

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

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування

«На правах рукопису»

«До захисту допущено»

УДК _____

Завідувач кафедри

О.Л.Сокольський

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2024 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: «Машина для лиття термопластів під тиском з модернізацією форми»

Виконав:

студент 2 курсу, групи ЛП-31мп

Синиця Артем Олександрович

Науковий керівник:

зав. каф., доцент, д.т.н., Сокольський

Олександр Леонідович

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:

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2024 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
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**
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» січня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Синиця Артему Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Машина для лиття термопластів під тиском з модернізацією форми», науковий керівник дисертації Сокольський Олександр Леонідович, зав. каф., доцент, д.т.н., затверджені наказом по університету від «08» 11 2024 р. № 5029-с

2. Термін подання студентом дисертації 15.12.24
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від «08» 11 2024 р. № 5029-с

2. Термін подання студентом дисертації 15.12.24

3. Об'єкт дослідження Машина для лиття під тиском

4. Вихідні дані термопластавтомат об'ємом впорскування 200 см³, тиск лиття 130 Мпа, зусилля запирання 0,06 кН, діаметр черв'яка 40 мм, частота обертання черв'яка 70 об/хв.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити пояснювальна записка включає в себе: вступ, опис технологічної лінії виробництва, літературно – патентний огляд варіантів модернізації ТПА, обґрунтування вибору варіантів модернізації ТПА, розрахунки, які підтверджують працездатність базової конструкції ТПА, доцільність розробки та використання ТПА, модернізація ТПА, очікувані механіко-економічні показники .

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Технологічна лінія переробки полімерних матеріалів (формат А1); Машина для лиття під тиском (формат А1); Прес форма модернізована 1 (формат А2); Прес-форма модернізована 2 (формат А1); Результати розрахунку в програмному середовищі Ansys (формат А1); Результати розрахунку в програмному середовищі Ansys №2 (формат А1); Черв'як (формат А1); Дробарка(формат А1)

7. Орієнтовний перелік публікацій

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Монтаж і експлуатація обладнання	Борщик С.О., ст. викл. каф. ХПСМ		
Модернізація	Щербина В.Ю., д.т.н., проф. каф. ХПСМ		
Стартап - проект	к.е.н., доц Юдіна Н. В.		

9. Дата видачі завдання 31.11.24 р.

Календарний план

№ п/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Вступ. Опис лінії.	01.11 – 03.11.2024	
2	Літературно-патентний огляд.	03.11 – 06.11.2024	
3	Монтаж та експлуатація	07.11 – 11.11.2024	
4	Стартап	11.11 – 15.11.2024	
5	Автоматизація	16.11 – 18.11.2024	
6	Охорона праці	20.11 – 23.11.2024	
7	Розрахунки	28.11 – 07.12.2024	
8	Креслення	07.12 – 15.12.2024	

Студент

(підпис)

Артем Синиця

(ініціали, прізвище)

Керівник дисертації

(підпис)

Олександр СОКОЛЬСЬКИЙ

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на тему «Машина для лиття термопластів під тиском з модернізацією форми» виконана для здобуття магістерського рівня освіти за освітньо-професійною програмою спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» група ЛП-31мп, ІХФ Синиця А. О., науковий керівник – Сокольський О.Л.

Актуальність дослідження полягає в необхідності вдосконалення технологічного процесу виробництва полімерних виробів шляхом модернізації прес-форми, що забезпечить підвищення якості продукції та зниження витрат на виробництво.

Метою магістерської дисертації є розробка модернізованої прес-форми для термопластавтомата

Об’єкт дослідження – Машина для лиття під тиском

Предмет дослідження – Термопластавтомат з об’ємом упорскування 200 см³ для виготовлення полімерних виробів.

Під час виконання магістерської дисертації було обрано технологічну схему для виготовлення полімерних виробів .

Науково-практичне значення роботи полягає у створенні удосконаленої конструкції прес-форми, яка зменшить енерговитрати, підвищить продуктивність термопластавтомата та знизить кількість браку.

Вивчено конструкцію та роботу термопластавтомата. Виконано аналіз конструкції та принципу роботи термопластавтомата. Проведено літературно-патентний огляд та обґрунтовано вибір варіанта модернізації. Здійснено параметричні, теплові та міцнісні розрахунки основних вузлів машини. Виконано креслення у програмному середовищі AutoCAD, розрахунки – у середовищі ANSYS. Результати представлені у розрахунково-пояснювальній записці, яка містить специфікації до складальних креслень та список використаних джерел.

Ключові слова: ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТ, ПРЕС-ФОРМА, ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ, ПОЛІМЕР, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

ABSTRACT

The master's thesis titled "Injection Molding Machine for Thermoplastics with Mold Modernization" was completed to obtain a master's degree in education under the educational and professional program in specialty 133 "Industrial Engineering" of group LP-31mp, IHCF by Synytsia A.O., under the scientific supervision of Sokolskii O.L.

The relevance of the research lies in the necessity to improve the technological process of polymer product manufacturing by modernizing the mold, ensuring higher product quality and reducing production costs.

The purpose of the master's thesis is to develop a modernized mold for the injection molding machine. Object of research - Line for injection molding of polymer products.

Object of the study: Injection molding machine.

Subject of the study: Injection molding machine with an injection volume of 200 cm³ for manufacturing polymer products.

During the master's thesis, a technological scheme for manufacturing polymer products was developed.

Scientific and practical significance: The study resulted in the creation of an improved mold design that reduces energy consumption, increases the productivity of the injection molding machine, and minimizes defective product output.

The study analyzed the design and operation of the injection molding machine. The structure and operation principles of the machine were examined. A literature and patent review was conducted, and the modernization option was substantiated. Parametric, thermal, and strength calculations of the machine's main components were carried out. Drawings were prepared using AutoCAD software, and calculations were performed in the ANSYS environment. The results are presented in the design and explanatory note, which includes specifications for assembly drawings and a list of references.

Keywords: INJECTION MOLDING MACHINE, MOLD, INJECTION MOLDING, POLYMER, MODERNIZATION.

ВСТУП	1 3
1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ЛИТТЯ ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТУ	14
2 СХЕМА ТА ОПИС МАШИНИ. ПРИНЦИП РОБОТИ. ЗАГАЛЬНИЙ ВИД МАШИНИ.....	15
3 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТУ	18
4 ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД З ВИБОРУ ВАРІАНТА МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТУ	19
4.1 Літературно-патентний огляд варіантів модернізації термопластавтомату ..	19
4.2 Обґрунтування вибору варіантів модернізації термопластавтомату	23
5 РОЗРАХУНКИ ЕЛЕМЕНТІВ БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ	27
5.1 Розрахунок параметрів черв'яка	27
5.2 Розрахунок продуктивності	31
5.3 Розрахунок ливникової системи.....	32
5.4 розрахунок системи охолодження прес-форми	35
5.5 Розрахунок кількості гнізд пресформи.....	40
5.6 Розрахунок довжини руху прес-форми	41
5.7 Розрахунок параметрів приводу обертового руху шнека.....	42
5.8 Розрахунок параметрів приводу поступового руху шнека	44
5.9 Розрахунок наконечника на міцність.....	46
5.10 Розрахунок черв'яка на міцність	46

					<i>ЛПЗ1мп.187242.000-70</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Синиця А.О.			Машина для лиття термопластів під тиском з модернізацією форми	Літ.	Арк.
Перевірив		Сокольський О.Л.					Акрушів
Затвердив		Сокольський О.Л.				КПІ ім. Ігоря СІКОРСЬКОГО	

5.11 Розрахунок черв'яка на жорсткість	49
6 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ.....	50
6.1 МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ	50
6.1.1 Технологія збору вузла термопластавтомата	50
6.1.2 Монтаж термопластавтомата на фундаменті	54
6.1.3 Експлуатація термопластавтомата	57
6.2 ОХОРОНА ПРАЦІ	60
6.2.1 Повітря робочої зони	61
6.2.2 Виробничий шум.....	62
6.2.3 Електробезпеки	63
6.2.4 Освітлення.....	65
6.2.5 Пожежонебезпека.....	66
6.3 СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	69
6.3.1 Ідея стартап-проекту	69
6.3.2 Аналіз потенційних техніко-економічних переваг.....	71
6.3.3 Технологічний аудит стартап-проекту	75
6.3.4 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	76
6.3.5 Розробка ринкової стратегії	93
6.3.6 Розробка маркетингової програми	98
7 РОЗРАХУНОК 3D МОДЕЛІ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ANSYS .	105
7.1 Розробка 3D-моделі черв'яка	105
7.2 Розрахунки модернізованої моделі в ANSYS	106
7.1 Висновки	110
8 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	111
ВИСНОВКИ.....	113
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	114
ДОДАТКИ.....	119

Перелік позначень

D – діаметр, м;

E – модуль пружності, Па;

$H_{\text{ш}}$ – хід шнека м;

L – довжина, м;

$M_{\text{кр}}$ – крутний момент шнека, Н·м;

N – потужність, кВА;

n – частота обертання, об/хв;

P – навантаження, Н;

p – тиск, Па;

Π – продуктивність, т/год;

Q – теплота, Дж/м³ ;

T – температура, 0С;

t – крок гвинтової нарізки, мм;

V – об'єм, м.

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/м 0С; α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м² 0С; e – ширина гребня витка, мм;

η – коефіцієнт корисної дії;

σ – напруження, Па;

$\vartheta_{\text{ср}}$ – швидкість, м/с;

τ – загальний час циклу, с;

μ – коефіцієнт Пуассона;

ВСТУП

Лиття під тиском є одним з основних методів переробки полімерів. Він широко застосовується при виробництві самих різних виробів з пластмас, гумових сумішей чи їх складових у процесі переробки. Ця технологія дозволяє створювати високоякісні і точні вироби з різною складністю форм та розмірів, що знайшло широке застосування в промисловості. При формуванні методом лиття під тиском полімер спочатку розплавляється, а потім під високим тиском вприскується в порожнину закритої форми, в якій матеріал охолоджується та застигає.

Одна з основних частин при переробці - матеріальний циліндр, який нагрівається до 200-350 °C для пластмас та до 80-120 °C для реактопластів, після чого матеріал транспортується до литтєвої форми для охолодження до 20-40 °C та застигання.

Лиття під тиском - дискретний високовиробничий процес, який можна автоматизувати з використанням найпростіших серійних приладів та програмних блоків. Цей метод дуже популярний для виготовлення складних матеріалів з малою товщиною стінок та закритою формою.

1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ЛИТТЯ ПОЛІМЕРНИХ ВИРОБІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТУ

Розглянемо технологічну лінію для виготовлення полімерних виробів з застосуванням машини для лиття під тиском (Рис.1.1).

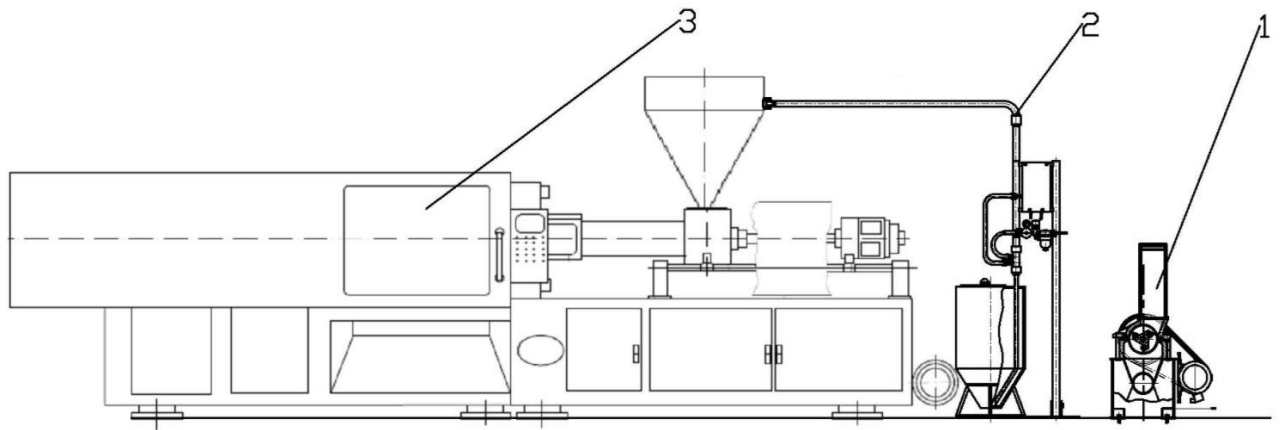


Рисунок 1.1 – Технологічна лінія для виготовлення полімерних матеріалів з застосуванням термопластавтомату:

1 – дробарка; 2 – пневмозавантажувач; 3 – термопластавтомат

Технологічна лінія, представлена на рис. 1.1, являє собою обладнання для лиття під тиском з використанням вторинних матеріалів. Машина для лиття під тиском (термопластавтомат) у даній схемі є завершальною в процесі.

Полімерні вироби, які підлягають вторинній переробці, потрапляють у роторну дробарку 1, де подрібнюються на фрагменти розмірами 1-5 мм. Після дробарки подрібнений матеріал засипається у накопичувальний бункер пневмозавантажувача 2, звідки через пневматичний трубопровід потрапляє в термопластавтомат 3, де відбувається формування виробів.

2 СХЕМА ТА ОПИС МАШИНИ. ПРИНЦИП РОБОТИ. ЗАГАЛЬНИЙ ВИД МАШИНИ

Машина для лиття під тиском (більш поширена назва – термопластавтомат) – це машина, основною задачею якої є виготовлення деталей з полімерних матеріалів шляхом лиття розплавленого полімеру або суміші полімерів під високим тиском у спеціальний формуючий виріб простір. В результаті лиття виходять складні деталі з високою точністю та якісними характеристиками.

Даний термопластавтомат (ТПА) призначений для виготовлення виробів чи переробки методом лиття під тиском пластмас з об'ємом нагнітання 200 см³ і температурою пластикації до 300 ° С. Найбільш підходящим матеріалом є поліетилен або інші полімери зі схожими характеристиками, наприклад, полістирол або полівінілхлорид. Термопластавтомат забезпечує пластифікацію матеріалу за допомогою обертового шнека, який приводиться в рух гідромотором і може бути регульований. Головний привід, пов'язаний з ключовими вузлами, такими як запірний і інжекторний механізми, є електрогідравлічним. Під час закривання форми матеріал нагнітається під тиском 130 МПа. Важливо, щоб гранули, які піддаються переробці, були гранульовані та мали діаметр не більше 4 мм і довжину 5 мм. Отримані вироби мають різне призначення, від побутових до спеціальних, оскільки матеріал може бути перероблений кілька разів залежно від технологічного процесу.

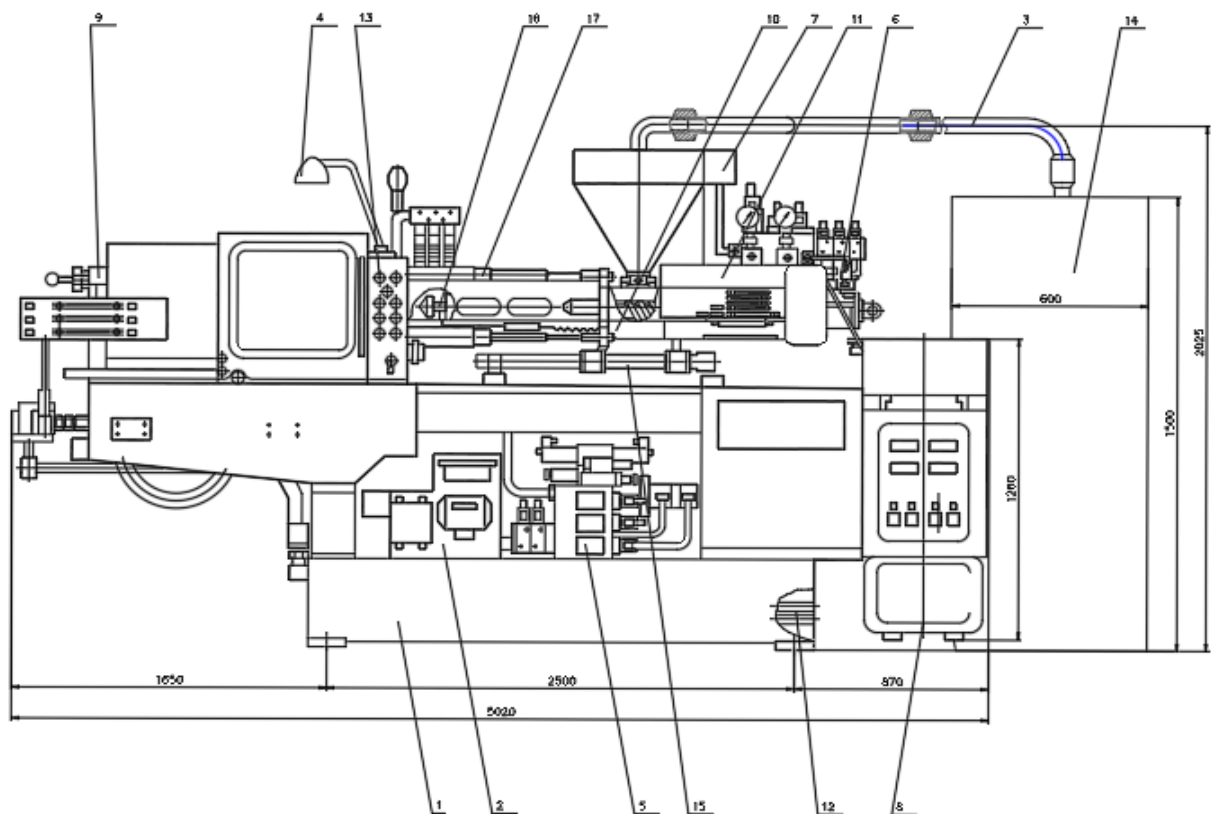


Рис. 2.1. – Загальний вигляд машини для лиття під тиском

1 – станина; 2 – кронштейн; 3 -вакуум-завантажник; 4 - Місцеве освітлення; 5 – Гідропривід; 6 – Трубопровід; 7 - Привід дозатору; 8 - Теплова шафа; 9 - Гідроциліндр запирання; 10 - гідроциліндр вприску; 11 - командний апарат дозування та переміщення; 12 – маслоохолоджувач; 13 – електрообладнання; 14 – електрошафа; 15 – направляюча; 16 - циліндр матеріальний; 17 - гідроциліндр прижиму

Машина для лиття під тиском (рис. 3.1) складається з таких робочих органів: корпус (виготовляється товстостінним і у вигляді циліндра) та черв'як (шнек), до яких потрапляє матеріал через завантажувальну горловину горловину.

