(1 - \frac{0,24^4}{0,5^4} \right) = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4.$$

$$I_2 = \sum_{n=1}^{24} I_{x_n},$$

$$I_{x_n} = I' + z_x^2 F,$$

де Γ - Осьовий момент інерції периферійного отвору.

F - площа перерізу периферійного отвору.

$$F = \frac{\pi d^2}{4},$$

де d_3 - діаметр каналу, який потрібен для охолодження вальця

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,025^2}{4} = 4,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

$$I' = \frac{\pi d^4}{64},$$

$$I' = \frac{3,14 \cdot 0,025^4}{64} = 1,9 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

$$z_1 = 0,425 \text{ м};$$

$$z_2 = z_1 \cdot \sin 75^\circ = 0,425 \cdot 0,96 = 0,408 \text{ м};$$

$$z_3 = z_1 \cdot \sin 60^\circ = 0,425 \cdot 0,87 = 0,370 \text{ м};$$

$$z_4 = z_1 \cdot \sin 45^\circ = 0,425 \cdot 0,71 = 0,302 \text{ м};$$

$$z_5 = z_1 \cdot \sin 30^\circ = 0,425 \cdot 0,5 = 0,213 \text{ м};$$

$$z_6 = z_1 \cdot \sin 15^\circ = 0,425 \cdot 0,26 = 0,111 \text{ м};$$

$$I_2 = 2(I' + z_1^2 F) + 4(I' + z_2^2 F) + 4(I' + z_3^2 F) + 4(I' + z_4^2 F) + 4(I' + z_5^2 F) + 4(I' + z_6^2 F),$$

$$\begin{aligned} I_2 &= 2 \cdot (1,9 \cdot 10^{-8} + 0,425^2 \cdot 4,9 \cdot 10^{-4}) + \\ &+ 4 \cdot (1,9 \cdot 10^{-8} + 0,408^2 \cdot 4,9 \cdot 10^{-4}) + \\ &+ 4 \cdot (1,9 \cdot 10^{-8} + 0,370^2 \cdot 4,9 \cdot 10^{-4}) + \\ &+ 4 \cdot (1,9 \cdot 10^{-8} + 0,302^2 \cdot 4,9 \cdot 10^{-4}) + \\ &+ 4 \cdot (1,9 \cdot 10^{-8} + 0,213^2 \cdot 4,9 \cdot 10^{-4}) + \\ &+ 4 \cdot (1,9 \cdot 10^{-8} + 0,111^2 \cdot 4,9 \cdot 10^{-4}) = \\ &= 1,06 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4, \end{aligned}$$

$$I_x^{A-A} = 2,9 \cdot 10^{-3} - 1,06 \cdot 10^{-3} = 1,84 \cdot 10^{-3} \text{ м}^4.$$

$$W_x^{A-A} = \frac{2 \cdot I_x^{A-A}}{D},$$

де $D = 0,5 \text{ м}$ - діаметр вальця в перерізі А-А.

$$W_X^{A-A} = \frac{2 \cdot 1,84 \cdot 10^{-3}}{0,5} = 7,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Вигинаючий момент в перерізі А-А за методикою [13]:

$$M_{изг} = \frac{P}{8} \cdot (2a - b),$$

де $a = 1,9 \text{ м}$; $b = 1,5 \text{ м}$;

a, b - геометричні розміри;

$$P = qb,$$

де $q = 700 \text{ кН/м}$ - розподілене навантаження.

$$M_{изг} = \frac{700 \cdot 1,5}{8} (2 \cdot 1,9 - 1,5) = 301,8 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Вигинаючий момент у перерізі Б-Б:

$$M_{изг} = \frac{P}{2} \kappa,$$

де $0,14 \text{ мм}$ - геометричний розмір.

$$M_{изг} = \frac{700 \cdot 1,5}{2} \cdot 0,14 = 73,5 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Напруження для вигину: Переріз А-А за методикою [13]:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W_X},$$

$$\sigma_{изг} = \frac{301,8 \cdot 10^3}{7,3 \cdot 10^{-3}} = 41,3 \text{ МПа}.$$

Переріз Б-Б:

$$\sigma_{изг} = \frac{73,5 \cdot 10^3}{-3} = 28,2 \text{ МПа}.$$

Допустиме напруження вигину $[\sigma] \leq 50 \text{ МПа}$, $\sigma_1, \sigma_2 \leq [\sigma]$

Підтверджено, що розраховані напруження згину не перевищують гранично допустимих значень.

5.4. Визначення довготривалості підшипників

На вальцях використовуються роликопідшипники сферичні №3004764 з розмірами $d \times D \times B = 320 \times 540 \times 178$ і вантажопідйомністю $C=3300$ кН

Діюче навантаження на один підшипник за методикою [11]:

$$P = 10 \text{ кН}.$$

Розрахункове навантаження на один підшипник:

$$P_r = P \cdot k_m \cdot k_\partial$$

де $k_m = 1,1$ - температурний коефіцієнт;

$k_\partial = 1,2$ - динамічний коефіцієнт.

$$P_r = 10010 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 13200 \text{ Н}.$$

Номінальна довготривалість підшипників за методикою [12]:

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^{3,33},$$
$$L = \left(\frac{3200 \cdot 10^3}{13200} \right)^{3,33} = 8,7 \text{ млн.об.}$$

Довготривалість підшипників, годин за методикою [12]:

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L}{60n},$$

де $n = 18$ об/хв- частота обертання вальців:

$$L_h = \frac{10^6 \cdot 8,7}{60 \cdot 18} = 8065 \text{ годин.}$$

6.1. Креслення вузла

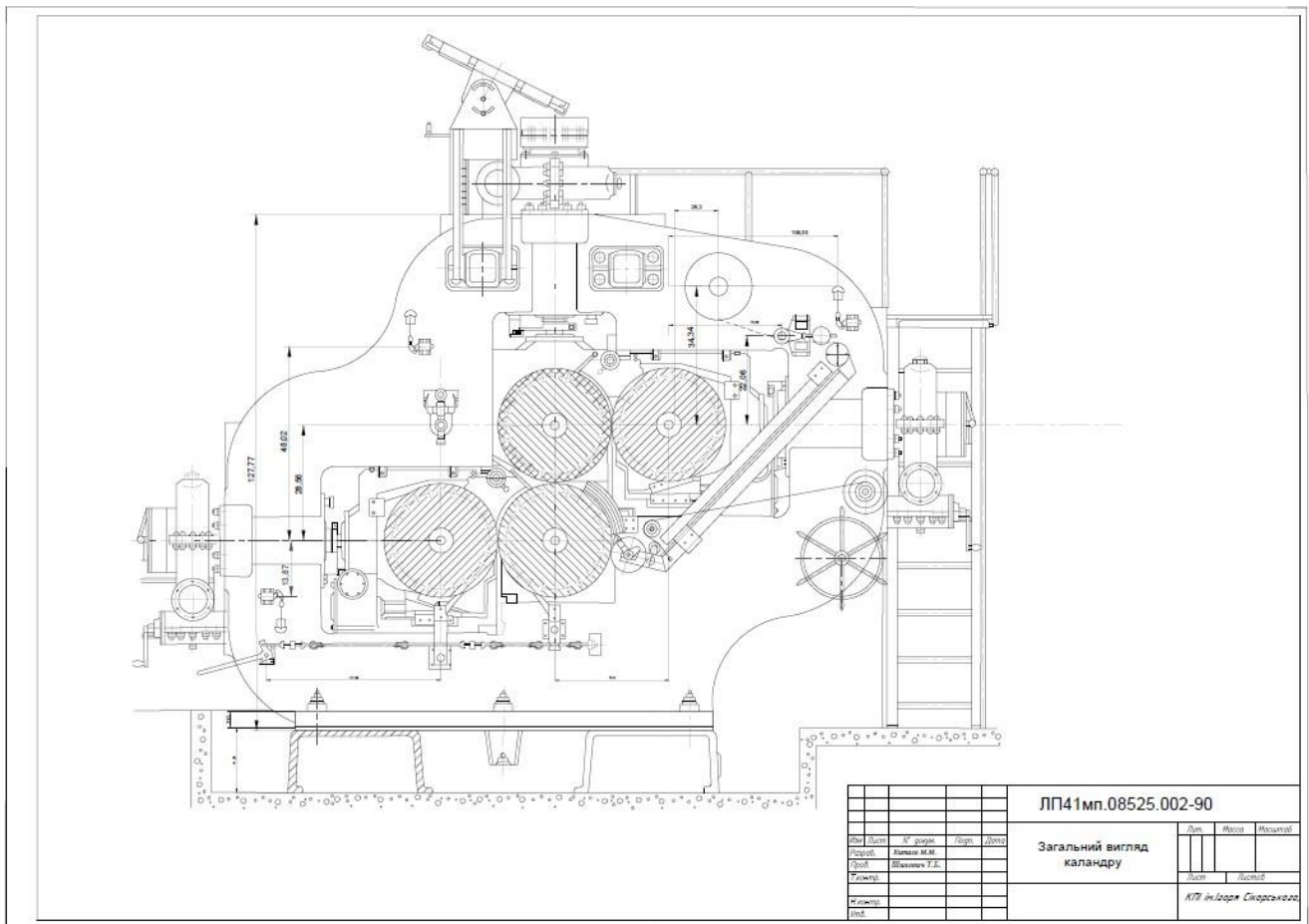


Рисунок 6.1. Загальний вигляд каландра

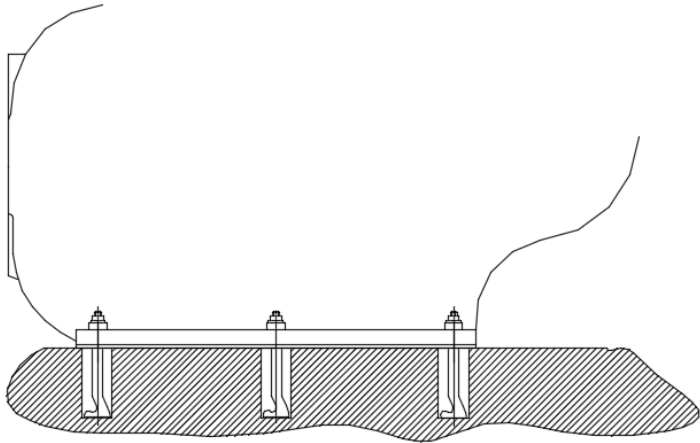
Формат	Поз.	Позначення			Найменування			Кіл.	Примітка		
					<u>Документація</u>						
A1		ЛП41мп.08525.002-90			Каландр						
					<u>Складальні одиниці</u>						
	1				Стріла			4			
	2				Пристрій регулювання зазору			6			
	3				Траверса			2			
	4				Електродвигун			6			
	5				Вказівник зазору			2			
	6				Універсальний шпиндель			4			
	7				Блок-редуктор			1			
	8				Електродвигун			4			
	9				Станина			1			
	10				Фундамент			1			
	11				Механізм перекосу			6			
	12				Валок			4			
	13				Фундаментна плита			1			
	14				Пристрій для обрізки та повернення кромки			2			
					<u>Стандартні вироби</u>						
	15				Болт фундаментний			16			
					ГОСТ 11738-84						
	16				Гайка М60 ГОСТ 5915-70			16			
					ЛП41мп.08525.002-90						
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата	Загальний вигляд каландру				Лім.	Аркуш	Аркуші в
Розроб.		Китаєв М.М									1
Перев.											
Керівник		Шилович Т.Б							КПІ ім.Ігоря Сікорського		
Н.Конт.											
Затв.											

6.3 Карта ескізів фундаменту

Розроб.	Китаєв М.М.			ГОСТ 3.1105-84 форма 7а									
Перев.	Борщук С.О.												
Н.контр.													

Карта ескізів				літера									
---------------	--	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

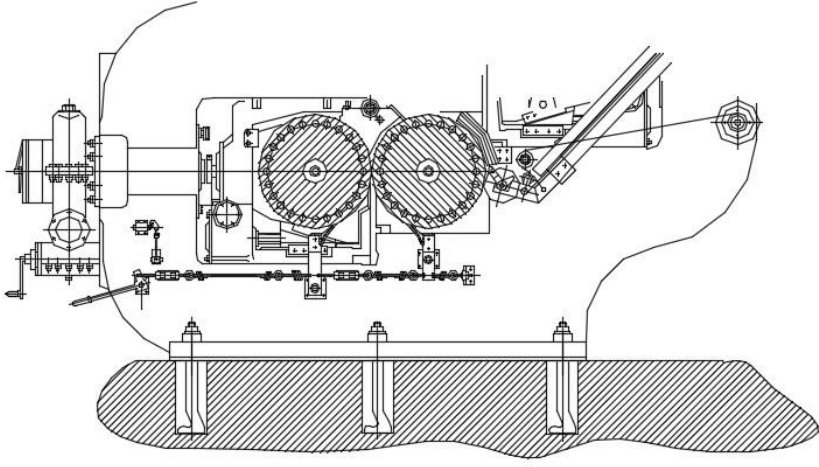
Номер операцій					
1	2	3	5		



Розроб.	Китаєв М.М.			ГОСТ 3.1105-84 форма 7а								
Перев.	Борщук С.О.											
Н.контр.												

Карта ескізів				літера								
---------------	--	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--

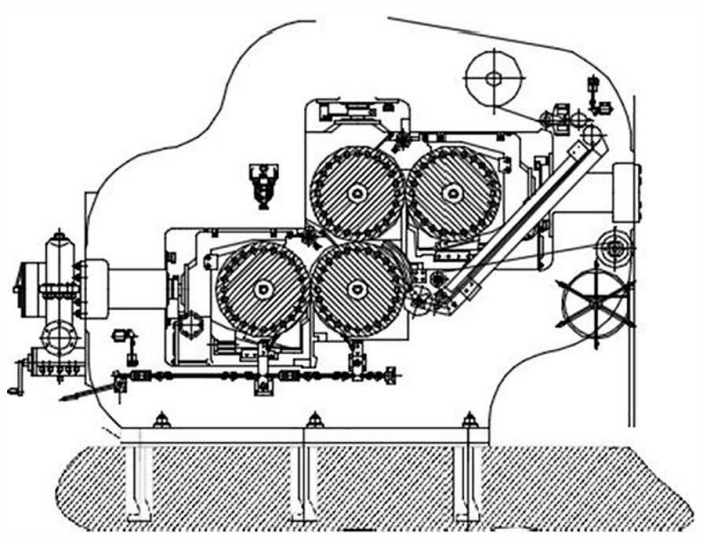
Номер операцій					
1	2	3	5		



Розроб.	КитаЕБ Н.Н.			ГОСТ3.1105-84 форма ю										
Перев.	Борщук С.О.													
Н.контр.														

Карта ескізів				літеро									
---------------	--	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

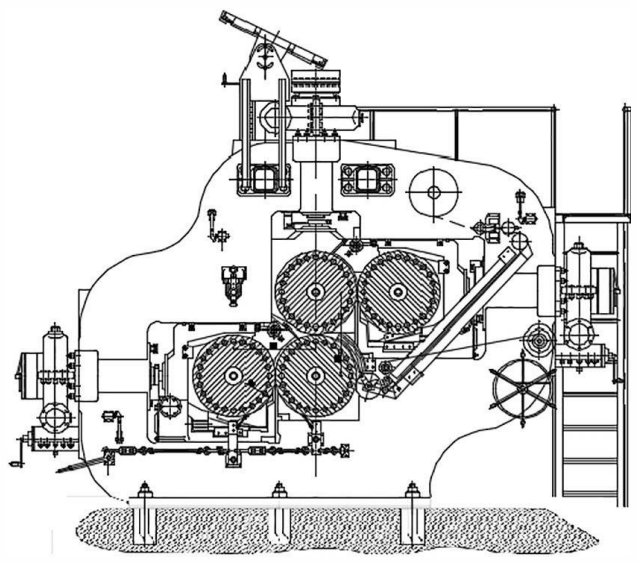
Номер операцій					
1	2	3	5		

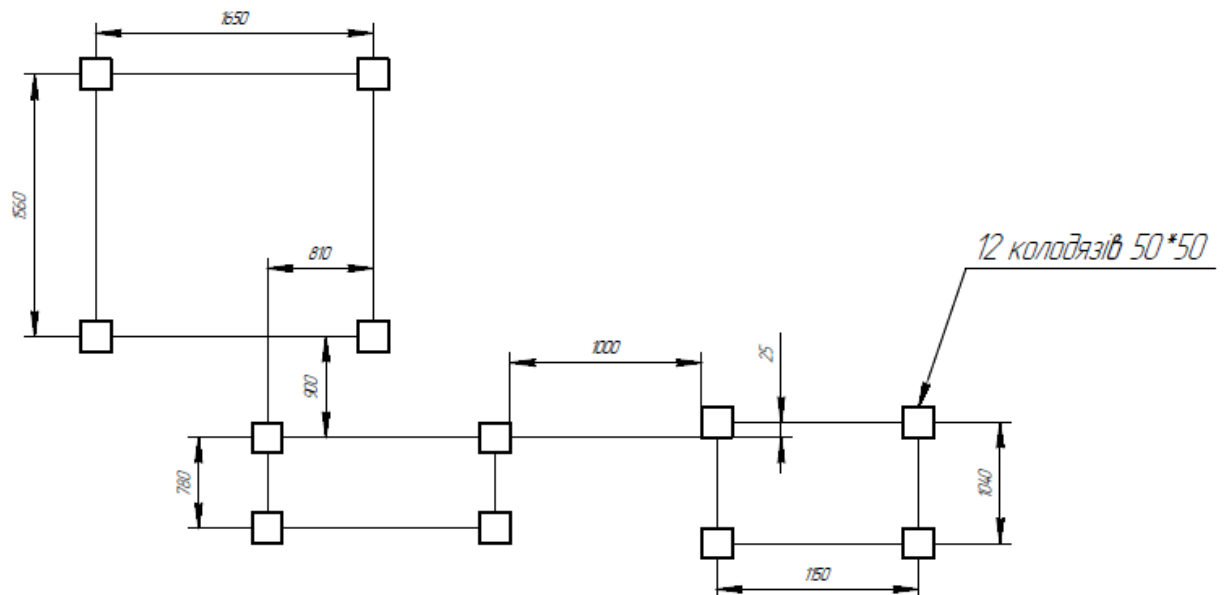


Розроб.	КитаЕБ Н.Н.			ГОСТ3.1105-84 форма ю										
Перев.	Борщук С.О.													
Н.контр.														