Під час роботи полімер переміщується за допомогою обертання черв'яка, що викликає інтенсивну деформацію і транспортування матеріалу [1].

Загалом виділяються три зони роботи у самої машини у напрямку руху полімеру: зона живлення (матеріал приймається та частково перероблюється характеризується збільшеним об'ємом гвинтового каналу), зона плавлення (матеріал ущільнюється та дегазується; спостерігається зменшення об'єм каналу за рахунок параметру глибини та/чи кроку нарізки), зона дозування (кінцеве змішування матеріалу та подача тиску для подальшого виходу через сопло до прес-форми). Самі зони розділяються перегородкою, а температура в них підтримується через систему охолодження та теплоізоляційний матеріал, яким обгортається корпус машини.[2]

Корпус представляє собою завантажувальної горловину (товстостінний циліндр з отвором, зрідка з водяною рубашкою зі вставною гільзою) і частину плавлення. Все це закріплюється між собою за допомогою фланців та інших споріднених елементів. На частину корпусу, де відбувається плавлення, приєднуються нагрівники, а часткове охолодження спостерігається завдяки каналам складного корпусу [3].

Черв'як, як основний елемент машини, має багато різних параметрів: ступінь тиску, заходи нарізки гвинтового каналу, профіль, крок, що впливає на діаметр, котрий загалом мінімально становить 20 мм. Саме ця частина суттєва нагрівається і тому встановлюється охолоджувальна система, з метою зменшення температури завантажувальної лійки, робочих органів і мастила.[4,5]

Блок радіально-упорних підшипників приєднується через фланці до завантажувальної частини. Черв'як через шліцьове з'єднання сполучений з втулкою блоку підшипників, а той у свою чергу з валом тихохідного редуктора. Пресформа напряду через спецтримачі споріднена зі станиною і являє собою останню частину машини

3 ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТУ

Основними характеристиками машини для лиття під тиском є об'єм впорскування, тиск лиття, діаметр черв'яка та зусилля запирання. Всі технічні характеристики термопластавтомату наведені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1– Технічні характеристики термопластавтомата

Найменування технічної характеристики	Одиниці виміру	Чисельні значення
Найбільший об'єм впорскування	см ³	200
Номінальний тиск лиття,	МПа	130
Найбільша об'ємна швидкість впорскування,	см ³ /с	110
Номінальний діаметр черв'яка,	м	0,05
Частота обертів черв'яка,	об/хв	70
Номінальне зусилля запирання,	кН	0,06
Хід рухомої плити,	мм	1000
Висота інструменту, що встановлюється,	м	0,32
Найбільша відстань між рухомою та нерухомою плитами,	м	0,64

4 ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД З ВИБОРУ ВАРІАНТА МОДЕРНІЗАЦІЙ ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТУ

4.1 Літературно-патентний огляд варіантів модернізації термопластавтомату

Під час виконання завдань переддипломної практики було зроблено огляд технічної літератури з метою аналізу конструкцій і принципу дії прес-форми. Для вибору варіанту модернізації пластинчастого живильника знайдено 3 технічних рішень на основі патентів [6-10]. Розглянемо їх детальніше.

В джерелі [6] винахід відноситься до технологічної оснастки для виготовлення виробів з полімерів. В основу винаходу поставлена задача створення такої прес-форми для лиття під тиском полімерів, яка шляхом введення нових елементів і нового виконання відомих, дозволила б підвищити продуктивність і зменшити енергоємність процесу лиття. Поставлена задача вирішується тим, що прес-форма для лиття під тиском полімерів містить рухому плиту з пневмоциліндром, пуансон та пуансонотримач, який шарнірно закріплений на рухомій плиті, плиту знімну, яка має можливість поздовжнього руху вздовж пуансона, нерухому плиту з матрицею та литниковою втулкою, яка має центральний литниковий отвір, згідно винаходу, додатково містить пружний елемент, встановлений з можливістю взаємодії з литниковою втулкою, литникова втулка додатково має бічні литникові отвори в частині, прилеглій до матриці, виконана із ступінчасто-змінним діаметром зовнішньої поверхні та встановлена з можливістю зворотно- поступального руху у напрямку поздовжньої осі.

Запропонований винахід дозволяє суттєво знизити тиск впорскування та сприяє економії сировини за рахунок відсутності відходів у вигляді литників. Це дає можливість застосовувати у технологічному циклі машини з низьким робочим тиском, які дешевші та споживають менше електроенергії. Також, за

рахунок зниження тиску впорскування, збільшується термін експлуатації технологічної оснастки.

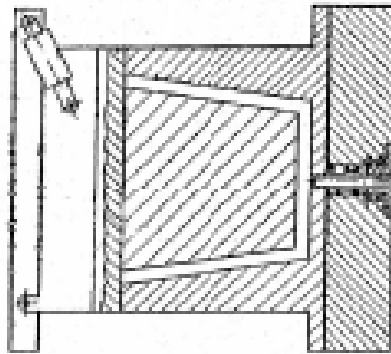


Рис 4.1

В джерелі [7] винахід винахід стосується прес-форми для лиття під тиском полімерів, яка дозволяє вирівнювати тиск розплаву полімеру по всій довжині виробу, що підвищує його якість. Це досягається за рахунок введення черв'ячного підживлювача з можливістю реверсу та регулювання частоти обертання. Прес-форма також включає обігрівану литникову систему, перепускний канал із дроселюванням і рециркуляційний канал. Така конструкція забезпечує оптимальний режим заповнення формуючої порожнини та пошарову орієнтацію полімеру. Винахід покращує техніко-економічні показники готових виробів.

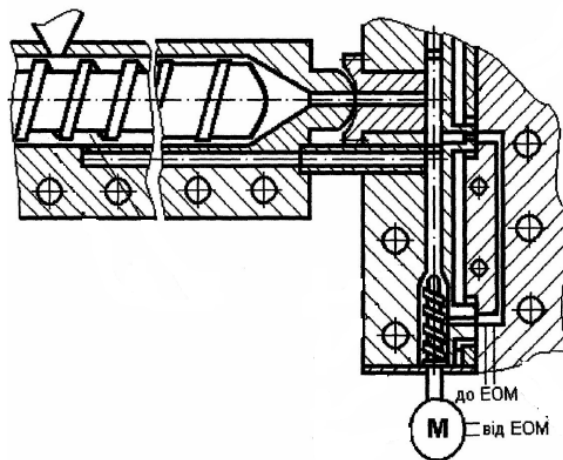


Рис 4.2

В джерелі [8] описується систему багатозонного контролю температури для машин лиття під тиском, що розроблена для роботи з полімерними матеріалами, які потребують точного регулювання температури в різних зонах екструзійного процесу. Конструкція даної машини включає кілька зон нагріву, що дозволяє налаштувати температурний режим для окремих секцій, забезпечуючи рівномірне плавлення матеріалу. Робочий температурний діапазон досягає 300°C, що є ефективним для високотемпературних матеріалів, але перевищує необхідні параметри для PLA, що може призвести до перегріву та деформації цього матеріалу під час лиття.

Багатозонна система контролю є корисною для збереження температури в різних частинах екструзійної камери, особливо для складних полімерних сумішей, однак така технологія є надмірно енерговитратною і не пристосована до роботи з матеріалами низької температури плавлення. Підтримка надмірно високого діапазону температур також є фактором, що обмежує придатність конструкції для PLA. Окрім того, система потребує складного обслуговування та значного енергоспоживання, що підвищує вартість використання.

Хоча патент ефективно працює з високотемпературними матеріалами, він не підходить для роботи з PLA через надмірно високий температурний режим і складність обслуговування.

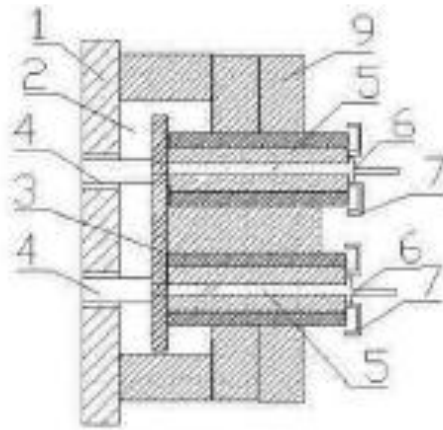


Рис 4.3

В джерелі [9] описується автоматизована система подачі для лиття під тиском, яка забезпечує постійний тиск матеріалу під час процесу екструзії. Дана система використовує механізм зворотного зв'язку, який контролює швидкість подачі залежно від тиску, що дозволяє забезпечити рівномірне розподілення полімерного матеріалу. Така функція є особливо ефективною для великих за розміром виробів, де потрібна висока точність і мінімізація внутрішніх дефектів. Однак, робочий температурний діапазон установки не пристосований для роботи з полімерними матеріалами, що потребують точного налаштування нижчих температур.

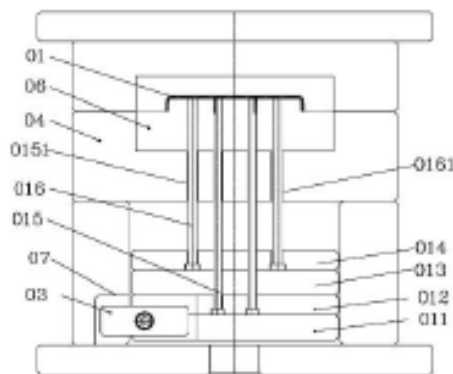


Рис 4.4

В джерелі [10] Корисна модель відноситься до переробки пластмас методом лиття під тиском полімерних виробів. При застосуванні

запропонованого технічного рішення, витягнення стержня з піднутрення можемо здійснити простіше за допомогою механічної пари шибера з повзуном і підпружиненого гачка. Технічний результат, що може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, яка заявляється, полягає в застосуванні механізму виводу формуючих стержнів з піднутрення за допомогою шибера і повзуна.

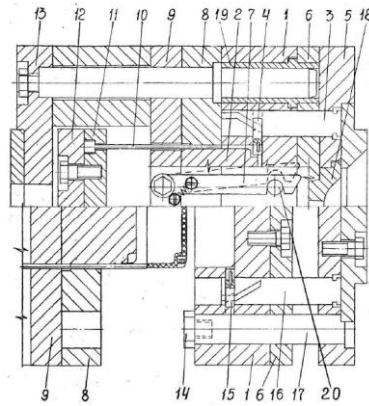


Рис 4.5

4.2 Обґрунтування вибору варіантів модернізації термопластавтомату

Провівши ретельний літературно-патентний огляд патентів [6-10], прийшли до висновку, що найбільш актуальною буде розробка прес-форми для виготовлення пластмасових виробів із механізмом формування отворів і піднутрень в важкодоступних місцях прес-форми [10].

Ця корисна модель удосконалює процес лиття під тиском пластмасових виробів зі складною геометрією, зокрема для формування отворів та піднутрень у важкодоступних зонах прес-форми. Прототипом обрана прес-форма, яка містить нерухому плиту з шибером, що рухає повзун із формуючим стержнем. Проте така конструкція має недоліки у вигляді складності і трудомісткості,

оскільки використовує складну систему з роликом, клином та Г-подібним захоплювачем для виводу формуючих елементів із піднутрень.

Пропонована модель значно спрощує цей процес. Замість використання ролика та складного механізму, модель передбачає витяг стержня з піднутрення за допомогою механічної пари з шибера та підпружиненого гачка. Це рішення робить процес автоматичним, дозволяючи знизити трудомісткість та підвищити надійність конструкції.

Прес-форма складається з двох основних частин: рухомої та нерухомої. Нерухома частина включає плиту кріплення, литникову втулку для подачі розплавленого полімеру, верхній і нижній шибери, які направляють рух повзунів, а також затримувач для обмеження руху матриці. У складі рухомої частини знаходяться обмежено рухома матриця, плити, повзуни, штифт для з'єднання з підпружиненим гачком, а також пуансон із плитами та виштовхувачами.

Процес починається з того, що через литникову втулку полімерний матеріал потрапляє в формувальну порожнину, заповнюючи її. Після завершення формування прес-форма автоматично розмикається: підпружинений гачок,

з'єднаний із штифтом, допомагає відокремити рухому частину від нерухомої. У цей момент повзуни з верхнього та нижнього шибера ковзають по похилих пазах у напрямку, що дозволяє їм вийти з піднутрень, не порушуючи структуру деталі. Матриця рухається до колонки, де затримувач зупиняє її рух.

Гачок, продовжуючи рух, ковзає по поверхні штифта, підіймається і від'єднується, забезпечуючи розділення рухомої частини. Потім прес-форма зустрічається зі штоком термопластавтомата, де плити з виштовхувачами видаляють виріб із пуансона. Цикл завершується замиканням прес-форми і повторенням процесу лиття.

В результаті літературно-патентного огляду для другої модернізації термопластавтомату був обраний патент [7].

Прес-форма для лиття під тиском полімерів містить плити 1 і 2 з оформлюваними елементами для утворення формуючої порожнини, литникову систему 3, яка обігривається, перепускний литниковий канал 4 із засобом для дроселювання 5 потоку полімеру, виконаним у вигляді черв'ячного підживлювача, черв'як якого вста-новлений з можливістю обертання навколо своєї осі з заданою частотою та з можливістю реверсу, рециркуляційний канал 6 для з'єднання перепускного литникового каналу з ділянкою пластикації 7 термопласт-автомата 8, датчик 9 стану розплаву, засіб для дроселювання 5 потоку полімеру з'єднаний через виконавчий механізм 10 з ЕОМ, до якої надходять дані від датчика 6. Прес-форма для лиття під тиском полімерів працює таким чином. Вузол пластикації термопласт-автомата 8 готує порцію розплаву полімеру і впорскує її в формуючу порожнину, утворену плитами 1 і 2 оформлюваними елементами, далі розплав полімеру потрапляє у перепускний литниковий канал 4, після чого датчик 9 стану розплаву дає команду на ЕОМ, яка керує через виконавчий механізм 10 частотою обертання черв'яка засобу для дроселювання 5 потоку полімеру, що забезпечує перетік розплаву полімеру в рециркуляційний канал 6 із необхідними об'ємними витратами розплаву, що забезпечує вирівнювання тиску розплаву по всій довжині виробу, що відливається, після чого надлишок розплаву полімеру потрапляє на ділянку пластикації 7 термопласт-автомата 8.

При необхідності вмикається обертання черв'яка засобу для дроселювання 5 у реверсивному напрямку, що забезпечує вирівнювання тиску розплаву полімеру по довжині виробу, а також подачу розплаву полімеру у зворотному напрямку для пошарової орієнтації полімеру у виробі, який відливається. Для запобігання застигання розплаву полімеру литникова система 3 обігривається.

Запропонований винахід дозволяє впливати на процес формування виробів, які відливаються, за рахунок вибору оптимального режиму заповнення формуючої порожнини і вирівнювання тиску розплаву полімеру по всій довжині

відливки, дозволяє створювати задану пошарову орієнтацію полімеру у виробі, який відливається. Це дає можливість суттєво покращити якість та техніко-економічні показники готових виробів.

5 РОЗРАХУНКИ ЕЛЕМЕНТІВ БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

5.1 Розрахунок параметрів черв'яка

Для забезпечення необхідного об'єму закачування для циклу V_n , а також враховуючи пластифікаційну здатність $q_{пл}$ і номінальний тиск заливки P_l , проводиться розрахунок діаметра черв'яка. Розрахунок буде здійснюватись за методикою [12].

1. Коефіцієнт для розрахунку діаметра черв'яка D_1 , що забезпечує необхідний об'єм вприску за цикл V_n :

$$D_1 = \sqrt[3]{\frac{V_n \cdot K}{(0,785 \cdot K_1)}} = \sqrt[3]{\frac{1,2 \cdot 175 \cdot 10^{-6}}{(2,5 \cdot 0,785)}} = 0,047 \text{ м},$$

де $V_n = 175 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ – об'єм вприску за цикл,

$K = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує витік і стиснення полімеру при вприску,

$K_1 = 2,5$ – коефіцієнт геометрії черв'яка.

2. Діаметр черв'яка з умови забезпечення пластифікаційної здатності можна розрахувати по формулах, що містять ряд параметрів, що ускладнюють розрахунок. Приблизні емпіричні або практичні співвідношення можуть бути корисними для цієї мети:

$$D^2 = \sqrt[2,5]{\frac{q_{пл}}{0,7}} \cdot 10^{-2} = \sqrt[2,5]{\frac{33}{0,7}} \cdot 10^{-2} = 0,0467 \text{ м},$$

де $q_{пл} = 33 \text{ кг/ч}$ – пластикаційна здатність.

3. Для визначення діаметра черв'яка D_n з урахуванням заданого тиску лиття P_l , ми використовуємо діаметр поршня гідроциліндра прижиму. Заданий тиск лиття P_l , тиск $P_{г\gamma}$ в системі та діаметр

черв'яка D1 або D2 використовуються для визначення діаметра поршня гідроциліндра.

$$D_n = \sqrt{\frac{P_l \cdot D_1^2}{P_{гд}}} = \sqrt{\frac{0.05^2 \cdot 130}{10}} \sim 1.18 \text{ м},$$

де $P_l = 130$ МПа – тиск лиття,

$D_1 = 0.05$ м – діаметр черв'яка,

$P_{гд} = 10$ МПа – тиск в гідросистемі.

4. По знайденому P_l , рахуємо діаметр D3:

$$D_3 = \sqrt{\frac{P_{гд} \cdot D_{л1}^2}{P_l}} = \sqrt{\frac{0.18^2 \cdot 10}{130}} = 0.049 \text{ м},$$

де $P_l = 130$ МПа – тиск лиття,

$D_{л1} = 0.18$ м – діаметр поршня гідроциліндра вприску, $P_{гд} = 10$ МПа – тиск в гідросистемі.

З урахуванням D1, D2, D3 приймаємо $D_1 = 0.05$ м.

5. Хід черв'яка при розрахунковому D_n уточнюють за виразом:

$$H_{ш} = \frac{4 \cdot V_p}{(D_n^2 \cdot n)} = \frac{2,1 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{(0.05^2 \cdot n)} = 0.11 \text{ м},$$

де $D_n = 0.05$ м – номінальний діаметр

черв'яка, $V_p = V_m \cdot K = 1.2 \cdot 200 \cdot 10^{-6} =$

$= 2.1 \cdot 10^{-4}$ м³,

де $K = 1.2$ – коефіцієнт, що враховує витік і стиснення полімеру при вприску,

$V_M = 200 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ – об'єм вприску за цикл.

6. Визначаємо фактичний тиск лиття при номінальному діаметрі черв'яка D_H і діаметрі поршня D_P :

$$P_{\Phi} = \frac{D_n^2 \cdot P_{гд}}{D_H^2} = \frac{0.18^2 \cdot 10}{0.05^2} = 130 \text{ МПа},$$

де $D_P = 0.18 \text{ м}$ – діаметр поршня гідроциліндра вприску, $P_{гд} = 10 \text{ МПа}$ – тиск в гідросистемі,
 $D_H = 0.05 \text{ м}$ – номінальний діаметр черв'яка

7. Визначаємо довжину зони дозування:

$$L_d = 0.3 \cdot L_p = 0.3 \cdot 1 = 0.3 \text{ м},$$

де

$$L_p = D_H \cdot 20 = 0.05 \cdot 20 = 1 \text{ м}.$$

8. Визначаємо довжину зони завантаження:

$$L_z = 0.55 \cdot L_p = 0.55 \cdot 1 = 0.55 \text{ м}.$$

9. Знаходимо довжину зони пластикації:

$$L_p = 0.15 \cdot L_p = 0.15 \cdot 1 = 0.15 \text{ м}.$$

Основні геометричні параметри черв'яка
можна виразити

через коефіцієнти K_2 , K_3 , K_4 :

$K_2 = 0.133$ – відношення глибини каналу черв'яка в зоні завантаження h_1 до діаметру D ,

$K_3 = 1$ – відношення кроку черв'яка t до діаметру D ,

$K_4 = 0.11$ – відношення товщини витка каналу черв'яка до діаметру D .

10. Глибина нарізки черв'яка у зоні завантаження:

$$h_1 = D \cdot K_2 = 0.05 \cdot 0.133 = 0.0066 = 0.007 \text{ м.}$$

11. Діаметр стержня у зоні завантаження:

$$d_1 = D - 2 h_1 = 0.05 - 0.007 \cdot 2 = 0.036 \text{ м.}$$

12. Крок нарізки:

$$t = D \cdot K_3 = 0.05 \cdot 1 = 0.05 \text{ м.}$$

13. Товщина витка:

$$e = K_4 \cdot D = 0.11 \cdot 0.05 = 0.0055 \text{ м.}$$

14. Кут під'йому винтової лінії гребня черв'яка φ :

$$\text{де } t = 0.05 \text{ м} - \text{крок гвинтової лінії, } \varphi = \arctg(0.318) = 17^\circ 45'$$

15. Глибина каналу в області дозування визначається як h/K_5 , де K_5 є відношенням глибини каналу в області завантаження h_1 до глибини каналу в області дозування h_2 . Значення K_5 визначається ступенем стиску черв'яка і дорівнює 2,3.

16. Діаметр черв'яка у зоні дозування:

$$d_2 = D - 2h_2 = 0,05 - 0,003 \cdot 2 = 0,044 \text{ м.}$$

17. Глибина нарізки у зоні пластикації дорівнює половині суми висоти каналів у зоні завантаження і дозування

$$h_3 = \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{0,07 + 0,003}{2} = 0,005 \text{ м.}$$

18. Діаметр черв'яка у зоні пластикації:

$$d_3 = D - 2h_3 = 0,05 - 0,005 \cdot 2 = 0,04 \text{ м.}$$

19. Довжина частини хвостовика:

$$L_x = (1 \dots 2) \cdot D = 1,8 \cdot 0,05 = 0,09 \text{ м.}$$

20. Довжина хвостовика:

$$L_x = (1 \dots 2) \cdot D = 1,8 \cdot 0,05 = 0,09 \text{ м.}$$

21. Діаметр хвостовика: $d_x = 0,045 \text{ м}$

22. Довжина накієчника $L_T = 0,12 \text{ м.}$

23. Зазор між корпусом та черв'яком: $\delta = 0,0001 \text{ м.}$

5.2 Розрахунок продуктивності

У даній технологічній лінії для машини з лиття під тиском

продуктивність може бути визначена через продуктивність зони дозування, де полімерна сировина знаходиться у вигляді гранул. Розрахунок зони подачі, де відбувається переміщення полімеру, здійснюється на основі теорії переміщення об'ємних тіл, теорія розрахунку зони стиснення поки що не відома:

$$Q = \pi^2 \cdot \rho \cdot n(D - h_1)h_1 \frac{\tan \alpha \tan \varphi}{(\tan \alpha + \tan \varphi)}$$

$$Q = 0,950 \cdot 3,14^2 \cdot 10^3 \cdot 80 \cdot 10^{-3} (50 \cdot 10^{-3} - 7 \cdot 10^{-3}) h_1 \frac{0,3 \tan 17,45}{0,3 + \tan 17,45} = 95 \text{ кг/год}$$

де $\rho = 0.950 \text{ т/м}^3$ – густина полімеру (поліетилену),

$n = 20 \dots 180 \text{ об/хв.} = 90 \text{ об/хв.}$ – частота обертання черв'яка,

$D = 50 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – діаметр черв'яка,

$h_1 = 7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ – глибина нарізки черв'яка у зоні

завантаження, $\varphi = 17^\circ 45'$ – кут тертя матеріалу о метал,

$\alpha = f = 0.1 \dots 0.9 = 0.3$ – коефіцієнт тертя матеріалу об холодну поверхню.

5.3 Розрахунок ливникової системи

У складі будь-якої ливникової системи присутні три основні елементи: центральний канал, розводящий канал і впускний канал.

Для формування центрального каналу використовується спеціальна ливникова втулка, яка має форму усіченого конуса. Діаметр центрального каналу на вході в ливникову втулку визначається:

$$d_{1p} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{V_{\text{в.н.}}}{\pi v t}} = 0,2 \sqrt{\frac{158 \cdot 10^{-3}}{3.14 \cdot 110 \cdot 4}} = 3 \text{ мм},$$

де $V_{\text{в.н.}} = m/p = 150/0,950 = 158 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^3$ - обсяг чи упорскування сума обсягів виробів, що одночасно відливаються ($m = 150 \text{ г}$ для 4 виливків – маса виробу;

$p = 0.950 \text{ г/см}^3$ – густина поліетилену;

$V = 110 \text{ мм/с}$ - середня швидкість плину матеріалу в ливниковій втулці;

$T = 4 \text{ сек}$ - тривалість упорскування).

Діаметр d_2 центрального ливникового каналу на виході у залежності від кута ϕ конуса . При $\phi = 40^\circ$ і $d_{1p} = 3 \text{ мм}$ - $d_2 = 8 \text{ мм}$. Максимально припустиме значення $d_{2\text{max}}$ центральні ливникові канали на виході:

$$d_{2\text{max}} = e + 1.5 = 8 + 1.5 = 9.5 \text{ мм},$$

де $e = 8 \text{ мм}$ – товщина виробу, що відливається.

Так як $d_{2\text{max}} > d_2$ і центральний літник не примикає до виробу, то зприймаємо $d_1 = d_{1p} = 3 \text{ мм}$, $d_2 = 8 \text{ мм}$.

Розводящі ливникові канали є складовою частиною ливникової системи, яка з'єднує порожнини форми з центральним ливником. Форма розводящого каналу приймається у вигляді трапеції, оскільки вона є більш технологічною та менш працезатратною для виготовлення.

Розміри перетину розводящих каналів визначаємо з літератури і приймаємо $b = 4 \text{ мм}$, $h = 2 \text{ мм}$, $F_{\text{п.с}} = 26.8 \text{ мм}^2$. Впускні канали є останньою ланкою в змішувачі ливникових каналів, що підводять матеріал до порожнини форми.

Площа перетину цього каналу визначається:

$$F_{\text{в.н}} = \frac{F_{\text{у.н}}}{n_{\text{в.н}}} = \frac{r^2 \cdot \pi}{n_{\text{в.н}}} = \frac{3.14 \cdot (0,001 \cdot 2.25)^2}{4} = 3.976 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2,$$

де $F_{\text{у.н}}$ - площа перетину вхідного отвору центрального каналу,

$n_{\text{в.н}} = 4$ - кількість впускних каналів.

Приймаємо $F_{\text{в.н}} = 3,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$. Діаметр впускного каналу дорівнює:
 d

$= 2 \dots 2.5 \text{ мм}$, приймаємо $d = 2 \text{ мм}$. Довжину L каналу приймаємо 316 мм .

Ширину каналу b приймаємо 10 мм .

Завершальним етапом розрахунку ливникової системи є розрахунок вентиляційних каналів. Ці канали розташовуються в областях, які заповнюються розплавом в останню чергу. Їх головна функція полягає у забезпеченні вільного виходу повітря та газів під час лиття.

Площа перетину вентиляційного каналу одного гнізда:

$$F = f \cdot V_{\text{г}} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 59.73 = 0.29 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2,$$

де $f = 5 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{см}^3$ - площа питомого перетину вентиляційного каналу,

$V = 59.73 \text{ см}^3$ – обсяг гнізда форми.

Залежно від матеріалу, в нашому випадку це поліетилен, глибина каналу $h_1 = 0,04 \text{ мм}$. Вентиляційний канал має довжину $L = 2 \text{ мм}$ і переходить в канал глибиною $h_2 = 2 \text{ мм}$, який з'єднується з атмосферою. Ширина каналу приймається як $b = 1,8 \text{ мм}$. Число каналів виходячи з конструкторських розумінь приймаємо 4 [14]. Канали виготовляються в формі після тестування, і лише якщо поперечний переріз зазорів у рухливій частині прес-форми менший, ніж розрахункова величина $F_{\text{в}}$.

5.4 розрахунок системи охолодження прес-форми

Задля розрахунку системи охолодження прес-форми маємо дані:

- розмір форми - 360х316х316;
- матеріал для лиття - поліетилен з максимальною товщиною 8мм у формі колеса з розмірами 60х18;
- температура полімерного розплаву $t_{п} = 1350^{\circ}\text{C}$;
- температура навколишнього середовища $t_{н.с.} = 200^{\circ}\text{C}$;
- температура води на вході тв.п. = 160°C ;
- температура форми $t_{ф.} = 57,50^{\circ}\text{C}$;
- температура готового виробу $t_{д.} = 600^{\circ}\text{C}$;
- маса виробу $G_{д.} = 35\text{г}$.

- Безрозмірна температура:

$$\theta = \frac{t_{\phi} - t_{д}}{t_{\phi} - t_{н}} = \frac{57.5 - 60}{57.5 - 135} \sim 1$$

Час охолодження виробу:

$$\tau_{\text{охл.}} = \frac{0,405(\delta \cdot 0.5)}{a} L_n(1.27 \cdot \theta) = \frac{0.405(0.5 \cdot 8 \cdot 10^{-3})}{0.85 \cdot 10^{-7}} L_n(1 \cdot 1.27) = 46 \text{ с},$$

де $a = 0.85 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ - коефіцієнт теплопровідності

поліетилену в умовах переробки;

$\delta = 8$ м - максимальна товщина стінки.

Повний час циклу:

$$\tau_{\text{цикл}} = \tau_{\text{мех}} + \tau_{\text{охл}} = 15 + 46 = 61 \text{ сек,}$$

де $\tau_{\text{мех}} = 15$ с - час механічної роботи машини. Площа поверхні форми:

$$\begin{aligned} F &= (L_1 B_1 + L_1 H_1 + H_1 B_1) + (L_2 B_2 + L_2 H_2 + H_2 B_2) = \\ &= (0.285 \cdot 0.316 + 0.285 \cdot 0.316 + 0.316 \cdot 0.316) + (0.075 \cdot 0.316 + 0.075 \cdot 0.316 + 0.316 \cdot 0.316) = \\ &= 0.427 \text{ м}^2, \end{aligned}$$

де LL_1 , BB_1 , HH_1 , LL_2 , BB_2 , HH_2 - лінійні розміри частин форми, що оформляють;

$$\begin{aligned} LL_1 &= 0.285 \text{ м, } BB_1 = 0.316 \text{ м, } HH_1 = 0.316 \text{ м, } LL_2 = 0.075 \text{ м, } BB_2 = 0.316 \text{ м,} \\ HH_2 &= 0.316 \end{aligned}$$

Витрата води:

$$\begin{aligned} G_{\text{в}} &= \frac{G_{\text{д}} C_{\text{д}} (t_{\text{п}} - t_{\text{д}}) + \alpha_{\text{ф}} G_{\text{ф}} (t_{\text{ф}} - t_{\text{визн}})}{C_{\text{х}} (t_{\text{вк}} - t_{\text{вп}})} = \frac{1.92 \cdot 10^3 \cdot 0.035 (135 - 60) + 0.427 \cdot 9 (57.5 - 30.5)}{4200 (45 - 16)} = \\ &= 0.042 \text{ кг/с} \end{aligned}$$

де $C_{\text{д}} = 1.92$ кДж/кг · 0С - середня теплоємність полістиролу;

$\alpha_{\text{ф}} = 9$ Вт/м² · 0С - коефіцієнт тепловіддачі вільної конвекції від форми в навколишнє середовище;

$CC_{\text{х}} = 4200$ Дж/кг · 0С - теплоємність охолоджуючої рідини при визначальній температурі,

$$t_{\text{визн}} = 0.5 \cdot (t_{\text{вп}} + t_{\text{вк}}) = 0.5 \cdot (45 + 16) = 30.5 \text{ 0С} -$$

визначальна температура.

Площа поверхні оформлення деталі пуансоном і матрицею:

$$F_{\text{оп}} = 2\pi R(R + H_1) = 0.02 \cdot 2 \cdot 3.14 \cdot (0.02 + 0.01) = 0.0037 \text{ м}^2,$$

де $R = 0.02$ м – радіус пуансона;

$H = 0.01$ м – висота пуансона.

$$F_{\text{ом}} = 2\pi R_1(R_1 + H_1 + \delta) = 0.03 \cdot 2 \cdot 3.14 \cdot (0.03 + 0.018 + 0.008) = \\ = 0.0106 \text{ м}^2,$$

де $R_1 = 0.03$ м – радіус матриці;

$H_1 = 0.018$ м – висота матриці;

$\delta = 8$ мм – товщина стінки виробу.

Перетин каналів пуансона і матриці:

$$f_{\text{п}} = \frac{G_{\text{п}}}{\rho_{\text{в}} v} = 0.018 \cdot 10^3 \text{ м}^2,$$

Де $\rho_{\text{в}} = 10^3$ кг/м³ – густина води,

$$G_{\text{п}} = \frac{2 \cdot F_{\text{оп}} \cdot G_{\text{д}}}{F_{\text{оп}} + F_{\text{ом}}} = \frac{2 \cdot 0.0037 \cdot 0.035}{0.0037 + 0.0106} = 0.018 \text{ кг/с.}$$

$$f_{\text{м}} = \frac{g_{\text{м}}}{\rho_{\text{в}} v} = \frac{0.034}{10^3 \cdot 1} = 0.034 \cdot 10^3 \text{ м}^2,$$

де $\rho_{\text{в}} = 10^3$ кг/м³ – густина води,

$v = 10$ – швидкість води в каналі віднесена до 1 мм за 1 с,

$$G_M = 2G_d - G_n = 0.035 \cdot 2 - 0.018 = 0.034 \text{ кг/с.}$$

Діаметри каналів пуансона і матриці круглого перетину:

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot f_n}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.018 \cdot 4 \cdot 10^3}{3.14}} = 4.79 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

$$d_M = \sqrt{\frac{4 \cdot f_M}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.034 \cdot 4 \cdot 10^3}{3.14}} = 6.58 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Приймаємо $d_n = d_M = 10 \text{ мм.}$

Режим руху води в каналі:

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{1.159 \cdot 10^{-6}} = 8.628,$$

де $\nu = 1.159 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ – кінематична в'язкість води.

Значення критерію Рейнольдса відповідає перехідному режиму руху води, тому критерій Нусельта:

$$Nu = 2.26 \cdot 10^4 \cdot Re^{1.3} \cdot Pr^{0.43} = 2.26 \cdot 10^4 \cdot 8.628^{1.3} \cdot 8.27^{0.43} = 73.34,$$

де $Pr = 8.27$ при $t_{\text{визн}} = 30.5 \text{ } ^\circ\text{C.}$

Коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha_n = \alpha_m = \frac{\lambda \cdot Nu}{d} = \frac{58,65 \cdot 10^{-2} \cdot 73,34}{10^{-2}} = 4301 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{с},$$

$$\text{де } \lambda = 58,65 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{с при } t_{\text{визн}} = 30,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Площа поверхні теплообміну каналів пуансону та матриці:

$$F_n = \frac{G_n C_v (t_{\text{хп}} - t_{\text{хк}})}{\alpha (t_{\text{ф}} - t_{\text{опр}})} = \frac{4200 \cdot 0,018 \cdot 39}{4301(57,5 - 20)} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

$$F_m = \frac{G_m C_v (t_{\text{хп}} - t_{\text{хк}})}{\alpha (t_{\text{ф}} - t_{\text{опр}})} = \frac{4200 \cdot 0,034 \cdot 39}{4301(57,5 - 20)} = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Загальна довжина каналів:

$$L L_n = \frac{F F_n}{\pi d_{\text{вн}}} = \frac{1,4 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 10^{-2}} = 0,446 \text{ м.}$$

$$L L_m = \frac{F_m}{\pi d_{\text{вн}}} = \frac{2,6 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 10^{-2}} = 0,446 \text{ м.}$$

5.5 Розрахунок кількості гнізд пресформи

Для визначення кількості гнізд у прес-формі необхідно враховувати певні параметри ливарної машини, такі як вага упорскування, пластикаційна продуктивність та зусилля змикання.

Кількість гнізд n_1 , виходячи з ваги упорскування машини:

$$n_1 = \frac{G_b}{k_1 G_g} = \frac{150}{3.5 \cdot 1.1} = 4,$$

де $G_b = 150$ г. - вага упорскування машини;

$k_1 = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує вагу ливникової системи щодо ваги однієї деталі,

$G_g = 35$ г. - вага однієї деталі.

Кількість гнізд n_2 , виходячи з пластикаційної продуктивності матеріального циліндра машини:

$$n_2 = \frac{Q \cdot (T_b \cdot G_g + T_x)}{3,6 \cdot k_1 \cdot G_g} = \frac{92 \cdot (0,035 \cdot 1 + 20)}{3.6 \cdot 0.035 \cdot 3600 \cdot 1.1} = 23,$$

де $T_b = 1$ – тривалість витримки деталі у розрахунку на 1 г. ваги;

$T_x = 20$ с. - тривалість циклу, що включає час змикання форми підведення сопла, упорскування пластмаси, розмикання форми, виштовхування деталі та іншого.