Карта ескізів				літеро									
---------------	--	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Номер операцій					
1	2	3	5		





										Розподіл	Кутасов М.М.			Ак
										Підпис	Боршук СД			1
														Ак
Зм	Ак	Підпис	Дата	Нікита	Зм	Ак	Міжком	Підпис	Дата	Нікита				

6.4. Операційна карта монтажу машини на фундаменті.

Инв. № дубл.		Підпис і дата		Взам. інв. №		Инв. № дубл.		Підпис і дата							
				Операційна карта слюсарних, слюсарно - складальних та електромонтажних робіт											
№ цеха	№ участка	№ роб. міс.	№ опер.	НАЙМЕНУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ						Обладнання (найменування, модель)					
				Монтаж каландра											
№ перех	Зміст переходу								Технологічний режим		Пристосування (код та найменування)		Інструмент (код та найменування)		T _о
1	Застопорити і підняти підставку								Болти фундаментні 13		Кран підйомний				2,0 год
3	Застропити стійки каландра 3. Підняти стійки 3 і наживити їх на фундаментні болти 13.								Стійка 3 Болти фундаментні 13		Кран підйомний Q – 3 т.				0,5 год.
4	Затягнути фундаментні болти 13. Застопорити болти контргайками.								Болти фундаментні 13				Ключ різковий		0,5 год
5	Встановити на стійках валки 4 і перевірити елементи кріплення на затяжку.								Стійки 3		Кран підйомний		Ключ		1 год.
	Встановити траверси на стійках 3 відповідно до монтажної інструкції .								Валки 4		Q – 3 т.		різковий		
										Розроб.	Кутаєв М.М.			Арк.	
										Перев.	Борщик С.О.				
														Аркуші	
	Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вим.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Н. Контр.				

Инв. № дубл.		Підпис і дата		Взам. інв. №		Инв. № дубл.		Підпис і дата					
				Операційна карта									

				слюсарних, слюсарно - складальних та електромонтажних робіт											
№ цеха	№ участка	№ роб. міс.	№ опер.	НАЙМЕНУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ						Обладнання (найменування, модель)					
				Монтаж каландра											
№ перех	Зміст переходу								Технологічний режим		Пристосування (код та найменування)		Інструмент (код та найменування)		T _о
	Закріпити підшипникові вузли валків, затягнувши гайки.								Траверси						
6	Застропити і підняти підставку 1 для електродвигуна 7 і блок-редуктора 3.								Підставка 1		Кран підйомний				1,5 год.
	Опустити підставку 1, нажививши її на фундаментні болти 13, на прокладки 9, 10.								Болти фундаментні 13 Прокладки 9, 10		Q – 3 т.				
7	Застропити блок-редуктор 5 і опустити його, нажививши на фундаментні болти 13								Блок-редуктор 5 Болти фундаментні 13		Кран підйомний Q – 3 т.				0,5 год.
8	З'єднати вихідні вали блок-редуктора 5 з валками каландру 4 шпінделями 6.								Блок-редуктор 5 Валки 4 Шпінделі 6		Кран підйомний Q – 3 т.		Ключ різковий		0,5 год.
9	Перевірити плавність обертання валків 4. Затягнути фундаментні болти 13 під блок-редуктором 5. Застопорити гайки контргайками.								Болти фундаментні 13				Ключ різковий		1 год.
										Розроб.	Кутаєв М.М.			Арк.	
										Перев.	Борщик С.О.				
														Аркуші	
	Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вим.	Аркуш	№ док	Підпис	Дата	Н. Контр.				

				Операційна карта							
Инв. № дубл.		Підпис і дата		Взам. інв. №		Инв. № дубл.		Підпис і дата			

СЛОВОСЛОВАРЬ - СПИСОК РАБОТ													
№ цеха	№ участка	№ роб. міс.	№ опер.	НАЙМЕНУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ							Об'єднання (найменування, модель)		
				Монтаж каландра							ування		
11	9			Зміст переходу					Технологічний режим	Пристрій (код та найменування)	Інструмент (код та найменування)	Т,	
									Блок-редуктор 5				
									Валки 4				
10				Застропи е.Електродвигун 7 за монтажні пелі. Підняти двигун 7 і опустити його нажививши на болти фундаменту 13.					Е.Електродвигун 7	Кран підйомний		0,5 год.	
									Болт М16	Q-3T.			
									фундаменту 13				
11				З'єднати вал електродвигуна 7 і вхідний вал б.шк-редуктора 5 муфтою 8.					Е.Електродвигун 7		Каюч	0,5 год.	
									Блок-редуктор 5		ріжковий,		
									Муфта 8		молоток		
12				Перевірити плавність обертання валу е.Електродвигуна 7. Затягнути гайки на фундаменту 13 болтах 13 під електродвигуном 7.					Е.Електродвигун 7		Каюч	1 год.	
									Болт М16		Ріжковий		
									фундаменту 13				
				Загальна тривалість монтажу (не враховується час на затвердіння бетону, чекгу):								9,5 год.	
										Розроб.	Китаєв М.М.		Аок.
										В.В.	Борщук С.О.		
													Архупів
Вим.	АШ.	Ш	Мелок-м.	Мелок-м.	Пата	В.В.М.	А	Модок	Підпис	Дата	Н.К.		

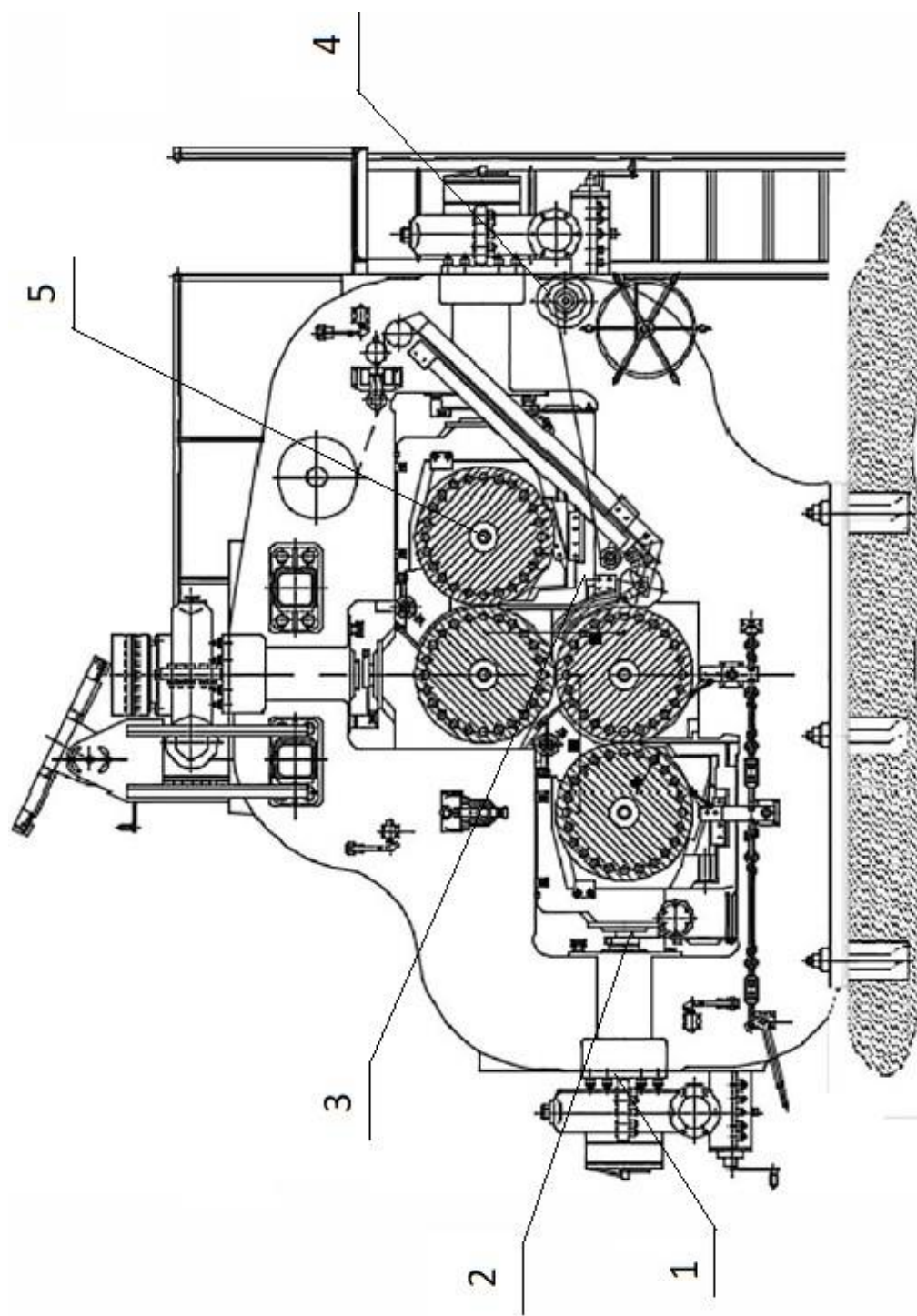


Схема змащування валів.

					ЛП 41 мп.08525.000-90 СК	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.5. Таблиця змащування каландра

№	Найменування і позначення виробу, механізму. Номера позицій на малюнку	Найменування змащувальних матеріалів	Кількість точок змащування	Спосіб змащування	Періодичність перевірки змащування і заміни змазки
1	Підшипниковий вузол електродвигуна головного приводу	Солідол синтетичний ГОСТ 4366-76	22	Набивка	1 раз в 3 міс.
2	Підшипниковий вузол електродвигуна механізму перекоосу	Солідол синтетичний ГОСТ 4366-76	12	Набивка	1 раз в 6 міс.
3	Редуктор головного привода	Мастило індустріальне ІГП-30, ТУ згідно ГОСТ 17479.4-87	1	Заливка	1 раз в рік.
4	Редуктор механізмів перекоосу	Мастило індустріальне ІГП-30, ТУ згідно ГОСТ 17479.4-87	6	Заливка	1 раз в рік.
5	Підшипниковий вузол валків	Солідол синтетичний ГОСТ 4366-76	8	Набивка	1 раз 4 міс.

6.2. Стартап

Стартап як форма малого ризикового підприємництва впродовж останнього десятиліття набув широкого розповсюдження у світі. Зниження бар'єрів входу на ринок дозволяє швидко реалізовувати інноваційні ідеї, проте статистика свідчить, що ринково успішними стають лише 10–20% проектів. Головною причиною невдач часто стає не відсутність технології, а нездатність перетворити ідею на працюючу бізнес-модель, яка відповідає реальним потребам ринку.

Для України в умовах сьогодення розвиток інноваційного підприємництва набуває особливого значення. Критична необхідність у відновленні пошкодженого житлового фонду та гостра потреба в енергозбереженні формують попит на нові будівельні матеріали — доступні, ефективні та прості у монтажі. Саме на вирішення цих проблем спрямований стартап-проект «Тепло-Еко Підлога».

Проект пропонує ринку утеплений лінолеум, виготовлений з використанням вторинної сировини (технологія Double-Core). Це рішення дозволяє поєднати високі теплоізоляційні властивості з доступною ціною, що є актуальним для соціально незахищених верств населення та програм швидкого відновлення житла.

Однак сама лише наявність ідеї не гарантує успіху. Розроблення стартап-проекту вимагає ретельного маркетингового аналізу, оцінки ризиків та формування чіткої стратегії виведення продукту на ринок. Дана робота присвячена поетапному перетворенню інженерної ідеї утепленого лінолеуму на комерційно привабливий бізнес-проект.

6.2.1. Мета та завдання розділу

Метою розділу є проведення маркетингового аналізу та оцінювання комерційних перспектив впровадження стартап-проекту «Тепло-Еко Підлога». Основний акцент робиться на формуванні підприємницького підходу до реалізації технічної ідеї, виявленні ринкових можливостей та розробці стратегії поведінки в умовах висококонкурентного ринку будівельних матеріалів.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі завдання:

1. Опис та аудит ідеї проекту: Визначення змісту ідеї, аналіз її відмінностей від існуючих аналогів (звичайного лінолеуму, ламінату) та оцінка технічної можливості реалізації (технологічний аудит).
2. Аналіз ринкових можливостей: Дослідження динаміки ринку підлогових покриттів в Україні, оцінка попиту та рентабельності, а також аналіз бар'єрів входу.
3. Визначення цільової аудиторії: Сегментація ринку та формування "портрета клієнта" (B2C — домогосподарства, B2B — забудовники соціального житла).
4. Аналіз конкурентного середовища: Оцінка позицій основних гравців ринку (Tarkett, Juteks), аналіз їхніх сильних та слабких сторін, а також ідентифікація ринкових загроз та можливостей (SWOT-аналіз).
5. Розроблення ринкової стратегії: Вибір стратегії охоплення ринку, позиціонування товару та визначення факторів конкурентоспроможності.
6. Розроблення маркетингової програми: Формування концепції збуту, ціноутворення та просування продукту, що забезпечить його успішний вихід на ринок.

Виконання цих завдань дозволить обґрунтувати доцільність інвестування в проект та розробити дорожню карту його запуску.

6.2.2. Опис ідеї проекту

Одна з перспективних стартап-ідей у сфері виробництва будівельних матеріалів полягає в розробці та створенні бренду **"Тепло-Еко Підлога"**. Компанія спеціалізуватиметься на виготовленні утепленого лінолеуму з використанням перероблених матеріалів та енергоефективної підкладки.

Ідея полягає в тому, щоб створити підлогове покриття, яке одночасно вирішує дві важливі проблеми: збереження тепла в приміщеннях (що особливо актуально в умовах енергетичної економії) та утилізацію текстильних і полімерних відходів для виготовлення теплоізоляційного шару. Завдяки цьому,

продукт буде теплішим за традиційний лінолеум, доступним за ціною та екологічно чистим.

"Тепло-Еко Підлога" займеться розробкою спеціальної основи з вторинної сировини, наприклад, повстяної чи спіненої, яка забезпечить підвищену шумо- та теплоізоляцію. Крім того, планується використовувати технології "сендвіч-структури", де верхній шар забезпечує зносостійкість, а нижній — максимальне збереження тепла. Це дозволить запропонувати продукт, який не потребує додаткових витрат на встановлення системи "теплої підлоги".

Компанія також може зробити акцент на маркетингу як соціально відповідальна організація, що сприяє енергоефективності та турбується про довкілля. Такий підхід дозволить не тільки побудувати прибутковий бізнес, але й підвищити комфорт життя споживачів, особливо в квартирах на перших поверхах і приватних будинках.

Ця концепція має великий потенціал як з точки зору економічної вигоди, так і з огляду на екологічну відповідальність [14].

Таблиця 6.1 - Формулювання концепції стартап-проекту.

<i>Зміст</i>	<i>Застосування</i>	<i>Опис</i>
Стартап "Тепло-Еко Підлога" спрямований на виробництво лінолеуму з посиленням теплоізоляційним шаром із вторинної сировини для використання у житлових та громадських приміщеннях, сприяючи	Житлове будівництво	Використання лінолеуму у квартирах (особливо перші поверхи), приватних будинках, дачах для утеплення підлоги без складних систем підігріву.
	Соціальна інфраструктура	Укладання покриття у дитячих садках, школах та лікарнях, де важливі теплі підлоги та санітарні норми.
	Офісні та комерційні приміщення	Забезпечення звукоізоляції та комфорту для співробітників у офісах, коворкінгах та невеликих магазинах.

енергозбереженню та комфорту.	Модульні містечка та тимчасове житло	Швидке та бюджетне рішення для утеплення підлоги у тимчасових спорудах та модульних будинках.
-------------------------------	--------------------------------------	---

Цей лінолеум може бути використаний у всіх приміщеннях, де неможливо або занадто дорого встановлювати системи електричного чи водяного підігріву підлоги.