Кількість гнізд n_3 :

$$n_3 = \frac{P}{1,25 \cdot P_0 \cdot k_2 \cdot F} = \frac{10^6}{1,1 \cdot 2,75 \cdot 10^{-3} \cdot 1,25 \cdot 60 \cdot 10^6} = 4$$

де $P = 1000$ кН - зусилля змикання форми;

$P_0 = 60$ МПа – тиск пластмаси в гнізді;

$k_2 = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує площу ливникової системи (у плані),

$F = 2,75 \cdot 10^{-3}$ м² – площа деталі (у плані).

Приймаємо кількість гнізд $n=4$.

5.6 Розрахунок довжини руху прес-форми

Орієнтовно хід рухливої частини форми L_x можна визначити із урахуванням для деталей, що вимагає застосування стрижневих виштовхувачів:

$$L_x = l + c \leq L_m = 18 + 60 = 78 \leq 320 \text{ мм},$$

де $l = 18$ мм – висота деталі;

Значення $c = 60$ мм враховує висоту центрального литника, просвіт, який необхідний для видалення деталі, а також інші характеристики, які впливають на процес зняття деталі. Для форм, що використовують стрижневу 1 точково-стрижневу систему, ці значення можна знайти у відповідному довіднику.

Для зручності можна остаточно прийняти величину довжини шляху рухливої частини форми $L_x = 100$ мм.

5.7 Розрахунок параметрів приводу обертового руху шнека

Вихідні дані:

- об'єм вприску $V = 200 \text{ см}^3$;
- діаметр шнека $D = 50 \text{ мм}$;
- частота обертання шнека $n_{\text{спр}} = 90 \text{ об/хв.}$;
- тиск відходу черв'яка $P = 5 \text{ МПа}$;

1. Потужність приводу обертового руху черв'яка:

$$N_{\text{вр}} = K(D \cdot 10^3)^{K_1} \cdot 10^3 = 3.41 \cdot 10^{-4} (10^3 \cdot 50 \cdot 10^{-3})^{2.5} \cdot 10^3 \\ = 6.03 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

2. Крутний момент $M_{\text{кр}}$ шнека з частотою його обертання $n_{\text{спр}}$ знаходиться за формулою:

$$M_{\text{кр}} = 9.55 \cdot \frac{N_{\text{вр}}}{n_{\text{спр}}} = 9.55 \cdot \frac{6.03}{70} = 0.82 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де $N_{\text{вр}} = 6.03 \text{ кВт}$ - потужність приводу обертального руху черв'яка.

3. За $M_{\text{кр}}$ розраховуємо момент на валу $M_{\text{гд}}$:

$$M_{\text{гд}} = \frac{M_{\text{кр}}}{i \cdot \eta_{\text{д}}} = \frac{823}{20 \cdot 0.95} = 43.3 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де $i = 15 \dots 25 = 20$ – передаточне відношення;

$\eta_{\text{д}} = 0.95$ - ККД механічної передачі;

4. Визначаємо подачу насоса q_n :

$$Q_H = \frac{q_{гд} \cdot n_{гдо}}{60 \cdot \eta_{об.гд}} = \frac{90 \cdot 10^{-6} \cdot 1150}{60 \cdot 0,98} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с},$$

де $q_{гд} = 90 \cdot 10^{-6}$ об/хв - подача робочої рідини за один оберт вала;

$n_{гдо} = n_{ср} \cdot i = 90 \cdot 15 = 1150$ об/хв;

$\eta_{об.гд} = 0,98$ - об'ємний ККД гідро двигуна.

5. Потужність N_H насоса, що на основі гідродвигуна:

$$N_H = \frac{P \cdot q_H}{\eta_{эф.гд} \cdot \eta_{эф.н}} = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 0,7} = 1,12 \cdot 10^4 \text{ Вт},$$

де $P = 5$ МПа – номінальний тиск;

$\eta_{эф.гд} = 0,8$ - ефективний ККД гідродвигуна;

$\eta_{эф.н} = 0,7$ - ефективний ККД насоса.

6. Фактична частота обертання вала гідродвигуна під навантаженням:

$$n_{гд.ф} = n_{гдо} (1 - C) = 1050 \cdot (1 - 0,05) = 997,5 \text{ об/хв},$$

де $C = 0,05$ - жорсткість механічної характеристики вала.

7. Потужність $N_{гд}$ передавана гідродвигуном шнеку:

$$N_{гд} = \frac{M_{гд} \cdot n_{гд.ф}}{9,55} = \frac{50 \cdot 997,5}{9,55} = 5,22 \cdot 10^3 \text{ Вт}.$$

8. По тиску $P = 5$ МПа і продуктивності $q_H = 1,25 \cdot 10^{-3}$ м³/с вибираємо лопасний насос типу 8Г12-25А.

Його характеристика:

$$q_n = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$P = 6,5 \text{ МПа.}$$

9. Потужність електродвигуна обраного насоса :

$$N_n = \frac{P \cdot q_n}{X_{\text{еф.н}} \cdot X_{\text{еф.гд}}} = \frac{6,5 \cdot 10^6 \cdot 1,67 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 0,7} = 1,94 \cdot 10^4 \text{ Вт.}$$

10. Максимальна можлива частота двигуна за вибраним насосом:

$$n_{\text{гдд}} = \frac{q_n \cdot X_{\text{об.гд}} \cdot 60}{q_{\text{гд}}} = \frac{1,67 \cdot 10^{-3} \cdot 0,98 \cdot 60}{70 \cdot 10^{-6}} = 1400 \text{ об/хв.}$$

5.8 Розрахунок параметрів приводу поступового руху шнека

Вихідні дані:

- номінальний тиск лиття, $P_{\text{л.н.}}$ – 120 МПа;
- час вприску $t = 4 \text{ с.}$

Обчислюємо потужність приводу для поступового руху шнека, забезпечуючи необхідний тиск для заповнення форми і заданий час вприску. Насос повинен розвивати тиск, яке забезпечить тиск лиття $P_{\text{л}}$, необхідне для заповнення системи сопло-форма і подолати втрати тиску в інжекційному вузлі ливарної машини.

1. Об'ємна швидкість вприску:

$$Q_{\text{впр}} = K_{\text{ут1}} \cdot K_{\text{сж}} \cdot Q = \frac{K \cdot V_{\text{н}}}{t} = \frac{1.3 \cdot 175 \cdot 10^{-6}}{4} = 0,56 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с},$$

де $V_{\text{н}} = 175 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$ - об'єм вприску за цикл.

2. Потужність приводу поступового руху шнека:

$$N_{\text{впр}} = \frac{K_{\text{пер}} \cdot K_{\text{утч}} \cdot P_{\text{л}} \cdot Q_{\text{впр}}}{X} = \frac{0,75 \cdot 1,05 \cdot 120 \cdot 10^6 \cdot 0,56 \cdot 10^{-4}}{0,9} = 5,88 \text{ кВт}$$

де $K_{\text{пер}} = 0,75$ - коефіцієнт перевантаження;

$K_{\text{утч}} = 1,05$ - коефіцієнт втрати гідросистеми;

$X = 0,85 \dots 0,9 = 0,9$ - ККД насоса і гідросистеми вприску.

3. Максимальний крутний момент:

$$M_{\text{кр}} = \frac{9550 \cdot N_{\text{д}}}{n} = \frac{9550 \cdot 19,4}{1400} = 132 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де $n = 1400 \text{ об/хв.}$ – частота двигуна.

4. Осьове зусилля:

$$P_{\text{ос}} = \frac{2 \cdot M_{\text{кр}} \cdot \text{tg} \varphi}{D} = \frac{2 \cdot 132 \cdot \text{tg} 17,45}{0,05} = 1689,6 \text{ Н},$$

де $D = 0,05 \text{ м}$ - діаметр черв'яка,

$\varphi = 17^\circ 45'$ – кут тертя матеріалу о метал.

5.9 Розрахунок наконечника на міцність

Для розрахунку наконечника задаємо дані:

матеріал і термообробка Сталь 38Х2МЮА, НВ 260...280; питомий тиск лиття - $P=120$ МПа;

зовнішній діаметр контакту наконечника і компенсатора - $D=30$ мм;
внутрішній діаметр контакту наконечника і компенсатора - $d=21$ мм.

Напруга зняття в місці контакту наконечника і компенсатора:

$$[\sigma_{\text{см}}] = \frac{P \cdot D^2}{D^2 - d^2} = \frac{120 \cdot 10^6 \cdot 0,03^2}{0,03^2 - 0,021^2} = 235 \text{ МПа.}$$

Напруга зминання, що допускається:

$$[\sigma_{\text{см}}]_2 = 240 \text{ МПа.}$$

5.10 Розрахунок черв'яка на міцність

Вихідні дані: Матеріал черв'яка сталь 38ХМЮА, границя текучості $\sigma_t = 450$ МПа , діаметр черв'яка 50мм.

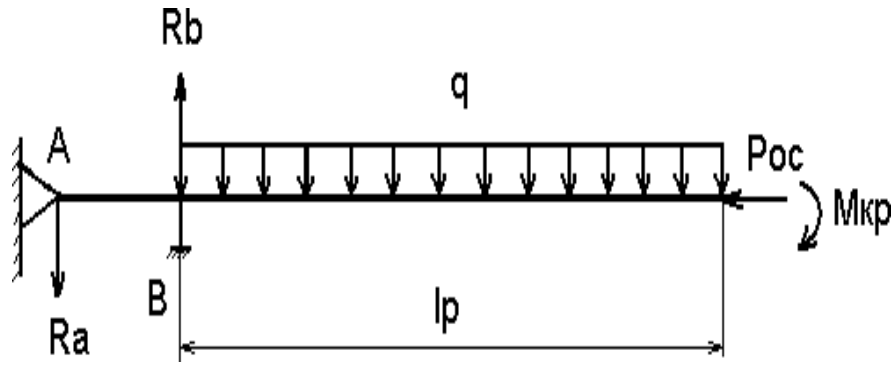


Рис. 5.1. - Розрахункова схема черв'яка на міцність та жорсткість

1. Полярний момент інерції:

$$I = \frac{d_1^4 \cdot \pi}{64} (1 - \alpha^4) = \frac{0.036^4 \cdot 3.14}{64} (1 - 0.72^4) = 6 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4,$$

де $\alpha = 0,72$ - відношення діаметра стрижня черв'яка і внутрішнього охолоджувального каналу в небезпечному перерізі.

2. Площа небезпечного перерізу:

$$F_{\text{пер}} = \frac{d_1^4 \cdot \pi}{4} (1 - \alpha^4) = \frac{0.036^4 \cdot 3.14}{4} (1 - 0.72^4) = 0,49 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4,$$

3. Радіус інерції:

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 10^{-8}}{0.49 \cdot 10^{-3}}} = 1.11 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

4. Ступінь твердості черв'яка:

$$\lambda = \frac{l_p \cdot \mu}{i} = \frac{1 \cdot 2}{1.11 \cdot 10^{-2}} = 180,$$

де $\mu = 2$ - коефіцієнт способу закладення.

Оскільки $\lambda < 209$, то черв'як вважається довгим і розраховується на жорсткість.

5. Осьовий момент опору:

$$W = \frac{d_1^3 \cdot \pi}{32} (1 - \alpha^4) = \frac{0.036^3 \cdot 3.14}{32} (1 - 0.72^4) = 1.7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4,$$

6. Дотичні напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{F} = \frac{132}{1.7 \cdot 10^{-6}} = 78 \text{ МПа.}$$

7. Напряга стиску:

$$\sigma_c = \frac{P_{ос}}{F} = \frac{1689.6}{0.49 \cdot 10^{-3}} = 3.45 \text{ МПа.}$$

8. Результати напруги за 3-ьої теорією міцності:

$$\sigma_3 = \sqrt{\sigma^2 - 4\tau^2} = \sqrt{3.45^2 - 78^2 \cdot 4} = 156 \text{ МПа.}$$

9. Запас міцності:

$$N = \frac{\sigma_t}{\sigma_3} = \frac{450}{156} = 2.8$$

5.11 Розрахунок черв'яка на жорсткість

Вихідні дані: Матеріал черв'яка сталь 38ХМЮА, діаметр черв'яка $d = 50\text{мм}$, зазор між корпусом і черв'яком $\delta_{\max} = (0,002 \dots 0,003)D = 0,1\text{мм}$,

E - модуль пружності, $E = 2 \cdot 10^5\text{ МПа}$. Максимальний прогин розраховується за формулою:

$$\delta = \frac{1}{IE} \left[\frac{q}{k^2} \left(\frac{1}{k^2} + \frac{l_p}{2} \right) - \frac{1}{k} \left(\frac{q}{k^2} + A \cdot l_p \right) \cos(k \cdot l_p) - \frac{1}{k^2} \left(\frac{q \cdot l_p}{k} - A \right) \cdot \sin(k l_p) \right] =$$

$$= \frac{1}{2 \cdot 10^{11} \cdot 2,4 \cdot 10^{-7}} \left[\frac{5,53}{0,375^2} \left(\frac{1}{0,375^2} + \frac{1}{2} \right) - \frac{1}{0,375} \left(\frac{1}{0,375^2} + 17,61 \cdot 1 \right) \cos(0,375 \cdot 1) - \frac{1}{0,375^2} \left(\frac{5,53 \cdot 1}{0,375} - 17,61 \right) \cdot \sin(0,375 \cdot 1) \right] = 0,00042\text{ мм},$$

де

$$k = \sqrt{\frac{P_{\text{oc}}}{EI}} = \sqrt{\frac{1689,6}{6 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{11}}} = 0,375,$$

$$A = \frac{q \left[l_p - \frac{1}{k} \sin(k l_p) \right]}{k \cdot \cos(k \cdot l_p)} = \frac{5,53 \left[1 - \frac{1}{0,375} \sin(1 \cdot 0,375) \right]}{0,375 \cdot \cos(0,375 \cdot 1)} = 17,61.$$

Прогин в межах допустимого

6 СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ

6.1 МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ

Головною метою розділу монтаж і експлуатація є розгляд та детальний опис процесу складання основного вузла машини. В нашому випадку машини для лиття під тиском. Під час роботи над розділом було виконано наступні задачі:

- розроблено технологічну схему складання вузла
- створено операційну карти з основними кроками, їх описом та послідовністю дій
- підібрано необхідне обладнання та визначено час, потрібний для виконання кожного етапу
- розроблено процес монтажу машини на фундаменті
- складено схему та таблицю змащення з описом всіх типів мастил, що використовуються, та періодичністю їх використання

6.1.1 Технологія збору вузла термопластавтомата

Складання вузла машини – це технологічний процес, що демонструє етапи з'єднання окремих деталей у більші складові частини, а потім об'єднання цих частин у функціонально завершений вузол. Як приклад можна навести складання гідравлічного затискного циліндра (рис 6.1) для машини лиття під тиском. Здійснюється цей процес за чітко визначеною послідовністю операцій, яка наведена на схемі складання вузла нижче (рис 6.2)

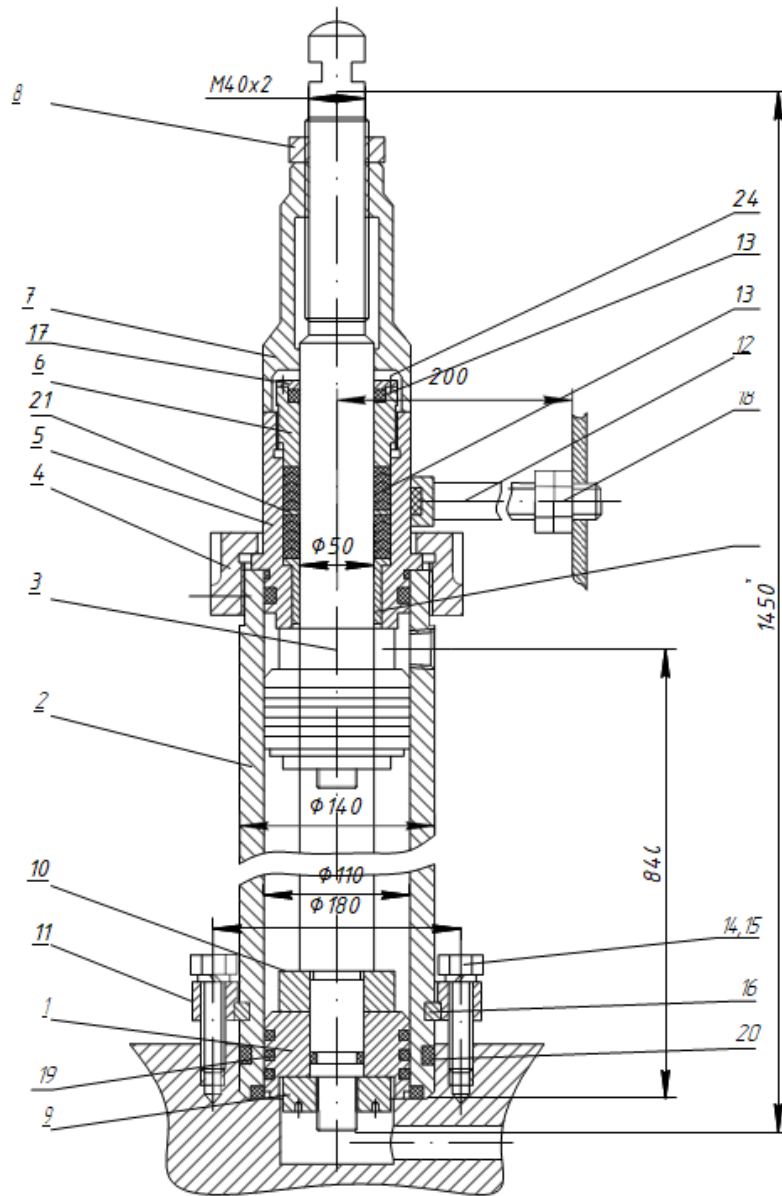


Рисунок 6.1–Гідравлічний затискний циліндр

1 – поршень; 2 – корпус; 3 – шток; 4 – гайка; 5,17 – кришка; 6 – втулка різьбова; 7 – стакан; 8 – гайка; 9 – гайка піджимна; 10 – втулка; 11 – кільце; 12 – вісь; 13 – ущільнення шевронне; 14 – болт; 15 – гровер; 16,21 – кільце; 18 – гайка; 19,20,23 – кільце ущільнююче; 22 – втулка; 24 – гвинт