Для визначення конкурентного потенціалу ідеї проведено порівняльний аналіз техніко-економічних характеристик стартап-проекту [15] з пропозиціями основних конкурентів — лідера ринку «Tarkett», середнього сегменту «Juteks» та дешевих аналогів. Оцінка здійснюється за методом виявлення слабких (W), нейтральних (N) та сильних (S) сторін, базуючись на конкретних числових показниках.

Таблиця 6.2 - Оцінка сильних, слабких та нейтральних аспектів ідеї проекту.

№ п\п	Техніко-економічні характеристик и ідеї	Концепція конкурентів				W	N	S
		Мій проект	«Tarkett»	«Juteks»	«Дешевий Китай»			
1	Коефіцієнт теплопровідності (Вт/м·К)	0,12 Вт/м·К (Завдяки подвійній основі з повсті та спіненого ПВХ).	Величезний 0,20 - 0,25 Вт/м·К (Стандартний ПВХ, холодніший).дизайні в та типів.	0,22 Вт/м·К (Стандарт на основа).	0,28 Вт/м·К (Тонкий, холодний матеріал).			+

2	Індекс зниження шуму (дБ)	18 - 21 дБ (Гасить тупіт та удари).	13 - 16 дБ (Тільки спеціальні акустичні серії).	10 - 12 дБ (Стандарт) .	6 - 8 дБ (Майже не гасить шум).			+
3	Товщина захисного шару (мм)	0,4 мм (Оптималь но для житла та невеликих офісів).	0,5 - 0,7 мм (Дуже висока, комерційн ий клас).	0,2 - 0,3 мм (Побутови й рівень).	0,1 - 0,15 мм (Швидко протираєть ся).		+	
4	Ціна роздрібна (грн/м²)	380 - 420 грн (Оптималь не співвідно шення ціна/якість).	650 - 900 грн (Доплата за бренд та імпорт).	450 - 550 грн (Середній ринок).	200 - 250 грн (Найдешев ше).			+
5	Екологічність (вміст вторинної сировини)	~30-40% (Використ ання переробле ного текстилю в основі).	~10-15% (Тільки власні відходи виробницт ва).	0-5% (Мінімаль ний).	Невідомо (Ризик токсичних домішок).			+
6	Впізнаваність бренду	Нульова (Новий бренд, довіра ще не	Дуже висока (Світовий лідер,	Висока (Відомий бренд).	Низька (Ноунейм).	+		

		сформован а).	довіра 100%).					
7	Наявність у торгових мережах (Дистрибуція)	Обмежена (Тільки онлайн та прямі продажі).	Повсюдна (Є в кожному гіпермарке ті).	Широка (Розвинена мережа дилерів).	Точкова (Ринки, дрібні магазини).	+		

На основі порівняльного аналізу техніко-економічних характеристик, наведених у Таблиці 2, можна чітко ідентифікувати конкурентний профіль стартапу. Основним слабким місцем проекту, як це відображено у додаткових пунктах порівняння, є низька впізнаваність бренду та обмежена дистрибуція. На відміну від лідерів ринку, таких як «Tarkett» чи «Juteks», які мають багаторічну репутацію та налагоджені зв'язки з великими торговельними мережами («Епіцентр», «Леруа Мерлен»), новий проект поки що не має сформованої довіри споживачів та широкого доступу до фізичних полиць магазинів.

Водночас сильними сторонами проекту виступають вузька спеціалізація на теплозбереженні та оптимізована цінова політика. Як свідчать цифрові дані з таблиці, продукт «Тепло-Еко» суттєво перевершує конкурентів за коефіцієнтом теплопровідності та індексом шумопоглинання, при цьому залишаючись у доступнішому ціновому сегменті завдяки використанню вторинної сировини.

6.2.3. Технологічний аудит ідеї проекту

Технологічний аудит є обов'язковим етапом оцінки життєздатності проекту [15]. Він має відповісти на питання: чи існують необхідні технології для реалізації ідеї «Тепло-Еко Підлога», та чи є вони доступними для стартапу? У Таблиці 3 проаналізовано ключові виробничі процеси, необхідні для створення утепленого лінолеуму.

Таблиця 6.3 - Технічна реалізованість ідеї проекту.

№ п\п	Технологія	Ідея	Наявність технології	Доступність технологій
1	Каландрування (виготовлення верхнього шару)	Дозволяє створювати міцний захисний шар ПВХ з різними фактурами.	Технологія наявна, але вимагає дороговартісного обладнання (каландрів).	Доступна для середніх та великих виробництв.
2	Термодублювання (склеювання шарів)	З'єднання декоративного шару з утепленою повстяною осовною.	Технологія поширена.форма для кожного виробу.	Доступна, можлива закупівля лінії ламінації.
3	Друк текстур	Нанесення малюнка (дерево, камінь) на лінолеум.	Наявна, потребує валів глибокого друку.	Доступна, можна замовляти плівку з друком окремо на старті.
4	Переробка текстилю (для основи)	Виготовлення нетканої основи з відходів тканини/пластику.	Технологія наявна, екологічна.	Доступна, сировина дешева.

Аналіз підтверджує, що ідея проекту є технологічно здійсненою. Необхідні процеси — каландрування та термодублювання (склеювання шарів) — є наявними на ринку. Однак, каландрування вимагає дорогого високопродуктивного обладнання, що обмежує доступність для малих підприємств. Тому для успішної реалізації проекту обрано комбінований шлях:

аутсорсинг найбільш капіталомісткого процесу (каландрування) на великих підприємствах та самостійне впровадження інноваційної технології термодублювання (з'єднання утеплюючої основи) на власному, менш витратному обладнанні.

Оцінка ринкових перспектив для запуску стартап-проекту.

Зважаючи на зростання цін на опалення, проект "Тепло-Еко Підлога" має актуальність. Очікуваний початковий обсяг інвестицій становить близько 600 тис. грн (на оренду лінії або закупівлю міні-лінії для склеювання шарів, якщо закуповувати напівфабрикати). Проект володіє можливістю окупності близько 12-18 місяців завдяки сезонному попиту (осінь-зима).

Визначення цільової аудиторії є критичним етапом розроблення маркетингової стратегії [14]. Для стартапу «Тепло-Еко Підлога» ринок не є однорідним: він поділяється на індивідуальних споживачів, які прагнуть комфорту у власному житлі, та комерційних/державних замовників, які вирішують завдання швидкого та бюджетного відновлення житлового фонду.

Успішна реалізація стартап-проекту вимагає чіткого визначення цільових сегментів ринку та їхніх потреб. Розуміння відмінностей у поведінці різних груп споживачів дозволяє адаптувати товар та маркетингову програму, забезпечуючи максимальну відповідність їхнім вимогам до продукту та постачальника.

Таблиця 6.4- Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	4–5 (Лідер — Tarkett, великі гравці — Juteks, IVC, LG Hausys).
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	\$3,5 – 4 млрд. грн/рік (Орієнтовний обсяг ринку ПВХ та суміжних покриттів в Україні).
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає (Очікується зростання на 15–25% у найближчі 3 роки через відбудову та потреби у відновленні житлового фонду).

4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Високі бар'єри: високий рівень капіталовкладень у виробництво (каландри), потреба у налагодженій дистрибуції, висока лояльність споживачів до імпортних брендів.
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Обов'язкові: Висновок СЕС (санітарно-епідеміологічна експертиза), сертифікати пожежної безпеки (Г1/Г2), екологічні сертифікати (для B2G/B2B сегменту).
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	15–20% (Для імпортерів та дилерів). 25–35% (Для локальних виробників з власним контролем собівартості).

Попередня характеристика ринку підтверджує, що галузь є привабливою для інвестування (рентабельність 25–35% для виробників) і має позитивну динаміку зростання. Хоча існують високі бар'єри, пов'язані з капіталомістким виробництвом та домінуванням імпортних брендів, ці фактори можуть бути нівельовані завдяки унікальній технології продукту та стратегії цінового

У Таблиці 6.4 наведено детальну характеристику цих груп, проаналізовано відмінності у їхній купівельній поведінці та сформульовано конкретні вимоги до продукту та сервісу.

Таблиця 6.4 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару (продукції)	Вимоги споживачів до компанії-постачальника
1	Забезпечення теплового	Сегмент B2C (Домогосподарства):	Поведінка емоційно-раціональна	1. Теплоізоляція: Матеріал	1. Сервіс: Можливість придбати

	комфорту в оселі при обмеженому бюджеті (Альтернатива електричній "теплій підлозі")	– Власники квартир на 1-х поверхах; – Сім'ї з малими дітьми; – Жителі приватного сектору/сіл; – Люди, що роблять бюджетний ремонт своїми руками.	. Висока чутливість до ціни (економія). Рішення приймається на основі візуального сприйняття (дизайн) та обіцянки комфорту ("буде тепло ногам"). Часто купують онлайн або в гіпермаркетах. Схильні читати відгуки.	має бути теплим на дотик. 2. Дизайн: Сучасний вигляд (імітація дерева/плитки). 3. Безпека: Відсутність різкого хімічного запаху. 4. Простота: Можливість укласти самотійно (DIY).	точний відріз (не цілий рулон). 2. Доставка: Швидка/дешева доставка габаритного вантажу. 3. Гарантія: Можливість повернення браку.
2	Швидке та економічне оздоблення соціального та тимчасового житла	Сегмент B2B / B2G (Бізнес та Держава): – Виробники модульних містечок для ВПО;	Поведінка суто раціональна та бюрократична. Рішення приймається на основі	1. Сертифікація: Наявність пожежних протоколів (Г1/Г2) та висновків СЕС.	1. Документобіг: Робота з ПДВ, надання всіх накладних та сертифікатів

		– Будівельні бригади; – Волонтерські фонди, що відновлюють житло; – Заклади освіти (садки, школи, укриття).	тендерів або кошторисів. Головні фактори: відповідність нормам (ДБН, пожежна безпека), ціна за м ² та довговічність. Потребують офіційних документів.	2. Зносостійкість: Міцний захисний шар для місць з високою прохідністю. 3. Геометрія: Відсутність усадки при перепадах температур.	2. Обсяги: Здатність поставити велику партію в стислі терміни. 3. Ціна: Гнучка система знижок для опту.
--	--	---	--	---	--

Аналіз таблиці демонструє фундаментальну різницю між сегментами. Якщо для роздрібного клієнта (B2C) ключовими є суб'єктивні відчуття комфорту, дизайн та зручність покупки (сервіс "відрізної програми"), то для корпоративного сегменту (B2B) на перший план виходять формальні ознаки: сертифікація, відповідність державним стандартам та юридична прозорість угоди.

Це означає, що стартап повинен розвивати два паралельні напрями роботи: створення зручного інтернет-магазину для фізичних осіб та формування пакету технічної документації для участі у тендерах та співпраці з забудовниками.

6.2.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Перед безпосереднім запуском стартап-проекту «Тепло-Еко Підлога» критично важливо оцінити поточний стан ринку підлогових покриттів в Україні.

Ринок будівельних матеріалів наразі перебуває у стані трансформації: з одного боку, спостерігається спад у сегменті преміальних товарів, а з іншого — стрімке зростання попиту на бюджетні та енергоефективні рішення для швидкого відновлення житла.

Для розуміння комерційних перспектив проекту необхідно проаналізувати ключові кількісні та якісні показники галузі, такі як рівень конкуренції, бар'єри входу та потенційна рентабельність [16]. Узагальнена характеристика потенційного ринку наведена у Таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	3-5 великих гравців (Олігополія). Ринок контролюють транснаціональні гіганти (Tarkett, IVC, Juteks, Grabo), які займають близько 70% ринку. Решта — дрібні імпортери дешевої продукції з Китаю.
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	~ 1.5 - 2.0 млрд грн / рік (Оціночний обсяг ринку лінолеуму та ПВХ-покриттів в Україні). Ринок є ємним завдяки масовому попиту на бюджетні матеріали для ремонту.
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає. Спостерігається попит через необхідність відновлення пошкодженого житла, реновацію старого фонду та тренд на утеплення квартир в умовах енергодефіциту.
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Високі бар'єри. Капітальні: Висока вартість виробничого обладнання (лінії ламінації, каландри).

		Дистрибуційні: Складність входу в великі мережі («Епіцентр»), де полиці зайняті гігантами. 3. Брендіві: Висока довіра споживачів до відомих марок.
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Суворі вимоги. Продукція потребує: Висновку СЕС (санітарно-епідеміологічна експертиза). Сертифікату пожежної безпеки (класи горючості Г1/Г2, димоутворення). 3. Відповідності ДСТУ EN 649 (для ПВХ покриттів).
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	15 - 20% — для стандартних виробників. 25 - 30% — потенціал для «Тепло-Еко» завдяки низькій собівартості вторинної сировини (текстильних відходів).

Хоча ринок підлогових покриттів насичений, ніша саме *бюджетних енергоефективних* рішень має потенціал.

Стартап "Тепло-Еко Підлога" може мати різних потенційних клієнтів:

Приватні особи (B2C): Власники квартир та будинків, які роблять бюджетний ремонт і хочуть утеплити підлогу.

Забудовники (B2B): Компанії, що здають житло "під ключ" економ-класу.

Державні установи: Школи, садочки, гуртожитки, де потрібна заміна покриття з вимогами до тепла.

Дизайнери інтер'єрів: Які шукають екологічні рішення.

Після ідентифікації цільових клієнтів та конкурентного оточення критично важливим етапом є оцінка потенційних загроз, що можуть вплинути на життєздатність проекту [16]. Враховуючи поточні реалії ведення бізнесу в Україні, аналіз ризиків для стартапу «Тепло-Еко Підлога» охоплює не лише

класичні ринкові фактори (конкуренція, сезонність), але й специфічні форс-мажорні обставини воєнного часу, які вимагають розробки чітких протоколів реагування.

Таблиця 6.6 - Фактори ризиків

№ п\п	Фактори	Зміст	Ймовірна реакція компанії.
1	Конкуренція з гігантами	Великі бренди (Tarkett) можуть знизити ціни на свої бюджетні лінійки.	Фокусуватися на унікальній пропозиції "найтепліший за свою ціну" та екологічності.
2	Зростання цін на полімери	ПВХ є похідним нафти, ціна залежить від курсу валют та нафти.	Створення запасу сировини, збільшення частки вторинної сировини в продукті.
3	Сезонність попиту	Лінолеум частіше купують у теплий сезон ремонтів, взимку спад.	Акції в несезон, акцент на тому, що "утеплитися треба до зими".
4	Технологічний брак	Відшарування основи від верхнього шару при недотриманні технології.	Суворий контроль якості клею та температурних режимів.
5	Стереотипи споживачів	Сприйняття лінолеуму як "застарілого" матеріалу порівняно з ламінатом.	Маркетинг, що показує сучасні дизайни та переваги (водостійкість, тепло) над дешевим ламінатом.
6	Стереотипи споживачів	Ризик втрати ключових технічних спеціалістів (технологів, операторів лінії) через призов до лав ЗСУ, що створить кадровий дефіцит.	Офіційне бронювання критично важливих працівників, навчання жінок та осіб старшого віку для роботи на виробничій лінії.

7	Логістичні ризики воєнного часу	Блокування кордонів (затримка імпорту плівки/лаку) або пошкодження складської інфраструктури внаслідок обстрілів.	Збільшення страхових запасів імпортних компонентів на складі (buffer stock), диверсифікація постачальників, розосередження готової продукції.
8	Енергетична нестабільність (Блекаути)	Раптові відключення електроенергії можуть зупинити виробничу лінію (екструдер/каландр), що призведе до псування партії сировини та поломки обладнання.	Впровадження гнучкого графіка роботи (нічні зміни за наявності світла), закупівля промислового генератора для підтримки критичних вузлів.

Аналіз факторів ризику показує, що окрім стандартних економічних загроз, найбільш суттєвий вплив на діяльність підприємства можуть мати енергетична нестабільність та порушення логістичних ланцюгів внаслідок воєнних дій. Проте, як зазначено у графі «Ймовірна реакція компанії», стартап передбачає комплекс превентивних заходів: від створення страхових запасів сировини до впровадження гнучкого графіка виробництва. Такий підхід дозволяє мінімізувати вразливість бізнес-моделі та забезпечити безперервність постачання утепленого лінолеуму навіть в умовах зовнішньої турбулентності.

Окрім аналізу ризиків, стратегічне планування вимагає ідентифікації ринкових можливостей, які можуть стати драйверами зростання для стартапу «Тепло-Еко Підлога». Поточна ситуація в Україні, попри складність, формує унікальний запит на енергоефективні матеріали вітчизняного виробництва. Аналіз зовнішнього середовища дозволяє виділити низку сприятливих факторів, представлених у Таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 - Фактори можливостей

№ п\п	Фактори	Зміст
1	Тренд на енергозбереження	Споживачі шукають будь-які способи зберегти тепло в оселі, тепла підлога — один з них.
2	Екологічний тренд	Використання перероблених матеріалів приваблює свідому молодь.
3	Розвиток модульного будівництва	Велика потреба у швидких та недорогих оздоблювальних матеріалах для відновлення країни.
4	Інтернет-продажі	Можливість продавати напряду без націнок роздрібних мереж (відрізнні програми з доставкою).