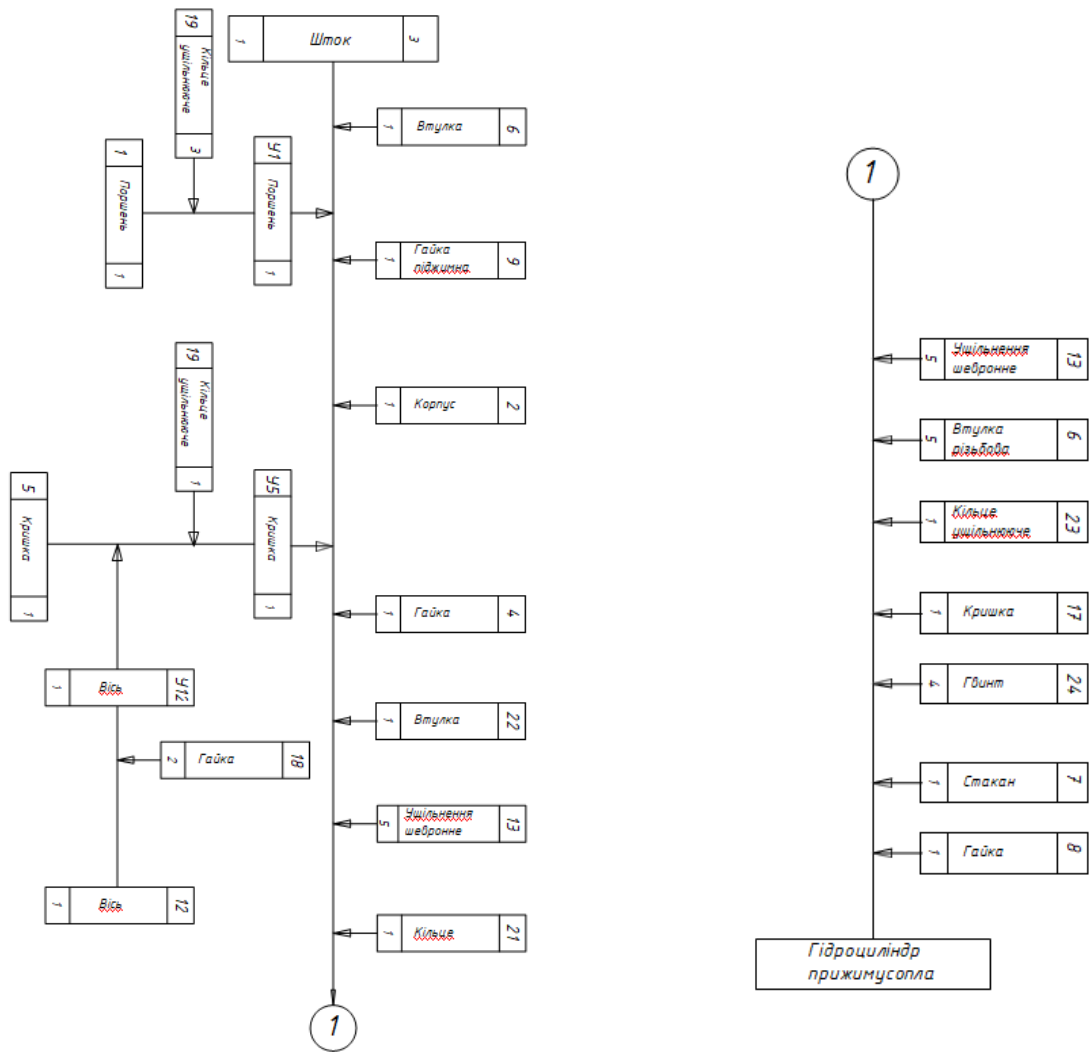


Рисунок 6.2– Технологічна схема складання вузла

На рисунку 6.3 наведено операційні карти, метою яких є деталізований опис етапів складання вузла з усіма послідовностями дій

Номер переходу	Операційна карта											
	Найменування операції					Обладнання						
	Зміст переходу					Технологічний режим	Кількість	Прийом	Інструмент	Точка		
1	Втулку 6 надіти на шток 3 . Кільця 19 надіти на поршень. Затягти гайкою 9. В корпус 2 вставити шток					Шток	1		Молоток	13		
						Втулка	1		Викрутка			
						Поршень	1					
						Кільце	1					
						Гайка	1					
						Корпус	1					
2	Нагвинтити гайки 18 на вісь 12					Кришка	1		Ключ	20		
	Вставити кільце 19 у кришку 5					Вісь	1		роздвижний			
	Пригвинтити гайкою 4 до корпусу 2 кришку 5					Гайка	1					
</												

6.1.2 Монтаж термопластавтомата на фундаменті

Першочерговою задачею є виготовлення фундаменту та розробка плану розміщення фундаментних болтів (рис. 6.4).

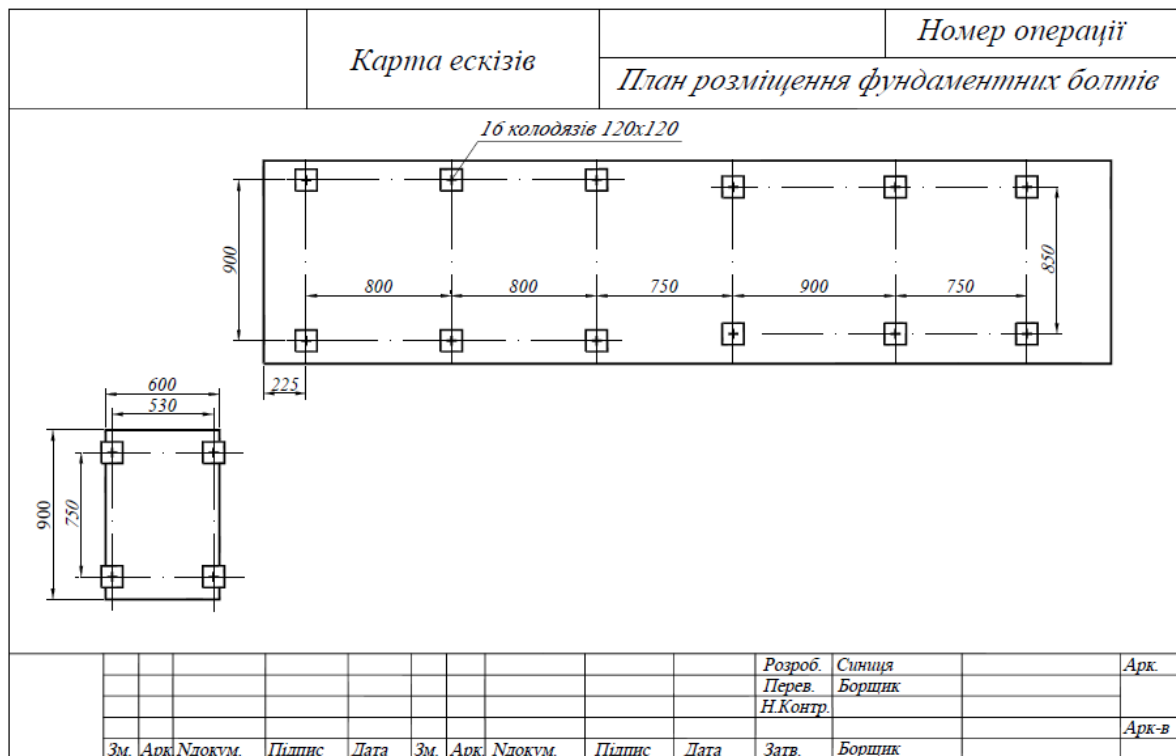


Рисунок 6.4 – План розміщення фундаментних болтів

Наступним кроком є безпосередній монтаж вузлів машини, таких як вузол механізму змикання (рис 6.5), інжекційно-пластикаційний вузол (рис 6.6) та електричної шафи (рис 6.7)

Ине.№подл.	Подпись и дата	взам.инв.№	Ине.№ дубл.	Подпись и дата	ГОСТ 3.1407 – 74 Форма 1									
Операційна карта слюсарних, слюсарно-складальних та електромонтажних робіт														
Номер чека	Номер учас	Номер операції	Номер операції	Номер операції	Найменування операції					Обладнання (найменування, модель)				
					Монтаж термопластавтомата									
Номер переходу	Зміст переходу					Технологічний режим, к-сть.		Приспосовування (код, найменування)		Інструмент (код, найменування)		То,хв		
1	Застропити, підняти станину 4 з механізмом змикання, встановити фундаментні болти 1 у відповідні отвори станини, надіти шайби 2.					Фундаментний болт – 6 шт.		Електроталь Q = 5 т		Гайковий ключ S = 45		45		
	Нагвинтити гайки 3, станину опустити за місцем.					Шайба – 6 шт.								
						Гайка – 6 шт.								
2	Застропити, підняти станину 5 з інжекційно-пластикаційним вузлом, встановити фундаментні болти 1 у отвори станини, надіти шайби 2.					Фундаментний болт – 6 шт.		Електроталь Q = 5 т		Гайковий ключ S = 45		50		
	Нагвинтити гайки 3, станину опустити за місцем.					Шайба – 6 шт.								
						Гайка – 6 шт.								
					Разраб.		Синиця						Лист	
					Перевір.		Бориць							
													Листо	
					Изм.	Лист	№ док.	Подпис	Дата	Изм.	Лист	№ док.	Подпис	Дата

Ине.№подл.	Подпись и дата	взам.инв.№	Ине.№ дубл.	Подпись и дата	ГОСТ 3.1407 – 74 Форма 1а									
Номер переходу	Зміст переходу					Технологічний режим, к-сть.		Приспосовування (код, найменування)		Інструмент (код, найменування)		То,хв		
3	Застропити, підняти шкаф електроуправління, встановити фундаментні болти, надіти шайби, наживити гайки, шкаф поставити за місцем на фундамент.					Фундаментний болт – 4 шт.		Електроталь Q = 1,5 т		Гайковий ключ S = 30		30		
						шайба – 4 шт.								
						гайка – 4 шт.								
4	Під'єднати шланги гідросистеми до гідронасоса та гідродвигуна, встановити манометри.									Викрутка		15		
5	Машину заземлити, підключити до джерела електричного струму, зробити покраску машини та провести пробний пуск машини.											120		
													Лист	
					Изм.	Лист	№ док.	Подпис	Дата	Изм.	Лист	№ док.	Подпис	Дата

Рисунок 6.8 – Операційні карта монтажних робіт

6.1.3 Експлуатація термопластавтомата

Експлуатація машини для лиття під тиском виконується з урахуванням вимог до їх технічного обслуговування. Досить важливим елементом експлуатації є змащення машини, що гарантує довготривалість її слугування. То документів, що забезпечує правильність виконання всіх дій під час цього процесу є карта змащення, що містить графічну складову у вигляді схеми (рис. 6.9) з місцями змащення.

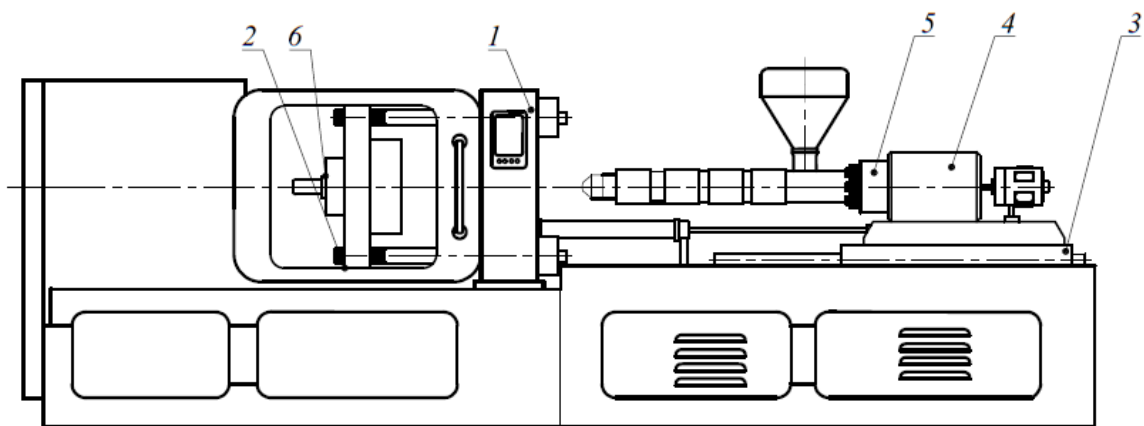


Рисунок 6.9 – Карта змащування машини для лиття під тиском

Та таблицю (рис.6.10), в якій наведені типи мастил, їх застосування та періодичність обслуговування.

N позиції	Найменування і позначення змащувального вузла	Найменування змащувального матеріалу	Кількість точок змащування	Спосіб нанесення мастила	Періодичність
1	Плита нерухома	Солідол М та мастило індустріальне 30 ГОСТ 20799-75	4	З'єднання змащуються за допомогою пресмастилок	Зміну мастил проводити один раз на 9 міс.
2	Салаки механізму змикання	Солідол М та мастило індустріальне 30 ГОСТ 20799-75	2	З'єднання змащуються за допомогою пресмастилок	Зміну мастил проводити один раз на 6 міс.
3	Салаки механізму інжекції	Солідол М та мастило індустріальне 30 ГОСТ 20799-75	2	З'єднання змащуються за допомогою пресмастилок	Зміну мастил проводити один раз на 6 міс.
4	Редуктор	Мастило ТАП-15 ГОСТ 23652-79	5	Залити у корпус редуктора до необхідного рівня	Перший раз після місяця експлуатації. Далі проводити один раз на 6 міс.
5	Вузол опірного підшипника	Мастило ТАП-15 ГОСТ 23652-79	1	До місць змащування мастило потрапляє по системі вимушеного змащування від насосу	Зміну мастил проводити один раз на 6 міс.
6	Виштовхувачі	Солідол М	4	Змащуються за допомогою пресмастилок	Зміну мастил проводити один раз на 6 міс.
7	Підшипники електродвигунів	Згідно інструкції заводу виробника			

Рисунок 6.10 - Таблиця змащування машини для лиття під тиском

Висновок

У розділі «Монтаж і експлуатація» докладно розглянуто процедури збирання основних компонентів машини, включаючи розробку технологічних схем, створення операційних карт і визначення послідовності робіт. Описано етапи встановлення на фундамент, зокрема монтаж основних елементів конструкції. Особливу увагу приділено питанням використання, зокрема технічному обслуговуванню та схемам змащування, які сприяють надійній роботі машини та продовжують строк її експлуатації.

6.2 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці в Україні зобов'язує роботодавців створювати безпечні умови для працівників, які обслуговують виробниче обладнання. Це досягається через:

- ефективне використання простору приміщень та оптимальне розміщення обладнання;
- коректну експлуатацію техніки та належну організацію виробничих процесів;
- захист працівників від дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів;
- дотримання вимог санітарії та гігієни на робочих місцях і в приміщеннях.

Основна ціль цих заходів – зберегти здоров'я працівників, уникнути впливу несприятливих умов і створити оптимальні робочі умови. Виконання цих вимог є важливою складовою забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу на підприємствах.

У цій магістерській дисертації розроблено машину для лиття під тиском із модернізованою прес-формою. Серед шкідливих і небезпечних факторів, що впливають на оператора, який відповідає за налаштування параметрів процесу і його контроль, можна виділити:

- повітря робочої зони;
- виробничий шум;

- електронбезпека;
- освітлення;
- пожежонебезпека.

6.2.1 Повітря робочої зони

Операторська робота, що передбачає обслуговування машину для лиття під тиском, належить до категорії 1b фізичної праці згідно з нормами ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007, з витратами енергії в межах 121-150 ккал/год.

У зоні оператора встановлено систему загальнообмінної вентиляції, яка забезпечує подачу свіжого повітря та видалення забрудненого за допомогою механічної витяжки. Для очищення повітря від пилу в системі використовується скруббер. Робота вентиляції організована так, що приточування свіжого повітря здійснюється безпосередньо в робочу зону, а видалення забрудненого повітря проводиться через витяжку, розташовану у верхній частині приміщення.

Ця система вентиляції гарантує комфортні умови праці оператора, забезпечуючи доступ свіжого повітря і ефективне видалення шкідливих речовин. Крім того, у робочій зоні встановлено кондиціонер і систему опалення, що дозволяє підтримувати оптимальні кліматичні умови.

Всі зазначені заходи відповідають санітарним нормам, передбаченим ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007, зокрема:

- підтримання температури повітря на рівні 20-23°C у холодний період та 22-25°C у теплий;
- рівень запиленості не перевищує 0,1 мг/м³;

- максимальна допустима концентрація пилу без вмісту вільного SiO_2 – 6 мг/м^3 ;
- забезпечення відносної вологості в межах 40-60%.

6.2.2 Виробничий шум

Основними джерелами шуму під час експлуатації машини є гідродвигуни, вентилятори для охолодження, електродвигуни, механізм підведення сопла та система запирання.

Зважаючи на характер переробки, в машині можна виділити такі типи шуму: вузькосмуговий, змінний механічний, аеродинамічний і гідродинамічний, з рівнем звуку, що досягає 95 дБА. Водночас, відповідно до санітарних норм (ДСН 3.3.6.037-99), допустимий рівень шуму не повинен перевищувати 80 дБА.

Для зменшення впливу виробничого шуму впроваджуються наступні заходи:

- змащування поверхонь, що контактують під час тертя;
- використання спеціальних амортизувальних матеріалів у відповідних зонах;
- встановлення кожухів для ізоляції конструктивних елементів.

Такі дії спрямовані на мінімізацію рівня шуму, який створює обладнання, і забезпечення комфортних умов для працівників, які перебувають у безпосередній близькості до машини.

Для захисту слуху оператора під час роботи поза межами операторської використовуються спеціальні навушники, такі як H510A C1 Comfort Ear Muffs від компанії 3M.

6.2.3 Електробезпеки

Приміщення, де розташований пункт керування машиною для лиття під тиском, відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), класифікується як зона з підвищеним ризиком ураження електрострумом. Для живлення обладнання використовується трифазна система напруги 220/380 В із частотою 50 Гц і глухо заземленою нейтраллю.

Серед основних причин, що можуть призвести до електротравм працівників, можна виділити:

- випадкове вмикання установки;
- пробій ізоляції на корпус;
- контакт із відкритими струмоведучими елементами;
- зношення ізоляції та погіршення її характеристик;
- дотик до частин установки, які опиняються під напругою через коротке замикання.

Згідно з ПУЕ-2017, трифазні мережі з напругою до 1000 В розглядаються як трипровідні системи із глухо заземленою нейтраллю. Рівень небезпеки для людини визначається опором ланцюга, через який проходить струм: що менший опір, то вищий ризик ураження. У стандартних умовах для тривалого впливу вважається безпечним струм величиною до 0,01 А, при

цьому допустима сила струму визначається таким чином, щоб не загрожувати серцевому ритму.

Безпека роботи з обладнанням забезпечується за рахунок технічних і організаційних заходів, до яких належать:

- використання низьковольтних мереж;
- розділення електричних контурів;
- регулярний контроль стану ізоляції;
- подвійна ізоляція;
- унеможливлення доступу до струмоведучих частин;
- заземлення й занулення елементів;
- автоматичне відключення живлення;
- застосування засобів індивідуального захисту, таких як діелектричні рукавички.

Щоб уникнути травматизму, додатково рекомендується:

- розміщувати вимикачі обладнання в захищених шафах;
- обгортати силові кабелі у металеві кожухи;
- забезпечити швидке аварійне відключення у разі контакту людини з електрострумом;
- встановлювати індикатори увімкненого стану установки на панелі керування;

- використовувати затискачі для заземлення струмопровідних частин установки;
- наносити стійкі позначення "Земля" на датчики занулення відповідно до чинних стандартів.

Для перевірки якості ізоляції застосовується тестування за допомогою напруги 200 В з частотою 50 Гц протягом однієї хвилини, при цьому опір ізоляції має бути не меншим за 0,5 МОм.

Таким чином, забезпечення безпеки роботи з обладнанням досягається впровадженням організаційних і технічних заходів, спрямованих на зниження ризику ураження електрострумом.

ризиками".

6.2.4 Освітлення

Для забезпечення якісного освітлення в приміщенні, де встановлена машина для лиття під тиском, застосовуються світильники серії НВ. До них належать:

- світильник HBD250M, що працює на ртутній лампі типу ДРЛ;
- світильник НВН із використанням металогалогенової лампи типу ДРИ;
- світильник HBS, оснащений натрієвою лампою типу ДНаТ.

Зважаючи на можливість раптового відключення електроживлення, рекомендується встановлення блоку аварійного живлення. Такий блок інтегрований у світильник і може використовуватися з лампами потужністю від 13 Вт до 58 Вт.

Рівень освітлення у приміщенні відповідає вимогам ДБН В.2.5-28:2010. Зокрема, необхідний рівень освітленості (E_n) становить 150 люксів, а фактичний рівень освітленості (E_f) досягає 200 люксів.

6.2.5 Пожежонебезпека

Найбільш імовірними причинами, що можуть спричинити займання, є такі фактори:

- несправність електроустаткування;
- струми короткого замикання та перевантаження кабелів живлення;
- займання ізоляції електропроводки;
- займання сировини ПЕВГ (полімери етилену високої густини);
- використання вогню в неналежному місці.

Згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016, приміщення, де розташована машина для лиття під тиском, відноситься до категорії В (пожежонебезпечні), оскільки містить горючі речовини, а клас зони - П Па (ПУЕ-2017). За ДБН В.1.1-7:2016 таке приміщення відноситься до першого ступеня вогнетривкості.

Для запобігання займанням вживаються такі заходи:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;
- обмеження використання відкритого вогню;
- паління дозволяється лише у відведених для цього місцях;

- проведення своєчасного інструктажу з техніки безпеки серед обслуговуючого персоналу;
- організація агітації щодо протипожежної безпеки;
- наявність системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС) та засобів оперативного зв'язку з пожежною частиною;
- наявність засобів пожежогасіння в безпосередній близькості від установки, таких як пісок, ковдри, вогнегасники.

Для гасіння невеликих ділянок займання, якщо електроустаткування ввімкнене або вимкнене (до 1000 В), застосовуються вуглекислотні та порошкові вогнегасники.

У приміщенні встановлені пожежні гідранти та теплові сповіщувачі, які спрацьовують при підвищенні температури до заданої межі. Захист від статичної електрики досягається за допомогою занулення.

Первинними засобами гасіння пожежі є порошкові вогнегасники ДСТУ 3105 "Вексон-АВС 50 ТУ 2149-028-10968286", кількість яких така:

- "САМ-6", "САМ-9";
- ящики з піском;
- гасіння (стаціонарне, ручне);
- пожежні гідранти.

Установки пожежогасіння (порошкові закачні) мають принцип дії, який комбінується з принципом дії теплового замка, що дозволяє використовувати "САМ-3", "САМ-6", "САМ-9" для протипожежного захисту об'єктів без участі

людини. Вони придатні для гасіння пожеж класу А (тверді речовини), класу В (рідкі речовини) та класу С (газоподібні речовини) відповідно до ДСТУ EN 2:2014, а також для електроустановок, кабельних тунелів під напругою до 1000 В.

Установки виготовляються в кліматичному виконанні з категорією розміщення 3 згідно з нормами для роботи при температурах від $-20-20$ до $+50+50^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості повітря до 95%.

У приміщенні, де розташована установка, на відстані 30 метрів одна від одної розміщені пожежні гідранти з рукавами довжиною до 10 метрів. Відстань до пожежного виходу не перевищує 40 метрів. Кількість виходів - не менше двох. Ширина ділянки шляху евакуації становить 1,5 метра, ширина дверей еваковиходу - 1 метр. Двері еваковиходу повинні відкриватися назовні, що відповідає СНиП 2.09.02-85.

ВИСНОВОК

У розділі розглянуто основні аспекти забезпечення безпечних і комфортних умов праці оператора машини для лиття під тиском. Здійснено аналіз чинників, що впливають на організацію безпеки на робочому місці, зокрема мікроклімат, вентиляцію, рівень шуму, освітлення, пожежну безпеку та захист від ураження електричним струмом. Також було розроблено заходи, що дозволяють мінімізувати ризики травматизму, професійних захворювань та аварійних ситуацій, що є ключовими завданнями в системі охорони праці. Застосування цих рішень забезпечує не тільки дотримання нормативних вимог, але й створення сприятливих умов для підвищення продуктивності праці та збереження здоров'я персоналу.

6.3 СТАРТАП-ПРОЕКТ

У цьому розділі представлено маркетингові аспекти створення стартапу на основі модернізації прес-форми для машин лиття під тиском. Висвітлюються етапи вибору ідеї, проведення технологічного аудиту проекту, аналіз запуску стартапу, розроблення ринкової стратегії та маркетингової програми. Проведений аналіз дозволяє оцінити можливості впровадження стартапу та визначити шляхи його ефективного функціонування на ринку.

6.3.1 Ідея стартап-проекту

Опис ідеї проекту

Основна ідея стартап-проекту (табл. 6.1) полягає у впровадженні та розробленні інноваційних рішень для машин лиття під тиском шляхом модернізації прес-форми. Даний проект матиме назву «MoldFlex» (рис. 6.1).

Модернізована прес-форма, яка є результатом глибокого аналізу існуючих технологій та патентних розробок, передбачає впровадження інноваційної конструкції з адаптивною системою охолодження та покращеною структурою каналів подачі матеріалу. Інновація полягає у створенні прес-форми з інтелектуальним температурним розподілом, що дозволяє досягати високої точності формування деталей, мінімізувати кількість браку та оптимізувати виробничий процес. Модернізована система охолодження забезпечує рівномірний розподіл температури, що особливо важливо для великих і складних виробів.

Це рішення масштабоване для різних промислових секторів, включаючи автомобільну, медичну та пакувальну промисловість. Комерціалізація цього проекту буде здійснюватися у двох основних напрямках: масове виробництво модернізованих прес-форм для інтеграції в серійні моделі

машин лиття під тиском та надання послуг із адаптації та оптимізації технології для вже існуючих виробничих ліній замовників.

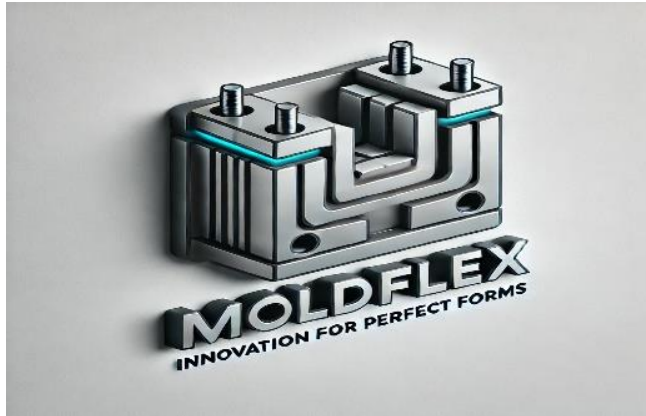


Рис. 6.1 – Логотип, назва та гасло проекту

Для кожного стартап-проекту важливо мати унікальні та впізнавані ідентифікаційні символи. Логотип, назва та гасло повинні бути простими, зрозумілими та такими, що легко запам'ятовуються цільовою аудиторією. Враховуючи сучасні тенденції мінімалізму, для цього проекту було розроблено лаконічний та естетично привабливий дизайн, представлений на рисунку 6.1. Логотип і назва «MoldFlex» підкреслюють основну ідею проекту – гнучкість, інноваційність і точність рішень. Гасло проекту – «Інновації для досконалих форм»– відображає ключові цінності стартапу та створює позитивний імідж серед потенційних клієнтів.

Таблиця 6.1 – Опис ідеї-стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Розроблення та впровадження модернізованих прес-форм для машин лиття під тиском із подальшою комерціалізацією через масове виробництво та адаптацію під потреби клієнтів.	1. Автомобілебудування, електроніка, пакувальна промисловість, медична техніка, виробництво побутових товарів.	Підвищення якості виробів; стабільність та точність формування; зменшення відходів і витрат на виробництво.
	2. Виробництво деталей зі складною геометрією, які потребують високої точності та рівномірного температурного розподілу в процесі лиття.	Зменшення кількості браку; скорочення циклу виробництва; можливість виготовлення продукції для галузей із високими технічними вимогами.
	3. Підприємства, які використовують серійне виробництво пластикових деталей із високими технічними та естетичними характеристиками.	Економія енергії; довговічність обладнання; підвищення конкурентоспроможності продукції на ринку завдяки точності та універсальності модернізованої прес-форми.

6.3.2 Аналіз потенційних техніко-економічних переваг

Модернізована прес-форма для машини лиття під тиском є інноваційним рішенням, яке має низку техніко-економічних переваг порівняно з існуючими аналогами на ринку. Детальний аналіз дозволяє виділити ключові характеристики, оцінити конкурентне середовище та відзначити відмінності проєкту.

Основні властивості та переваги модернізованої прес-форми включають:

- **Інноваційна система охолодження.** Завдяки адаптивному температурному розподілу, забезпечується рівномірне охолодження виробів, що знижує ймовірність дефектів і скорочує виробничий цикл.

- **Покращена конструкція каналів подачі матеріалу.** Оптимізовані канали забезпечують стабільний потік розплаву та зменшують енергоспоживання під час інжекції.

- **Універсальність застосування.** Прес-форма легко адаптується для роботи з різними типами матеріалів і складними геометріями виробів, що робить її придатною для різних промислових галузей.

- **Економія ресурсів.** Зменшення кількості браку та витрат на сировину дозволяє оптимізувати виробничі витрати.

- **Довговічність.** Завдяки використанню зносостійких матеріалів у конструкції, термін служби прес-форми значно перевищує характеристики базових моделей.

Ці технічні переваги роблять модернізовану прес-форму ефективним рішенням для серійного виробництва, де необхідна висока якість продукції та оптимізація витрат.

До основних конкурентів належать сучасні технології у сфері виробництва прес-форм та машин лиття під тиском. Розглянемо окремі приклади:

- Nissei FNX110III. Це обладнання забезпечує високий рівень тиску інжекції, проте воно поступається в універсальності, особливо під час роботи з матеріалами, які потребують адаптивного підходу до температурного контролю.

- TR-188PVC. Машина має значну силу затиску, але її експлуатація вимагає більших витрат енергії, що підвищує загальні виробничі витрати.

- Стандартні прес-форми. Їх простота є перевагою у виробництві базових виробів, проте відсутність технологій рівномірного охолодження та точності у розподілі матеріалів обмежує якість кінцевої продукції.

Тому модернізована прес-форма демонструє явні переваги в точності, адаптивності та економічній ефективності, порівняно з іншими існуючими рішеннями. За результатами оцінки, представлені у таблиці 6.2, модернізована прес-форма має суттєві переваги за ключовими параметрами, такими як універсальність, енергозбереження, довговічність та економічність експлуатації. Незважаючи на відносно середню вартість виробництва, вона дозволяє знижувати загальні витрати підприємств завдяки економії ресурсів, скороченню часу виробничого циклу та зменшенню відходів. Таке інноваційне рішення особливо актуальне для підприємств, що займаються серійним виробництвом пластикових виробів, де важливі технічні й естетичні характеристики продукції. Завдяки покращеним властивостям модернізованої прес-форми, підприємства отримують змогу виготовляти високоякісну продукцію, одночасно знижуючи виробничі витрати та підвищуючи конкурентоспроможність на ринку.

Модернізована прес-форма для машин лиття під тиском демонструє суттєві техніко-економічні переваги, включаючи високу точність, універсальність, зниження витрат і довговічність. Її впровадження дозволить підприємствам оптимізувати виробничі процеси, зменшити кількість браку та підвищити якість продукції, забезпечуючи конкурентоспроможність на ринку.

Модернізоване сопло інжекційного механізму є інноваційним рішенням, що забезпечує низку техніко-економічних переваг порівняно з існуючими аналогами. Подальший аналіз дозволяє виділити ключові характеристики розробки, порівняти її з конкурентними рішеннями на ринку та оцінити переваги проєкту.

Таблиця 6.2 – Визначення сильних (S), слабких (W) та нейтральних (N) характеристик ідей проекту

№ п/ п	Техніко- економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W	N	S
		Мій проект	Nissei FNX110III	TR-188PVC	Стандартні прес-форми			
1	Універсальність	Широкий спектр застосувань	Обмежений	Обмежений	Обмежений		+	
2	Температурний контроль	Адаптивний, точний контроль	Обмежений в адаптації до температур	Стандартний, обмежений контроль	Відсутній, нерівномірне охолодження			+
3	Енергоспоживання	Оптимізоване для мінімальних витрат енергії	Високе споживання енергії	Високе енергоспожи вання	Низьке споживання енергії			+
4	Точність та якість продукції	Висока точність та рівномірність	Висока точність, але обмежена універса- льність	Середня точність	Низька точність, проблеми з якістю			+
5	Експлуатаційні витрати	Низькі через енергоефекти вність та довговічність	Високі через енергоспожива ння	Середні витрати	Низькі витрати, але низька якість		+	
6	Простота конструкції та обслуговуванн	Складна система з високою ефективністю	Висока складність	Складна конструкція	Проста конструкція		+	

Модернізоване обладнання для лиття під тиском, перевершує конкурентів за універсальність, температурним контролем та енергоефективністю. Воно

забезпечує високу точність і якість продукції завдяки вдосконаленим прес-формам та системам охолодження. Хоча енергоспоживання потребує вдосконалення, загальні експлуатаційні витрати конкурентоспроможні. Обладнання має великий потенціал для різних галузей, але потребує покращень у спрощенні обслуговування та зниженні витрат енергії.

6.3.3 Технологічний аудит стартап-проекту

Технологічний аудит стартап-проекту ґрунтується на оцінці можливості реалізації машини для лиття під тиском з модернізованими прес-формами за допомогою існуючих технологій. Цей етап є критичним для визначення життєздатності проекту, оскільки саме технологічні аспекти визначають його ефективність, масштабованість та конкурентоспроможність.

Дослідження показало(табл. 6.3), що всі необхідні технології для реалізації проекту є наявними на ринку та доступними для використання. Високоточне фрезерування та токарна обробка є стандартними для виробництва прес-форм і доступні на всіх етапах. Інтеграція 3D-друку для виготовлення компонентів складної геометрії та лазерного наплавлення для підвищення зносостійкості потребує певної адаптації, але це не створює значних технічних бар'єрів. Співпраця з виробничими центрами, що спеціалізуються на металообробці, дозволяє мінімізувати витрати на розробку та впровадження технологій.

Таблиця 6.3 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Комерціалізація проекту	Високоточне фрезерування та токарна обробка	Наявні	Доступні
2	через два основні напрямки: масове виробництво машин лиття під тиском з модернізованими прес-формами та надання послуг з адаптації цієї технології для існуючих виробничих ліній замовників	Використання 3D-друку для виготовлення складних компонентів прес-форм	Наявні, потребують адаптації	Доступні через партнерські виробництва
3		Наплавлення лазером для підвищення зносостійкості та довговічності прес-форм	Наявні, потребують дороблення	Доступні
4		Використання високотемпературної термообробки для покращення механічних властивостей матеріалів	Наявна	Доступна
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: поєднання фрезерування, 3D-друку, лазерного наплавлення та термообробки.				

Технологічний аудит підтвердив, що для реалізації проекту з модернізації прес-форм для машин лиття під тиском доступні всі необхідні технології. Поєднання фрезерування, 3D-друку, лазерного наплавлення та термообробки забезпечить досягнення високих технічних характеристик із мінімальними витратами на адаптацію та впровадження у виробництво. Проект має високу технологічну здійсненність і готовий до подальших етапів розробки.

6.3.4 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Сенс підрозділу полягає у доцільності запуску стартап-проекту з модернізації прес-форм для машин лиття під тиском, визначенні ринкових можливостей, які можна використати під час впровадження проекту, та ринкових

загроз, що можуть перешкодити його реалізації. Це дозволить спланувати напрями розвитку проекту з урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та конкурентів.

Аналіз ринкових можливостей

Сенс підрозділу полягає у доцільності запуску стартап-проекту з модернізації прес-форм для машин лиття під тиском, визначенні ринкових можливостей, які можна використати під час впровадження проекту, та ринкових загроз, що можуть перешкодити його реалізації. Це дозволить спланувати напрями розвитку проекту з урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та конкурентів.

Аналіз ринкових можливостей для запуску стартап-проекту з модернізації прес-форм для машин лиття під тиском дозволяє оцінити попит на інновації в галузі виробництва пластикових і металевих компонентів, особливо в автомобілебудуванні, електроніці та пакувальній промисловості. Оцінка попиту здійснюється на основі сучасних даних ринку, зібраних через онлайн-платформи, такі як Statista та IBISWorld, що дозволяє виявити тенденції зростання потреби в модернізації обладнання для підвищення ефективності та точності виробництва.