Аналіз факторів можливостей свідчить про те, що стартап має потужний потенціал для масштабування саме в поточних умовах. Поєднання глобального тренду на екологічність із локальною потребою у швидкій відбудові країни створює сприятливе підґрунтя для виходу на ринок. Особливу увагу слід приділити залученню грантових коштів та участі у державних програмах відновлення, що може стати каталізатором розвитку компанії та компенсувати частину ризиків, пов'язаних із війною.

Щоб обрати правильну стратегію поведінки на ринку, недостатньо лише знати своїх конкурентів в обличчя — необхідно розуміти правила гри, які вже склалися в галузі [17]. Ринок підлогових покриттів має свою специфіку: високий поріг входу, значну залежність від імпорту та усталені канали збуту.

У Таблиці 6.8 проведено детальний аналіз конкурентного середовища за ключовими параметрами (інтенсивність, інноваційність, вартість боротьби), щоб виявити вразливі місця ринкових гігантів, якими може скористатися стартап «Тепло-Еко Підлога».

Таблиця 6.8 - Поетапний аналіз конкуренції на ринку.

№ п/п	Характеристики конкурентного середовища.	Виявлення цієї характеристики та її вплив на діяльність підприємств.
1	Інтенсивність конкуренції	Ринок характеризується як жорстка олігополія: домінування 3-4 глобальних гравців (Tarkett, IVC, Juteks). Боротьба ведеться не за розширення ринку, а за перерозподіл частки існуючих клієнтів, що змушує новачків шукати вузькі ніші.
2	Ступінь інноваційності	У масовому сегменті інновації загальмувалися і стосуються переважно дизайну (цифровий друк). Це дає шанс стартапу виділитися за рахунок <i>функціональних</i> інновацій (теплоізоляція, акустика), а не просто візуальних
3	Вартість конкуренції	Висока вартість залучення клієнта через насиченість рекламних каналів. Великі гравці використовують стратегію цінового демпінгу для витіснення локальних виробників, що вимагає від стартапу максимальної оптимізації собівартості.
4	Технологічний рівень	Лідери ринку володіють замкненими циклами виробництва та власними лабораторіями. Щоб конкурувати, стартап повинен забезпечити відповідність стандартам ISO, навіть використовуючи вторинну сировину (контроль відсутності токсичності).
5	Ринкові позиції	Споживачі мають високу інерцію вибору та довіру до відомих брендів. Позиції конкурентів у великих торгівельних мережах (DIY-гіпермаркети) є монолітними, тому стартапу доцільно починати з онлайн-каналів та дрібного роздробу.

6	Географічна присутність	Імпортні бренди мають розвинену дистрибуцію по всій країні. Для стартапу логістичне плече є критичним фактором: необхідність створення локальних складів у ключових регіонах для швидкої доставки рулонних матеріалів.
7	Брендинг та репутація	Репутація "екологічного бренду" є вільним полем. Конкуренти часто сприймаються як виробники "синтетики". Стартап може побудувати репутацію на прозорості (відео з виробництва, сертифікати Eco-Label) та соціальній відповідальності.
8	Умови входу на ринок	Вхідні бар'єри високі через капіталомісткість обладнання та складність входу в ритейл (висока плата за "вхід на полицю"). Однак, бар'єри в онлайн-сегменті та прямих продажах (B2C) значно нижчі.

Проведений поетапний аналіз дозволяє зробити критично важливий висновок: ринок характеризується жорсткою олігополією, де домінування 3-4 глобальних брендів робить пряму лобову конкуренцію (через демпінг або масову рекламу) неефективною та фінансово згубною для стартапу.

Однак аналіз також виявив суттєві прогалини у стратегіях лідерів:

1. Інноваційний застій: Гіганти фокусуються на візуальному дизайні (декорах), ігноруючи функціональні інновації (теплогбереження) у бюджетному сегменті.
2. Логістична неповороткість: Імпортна модель робить конкурентів вразливими до затримок на кордоні, що дає перевагу локальному виробнику.

Виходячи з цього, оптимальною моделлю поведінки для проекту «Тепло-Еко Підлога» є стратегія уникнення прямої конфронтації та перехід у площину «асиметричної конкуренції»: фокус на нішевому продукті (утеплений лінолеум), прямих продажах (D2C) та швидкості сервісу, що недоступна для імпортерів.

Після аналізу конкурентного середовища необхідно змістити фокус на споживача. Розуміння мотивації клієнта є ключем до успішних продажів:

важливо знати, якими саме критеріями керується людина, обираючи між різними постачальниками підлогових покриттів [17].

У Таблиці 6.9 наведено обґрунтування ключових факторів конкурентоспроможності (КФУ). У другій колонці розкрито не технічні характеристики продукту, а саме логіку споживача — чому той чи інший фактор є вирішальним при прийнятті рішення про покупку.

Таблиця 6.9 Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п\п	Фактори	Обґрунтування
1	Інноваційність продукту	Споживачі шукають сучасні рішення, які вирішують конкретні проблеми (холодна підлога, шум) краще, ніж застарілі матеріали. Клієнт обирає продукт, що дає додаткову функціональну цінність (теплоізоляцію) без складного монтажу.
2	Якість продукції	Для покупця критично важливо, щоб покриття не змінювало розмірів (не "сідало"), не мало хвиль та витримувало навантаження від меблів. Вибір постачальника базується на гарантії довговічності ремонту.
3	Цінова політика	В умовах економії клієнт порівнює пропозиції і обирає ту, яка дає максимум характеристик за кожную витрачену гривню. Важлива не просто низька ціна, а чесна ціна за утеплений матеріал.
4	Екологічна безпека	Клієнти (особливо сім'ї з дітьми) обирають матеріали, що мають сертифікати безпеки, не виділяють токсичних запахів та не містять шкідливих домішок, турбуючись про здоров'я родини.
5	Зручність логістики (Географія)	Споживач надає перевагу постачальнику, який може доставити габаритний рулон швидко і без

		пошкоджень. Швидкість отримання замовлення часто стає вирішальним фактором при виборі магазину.
6	Інформаційна підтримка	Клієнти обирають бренди, які надають чіткі інструкції, відео-огляди та "докази" ефективності (тепловізійні знімки), оскільки це знімає страх помилки перед покупкою нового продукту.

Як свідчить проведене обґрунтування, у сегменті бюджетних та середніх ремонтів споживач керується переважно раціональними та утилітарними мотивами. На відміну від преміум-сегменту, де важливу роль відіграє престиж бренду, для цільової аудиторії проекту «Тепло-Еко Підлога» пріоритетними є функціональність (тепло, тиша) та безпека за розумну ціну.

Такий розподіл пріоритетів підтверджує правильність обраної стратегії: замість витрат на іміджеву рекламу, стартапу доцільно фокусуватися на демонстрації фізичних властивостей продукту та наданні гарантій якості, що відповідає ключовим запитам клієнтів.

Завершальним етапом оцінювання ринкових перспектив проекту є формування SWOT-аналізу. Цей інструмент дає змогу визначити сильні та слабкі сторони, а також окреслити потенційні можливості й загрози для подальшої реалізації.

Для успішного виведення продукту на ринок необхідно чітко визначити, які переваги проекту є найбільш значущими для цільового споживача [18]. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності дозволяє сфокусувати маркетингові зусилля саме на тих властивостях, які створюють максимальну цінність для клієнта і роблять вибір на користь нашого продукту очевидним.

Таблиця 6.11 - Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін "Тепло-Еко Підлога "

№ п/ п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20 (Важливість)	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з «Тепло-Еко Підлога » (0) [T] - Tarkett [J] - Juteks						
			-3	- 2	- 1	0	+	+	+
1	Теплоізоляційні властивості	19		T ,J					
2	Шумопоглинання (Акустика)	16			J		T		
3	Екологічність складу	15			T	J			
4	Цінова привабливість	20		T	J				
5	Широта асортименту (Дизайн)	14					J	T	
6	Представленість у мережах	17						J, T	

Розшифровка та аналіз результатів:

1. Теплоізоляційні властивості (-2 для конкурентів): Це головна сильна сторона (Core Competence) нашого стартапу. Конкуренти [T] і [J] отримали оцінку «-2», оскільки їхні стандартні побутові колекції мають вищий коефіцієнт теплопровідності (холодніші), ніж наша технологія Double-Core. Вони *гірші* за нас у цьому аспекті.
2. Шумопоглинання: Стартап виграє у масових колекцій Juteks (-1), але може поступатися спеціалізованим акустичним (але дорогим) серіям Tarkett (+1), якщо порівнювати з їх топовим сегментом.

3. Цінова привабливість: Конкуренти отримали негативні бали (-2 та -1), що означає їхню слабкість у ціні відносно нас. Продукція Tarkett [T] значно дорожча, Juteks [J] — помірно дорожча. Наш продукт доступніший, тому ми виграємо цей фактор.
4. Широта асортименту та Бренд (+2, +3): Тут конкуренти мають беззаперечну перевагу. Tarkett [T] має сотні декорів та світову славу (+3), що є серйозною загрозою для нового невідомого бренду.

Висновок: Графічний профіль конкуренції показує, що стартап не може конкурувати з гігантами «на їхньому полі» (бренд, асортимент, полиці магазинів). Перемога можлива лише у «лівій частині» таблиці — за рахунок функціональних переваг (тепло, ціна), де конкуренти об'єктивно слабші.

Визначені сильні та слабкі сторони повністю враховані та деталізовані у матриці SWOT-аналізу проекту.

Таблиця 6.12 - SWOT-аналіз стартапу " Тепло-Еко Підлога "

Сильні сторони (Strengths): Унікальна термо-структура: Використання композитної основи (спінений ПВХ + повсть), що забезпечує коефіцієнт теплозасвоєння на рівні натурального коркового дерева. Цінова перевага: Зниження собівартості продукції на 25-30% завдяки впровадженню власної технології рециклінгу текстильних відходів для виробництва основи. Акустичний комфорт: Висока здатність гасити ударний шум (до 18 дБ), що є критичною перевагою для	Слабкі сторони (Weaknesses): Низька впізнаваність бренду: Відсутність історії та сформованої довіри споживачів у порівнянні з транснаціональними гігантами (Tarkett, Juteks). Технологічна залежність: Необхідність імпорту компонентів для верхнього шару (декоративні плівки, поліуретанові лаки), що впливає на стабільність виробництва. Обмежений асортимент: На старті проекту доступно лише 3-4 колекції декорів, що звужує вибір для дизайнерів інтер'єру.
--	--

мешканців багатоповерхових будинків. Екологічна сертифікація: Відсутність у складі фталатів та використання вторинної сировини, що слугує потужним маркетинговим аргументом для свідомої аудиторії.	Складність масштабування: Обмежені потужності виробничої лінії не дозволяють миттєво задовольнити великі оптові замовлення.
Можливості (Opportunities): Енергетична криза: Суттєве зростання попиту на пасивні методи утеплення житла через підвищення тарифів на опалення. Державні програми відновлення: Перспективна участь у тендерах на швидке відновлення житлового фонду та ремонт соціальних об'єктів. Тренд на DIY: Популяризація самостійного ремонту, де рулонний лінолеум виграє завдяки простішому монтажу, ніж ламінат чи плитка. Експортний потенціал: Можливість виходу на ринки ЄС під маркою "Eco-Product", де спостерігається стабільно високий попит на матеріали з переробленої сировини.	Загрози (Threats): Ціновий демпінг: Ризик тимчасового зниження цін великими гравцями ринку з метою витіснення нового конкурента з бюджетного сегменту. Волатильність валют: Зростання курсу євро або долара, що автоматично здорожчує імпортні адитиви та стабілізатори. Зміна споживчих смаків: Глобальний зсув ринку в бік модульних покриттів (LVT/SPC плитка), що може скоротити частку рулонних матеріалів. Логістичні збої: Можливі проблеми з постачанням сировини або доставкою готової продукції через нестабільну ситуацію в країні.

На основі результатів SWOT-аналізу формують перелік можливих стратегічних дій, які дадуть змогу вивести стартап на ринок у найоптимальніший

момент [15]. Це дозволяє врахувати ймовірні кроки конкурентів та їхні потенційні проєкти, що також можуть з'явитися на ринку.

6.2.4. Розроблення ринкової стратегії проєкту

Метою цього розділу є визначення стратегії поведінки стартап-проєкту «Тепло-Еко Підлога» на ринку, вибір цільових сегментів та позиціонування продукту.

6.2.5. Визначення стратегії охоплення ринку

Першим кроком є опис цільових груп потенційних споживачів та вибір стратегії охоплення ринку [18]. На основі попереднього аналізу виділено два ключові сегменти: приватні домогосподарства (B2C) та сектор відновлення житла/соціальна сфера (B2B/B2G).

Таблиця 6.14 - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ з/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Сегмент B2C (Домогосподарства): Власники квартир на 1-х поверхах, приватних будинків, дач, які прагнуть утеплити підлогу з мінімальними витратами (без	Висока. Споживачі шукають енергозбереження через зростання тарифів.	Високий. Сезонний пік (осінь-зима).	Висока. Наявність дешевого лінолеуму та ламінату в гіпермаркетах.	Легка. Можливість продажу через інтернет-магазин та дрібний роздріб.

	монтажу «теплої підлоги»).				
2	Сегмент B2B/B2G (Відбудова): Забудовники модульних містечок, підрядники з ремонту соціального житла (гуртожитки, садки), волонтерські фонди.	Середня/Висока. Головний критерій — ціна та відповідність нормам (теплоізоляція).	Високий. Зумовлений масштабами пошкоджень житлового фонду.	Середня. Великі бренди часто негнучкі в ціні або логістиці.	Складна. Потребує сертифікації, тендерної документації та відстрочки платежу.

Які цільові групи обрано: Для впровадження проекту обрано обидві групи.

Стратегія охоплення ринку: Стратегія диференційованого маркетингу. Компанія працюватиме з кількома сегментами, розробляючи для них окремі програми: для B2C — акцент на комфорті та екології (продаж відрізами), для B2B — акцент на спецціні та теплопровідності (оптовий продаж).

6.2.6. Визначення базової стратегії розвитку

Для успішної конкуренції з великими гравцями необхідно обрати базову стратегію розвитку за М. Портером (лідерство по витратах, диференціація або спеціалізація) [17].

Таблиця 6.15 - Визначення базової стратегії розвитку

№ з/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Виробництво та продаж утепленого лінолеуму з вторинної сировини.	Диференційований маркетинг.	1. Підвищена теплоізоляція (Double-Core основа). 2. Екологічність (Recycled materials). 3. Доступна ціна (нижча за аналоги Tarkett, але вища за найдешевший «Китай»).	Стратегія диференціації.

Вибір стратегії диференціації як базової моделі розвитку зумовлений необхідністю уникнення прямої конкуренції з великими ринковими гравцями, які мають суттєву перевагу у витратах за рахунок ефекту масштабу. Зосередження на унікальних характеристиках продукту — підвищеній теплоізоляції та використанні вторинної сировини — дозволяє стартапу вийти з площини виключно цінового порівняння. Це надає можливість сформуванню власної ринкової нішу, де ключовим критерієм вибору для споживача стає не найнижча ціна, а додаткова цінність у вигляді комфорту та енергоефективності.

6.2.7. Визначення стратегії конкурентної поведінки

На основі аналізу конкурентного середовища та власних ресурсних можливостей було обрано оптимальну стратегію поведінки стартапу на ринку.

Таблиця 6.16 - Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ з/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
1	Ні. Ринок лінолеуму є сформованим. Проект виступає новатором лише у технології виробництва основи (Double-Core), але не створює нову товарну категорію.	Стратегія змішана: компанія планує забирати існуючих клієнтів конкурентів, які незадоволені низькою теплоізоляцією стандартних покриттів, а також залучати сегмент, що раніше обирав килими.	Частково. Копіюються форма випуску (рулон), стандарти монтажу та візуальні дизайни (декори під дерево/плитку). Не копіюється структура матеріалу та склад сировини.	Стратегія зайняття конкурентної ніші (Стратегія нішера/фахівця).

Враховуючи жорстку олігополістичну структуру ринку та обмежені фінансові ресурси стартапу, обрано стратегію зайняття конкурентної ніші (нішера). Реалізація стратегій «лідера» або «претендента на лідерство» є неможливою через неспівставність бюджетів з глобальними гравцями (Tarkett, Juteks).

Стратегія «нішера» дозволяє стартапу уникнути прямої конкурентної боротьби в масовому сегменті, сфокусувавшись на специфічній потребі — максимальному енергозбереженні покриття [18]. Обрана ніша (утеплений лінолеум з вторинної сировини) є достатньою за обсягом для прибуткової діяльності, але занадто вузькою для швидкої реакції з боку великих конкурентів, що дозволить компанії сформувати лояльну базу клієнтів та захистити свої ринкові позиції.

6.2.8. Розроблення стратегії позиціонування

Стратегія позиціонування формує сприйняття бренду споживачем. Вона базується на вимогах аудиторії та обраній стратегії диференціації. Мета позиціонування — створити чіткий асоціативний ряд, який відрізняє продукт від конкурентів [18].

Таблиця 6.17 - Визначення стратегії позиціонування

№ з/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	1. Тепло (не тягне холодом від	Диференціація (фокус на унікальних	1. Коефіцієнт теплопровідності 0,12 Вт/м·К (тепліший за стандарт).	1. «Найтепліший лінолеум» (Альтернатива

	бетонної стяжки). 2. Доступна ціна (бюджетний ремонт). 3. Безпека (відсутність токсичних запахів).	властивостях продукту).	2. Шумопоглинання до 21 дБ. 3. Використання перероблених матеріалів (Eco- friendly).	електричній теплій підлозі). 2. «Еко- відповідальний вибір» (Зроблено з турботою про природу). 3. «Чесна ціна» (Платите за тепло, а не за бренд).
--	---	----------------------------	---	--

Висновки щодо позиціонування: Обрана стратегія позиціонування дозволяє сформувати у свідомості споживача чіткий образ бренду, який базується на вирішенні конкретної проблеми — «холодної підлоги». Фокусування на асоціаціях «тепло» та «екологічність» дозволяє дистанціюватися від прямого цінового порівняння зі стандартним дешевим лінолеумом, переміщуючи продукт у категорію функціональних рішень для комфорту. Такий підхід робить вибір на користь «Тепло-Еко Підлога» раціонально обґрунтованим для клієнта.

6.2.9. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Формування маркетингової концепції товару

Першим кроком розробки програми маркетингу є чітке визначення концепції товару — сукупності корисних властивостей, які отримує споживач [19]. Підсумувавши результати аналізу конкурентоспроможності, сформульовано ключові переваги продукту «Тепло-Еко Підлога».

Таблиця 6.18 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ з/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Забезпечення тепла: Потреба в теплій підлозі без капітальних витрат на монтаж електричних/водяних систем підігріву.	Теплоізоляція: Продукт має низький коефіцієнт теплопровідності (0,12 Вт/м·К) та є теплим на дотик навіть на бетонній стяжці.	Технологія Double-Core: Унікальна подвійна основа (спінений ПВХ + повсть), яка забезпечує краще збереження тепла, ніж стандартні одношарові покриття конкурентів у бюджетному сегменті.
2	Економія бюджету: Потреба в якісному ремонті за обмежених фінансових ресурсів.	Доступна ціна + Енергоефективність: Клієнт отримує утеплений матеріал за ціною звичайного, плюс економить на опаленні приміщення.	Оптимізована собівартість: Використання переробленого текстилю дозволяє тримати ціну нижчою за імпортні аналоги (Tarkett, Juteks), зберігаючи високі експлуатаційні характеристики.

3	Акустичний комфорт: Потреба в тиші (ізоляція від сусідів знизу, гасіння звуку кроків) у багатоквартирних будинках.	Шумопоглинання: Зниження рівня ударного шуму до 21 дБ, що створює ефект «тихої підлоги».	Інтегрована акустика: Більшість конкурентів пропонують такі показники лише в дорогих спеціалізованих лінійках, тоді як у нашому проєкті це базова властивість продукту.
4	Безпека та Екологія: Потреба у безпечних матеріалах для дитячих кімнат та соціальних закладів.	Еко-безпека: Відсутність різкого хімічного запаху та використання безпечної вторинної сировини.	Маркетингова перевага «Green Product»: Позиціонування як першого українського еко- лінолеуму, що відповідає тренду сталого розвитку, на відміну від «синтетичного» іміджу конкурентів.

Обґрунтування концепції: На основі Таблиці 18 можна зробити висновок, що маркетингова концепція товару будується не просто на продажу підлогового покриття, а на пропозиції комплексного рішення «3 в 1»: утеплення, звукоізоляція та економія. Ключовою конкурентною перевагою, яку необхідно створити та комунікувати, є технологія Double-Core, яка виступає головним диференціатором продукту на ринку.

6.2.10. Розробка трирівневої маркетингової моделі товару

Для деталізації товарної пропозиції розроблено трирівневу модель продукту «Тепло-Еко Підлога», яка описує його сутність, фактичне виконання та додатковий сервіс.

Таблиця 6.19 - Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Опис базової потреби: Забезпечення теплового комфорту в оселі та зниження енерговитрат без капітальних інвестицій у систему опалення. Основна функціональна вигода: Збереження тепла та ізоляція від холодної основи підлоги.
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики: 1. Структура: 5-шарова (захист, декор, склохолст, спінений ПВХ, повсть). 2. Параметри: Товщина 4.5 мм, захисний шар 0.4 мм, ширина 2.5-3.5 м. 3. Дизайн: Текстури під дерево (дуб, ясен) та камінь. Якість: Відповідність ТУ У (Технічні умови), наявність гігієнічного висновку СЕС, клас зносостійкості 23/32. Пакування: Рулон у захисній поліетиленовій плівці з картонною гільзою всередині та захисними торцевими ковпаками. Марка: Торгова марка «Тепло-Еко Підлога».
III. Товар із підкріпленням	До продажу: 1. Безкоштовна відправка зразків (sample-box) для тактильної оцінки.

	2. Онлайн-калькулятор розрахунку площі та консультація технолога. Після продажу: 1. Гарантія 10 років на цілісність покриття (при побутовому використанні). 2. Послуга доставки габаритного вантажу до дверей (спільно з логістичними партнерами).
--	--

За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання:

1. Технологічне Ноу-хау: Унікальна рецептура термоадгезивного шару, що дозволяє надійно з'єднувати гідрофобний ПВХ-шар із пористою повстяною основою з вторинної сировини (складність технологічного процесу є бар'єром для дрібних виробників).
2. Сировинний бар'єр: Налагоджена власна екосистема збору та сортування специфічних текстильних відходів забезпечує низьку собівартість. Великим конкурентам економічно не вигідно перебудовувати високошвидкісні лінії під роботу з нестабільною вторинною сировиною, що захищає стартап від швидкого копіювання лідерами ринку.

6.2.11. Визначення цінових меж

Аналіз проводиться з урахуванням того, що продукт позиціонується в сегменті «Економ» та «Середній-», де ціна є одним із вирішальних факторів прийняття рішення про покупку.

Таблиця 6.20 - Визначення меж встановлення ціни

№ з/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	Ламінат (бюджетний) + підкладка: 450–550 грн/м ² (сприймається як «престижніший», але холодний). Ковролін (бюджетний): 350–480 грн/м ² (теплий, але складний у догляді).	Tarkett (утеплені колекції): 550–750 грн/м ² (преміум сегмент). Juteks (середній сегмент): 450–600 грн/м ² . Дешевий лінолеум (Китай/тонкий): 250–320 грн/м ² (холодний).	Середній та Нижче середнього. Цільова аудиторія чутлива до ціни. Готові переплатити за функцію «тепла» не більше 15-20% від ціни найдешевшого покриття, але не готові платити ціну європейських брендів.	Нижня межа: 320 грн/м ² (визначається собівартістю виробництва з урахуванням дешевої вторинної сировини та мінімальної рентабельності). Верхня межа: 480 грн/м ² (психологічний бар'єр: якщо ціна вища, клієнт обере відомий бренд Tarkett або перейде на ламінат).

Аналіз цінових меж:

1. Нижня межа (320 грн/м²): Сформована на основі розрахункової виробничої собівартості продукту, яка є зниженою завдяки використанню текстильних відходів, плюс мінімальна маржа для покриття операційних витрат. Опускатися нижче цієї межі небезпечно для фінансової стійкості підприємства.
2. Верхня межа (480 грн/м²): Обмежена ціновою політикою основних конкурентів (Juteks) та товарів-субститутів (недорогий ламінат). Якщо ціна стартап-продукту наблизиться до ціни розкручених брендів, споживач з високою ймовірністю обере перевіреного виробника, ігноруючи перевагу в теплоізоляції.
3. Оптимальний ціновий коридор: Найбільш привабливою є ціна в діапазоні 380–420 грн/м², що дозволяє виглядати значно вигідніше за європейські бренди, але якісніше за дешеві китайські аналоги.

6.2.12. Обґрунтування вибору системи збуту

Для реалізації стартап-проекту «Тепло-Еко Підлога» обрано комбіновану систему збуту з домінуванням прямих продажів. Таке рішення зумовлене необхідністю збереження маржинальності продукту на етапі виходу на ринок та високими бар'єрами входу (лістингові платежі, штрафи, тривала відстрочка оплат) до великих національних торговельних мереж.

У якості основної моделі обрано канал нульового рівня (прямий маркетинг: Виробник → Споживач) [19]. Для роздрібних клієнтів (B2C) він реалізується через власний інтернет-магазин та маркетплейси, що дозволяє компанії безпосередньо контролювати сервіс, організовувати порізку матеріалу під розміри замовника та забезпечувати логістику. Для корпоративних та державних замовників (B2B/B2G) канал нульового рівня функціонує через власний відділ активних продажів та участь у тендерних закупівлях, що виключає витрати на дилерів.

Таблиця 6.21 - Формування системи збуту

№ з/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Сегмент B2C (Фізичні особи): Клієнти шукають товар в інтернеті, порівнюють ціни, читають відгуки. Потребують консультації, «відрізної програми» (купівля на кімнату, а не цілим рулоном) та адресної доставки важкого товару.	1. Організація порізки товару під розмір клієнта. 2. Якісна упаковка для захисту при транспортуванні. 3. Логістика (доставка габаритного вантажу). 4. Відправка зразків (sample-box).	Канал нульового рівня (Прямий маркетинг: Виробник → Споживач).	Власний інтернет-магазин + Маркетплейси (Prom, Rozetka). Дозволяє зберегти маржинальність та контролювати якість сервісу без посередників.
2	Сегмент B2B/B2G (Забудовники/Держав а): Закупівля великими партіями через тендери або прямі договори. Вимагають повний пакет документів (ПДВ, сертифікати,	1. Участь у тендерних процедурах (Prozorro). 2. Надання відстрочки платежу. 3. Юридичний супровід угоди.	Канал нульового рівня (Прямі продажі).	Власний відділ активних продажів. Менеджери напряму контактують із забудовниками и модульного

	висновки СЕС) та можливість відстрочки платежу.	4. Відвантаження великих партій зі складу.		житла та соціальних об'єктів.
3	Регіональні клієнти (Офлайн): Консервативна аудиторія, яка бажає фізично оглянути товар перед покупкою. Купують на місцевих ринках або в невеликих будівельних магазинах. ¹	1. Забезпечення точок продажу виставковими стендами/зразками. ² 2. Регулярне поповнення товарних запасів. ³ 3. Навчання продавців партне ⁴ ра перевагам продукту.	Однорівневий канал (Виробник → Роздрібний продавець → Споживач).	Партнерська мережа (Дрібний роздріб). Співпраця з локальними магазинами будматеріалів у райцентрах (без входу у національні мережі на старті).

Додатково використовується однорівневий канал збуту для охоплення регіональних ринків. Як посередників обрано локальні спеціалізовані магазини будматеріалів та торгові точки на ринках у районних центрах. Співпраця з дрібним роздробом, на відміну від великих мереж, дозволяє гнучко домовлятися про умови постачання та забезпечує фізичну присутність товару для консервативної аудиторії, яка потребує тактильного контакту зі зразками продукції перед покупкою.

6.2.13. Розроблення концепції маркетингових комунікацій.

Цей етап спирається на розроблену раніше стратегію позиціонування (як експерта з «теплої підлоги») та враховує визначену специфіку поведінки клієнтів у сегментах B2C та B2B [17]. Метою розробки комунікаційної

політики є донесення ключових конкурентних переваг до споживача через найбільш релевантні канали зв'язку. Узагальнена концепція представлена в Таблиці 6.22.

Таблиця 6.22 - Концепція маркетингових комунікацій

№ з/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	B2C (Домогосподарства): Емоційно-раціональний вибір. Шукають вирішення побутової проблеми (холодно), довіряють відео-оглядам, відгукам та наочним демонстраціям (тест з тепловізором).	1. SMM (Social Media): Таргетована реклама в Facebook/Instagram (відео «До/Після»). 2. YouTube: Огляди блогерів-будівельників (DIY). 3. Google Ads: Пошукова реклама за запитом «теплий лінолеум».	«Найтепліший лінолеум», «Еко-відповідальний вибір».	Інформування про нову технологію Double-Core та переконання у ефективності утеплення без електрики.	«Зроби підлогу теплою за вихідні! Тепло-Еко Підлога — комфорт без зайвих витрат.»

2	B2B (Забудовники/Держава): Суто раціональний вибір. Орієнтуються на кошторис, сертифікати відповідності, швидкість постачання та юридичну прозорість.	1. Direct Marketing: Розсилка комерційних пропозицій та зразків у відділи постачання. 2. Галузеві події: Участь у будівельних виставках та форумах з відновлення. 3. PR: Статті на профільних ресурсах про енергоефективність.	«Чесна ціна», «Надійний партнер», «Український виробник».	Формування довіри до бренду як надійного постачальника для державних програм відновлення.	«Енергоефективні рішення для відбудови країни. Сертифікована якість, українська ціна.»
---	--	---	--	--	---

«Розроблена маркетингова програма стартап-проекту «Тепло-Еко Підлога» базується на створенні унікальної ціннісної пропозиції — доступного енергоефективного покриття з вторинної сировини.

1. Концепція товару передбачає випуск інноваційного продукту з технологією Double-Core, що вирішує проблему холодних підлог у бюджетному сегменті.

2. Цінова стратегія орієнтована на середній-нижній сегмент (380-420 грн/м²), що забезпечує конкурентоспроможність відносно імпортних аналогів.

3. Система збуту побудована на комбінації прямих онлайн-продажів (для збереження маржі) та активної роботи з B2B-сектором, минаючи дорогі національні роздрібні мережі на етапі старту.

4. Стратегія просування сфокусована на цифрові канали комунікації та демонстрацію функціональних переваг продукту (тепло, тиша, екологія), що дозволяє ефективно охопити цільову аудиторію з мінімальними витратами бюджету.»

Висновки:

Проведене маркетингове дослідження підтвердило високий потенціал комерціалізації стартап-проекту «Тепло-Еко Підлога» в сучасних ринкових умовах. Аналіз зовнішнього середовища засвідчив наявність стійкого попиту на енергоефективні будівельні матеріали, що зумовлено глобальним трендом на енергозбереження та нагальною потребою у швидкому відновленні житлового фонду України. Розрахункові показники рентабельності вказують на фінансову привабливість бізнес-моделі, оскільки впровадження власної технології переробки текстильних відходів дозволяє знизити собівартість продукції на 20-30% порівняно з традиційними аналогами, забезпечуючи необхідний запас фінансової стійкості навіть при коливаннях ринкових цін.

Перспективи впровадження продукту оцінюються як позитивні, особливо в сегментах приватних домогосподарств (B2C) та програм відбудови соціального житла (B2B/B2G). Незважаючи на жорстку олігополістичну структуру ринку, де домінують транснаціональні корпорації, та наявність високих вхідних бар'єрів у вигляді сертифікації та капіталоємності виробництва, стартап володіє необхідним рівнем конкурентоспроможності. Це досягається завдяки унікальній торговельній пропозиції, що базується на технології Double-Core: поєднанні високих теплоізоляційних властивостей та екологічної безпеки за ціною середнього сегменту, що вигідно відрізняє продукт від дорогих імпорتنих рішень та неякісних дешевих замінників.

Для ринкової реалізації проекту визначено стратегію «нішера» (фахівця), яка передбачає відмову від прямої лобової конкуренції з гігантами індустрії в масовому сегменті та фокусування на диференціації продукту як експертного рішення для утеплення підлоги. Оптимальною альтернативою впровадження обрано комбіновану модель прямого збуту, що включає розвиток власного інтернет-магазину для кінцевих споживачів та створення відділу активних

продажів для роботи з забудовниками. Такий підхід дозволяє зберегти маржинальність, контролювати якість сервісу та уникнути значних витрат на вхід у національні роздрібні мережі на етапі запуску.

Узагальнюючи вищевикладене, подальша імплементація стартап-проекту є повністю доцільною. Ідея відповідає актуальним соціально-економічним запитам, має чітко окреслену цільову аудиторію та захищені конкурентні переваги, що створює надійне підґрунтя для переходу до етапів виробничого планування та залучення інвестицій.

6.3. Охорона праці

Охорона праці в умовах сучасного промислового виробництва розглядається як цілісна, структурно впорядкована система взаємопов'язаних організаційних, інженерно-технічних та нормативно-правових заходів, спрямованих на формування безпечних і нешкідливих умов трудової діяльності. Її основне призначення полягає у забезпеченні неухильного дотримання вимог чинного законодавства у сфері безпеки праці, що створює передумови для збереження життя і працездатності працівників, зниження рівня виробничого травматизму та професійної захворюваності, а також мінімізації негативного У межах дипломного проекту, присвяченого проектуванню та аналізу каландра для виготовлення утепленого лінолеуму з урахуванням температурних деформацій його конструктивних елементів, передбачено реалізацію комплексу спеціалізованих заходів з охорони праці. Зазначені заходи спрямовані на забезпечення безпечної, надійної та стабільної експлуатації всієї технологічної лінії, з особливим акцентом на функціонування її ключового вузла — каландра, що визначає безперервність і якість виробничого процесу [20].