Таблиця 6.4 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	4–6 основних виробників в сфері машин лиття під тиском, зокрема міжнародні компанії, що спеціалізуються на модернізації прес-форм.
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	Приблизно 3,5–4 млрд грн у 2023 році, з очікуваним зростанням на 12–15% порівняно з попереднім роком завдяки збільшеному попиту на інноваційні технології.
3	Динаміка ринку	Ринок зростає, особливо через підвищений попит на енергоефективні та високоточні рішення для виробництва пластикових і металевих компонентів.
4	Наявність обмежень для входу	Високі обмеження через вартість технологічного обладнання та потребу в сертифікації продукції за міжнародними стандартами.
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Необхідність сертифікації відповідно до стандартів ISO 9001, ISO 14001, а також додаткових норм для високоточних і зносостійких компонентів.
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	8–10% у середньому для стандартних продуктів, вищі показники для інноваційних та високотехнологічних рішень, зокрема модернізованих прес-форм.

Ринкові можливості для стартап-проекту "Машина для лиття під тиском з модернізацією прес-форми":

1.Зростаючий попит на інновації: Підвищений інтерес до технологій модернізації прес-форм у виробництві пластикових і металевих компонентів,

особливо в автомобілебудуванні, електроніці та пакувальній промисловості. Це відкриває можливості для впровадження нових рішень, що підвищують ефективність і точність виробництва.

2. Розвиток ринку високотехнологічних продуктів: Зростаюча потреба у високоточних і зносостійких компонентах дає можливість для стартапу з високою технологічною доданою вартістю, що забезпечує високу рентабельність, особливо для модернізованих прес-форм.

3. Енергоефективність та екологічність: Більше компаній орієнтуються на зниження енергоспоживання та зменшення впливу на навколишнє середовище. Модернізація прес-форм може стати рішенням для тих, хто прагне знизити витрати енергії та викиди.

4. Висока динаміка ринку: Ринок машин лиття під тиском з модернізацією прес-форм показує позитивну динаміку росту, зокрема через збільшення попиту на пластикові компоненти та інші продукти, що виготовляються за допомогою цього обладнання.

5. Високий потенціал для міжнародних поставок: Приріст обсягу продажів та розширення міжнародного попиту відкриває можливість для експортної діяльності та виходу на нові ринки, зокрема в країни, де використання високотехнологічних рішень є пріоритетом.

Ринок для стартап-проекту є привабливим, оскільки демонструє стабільне зростання і високий попит на інноваційні рішення. Попередній аналіз ринку підтверджує наявність потенціалу для успішної реалізації проекту, якщо буде застосовано правильну стратегію впровадження, зокрема через акцент на енергоефективність, точність виробництва та відповідність міжнародним

стандартам. Ці можливості сприяють успішному запуску і розвитку проекту на ринку, підвищуючи його конкурентоспроможність.

Аналіз потенційних клієнтів

Для успішного запуску стартап-проекту важливо визначити основних потенційних клієнтів, які можуть бути зацікавлені в інноваційних рішеннях. Ринок потребує високотехнологічних продуктів, що забезпечують покращену ефективність, точність та енергоефективність виробництва. Для аналізу цільової аудиторії та формування вимог до продукту буде виділено ключові потреби ринку й відповідні групи клієнтів та представлено у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару	Базова потреба, яку задовольняє товар
1	Підвищення ефективності виробництва	Автомобільні виробники, що працюють з пластиковими та металевими компонентами	Орієнтація на зниження витрат, високі вимоги до технології та якості	Підвищена продуктивність; -Підвищення енергоефективності; -Стабільність роботи	Забезпечення високої якості та стабільності при виготовленні автокомпонентів
2	Зниження витрат на обслуговування і модернізацію	Пакувальні компанії	Орієнтація на економічність та скорочення часу на модернізацію	- Легкість інтеграції; - Низькі витрати на обслуговування; - Стійкість до зносу	Зниження витрат на виробничі процеси та модернізацію обладнання
3	Висока точність і швидкість виробництва	Виробники електроніки та медичних приладів	Велика увага до точності, швидкості і мінімізації відходів	-Точність виконання; -Можливість роботи з високоточними матеріалами;	Задоволення високих вимог до точності та чистоти матеріалів
4	Масштабування виробництва	Великі виробничі підприємства	Акцент на надійності обладнання та здатності до масштабування	-Підвищена міцність і зносостійкість; -Простота масштабування виробництва; -Підтримка постійної продуктивності	Можливість ефективного масштабування виробництва без втрати якості
5	Інноваційність та адаптація до нових технологій	Великі виробничі підприємства	Спрямованість на впровадження нових технологій для поліпшення продуктивності	-Інноваційність і технологічний потенціал; Адаптивність до різних вимог;	Покращення виробничих процесів завдяки впровадженню інноваційних рішень

Аналіз показує, що потенційними клієнтами для стартап-проекту є підприємства, що працюють в автомобільній, електронній, медичній та пакувальній промисловості. Вони шукають інноваційні рішення для підвищення ефективності виробництва, зниження витрат, підвищення точності і якості продукції, а також для забезпечення стабільності виробничих процесів. Клієнти мають високі вимоги до технологічних характеристик обладнання, таких як енергоефективність, зносостійкість, точність та швидкість виробництва.

Аналіз факторів загроз та можливостей

Аналіз загроз і можливостей стартап-проекту дозволяє визначити ключові аспекти (табл. 6.6 та 6.7), розробити ефективну стратегію реалізації проекту та забезпечити успішне впровадження продукту відповідно до потреб ринку.

Таблиця 6.6 – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Високий рівень конкуренції	Наявність сильних конкурентів із розробленими технологіями та стабільною базою клієнтів.	Розробка унікальних технічних рішень, створення нішевого продукту та активна реклама.
2	Висока вартість виробництва	Значні витрати на модернізацію обладнання, закупівлю матеріалів і сертифікацію.	Оптимізація виробничих процесів, співпраця з надійними постачальниками, пошук інвесторів.
3	Нестабільна економічна ситуація	Економічні кризи, зниження купівельної спроможності клієнтів.	Гнучкість у ціноутворенні, пропозиція бюджетних варіантів та програм розстрочки.
4	Обмеження ресурсів	Складність у пошуку спеціалістів для модернізації та обслуговування обладнання.	Складність у пошуку спеціалістів для модернізації та обслуговування обладнання.
5	Проблеми з логістикою	Порушення постачання необхідних компонентів через зовнішні фактори.	Формування запасів, диверсифікація постачальників і зміцнення локальних партнерств.

Аналіз факторів загроз є важливим для успішної реалізації стартап-проекту, оскільки дозволяє виявити ключові ризики та визначити шляхи їх подолання. Вчасна реакція на виклики, такі як конкуренція, економічна нестабільність чи жорсткі стандарти, забезпечить стабільність роботи та конкурентоспроможність підприємства.

Таблиця 6.7 – Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Попит на якісні пластикові вироби	Зростаюча потреба у високоточних і довговічних пластикових деталях у різних галузях.	Розробка технічних рішень, що забезпечують високу якість продукції.
2	Інноваційний потенціал	Використання передових технологій у модернізації прес-форм для покращення продуктивності.	Інтеграція інноваційних рішень у виробництво, розширення функціональних можливостей.
3	Розширення міжнародних ринків	Попит на машини для лиття під тиском у країнах із розвинутою промисловістю.	Участь у міжнародних виставках, пошук партнерів для експорту.
4	Екологічність та енергоефективність	Зростання попиту на обладнання, що відповідає екологічним стандартам.	Позиціонування обладнання як енергоощадного й екологічного рішення.
5	Державна підтримка інновацій	Можливість отримання грантів або державного фінансування для реалізації проекту.	Подання заявок на гранти, участь у програмах державної підтримки стартапів.

Фактори можливостей для даного стартапу відкривають перспективи для розвитку та посилення конкурентних позицій. Використання сучасних технологій, трендів на екологічність, державної підтримки та розширення ринків сприятиме успішному впровадженню продукту і зміцненню його позицій на ринку.

Фактори загроз і можливостей для стартапу, пов'язаного з машиною для лиття під тиском із модернізацією прес-форми, демонструють, що проєкт має значний потенціал за умови ефективного реагування на виклики ринку. Впровадження інновацій, адаптація до екологічних вимог та активний пошук клієнтів на міжнародних ринках будуть створювати конкурентні переваги.

Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Аналіз конкурентного середовища у сфері виробництва машин для лиття під тиском із модернізацією прес-форми дозволяє визначити ключові характеристики ринкової конкуренції, оцінити її інтенсивність та розробити ефективні стратегії, які забезпечать успішне впровадження продукту та його конкурентоспроможність на ринку.

Таблиця 6.8 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Наявність сильних гравців ринку	На ринку присутні великі міжнародні компанії з багаторічним досвідом і напрацьованими клієнтськими базами.	Зосередження на унікальних перевагах продукту, таких як інноваційні рішення в конструкції прес-форми та покращення енергоефективності.
2. Розвиток інновацій у галузі	Постійна модернізація технологій лиття та матеріалів для виготовлення прес-форм.	Інвестиції в розробку технологій, які забезпечать швидший виробничий цикл і зменшення відходів.
3. Потреба у відповідності стандартам	Зростання вимог до сертифікації обладнання відповідно до міжнародних стандартів.	Розробка продукту, який відповідає ISO-стандартам, та проходження необхідних сертифікацій..
4. Попит на енергоефективні рішення	Клієнти все частіше шукають обладнання, яке знижує витрати енергії та матеріалів під час виробничого процесу.	Акцент на впровадженні технологій, які скорочують енергоспоживання та підвищують продуктивність обладнання.
5. Різноманітність цільових сегментів	Ринок включає виробників у галузях автомобілебудування, медицини, електроніки та пакування..	Адаптація продукту під специфічні потреби кожного сегмента та пропозиція універсальних рішень.
6. Конкуренція за ціною	Клієнти віддають перевагу більш доступним за ціною рішенням.	Створення конкурентної цінової пропозиції без втрати якості та додаткові послуги

Ринок машин лиття під тиском із модернізацією прес-форми характеризується високим рівнем конкуренції, інноваційною спрямованістю та зростаючими вимогами клієнтів до енергоефективності й якості. Успішна реалізація стартап-проекту залежить від здатності адаптуватися до потреб різних сегментів ринку, відповідати міжнародним стандартам і пропонувати конкурентні за ціною та якістю рішення.

Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Ринок литтєвих машин та їх компонентів характеризується складною структурою конкуренції, що включає прямих конкурентів, потенційних нових компаній, вплив постачальників і клієнтів, а також ризики, пов'язані з товарами-замінниками. Для оцінки умов конкуренції виконано аналіз за п'ятьма складовими моделі М. Портера.

Таблиця 6.9 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	HUSKY, Engel, KraussMaffei	Нові гравці, які можуть увійти на ринок з інноваційними технологіями лиття	Постачальники матеріалів для прес-форм та лиття під тиском, зокрема сталі, алюмінію	Великі промислові компанії, що працюють в автомобільній, побутовій та електронній галузі	Інші методи лиття, такі як лиття під вакуумом, а також нові технології 3D-друку
Висновки	Конкуренція буде вимагати значних інвестицій у брендінг та постійне вдосконалення продукту, зокрема через інновації в технології.	Високі бар'єри входу дозволяють зберігати стабільні позиції на ринку, але потрібно постійно бути готовим до змін.	Потрібно оптимізувати взаємодію з постачальниками та знижувати залежність від одного джерела. Диверсифікація постачання дозволить зменшити ризики.	Клієнти з великими вимогами до якості та ціни потребують постійної гнучкості та високої конкурентоспроможності. Необхідно пропонувати індивідуалізовані рішення.	Варто постійно інвестувати у дослідження та розвиток, щоб не відстати від нових методів і технологій лиття.

Ринок пропонує можливості для впровадження інноваційних технологій, індивідуалізації продукції, підвищення ефективності виробництва та розширення географії збуту. Особливу увагу слід приділяти екологічності та сталому розвитку, а також можливостям для стратегічних партнерств і розвитку сервісів післяпродажного обслуговування, що можуть забезпечити додаткові джерела доходу та конкурентні переваги.

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

На основі аналізу конкуренції, проведеного в таблиці 6.9, з урахування характеристик ідеї проекту (табл. 6.1), вимог споживачів до товару (табл. 6.5) та факторів маркетингового середовища (таблиці 6.6 та 6.7) обґрунтовуємо перелік факторів конкурентоспроможності проекту (табл. 6.10).

Таблиця 6.10 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Інноваційність конструкції	Сучасні рішення, що підвищують точність і ефективність виробництва, є критичними для залучення клієнтів. Пропозиція технологій, які знижують дефекти і відходи, надає конкурентну перевагу.
2	Економічність	Зниження виробничих витрат, підвищення швидкості циклу лиття і зменшення споживання енергії є важливими аспектами для конкурентоспроможності у галузі масового виробництва.
3	Гнучкість у застосуванні	Можливість легко адаптувати технології до конкретних вимог клієнта та інтегрувати в існуючі виробничі процеси є важливим фактором для бізнесів, які не хочуть суттєво змінювати свої лінії виробництва.
4	Енергозбереження	Клієнти вимагають енергоефективних рішень, що дозволяють знижувати витрати на електроенергію, що є критичним для зменшення витрат на тривалий період експлуатації обладнання.

5	Довговічність обладнання	Модернізація прес-форм і високоякісне обладнання дозволяють знижувати витрати на обслуговування і подовжувати термін служби машин, що особливо важливо для клієнтів з великими обсягами виробництва.
6	Відповідність регламентам	Виробники, чия продукція відповідає високим міжнародним стандартам, можуть залучити клієнтів, які працюють на експортних ринках або в галузях з суворими нормативними вимогами.
7	Підтримка інновацій	Підтримка нових технологій та інновацій у виробництві прес-форм дозволяє компаніям вирізнятися серед конкурентів, пропонуючи рішення, які відповідають сучасним вимогам і тенденціям ринку.
8	Екологічність продукції	Продукція, що відповідає екологічним стандартам, має зростаючий попит, оскільки багато підприємств прагнуть знизити свій екологічний слід, що робить цей фактор важливим для вибору постачальників.
9	Маркетингова підтримка	Потужна маркетингова підтримка та впізнаваність бренду допомагають залучити нових клієнтів і зміцнити лояльність до існуючих, забезпечуючи зростання частки ринку.
10	Технічна підтримка та сервіс	Забезпечення висококваліфікованого сервісного обслуговування, швидка реакція на запити клієнтів і ефективна підтримка після продажу дозволяють зміцнити довіру клієнтів і підвищити конкурентоспроможність.
11	Автоматизація та цифровізація	Впровадження автоматизованих рішень для контролю процесу лиття, аналізу даних і оптимізації виробничих циклів може значно підвищити ефективність і знизити операційні витрати.

Ринок машин для лиття під тиском з модернізацією прес-форм вимагає високої конкурентоспроможності, яка досягається через інноваційність, економічність, енергозбереження та адаптивність технологій до вимог клієнтів. Важливими факторами є також довговічність обладнання, відповідність міжнародним стандартам і екологічним вимогам, а також забезпечення висококласної технічної підтримки та сервісу. Підтримка інновацій, автоматизація процесів і наявність ефективної маркетингової стратегії можуть значно підвищити конкурентні переваги на ринку та забезпечити довгострокову стабільність бізнесу.

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін MoldFlex

За визначеними факторами конкурентоспроможності (табл. 6.11) проведемо аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту (табл. 6.12), що допоможе визначити стан проекту за вказаними факторами конкурентоспроможності.

Таблиця 6.11 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали (1– 20)	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з <u>MoldFlex</u>						
			-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Інноваційність конструкції	20					\$	@ &	X
2	Якість кінцевої продукції	19					&	@ \$	X
3	Економічність	18			&	\$	X @		
4	Гнучкість у застосуванні	15			&	@	\$		X
5	Енергозбереження	18				\$		& X	@
6	Довговічність обладнання	15		\$	@			X	&
7	Відповідність регламентам	14		@	\$		X &		
8	Підтримка інновацій	16	@			\$	X &		
9	Позиціонування на екологічність	18				\$		X @ &	
10	Маркетингова підтримка	16			X	@	\$	&	

Позначення: X – MoldFlex; @ – HUSKY; \$ – Engel; & – KraussMaffei

Порівняльний аналіз показує, що машина для лиття під тиском з модернізацією прес-форми має переваги в інноваційності конструкції, що дозволяє реалізувати більш сучасні та ефективні рішення, а також у високій енергоефективності, що знижує витрати на експлуатацію обладнання.

Вона також має гнучкість у застосуванні, що дозволяє інтегрувати її в різноманітні виробничі процеси та працювати з різними матеріалами. Однак,

машина поступається конкурентам за довговічністю обладнання, де Arburg Allrounder демонструє кращі показники, а також має нижчу маркетингову підтримку, що обмежує її видимість на ринку. Це вказує на наявність високого потенціалу для розвитку, але також потребує вдосконалення в певних аспектах для досягнення лідерства в галузі.

Проведення SWOT-аналізу проекту

Фінальним етапом підрозділу є проведення аналізу ринку для оцінки можливостей впровадження проекту за допомогою складання SWOT-аналізу, який базується на визначених ринкових загрозах і можливостях, а також на сильних і слабких сторонах проекту.

Таблиця 6.12 – SWOT-аналіз проекту MoldFlex

Сильні сторони: ❖ Інноваційність конструкції, що дозволяє забезпечити високу продуктивність та точність. ❖ Енергоефективність, що знижує витрати на виробництво та експлуатацію. ❖ Гнучкість у застосуванні, що дозволяє працювати з різними матеріалами та виробничими процесами.	Слабкі сторони: • Високі початкові витрати на розробку та впровадження нових технологій. • Обмежена маркетингова підтримка та впізнаваність на ринку. • Низька довговічність обладнання порівняно з деякими конкурентами.
Можливості: ✓ Зростаючий попит на енергозберігаючі та екологічно чисті технології. ✓ Можливість адаптації обладнання до різних ринкових вимог і стандартів. ✓ Підтримка інновацій та розвитку нових технологій з боку потенційних партнерів. ✓ Створення лояльної клієнтської бази, що дозволить формувати довіру споживачів та може бути використано для довгострокових партнерств.	Загрози: ▪ Висока конкуренція з боку великих міжнародних брендів. ▪ Залежність від постачальників спеціалізованих матеріалів для виробництва. ▪ Бар'єри для виходу на нові ринки через високі витрати на сертифікацію та адаптацію. ▪ Конкуренції через низький рівень маркетингової підтримки ▪ Загроза ризиків, що пов'язані з відсутністю відповідності новим регламентам ▪

SWOT-аналіз проекту MoldFlex показує, що основними сильними сторонами є інноваційність конструкції, енергоефективність та гнучкість у застосуванні, що надає конкурентні переваги на ринку. Однак високі початкові витрати, обмежена маркетингова підтримка та порівняно низька довговічність обладнання можуть

обмежувати його розвиток. Зовнішні можливості включають зростаючий попит на енергозберігаючі технології та адаптацію до різних ринкових вимог, але конкуренція з боку великих міжнародних брендів і залежність від постачальників можуть стати серйозними загрозами для проекту.