Експлуатація технологічного обладнання здійснюється обслуговуючим персоналом з окремого операторського приміщення, тоді як виробнича лінія розміщується у спеціально обладнаному цеху. Відповідно до прийнятих технологічних рішень площа виробничого приміщення становить 250 м², а його загальний об'єм — 1500 м³, що забезпечує можливість раціонального

розміщення обладнання з дотриманням вимог безпеки, санітарно-гігієнічних норм та необхідного повітрообміну.

Для умов даного виробництва визначено ряд потенційно небезпечних і шкідливих факторів, що підлягають постійному контролю. До них відносяться рівень освітлення робочих зон, інтенсивність виробничого шуму, параметри повітряного середовища, стан електробезпеки технологічного обладнання, а також ефективність заходів пожежної безпеки.

6.3.1. Повітря робочої зони

Праця оператора, який виконує обслуговування тривалкового каландра, відповідно до положень ДСН 3.3.6.042-99 відноситься до категорії легкої роботи Іб. До зазначеної категорії зараховують види трудової діяльності, що здійснюються у положенні сидячи або стоячи, а також операції з помірною руховою активністю, зокрема короткочасним пересуванням, які не супроводжуються значними фізичними навантаженнями. За таких умов величина енерговитрат працівника, як правило, знаходиться в інтервалі 121–150 ккал/год, що відповідає приблизно 175 Вт і є характерним для легкої праці з підвищеною інтенсивністю, віднесеної до категорії Іа [20].

З урахуванням класифікації умов праці та специфіки технологічного процесу параметри мікроклімату у робочій зоні каландра мають відповідати оптимальним нормативним показникам. Це забезпечує підтримання стабільного теплового стану організму оператора, а також сприяє надійній і безпечній експлуатації технологічного обладнання [21].

Таблиця 6.2.1 – Параметри мікроклімату робочого середовища

Параметр	В холодний період	В теплий період
Температура повітря, С°	в межах 22-24	в межах 22-24
Швидкість руху повітря, м/с	не більше 0,1	не більше 0,1
Відносна вологість повітря, %	в межах 60-40	в межах 60-40

Вимоги щодо стану повітряного середовища у виробничих приміщеннях встановлюються відповідно до положень ДСН 3.3.6.042-99, якими

регламентуються гранично допустимі параметри повітря для створення безпечних і комфортних умов праці. Згідно з вимогами ДБН В.1.1-7:2016, виробничий цех, у якому експлуатується каландр, повинен бути обладнаний як загальнообмінною, так і місцевою вентиляцією.

Поєднання цих систем забезпечує локалізоване та ефективне відведення пилу, шкідливих аерозольних домішок і токсичних газоподібних речовин, що можуть виникати в процесі перероблення сировини. Організація достатнього повітрообміну є необхідною умовою безперебійної роботи технологічного обладнання та підтримання нормативного мікроклімату, безпечного для здоров'я обслуговуючого персоналу [20].

6.3.2. Промислове освітлення

Освітлення виробничого цеху є одним із ключових елементів системи охорони праці, оскільки воно безпосередньо визначає рівень безпеки та впливає на стан здоров'я працівників. Достатній і якісний світловий режим має забезпечувати необхідну освітленість робочих зон та коректну передачу кольорів, що набуває особливої ваги під час виконання точних операцій і роботи з рухомими механізмами, дозволяючи зменшити ймовірність виникнення небезпечних ситуацій [21].

Рационально організоване освітлення робочого місця оператора чотирьохвалкового каландра сприятливо позначається на його психофізіологічному стані, підвищує продуктивність праці та рівень безпеки, а також забезпечує збереження працездатності протягом усього робочого дня. Для створення комфортних умов у цеху передбачено використання природного освітлення за рахунок бічних світлових прорізів, через які денне світло надходить у приміщення крізь вікна зовнішніх стін, що дозволяє ефективно організувати роботу в світлу пору доби.

Відповідно до вимог ДБН В.2.5-28:2018 нормативний рівень освітленості робочого місця оператора каландра повинен становити 300 лк. З метою забезпечення штучного освітлення, максимально наближеного за характеристиками до природного, у приміщенні застосовано світильники типу

A-LED-50x24-3-1000-165-25056 потужністю 165 Вт кожний. Їх розміщення у два ряди по дві одиниці забезпечує рівномірний розподіл світлового потоку по всій робочій зоні.

6.3.3. Виробничий шум

Основними джерелами акустичного навантаження в каландрових виробничих лініях є привідний редуктор, електродвигун, а також головний робочий вузол каландра — система валків. Відповідно до положень ДСН 3.3.6.037-99, допустимий рівень шуму на робочому місці оператора не повинен перевищувати 65 дБА. Водночас реальні значення шумового фону в умовах каландрово-екструзійного виробництва істотно залежать від технічного стану обладнання, властивостей перероблюваних матеріалів, режимів роботи агрегатів та загальних умов експлуатації. У даному випадку середній рівень шуму в зоні розміщення виробничої лінії становить близько 95 дБА, що суттєво перевищує нормативно допустимі показники.

Незважаючи на те, що для подібних виробництв гранично допустимим часто вважається рівень шуму до 80 дБА, тривале перевищення цього значення становить серйозну загрозу для здоров'я працівників. Підвищене шумове навантаження може призводити до часткової або повної втрати слуху, зниження розумової працездатності, погіршення концентрації уваги, підвищеної нервової напруги та швидкої втоми, що обумовлює необхідність впровадження ефективних захисних заходів.

З урахуванням вимог охорони праці для операторів передбачено використання індивідуальних засобів захисту органів слуху. Зокрема, застосування протишумових навушників типу Dnipro-M Profi дозволяє знизити рівень шуму приблизно на 32 дБА, що істотно зменшує негативний вплив виробничого середовища та забезпечує більш безпечні умови роботи персоналу.

6.3.4. Електробезпека

Електробезпека у виробничому середовищі посідає одне з провідних місць у системі охорони праці, оскільки недотримання вимог експлуатації або технічного обслуговування електроустановок може призвести до тяжких травм,

виникнення пожеж та інших аварійних ситуацій. У приміщенні, де експлуатується виробнича лінія з каландром, застосовується електрична мережа напругою 220/380 В із частотою 50 Гц та ізольованою нейтраллю, що за класифікацією відноситься до умов із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом [21].

Ризик виникнення електротравм у процесі виробництва обумовлений поєднанням низки факторів. Вирішальне значення має стан ізоляції електропроводки, оскільки пошкоджені кабелі та елементи електричних мереж створюють безпосередню загрозу ураження струмом. Додаткову небезпеку становлять порушення правил експлуатації обладнання, зокрема застосування несертифікованих електропристроїв, неправильне підключення до мережі, робота у вологому середовищі без належних засобів захисту, а також використання обладнання з дефектною ізоляцією. Суттєвим чинником ризику є і недостатня кваліфікація персоналу, коли працівники не мають належної підготовки щодо безпечної роботи з електрообладнанням або неправильно користуються інструментами. Недотримання виробничої дисципліни, ігнорування встановлених регламентів та помилки під час монтажу електросистем значно підвищують рівень небезпеки [21].

З урахуванням того, що тривала дія електричного струму силою близько 0,01 А вже становить серйозну загрозу для життя і здоров'я людини, особливої уваги потребує реалізація комплексу організаційних і технічних заходів відповідно до вимог ДСТУ 7237:2011. Надійне заземлення всіх електроустановок запобігає виникненню небезпечних струмів витоку. Правильне маркування та захист кабельних ліній, зокрема їх прокладання у металевих трубах або коробах, знижують імовірність механічних пошкоджень. Розміщення чітких і добре помітних знаків електробезпеки забезпечує своєчасне інформування персоналу про потенційні ризики. Важливу роль відіграють справні пристрої захисного відключення, які автоматично припиняють електроживлення у разі виникнення аварійних режимів.

Виконання зазначених вимог дозволяє сформувати надійну та комплексну систему електробезпеки, що забезпечує ефективний захист персоналу від

небезпечних ситуацій і стабільну, безпечну експлуатацію виробничого обладнання.

6.3.5. Пожежна безпека

Пожежна безпека на промислових підприємствах реалізується шляхом впровадження комплексу організаційних та інженерно-технічних заходів, спрямованих на попередження виникнення загорянь, стримування їх поширення та зменшення можливих матеріальних і техногенних втрат. Важливою складовою цих заходів є створення умов для своєчасного виклику пожежно-рятувальних підрозділів і забезпечення ефективного гасіння пожеж на початкових стадіях. Особливо підвищену увагу слід приділяти виробничим лініям із використанням каландрового обладнання, оскільки технологічний процес передбачає нагрівання полімерної сировини. Такі матеріали характеризуються здатністю до займання при температурах порядку 350–400 °С, що суттєво підвищує рівень пожежної небезпеки [20].

Згідно з вимогами ДСТУ Б В.1.1-36:2016, приміщення, у якому встановлено каландрове обладнання, відноситься до класу пожежної небезпеки В, має пожежні зони П-Па та належить до категорії небезпеки II. Подібна класифікація свідчить про наявність підвищеного ризику виникнення пожежі, зумовленого низкою чинників. До найбільш імовірних причин загорянь належать порушення вимог електробезпеки, іскріння або займання електроізоляції під час виконання зварювальних робіт, недотримання норм виробничої дисципліни, а також експлуатація електрообладнання, що не відповідає встановленим технічним вимогам. Значну небезпеку також становлять короткі замикання та аварійні режими роботи електромережі.

З метою зменшення ймовірності виникнення пожеж необхідно систематично впроваджувати профілактичні заходи. Проведення регулярних інструктажів з пожежної безпеки та планових технічних оглядів обладнання забезпечує належний контроль за станом виробничої лінії. Приміщення має бути укомплектоване необхідними засобами пожежогасіння, зокрема піском, переносними та стаціонарними вогнегасниками, а також пожежними гідрантами. Встановлення датчиків диму, систем електричної пожежної сигналізації та

обов'язкове заземлення металевих частин обладнання істотно підвищують рівень протипожежного захисту. Не менш важливо, щоб персонал був детально ознайомлений із планом евакуації та алгоритмом дій у разі виникнення пожежі.

У виробничому приміщенні повинні бути передбачені засоби оперативного зв'язку, зокрема телефон та інформаційна табличка з номером екстреної служби «101», що забезпечує можливість швидкого виклику пожежних підрозділів. План евакуації із зазначенням шляхів виходу та особливостей переміщення працівників і обладнання має розміщуватися у доступному та добре помітному місці й регулярно актуалізуватися. Усі засоби протипожежного захисту необхідно зберігати у легкодоступних зонах, а їхній технічний стан підлягає постійному контролю з боку відповідальних осіб [21].

Приміщення, в якому експлуатується каландрова лінія, повинно бути обладнане щонайменше двома евакуаційними виходами. Ширина коридорів, що ведуть до них, має становити не менше 1,2–1,5 м, що гарантує безперешкодну евакуацію персоналу в разі надзвичайної ситуації. Норматив забезпеченості вогнегасниками передбачає наявність одного засобу пожежогасіння на кожні 100–150 м² площі, тому для даного приміщення необхідно мінімум три вогнегасники. Доцільним є використання порошкових вогнегасників типу ОП-5, ОП-8 або ОП-10, де числовий індекс відповідає масі вогнегасної речовини у кілограмах. Такі пристрої придатні для ліквідації пожеж класів А, В і С.

7. МОДЕРНІЗАЦІЯ УСТАНОВКИ

7.1. Розробка 3D-моделі базової і модернізованої частини установки

Для порівняльного аналізу базового та модернізованого вузлів каландра було сформовано комплекс числових моделей, що базуються на точних 3D-геометричних аналогах промислового устаткування. Дослідницький комплекс охоплює моделі для вивчення теплогідродинаміки та термопружності базового валка, а також вдосконалених варіантів за патентом [6]. Велика кількість розрахункових моделей диктується нелінійністю процесів та специфікою конструкцій. Методологія дисертаційної роботи передбачає розщеплення загальної задачі на два етапи: аналіз зв'язаних теплогідродинамічних потоків та розрахунок незв'язаної термопружності. Моделювання виконано в середовищі SolidWorks [22]. Візуалізацію геометрії та ескізної частини базової конструкції представлено на відповідних рисунках.

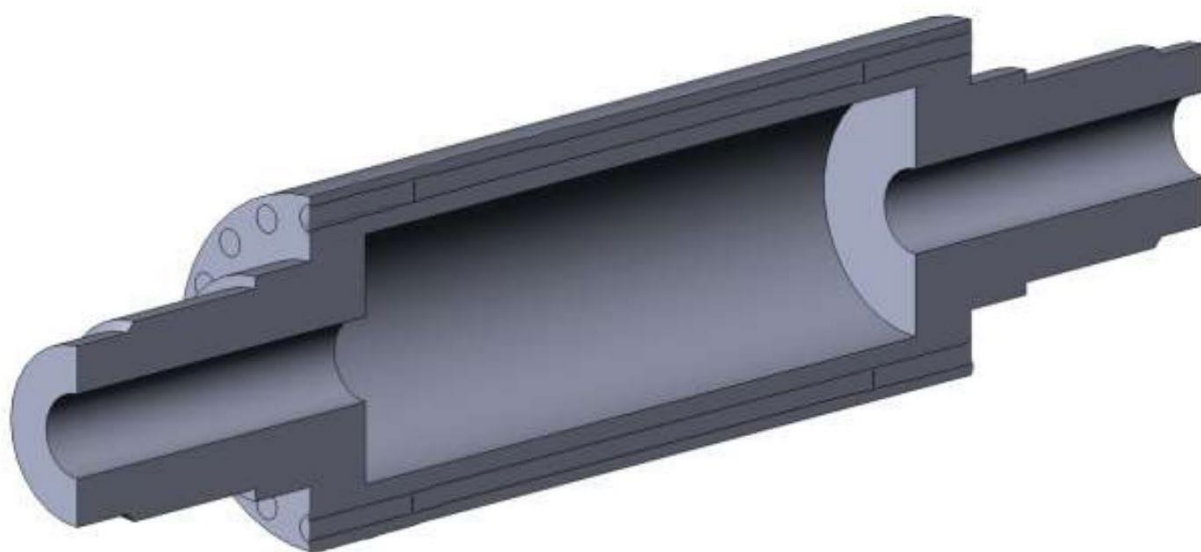


Рисунок 7.1 – Об'ємна геометрична модель базового валка, розроблена для аналізу тепло-гідродинамічних процесів

Чисельна симуляція та оцінка термомеханічних і тепло-гідродинамічних характеристик досліджуваних конструкцій валків (як базової, так і вдосконалених) реалізована за допомогою програмного комплексу ANSYS. Зокрема, було залучено функціональні модулі Workbench, Designer Modeler, Fluent, Steady-State Thermal та Static Structural. На відповідному рисунку представлена розрахункова модель базового валка, яка демонструє результат

дискретизації геометричного об'єкта (скінченно-елементну сітку) та прийняту схему граничних умов [23].

7.2. Визначення критичних параметрів, які визначають працездатність модернізованого вузла

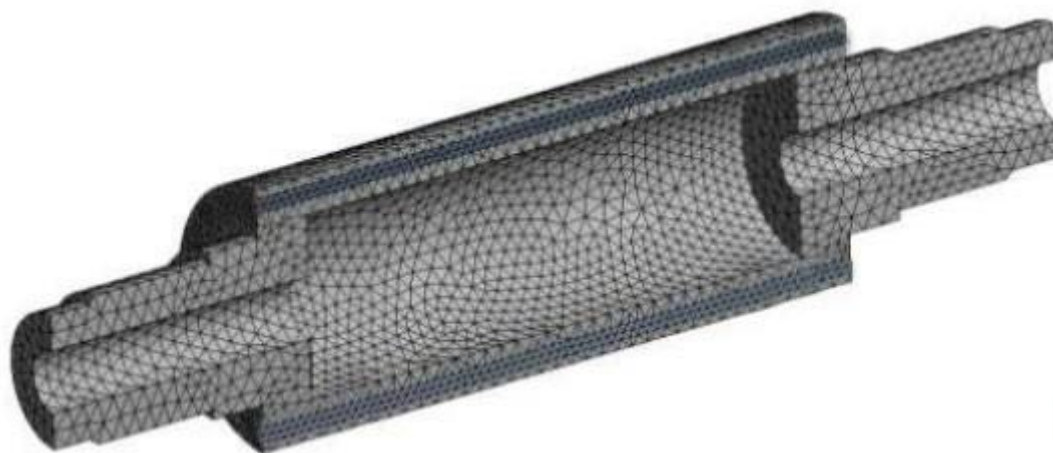


Рисунок 7.2 – Генерація обчислювальної сітки для дослідження фізичного стану валка каландра за патентною документацією № UA120214U.

Розрахункова область була розділена на 67 736 скінченних елементів, що сумарно утворюють сітку з 100 235 вузлами.

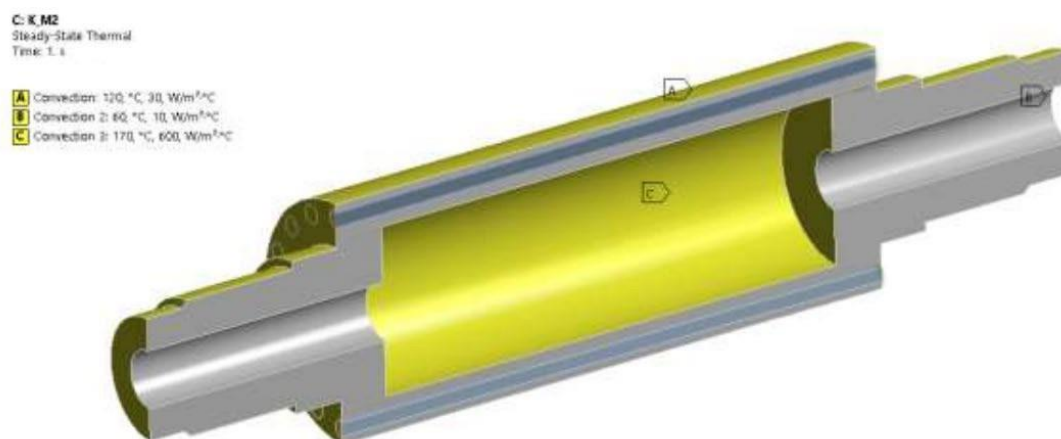


Рисунок 7.3 – Схема теплового навантаження числової моделі модернізованого валка каландра за патентом № UA120214U

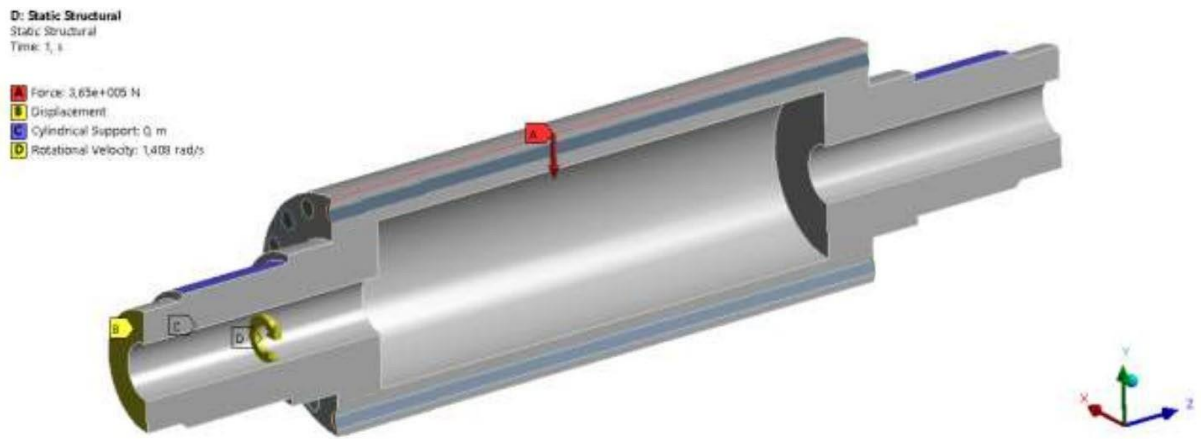


Рисунок 7.4 – Схема механічного навантаження числової моделі модернізованого валка каландра за патентом № UA120214U

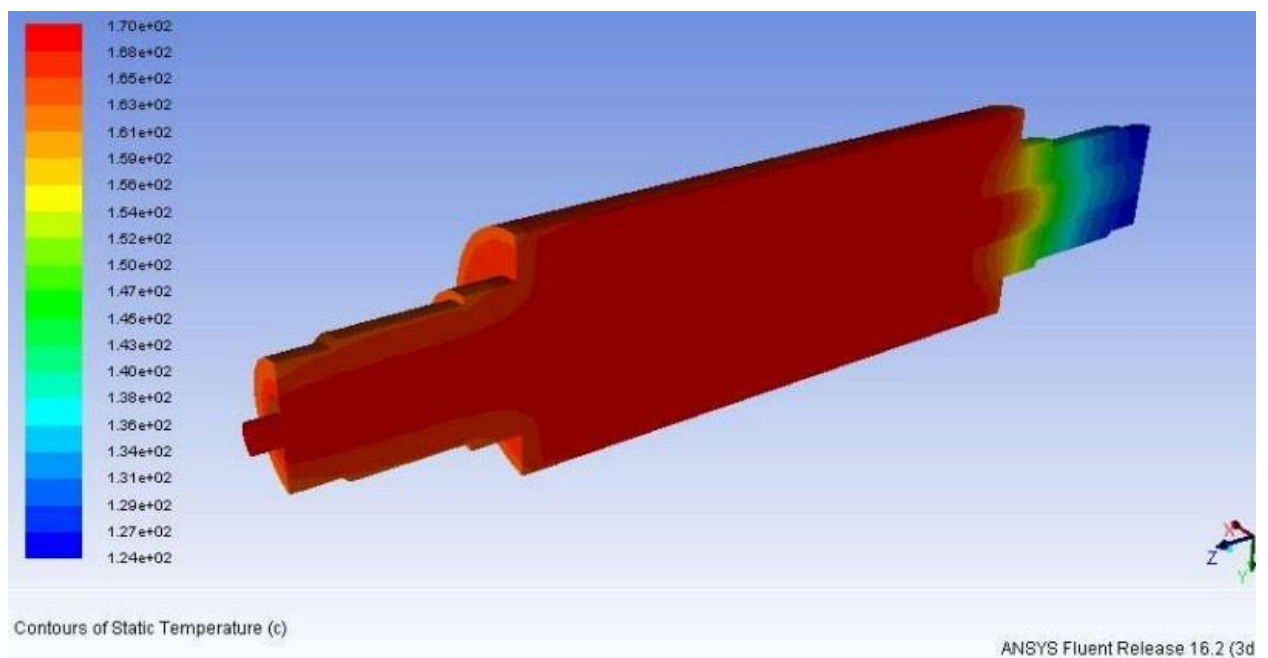


Рисунок 7.5 – Поле температур для базової моделі валка

Результати числового моделювання термопружного стану модернізованого за патентом № UA120214U валка каландра наведено на рисунку 7.6.

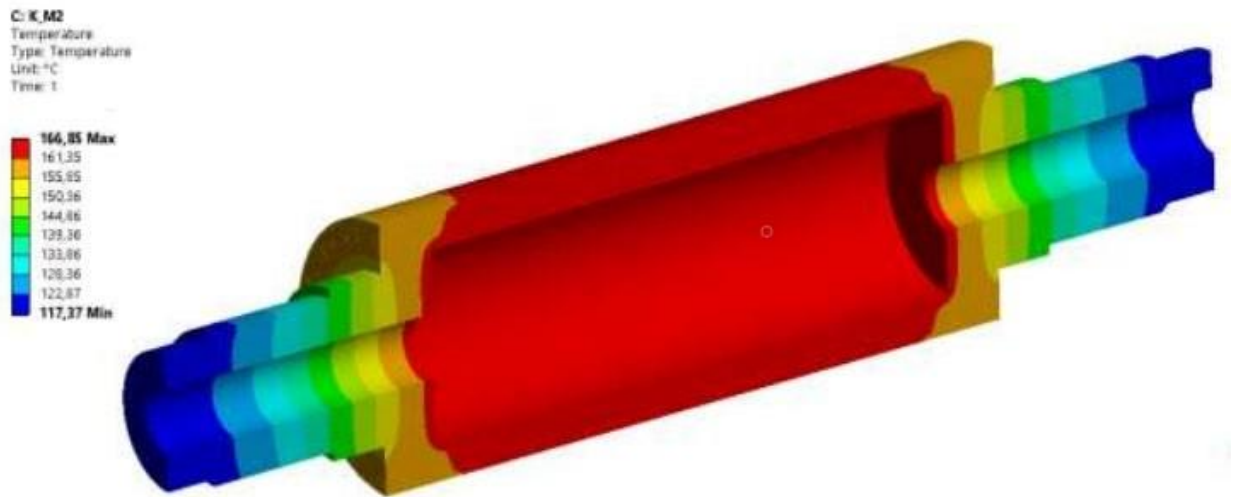


Рисунок 7.6 – Температурне поле моделі числової моделі модернізованого валка каландра за патентом № UA120214U

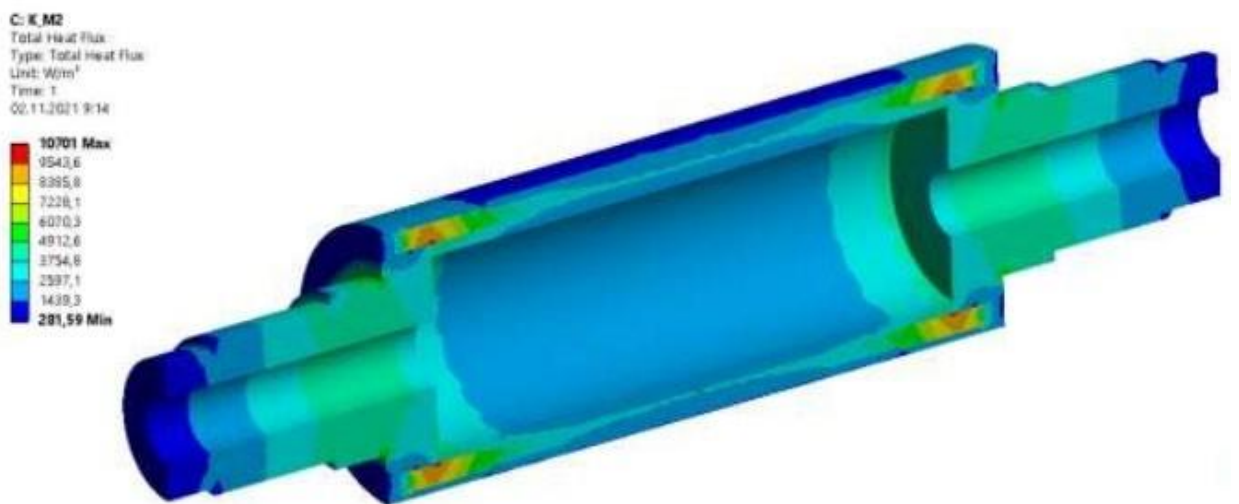


Рисунок 7.7 – Поле густини теплового потоку числової моделі модернізованого валка каландра за патентом № UA120214U

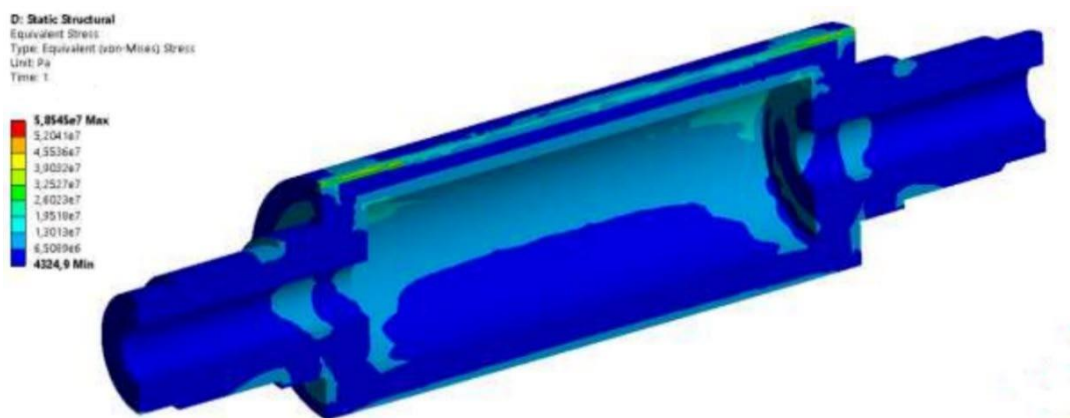


Рисунок – Поле еквівалентних напружень за Мізесом числової моделі модернізованого валка каландра за патентом № UA120214U



Рисунок 7.8 – Поле запасу міцності числової моделі модернізованого валка каландра за патентом № UA120214U

Фізико-механічні характеристики матеріалів, застосованих для формування числових моделей напружено-деформованого стану валків каландра базової та модернізованої конструкцій (див. рисунки 8.8–8.17), подано в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Фізичні властивості матеріалів числових моделей

Матеріал/ власти- вість	ρ , кг/м ³	c_p , Дж/(кг·К)	λ , Вт/(м·К)	μ , Па·с	E , ГПа	ν	σ_T , МПа	β , К ⁻¹
Вода	998.2	4182	0.6	0.001003	–	–	–	–
Чавун валковий СПХН-43	7200	540	50	–	150	0.25	520	1.2E-5
Ст.20	7658	486	50.6	–	205	0.29	282.7	1.2E-5
Порува- тий матеріал, просо- чений	1500	800	350	–	1	0.4	25	1.0E-5

Примітка: ρ – густина; c_p – масова ізобарна теплоємність; λ – коефіцієнт теплопровідності; μ – коефіцієнт динамічної в'язкості; E – модуль пружності; ν – коефіцієнт Пуассона; σ_T – границя текучості.

7. ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Механіко-економічна оцінка запропонованої модернізації чотиривалкового каландра виконана з метою комплексного обґрунтування її доцільності з позицій підвищення ефективності функціонування технологічної лінії з виробництва лінолеуму та забезпечення стабільної якості готової продукції. Дослідження базується на аналізі конструктивних змін робочих валків, впровадженні механізму взаємного перекосу їх осей, а також на результатах інженерних і розрахунково-аналітичних досліджень.

Запропоновані зміни в конструкції основних вузлів каландра орієнтовані на підвищення точності процесу калібрування полімерного полотна та підтримання сталого температурного режиму в зоні деформації матеріалу. Удосконалення системи терморегулювання валків у поєднанні з механізмом регулювання міжвалкового зазору шляхом перекосу осей забезпечує компенсацію їх прогину під дією робочих навантажень і сприяє формуванню рівномірної товщини полотна по всій ширині. Реалізація зазначених технічних рішень дозволяє істотно знизити різнотовщинність, запобігти коробленню матеріалу та покращити фізико-механічні показники утепленого лінолеуму.

З механічної точки зору результати розрахунків на міцність, жорсткість і теплову стійкість підтверджують працездатність та конструктивну надійність модернізованого каландра. Рівні напружень у найбільш навантажених перерізах валків і в елементах приводу механізму перекосу не перевищують допустимих значень для прийнятих конструкційних матеріалів, а коефіцієнти запасу міцності відповідають вимогам чинних нормативів. Це свідчить про можливість тривалої експлуатації обладнання без зниження його надійності та ресурсу.

Покращення точності геометричних параметрів готової продукції має безпосередній позитивний вплив на техніко-економічні показники роботи виробничої лінії. Звуження допусків на товщину лінолеуму зумовлює скорочення витрат полімерної сировини на одиницю продукції та зменшення частки бракованих виробів. Додатково стабілізація процесу каландрування знижує потребу у частих зупинках обладнання для підналагодження, що сприяє

зростанню фактичної продуктивності дільниці та раціональнішому використанню машинного часу.

Запропоновані конструктивні зміни можуть бути реалізовані в межах планового капітального ремонту або реконструкції виробничого підрозділу, що дозволяє мінімізувати додаткові капітальні вкладення. У сукупності це дає підстави вважати запропоновану модернізацію технічно обґрунтованою, економічно доцільною та перспективною для впровадження у промислових умовах.

ВИСНОВКИ

У межах дослідження для верифікації експлуатаційної придатності базового та вдосконалених вузлів валків каландра застосовано методологію наукомісткого комп'ютерного інжинірингу на основі моделей суцільного середовища. Отримані результати чисельного моделювання дозволяють комплексно оцінити фізичний стан конструкцій та обґрунтувати їхню надійність.

Аналіз тепло-гідродинамічних показників базового варіанта дозволив встановити характер руху теплоносія в каналі й термотрубках та визначити інтенсивність теплообміну між водою і внутрішніми стінками. Одержані значення коефіцієнтів тепловіддачі та температурний профіль робочої поверхні стали фундаментом для подальшого вивчення термопружного стану всіх досліджуваних модифікацій.

Дослідження термопружних характеристик дозволило провести порівняльний аналіз критичних параметрів, що визначають міцність обладнання. Зокрема, було досліджено розподіл температурних полів та еквівалентних напружень, а також оцінено коефіцієнт запасу міцності для кожної конструкції. На основі проведеного комплексного аналізу встановлено, що термомеханічні характеристики як базового, так і модернізованих валків повністю відповідають технічним вимогам, що забезпечує стабільну та тривалу роботу устаткування в промислових режимах експлуатації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Щербина В.Ю., Сівецький В.І., Гондлях О.В. Механічні процеси і обладнання виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів. Підготовка сировинних матеріалів і устаткування для змішування та формування [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. – 131с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/4573>
2. Мікульонок І.О. Технологія перероблення полімерів : підруч. 5-те вид., переробл. та доповн. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 314 с. Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/74268>
3. Мікульонок І.О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів : навч. посіб. 3-тє вид., переробл. та доповн. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. 296 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/68766>
4. Мікульонок І. О. Технологічні основи перероблення полімерів, пластмас і гумових сумішей: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 312 с.
5. Мікульонок І. О., Сокольський О. Л. Полімерні матеріали і вироби з них (одержання, перероблення, властивості) : термінол. слов. Київ : НТУУ «КПІ», 2015. 208 с. URL.: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37632>
6. Пат. На корисну модель 120214 Україна, МПК В29В 7/62. № а 2016 10839; заявл. 24.10.2016; опубл. 10.05.2017, Бюл. № 8.
7. Пат. на корисну модель 66229 Україна, МПК В29В 7/58, В29В 7/52. № u 2014 06873; заявл. 20.06.2014; опубл. 25.11.2018, Бюл. № 22.
8. Пат. 108662 U Україна, МПК В29В 7/62 (2006.01) В29С 43/46 (2006.01) / Мікульонок І. О. / № 00937; дата подання заявки: 05.02.2016; Публікація — 25.07.2016, Бюл.№ 14.
9. Пат. на корисну модель 104323 Україна, МПК В29С 43/46. № u 2015 07024; заявл. 07.07.2015; опубл. 25.01.2016, Бюл. № 2.
10. Пат. на корисну модель 78653 Україна, МПК В29В 7/62. № u 2012 11508; заявл. 02.10.2012; опубл. 25.03.2013, Бюл. № 6.
11. Доброногов В.Г., Мікульонок І.О. Конструювання та розрахунок фланцевих з'єднань: Навчальний посібник. Київ: НМК ВО, 1992. 104 с.

12. Андреев І. А., Мікульонок І. О. Розрахунок, конструювання та надійність обладнання хімічних виробництв: Термінологічний словник. Київ: ІВЦ «Політехніка», 2002. 216 с.
13. Shcherbina V. Yu., Chemerys A. O., & Mosiichuk O. A. (2024). Computer-aided design of calender roll. *Modern engineering and innovative technologies*. (33-01), 66–71. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2024-33-00-004>
14. Маркетинг стартап-проектів : навчальний посібник для усіх спеціальностей другого освітнього ступеню «магістр» / С. О. Солнцев, О. В. Зозульов, Н. В. Юдіна, Т. О. Царьова, Н. В. Язвінська ; за заг. ред. С.О. Солнцева ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 218 с. URL : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27437>
15. Розроблення стартап-проекту : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 28 с.
16. Yudina N. V. Methods of the Startup-Project Developing Based on ‘the Four-Dimensional Thinking’ in Information Society // *Marketing and Management of innovations*. 3’2017, P. 245-256. DOI:10.21272/mmi.2017.3-23 <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2017/3/245-256>.
17. Yudina, N. Algorithm Of Marketing Decision Making. *Economic Bulletin Of National Technical University Of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*. Kyiv: Management And Marketing Faculty Of National Technical University Of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 2022. №22 (2022). PP. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.22.2022.260163>
18. Yudina, N. Future Study Implementation Into Marketing Activity Of Companies. *Economic Bulletin Of National Technical University Of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*. Kyiv: Management And Marketing Faculty Of National Technical University Of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 2021. №19 (2021). PP. 1-9 URL : <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/240315>.
19. Yudina, N. Business Forecasting of Marketing Activity Riskiness of Companies in Markets. *Economic Bulletin of National Technical University of Ukraine*

- "Kyiv Polytechnic Institute". №17(2020). Р. 372-383. URL : <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/216380/>
20. О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська Охорона праці та цивільний захист. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 420 с.
21. Праховнік Н. А., Ковтун А. І., Землянська О. В. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ: КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ / - Електронне мережне навчальне видання, 2020 – 100-105 с.
22. Інжиніринг пакувального обладнання. Конспект лекцій з навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування» / А. Я. Карвацький. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 142 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23915>
23. Механіка суцільних середовищ. Теоретичні основи навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування», спеціалізації «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування», «Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів і виробів» / А. Я. Карвацький. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 290 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/23917>

ДОДАТКИ

Додаток А. Таблиця розглянутих патентів

№ п/п	Предмет пошуку	Вид і номер документа та автор	Зміст заявленого технологічного рішення і мета його створення
1	Валок валкових машин для перероблення полімерів	Патент на корисну модель: UA 120214 U Автор: Мікульонок І.О.	Представлений валок валкових машин, який містить порожнисту бочку з центральним каналом для теплоносія та герметичні периферійні канали, заповнені пористим матеріалом з легкокиплячою рідиною. Це дозволяє задавати в кінцевих зонах інші параметри пористого матеріалу або рідини, забезпечуючи вирівнювання температурного поля вздовж усієї робочої поверхні бочки (компенсація тепловтрат на краях) та спрощення виготовлення валка.
2	Валкова машина для переробки полімерних матеріалів і гумових сумішей	Патент на корисну модель: UA 66229 U Автор: Мікульонок І.О.	Представлена валкова машина, що містить привід, валки в корпусах підшипникових вузлів та ексцентричні втулки. Вона відрізняється тим, що в корпусах підшипникових вузлів встановлено по кілька ексцентричних втулок з механізмами повороту: одні — між цапфами і внутрішніми кільцями підшипників, інші — між корпусами підшипників і їх зовнішніми кільцями. Ціль

			створення — підвищення продуктивності і полегшення обслуговування машини. Така конструкція дозволяє виконувати як грубе, так і точне регулювання перехрещення та зазору між валками без зупинки машини, спрощуючи конструкцію та технологію виготовлення механізмів регулювання
3	Валок валкових машин	Патент на корисну модель: UA 108662 U Автор: Мікульонок І.О.	Запропонована модернізація валкового обладнання полягає у використанні порожнистого корпусу з інтегрованими периферійними каналами, що функціонують за принципом теплових труб із фазоперехідним носієм. Ключовою конструктивною відмінністю є кінцева конфігурація кінцевих ділянок цих каналів, яка завдяки розвиненій поверхні контакту інтенсифікує відведення тепла в критичних зонах. Таке рішення забезпечує вирівнювання температурного поля вздовж твірної валка, що безпосередньо сприяє підвищенню якісних показників готової продукції.
4	Валок валкових машин	Патент на корисну модель:	У даній розробці запропоновано удосконалення системи

		UA 104323 U Автор: Мікульонок І.О.	охолодження валка шляхом модернізації кінцевих ділянок периферійних каналів. Технічна суть полягає у встановленні в цих зонах спеціальних втулок, внутрішня поверхня яких має поздовжнє оребрення та шар теплоізоляції. Така конфігурація дозволяє локально змінювати параметри потоку теплоносія, що надходить із центральної магістралі через похилі проходи, забезпечуючи інтенсифікацію теплообміну в найбільш термонавантажених зонах.
5	Валок валкових машин	Патент на корисну модель: UA 78653 U Автор: Мікульонок І.О.	Це технічне рішення фокусується на зміні гідродинаміки теплоносія. Конструкція передбачає встановлення на заглушках периферійних каналів пасивних турбулізаторів у вигляді металевих смуг. Їхнє завдання — створювати збурення потоку для підвищення тепловіддачі. Однак аналіз показує, що такий підхід не забезпечує повного руйнування пристінного шару рідини, не вирішує проблему накопичення забруднень у каналах і залишає актуальним ризик корозійного зношування поверхонь.

Додаток Б. Специфікації

Формат	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка			
			Документація					
A1		ЛП 41 мп .08525.000-70 ТС	Схема виробництва лінолеума					
			Складальні одиниці					
	1		Складські ємності					
	2		Насоси					
	3		Видаткові баки					
	4		Електрокар					
	5		Елеватор					
	6		лійка					
	7		шнекові живильники					
	8		проміжні бункери					
	9		об'ємний мірник					
	10		змішувач					
	11		видаткові бункера					
	12		тривалкова фарботерка					
	13		роздатковий бункер					
	14		змішувач					
	15		роздатковий бункер					
	16		кюбель					
	17		грунтувальний верстат					
	18		рулони					
	19		тельфер					
	20		розмотувальний пристрій					
	21		електроплитка					
	22		желювальна камера					
	23		шестибарабанний охолоджувач					
	24		каландр					
			ЛП 41 мп .08525.000-70 ТС					
Зм.	Арк.	№ Докум.				Підпис	Дата	
Розроб.		Китаєв М.М.			Лінія з виробництва лінолеуму з модернізацією каландра	Лім.	Аркуш	Аркушів
Перев.								1
Керівник		Шилович Т.Б.				КПІ ім.Ігоря Сікорського		
Н.Конт.								
Затв.		Сокольський О.Л.						

[illegible]

[illegible]

Формат	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
			<u>Документація</u>		
A1		ЛП41мп.08525.003-70	Механізм перекоосу валків	1	
			<u>Складальні одиниці</u>		
	1		Колесо черв'ячне	1	
	2		Корпус	1	
	3		Валок	1	
	4		Колесо черв'ячне	1	
	5		Черв'як	1	
	6		Кришка	1	
	7		Кришка	1	
	8		Прокладка	1	
	9		Черв'як	1	
	10		Кришка	1	
	11		Прокладка	1	
	12		Прокладка	1	
	13		Втулка	1	
			<u>Стандартні вироби</u>		
	14		Болт М10-6dх30 ГОСТ 7798-70	8	
	15		Підшипник 110 ГОСТ 8338-75	1	
	16		Підшипник ГОСТ 28428-90	2	
	17		Болт М8-6dх30 ГОСТ 7798-70	16	
	18		Шайба 8.01.08кп.016	16	
	19		Підшипник 110 ГОСТ 8338-75	2	

[illegible]

Додаток В. Теза

Модернізація механізму регулювання перехрещення валків каландра

Китаєв М.М., студ., Шилович Т.Б., к.т.н., доц., Яцук В.Д., студ.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Розглянуто варіант модернізації механізму регулювання положення валків каландра, у якому запропоновано встановити систему основних та додаткових ексцентричних втулок в підшипникових вузлах для точного налаштування перехрещення валків і міжвалкового зазору.

Ключові слова: валок, ексцентрична втулка, перехрещення валків, регулювання, модернізація.

Вступ. Валкові машини широко застосовуються в галузі переробки полімерних матеріалів та гумових сумішей для формування плівок і листів необхідної товщини. Визначальним для якості продукції в такому обладнанні є механізм регулювання положення валків. У відомому аналозі [1] головним недоліком є необхідність повної зупинки машини для зміни кута перехрещення валків. Запропонована модернізація механізму регулювання шляхом встановлення системи основних та додаткових ексцентричних втулок дозволяє виконувати налаштування без зупинки технологічного процесу, що дає суттєве поліпшення продуктивності та точності.

З метою підвищення продуктивності та спрощення обслуговування, в [2] запропоновано модернізувати підшипникові вузли валкової машини. Особливістю конструкції є встановлення додаткових ексцентричних втулок 8 між корпусом підшипника 1 та зовнішніми кільцями підшипників 4, окрім основних втулок 5, розміщених на цапфі валка 3. Втулки оснащені незалежними механізмами повороту 7 та 10. Така схема дозволяє виконувати «грубе» регулювання перекосу валків за допомогою зовнішніх втулок 8 та «точне» налаштування за рахунок внутрішніх втулок 5 без необхідності зупинки технологічного процесу.

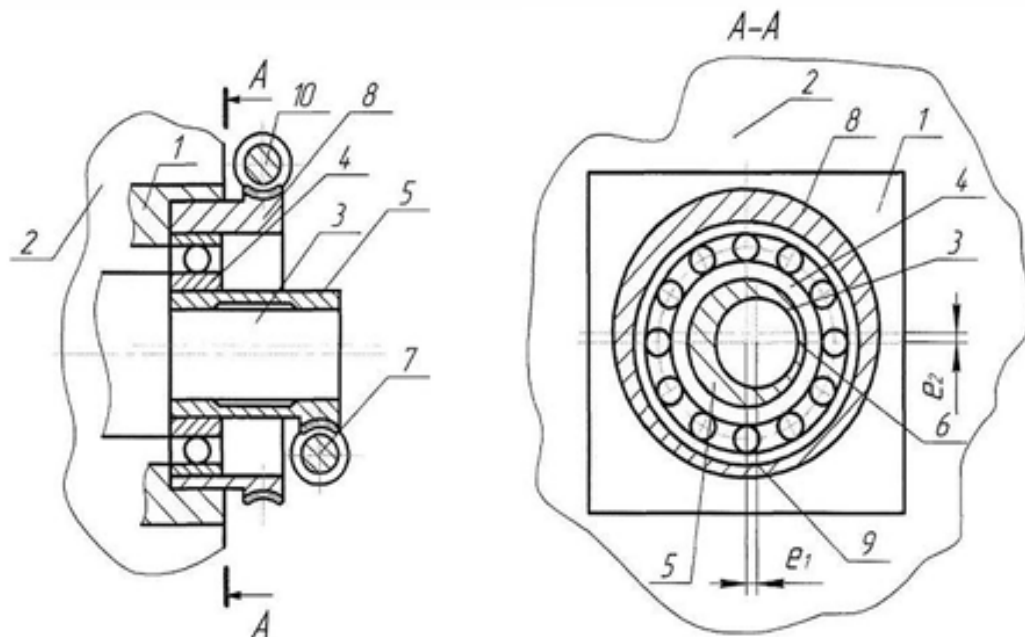


Рисунок 1 – Механізм регулювання перехрещення валків: 1 – Корпус підшипника; 2 – Станина; 3 – Цапфа валка; 4 – Підшипник; 5 – Внутрішня ексцентрична втулка; 6 – Отвір внутрішньої втулки; 7 – Механізм повороту внутрішньої втулки; 8 – Зовнішня ексцентрична втулка; 9 – Ексцентричний отвір зовнішньої втулки; 10 – Механізм повороту зовнішньої втулки

Ключовим принципом роботи запропонованого механізму є векторне додавання ексцентриситетів. Внутрішня втулка 5 має ексцентриситет e_1 (див. рис. 1, переріз А-А), а зовнішня втулка 8 — ексцентриситет e_2 . Обертання втулок здійснюється незалежними приводами через черв'ячні або зубчасті передачі (поз. 7 та 10).

Така кінематична схема дозволяє отримати результуючий вектор зміщення осі валка, який є геометричною сумою векторів зміщення кожної втулки. Це дає можливість реалізувати складні траєкторії руху цапфи валка у просторі, забезпечуючи не лише зміну кута перехрещення (у горизонтальній площині), але й корекцію міжвалкового зазору (у вертикальній площині) без взаємного впливу налаштувань.

Аналіз запропонованої кінематичної схеми показує, що розміщення додаткових ексцентричних втулок на зовнішніх кільцях підшипників виключає їх обертання разом із валками. Це технічне рішення значно збільшує площу контактуючих поверхонь та зменшує контактні напруження, що забезпечує довговічність вузла. Розділення механізму на контури «грубого» (зовнішні втулки) та «точного» (внутрішні втулки) регулювання дозволяє компенсувати похибки та температурні деформації без втрати жорсткості системи.

Висновки. Важливою перевагою розробленої конструкції є оптимізація умов роботи підшипникового вузла. У стандартних схемах регулювання часто використовують рухомі корпуси підшипників, що призводить до виникнення люфтів та інтенсивного зношування напрямних. Запропонована модернізація конструкції валкової машини, що полягає у встановленні додаткових ексцентричних втулок між корпусами та зовнішніми кільцями підшипників, довела свою ефективність. Таке технічне рішення дозволяє реалізувати двоступеневу схему налаштування: «грубе» — за допомогою зовнішніх втулок, та «точне» — за допомогою внутрішніх. Це забезпечує можливість незалежного та високоточного регулювання як міжвалкового зазору, так і кута перехрещення валків.

Впровадження розробленого механізму суттєво підвищує продуктивність обладнання, оскільки відпадає необхідність повної зупинки технологічного процесу для корекції параметрів. Додатковою перевагою є збільшення довговічності вузла: фіксація зовнішніх втулок відносно корпусу сприяє збільшенню площі контакту та зниженню контактних напружень, що полегшує умови експлуатації механізму.

Перелік посилань

1. Валкові машини: навч. посіб. / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В. І. Сівецький, Д. Е. Сідоров, Д. Г. Швачко. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,78 Мбайт). – Київ: НТУУ «КПІ», 2023. – 112 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/628113>.
2. Пат. UA66229U Україна, B29B 7/56, B29C 43/24. Валкова машина для переробки полімерних матеріалів і гумових сумішей / В. І. Сівецький, О. Л. Сокольський, Д. Д. Рябінін, В. Ю. Щербина, О. В. Рослов ; заявник і патентовласник – НТУУ «КПІ». – № u201107585 ; заявл. 16.06.2011, опубл. 26.12.2011, бюл. № 24