Альтернативи ринкового впровадження

На основі проведеного SWOT-аналізу розробляється альтернативи ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок, а також визначення оптимального часу на їхню реалізацію.

Таблиця 6.13 – Альтернативи ринкового впровадження

№ п/п	Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Вихід на нові ринки через стратегічне партнерство	Висока	Довгострокові (12–24 місяці)
2	Партнерства з компаніями, які акцентують на якості та інноваціях, для залучення нових клієнтів	Висока	Короткострокові (3–6 місяців)
3	Прямі інвестиції в модернізацію обладнання	Середня	Середньострокові (6–12 місяців)
4	Збільшення маркетингових зусиль для просування на існуючому ринку	Висока	Середньо- та довгострокові (6–24 місяці)
5	Розширення продуктового асортименту за рахунок нових технологій та співпраця з міжнародними дистриб'юторами для розширення географії продажів	Середня	Середньострокові (6–12 місяців)

На основі проведеного SWOT-аналізу (табл. 6.12) була обрана стратегія розширення ринків через інноваційну конструкцію, що відповідає високим вимогам ринків. Ця стратегія дозволяє ефективно отримувати ресурси та забезпечує швидкі терміни реалізації.

Отже, після детального аналізу було визначено сильні та слабкі сторони проекту, а також можливості та загрози. На основі отриманих даних було вибрано альтернативу — стратегію виходу на ринки з високими вимогами завдяки інноваційній конструкції (табл. 6.13). Це забезпечує ефективний доступ до необхідних ресурсів, можливість швидко виходити на нові ринки та мінімізувати виявлені загрози.

6.3.5 Розробка ринкової стратегії

Для ефективного охоплення ринку та розробки стратегії необхідно визначити цільові групи потенційних споживачів, які відрізняються рівнем готовності до впровадження інновацій, специфічними вимогами до продукту, а також рівнем конкуренції та складністю входу в сегмент. Такий аналіз дозволить оцінити готовність сприймати продукт, орієнтовний попит, інтенсивність конкуренції та ступінь легкості входу в цей сегмент.

Таблиця 6.14 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/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	Виробники, що прагнуть інтегрувати автоматизацію в існуючі виробничі процеси (наприклад, автопромисловість, електроніка)	Висока — зацікавлені в технологіях, що покращують ефективність виробництва	Високий попит на автоматизовані рішення, потреба в зменшенні витрат	Висока конкуренція, великий попит на інноваційні технології	Високий бар'єр входу через технічні вимоги та високі початкові інвестиції
2	Малі та середні підприємства, що спеціалізуються на кастомізованому виробництві (наприклад, індивідуальні замовлення)	Помірна готовність — зацікавлені у більш доступних та гнучких рішеннях	Середній попит, залежить від специфіки замовлень та потреб	Помірна конкуренція, є дешевші альтернативи для малого бізнесу	Середня складність, потрібна адаптація рішень до індивідуальних вимог
3	Стартапи та інноваційні компанії, що працюють в галузі 3D-друку та нових матеріалів	Висока — активно шукають нові можливості для вдосконалення технологій	Високий попит на нові інноваційні технології та рішення в галузі виробництва	Низька конкуренція, але вартість технологій може бути перешкодою	Легкість входу завдяки гнучкості рішень і низьким бар'єрам для тестування продуктів
4	Підприємства, що орієнтуються на екологічно чисте виробництво та енергоефективні технології	Висока — шукають рішення для зниження енергоспоживання та викидів	Середній попит через актуальність екологічних стандартів та	Висока конкуренція, оскільки багато постачальників орієнтуються на екологічність	Складність входу через суворі вимоги до відповідності екологічним стандартам

			політик сталого розвитку		
5	Виробники, що працюють у секторі харчової промисловості та пакувальних матеріалів	Помірна — зацікавлені в інноваціях, які дозволяють знижувати витрати та підвищувати ефективність	Середній попит, особливо в сегменті пакування та оптимізації процесів	Низька конкуренція, так як це специфічний сегмент із вимогами до харчових стандартів	Легкість входу, але потребує адаптації до специфічних вимог галузі

Аналіз цільових груп показує, що найбільший попит на інноваційні технології мають великі виробники та екоорієнтовані підприємства, хоча конкуренція в цих сегментах є високою. Малі та середні компанії, а також стартапи, мають середній попит і менш конкурентне середовище, що дає можливість швидше виходити на ринок. Основний потенціал для стратегії розширення – це високотехнологічні та енергоефективні рішення, хоча для їхнього впровадження необхідні значні інвестиції та технічні ресурси.

Таблиця 6.15 – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Розширення на ринки з високими вимогами до інновацій та екологічності	Охоплення широкого ринку	Інноваційність конструкції, висока енергоефективність, екологічність, адаптованість до різних типів виробництва	Диференціація через інноваційні рішення, розвиток екофрендлі продуктів, швидке реагування на вимоги ринку

2	Позиціонування на ринку екологічно чистих технологій для виробництва	Залучення клієнтів через енергоефективність та низьке споживання ресурсів	Відповідність екологічним стандартам, енергозбереження, зниження операційних витрат	Стратегія адаптації продукту через залучення державних та приватних проєктів, просування через стійкість до екологічних викликів
---	--	---	---	--

Визначені базові стратегії розвитку проєкту орієнтовані на різні ринкові сегменти, зокрема на високотехнологічні рішення для великих компаній, економічні та гнучкі варіанти для малого та середнього бізнесу, а також рішення стратегії адаптації для екологічно орієнтованих підприємств. Основна увага приділяється інноваційності, енергоефективності та адаптивності продуктів, що дозволяє проєкту задовольнити різні потреби ринку. Стратегії диференціації та адаптації дозволяють мінімізувати конкуренцію та ефективно виходити на нові сегменти, забезпечуючи довгострокову конкурентоспроможність. Стратегія диференціації забезпечує стійкість проєкту на ринку завдяки постійному вдосконаленню продукту та створенню репутації надійного інноваційного партнера

Таблиця 6.16 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проєкт «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	Так, проєкт є першопрохідцем у застосуванні інноваційних технологій для модернізації прес-форм	Компанія буде одночасно шукати нових споживачів і працювати над збереженням клієнтів через покращену	Компанія не буде слідувати за конкурентами, а створюватиме унікальні рішення для специфічних потреб ринку	Стратегія диференціації через інновації та спеціалізовані рішення, з акцентом на розвиток нових

		підтримку та адаптивність		технологій і високих стандартів
--	--	---------------------------	--	---------------------------------

Стратегія виклику лідера (флангова атака) є найкращим вибором, оскільки дозволяє використати переваги продукту для залучення нових й існуючих клієнтів та закріплення конкурентної позиції на ринку.

Враховуючи вимоги споживачів з обраних сегментів до постачальника та продукту (табл. 6.5), а також обрану базову стратегію розвитку (табл. 6.15) і стратегію конкурентної поведінки (табл. 6.16), буде розроблена стратегія позиціонування (табл. 6.15). Ця стратегія спрямована на формування ринкової позиції, за якою споживачі зможуть легко ідентифікувати проект.

Таблиця 6.17 – Визначення стратегії позиціонування

№ п/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	Висока інноваційність, ефективність і відповідність новітнім технологічним стандартам	Стратегія диференціації через інновації та спеціалізовані рішення	Інноваційна конструкція, енергоефективність, висока гнучкість застосування	Інновації, технологічний лідер, енергоефективність
	Економічність, доступність при високій якості, простота інтеграції в існуючі виробничі процеси	Стратегія конкурентного зниження цін та покращення якості	Стратегія конкурентного зниження цін та покращення якості	Доступність, ефективність, гнучкість
	Суворі екологічні стандарти, зниження	Стратегія фокусування на	Відповідність екологічним стандартам,	Екологічність, стійкість, безпека

	впливу на навколишнє середовище	екологічних рішень	енергоефективність, екологічна безпека	
--	---------------------------------	--------------------	--	--

Стратегія позиціонування проекту базується на інноваційних рішеннях, енергоефективності та гнучкості застосування, що відповідають вимогам цільових аудиторій. Позиціонування акцентує увагу на таких ключових асоціаціях, як технологічний лідер, ефективність і екологічність, що дозволяє проекту зайняти унікальну ринкову нішу і задовольнити специфічні потреби споживачів.

6.3.6 Розробка маркетингової програми

Першим кроком до розроблення маркетингової програми є формування концепції товару, який отримає споживач. Для цього у таблиці 6.18 підсумуємо результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 6.18 – Визначення ключових переваг концепції товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1	Висока ефективність виробництва та економія енергії	Зниження витрат на енергоресурси та підвищення виробничої ефективності	Зниження витрат на енергоресурси та підвищення виробничої ефективності
2	Інноваційність та технологічні рішення	Пропозиція новітніх рішень, які відповідають останнім стандартам технології	Інноваційна конструкція, здатність адаптуватися до різних виробничих процесів
3	Доступність та економічність для малих та середніх підприємств	Продукт за доступною ціною, який не поступається за характеристиками	Збалансовані ціна/якість, гнучкість в налаштуванні під потреби бізнесу

4	Масове виробництво деталей складної геометрії	Забезпечення стабільної та швидкої роботи	- інноваційна конструкція забезпечує мінімальний час циклу; - гнучкість у роботі з матеріалами різних типів;
5	Високі екологічні стандарти	Зниження негативного впливу на навколишнє середовище через енергоефективні та екологічні технології	Відповідність міжнародним екологічним стандартам, зменшення викидів та енергоспоживання

Проаналізована концепція та подальше визначення ключових концепцій товару дозволили сформувати унікальну ринкову позицію для нашого проекту, орієнтовану на інноваційність конструкції, високу енергоефективність та гнучкість застосування. Це забезпечує конкурентні переваги в задоволенні потреб різних сегментів ринку, таких як виробники з високими вимогами до технологічних рішень та підприємства, орієнтовані на екологічні стандарти, забезпечуючи тим самим високу конкурентоспроможність і можливість для швидкого впровадження на ринку.

Надалі буде розроблено трирівневу маркетингову модель товару (табл. 6.19), де буде уточнено ідею, фізичні складові та особливості продукту.

Таблиця 6.19 – Опис трьох рівні моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Базова потреба споживачів: забезпечення високоточним, ефективним та екологічним процесом лиття під тиском через модернізацію прес-форми Основні функціональні вигоди: зниження виробничих витрат, покращена точність виготовлення, зниження енергоспоживання, покращення якості кінцевої продукції.		
	Властивості / характеристики	М/Нм	Вр/Тх/Тл/Е/Ор

II. Товар у реальному виконанні	1. Механічна витривалість: здатність витримувати високі навантаження та деформації при роботі в умовах високого тиску;	Нм	Тх
	2. Теплова стабільність: можливість працювати в умовах високих температур до 150°C без втрати властивостей;	Нм	Тл
	3. Оксидна відновлювальна властивість (орієнтовано на можливу корозію).	Нм	Ор
	4. Точність прес-форми: забезпечення високої точності виготовлення деталей завдяки інноваційним рішенням у конструкції;	Нм	Тх
	Якість: відповідність міжнародним стандартам ISO 9001		
	Пакування: екологічно чисте пакування для безпечного транспортування та збереження якості.		
	Марка: " MoldFlex Solutions".		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: безкоштовна доставка та встановлення, технічна консультація щодо використання обладнання;		
	Після продажу: розширена гарантія на 3 роки, індивідуальне обслуговування, регулярне технічне обслуговування, навчання персоналу;		
Захист від копіювання: використання запатентованих технологій модернізації прес-форми, інноваційні рішення в конструкції.			

Наступним етапом є визначення цінових меж для нового продукту, що враховує аналіз цін на аналогічні рішення, такі як пропозиції від компаній HUSKY, Engel та KraussMaffei. Окрім цього, необхідно також оцінити рівень доходів цільової аудиторії споживачів, що буде мати значення при формуванні ціни для інноваційного продукту проекту "MoldFlex"

Таблиця 6.20 – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Межі встановлення ціни на товар/послугу
1	Високоякісні, але дешевші аналоги прес-форм з базовими характеристиками. Ціна: 1000-1300 USD.	Прес-форми та рішення для високотехнологічного лиття під тиском, які включають автоматизацію та інші інновації. Ціна: 2000-3000 USD за одиницю	Виробники з високими вимогами до інновацій, середній та великий бізнес. Середній дохід: 200 000 - 500 000 USD на рік.	Нижня межа: 1500 USD за одиницю з базовими характеристиками. Верхня межа: 2200 USD за одиницю з додатковими функціями, такими як автоматизація, висока точність та енергоефективність.

На основі проведеного аналізу цінових меж для продукту "MoldFlex" можна зробити висновок, що ціноутворення повинно враховувати не лише конкурентні ціни, але й вимоги цільових груп споживачів. Для малих та середніх підприємств, які шукають бюджетні рішення, оптимальна ціна становить від 900 до 1200 USD за одиницю. Для середнього та великого бізнесу з високими вимогами до інновацій та енергозбереження ціна може коливатися від 1500 до 2200 USD. У сегменті великих компаній, що потребують високопродуктивних та технологічно розвинутих рішень, ціна може бути в межах 2000-3000 USD. Тому для успішного виведення "MoldFlex" на ринок важливо правильно налаштувати ціни залежно від вимог споживачів та рівня конкуренції.

Далі визначаємо оптимальну систему збуту, в межах якого буде прийматися рішення (табл. 6.21).

Таблиця 6.21 – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Цільові клієнти: - виробники з високими вимогами до інновацій та екологічності. Потребують продукції з високою енергоефективністю та технічними характеристиками, здатними підвищити якість кінцевого продукту.	Функції постачальника: - доставка інноваційних продуктів; - консультації щодо інтеграції у виробничі процеси; - підтримка на етапі тестування та впровадження; - сервісне обслуговування з адаптацією до нових умов.	Глибокий канал збуту: Прямі продажі з активною підтримкою через сертифікованих партнерів та спеціалізованих консультантів..	Оптимальна система збуту: - розширена система продажу через офіційних дилерів; - централізована підтримка технічних фахівців для великих клієнтів для регіональних ринків.

Цей підхід спрямований на забезпечення високого рівня обслуговування та формування довгострокових партнерських відносин з клієнтами, що відповідає потребам цільової аудиторії, а також підтримує позиціонування продукту та конкурентоспроможність стартап-проекту.

Наступним етапом маркетингової програми є розробка концепції маркетингових комунікацій, яка базується на обраній стратегії позиціонування та враховує специфіку поведінки клієнтів (табл. 6.22).

Таблиця 6.22 – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Виробники з високими вимогами до якості та інновацій. Пошук нових технологічних рішень для підвищення ефективності виробництва.	Професійні виставки, онлайн-ресурси, технічні конференції, рекомендації партнерів.	Висока енергоефективність, інноваційна конструкція, покращена якість продукції.	Підвищення обізнаності про інноваційні рішення, які знижують витрати та підвищують продуктивність.	Зробіть свій виробничий процес більш ефективним з інноваційними рішеннями від MoldFlex. Рішення, які працюють на вас і вашу продукцію!
2	Малі та середні виробники, що потребують економічних і гнучких рішень для покращення виробничих процесів.	Соціальні мережі, вебінари, email-розсилки, локальні виставки.	Доступність, економічність, гнучкість, адаптованість до специфічних вимог.	Демонстрація вигоди від економії ресурсів і підвищення продуктивності завдяки оптимізації процесів.	Рішення для малого бізнесу з великим потенціалом! MoldFlex — інновація, яка дозволяє зростати та економити
3	Екологічно орієнтовані компанії, які прагнуть дотримуватись сучасних екологічних стандартів.	Еко-мережі, спеціалізовані платформи, еко-інфлюенсери, технічні форуми.	Енергозбереження, екологічність, низькі викиди, відповідність міжнародним стандартам.	Залучення уваги до екологічних переваг продукту та його відповідності сучасним стандартам сталого розвитку.	Інновації, які не шкодять планеті! MoldFlex — технології для чистого майбутнього.

Така проаналізована концепція є частиною загальної ринкової програми, що враховує специфіку клієнтів, конкурентне середовище та маркетингову стратегію

Висновки стартап-проекту

Виходячи з проведеного аналізу, можна зробити висновок, що стартап-проект «MoldFlex» має значний потенціал для успішної комерціалізації на ринку. Попит на інноваційні рішення для машин лиття під тиском, зокрема модернізовані прес-форми, є стабільним і має позитивну динаміку. Зростаючий інтерес до технологічних нововведень у сфері ливарного виробництва серед промислових підприємств свідчить про наявність достатнього ринкового простору для реалізації цього проекту. Рентабельність забезпечується конкурентоспроможними цінами, які базуються на аналізі ринкових аналогів, попиту та доходів цільових груп споживачів.

Перспективи реалізації «MoldFlex» також виглядають обнадійливо. Основну цільову аудиторію складають компанії, що займаються виробництвом деталей для машинобудування та інших галузей, де важлива точність, надійність і енергоефективність. Хоча на ринку існує висока конкуренція та певні бар'єри для входу, такі як витрати на просування бренду і сертифікацію, інноваційний характер продукту та відповідність високим стандартам якості створюють для проекту серйозні конкурентні переваги.

Для ефективної реалізації проекту рекомендується вибрати гібридну модель продажів, що поєднує прямі продажі та партнерські відносини через дистриб'юторів. Крім того, використання багатоканальної комунікаційної стратегії, зокрема через участь у професійних виставках і галузевих заходах, сприятиме зміцненню бренду та формуванню довгострокових партнерств.

З урахуванням аналізу ринку, поточного попиту, потенційних бар'єрів і конкурентних переваг, реалізація проекту «MoldFlex» є економічно обґрунтованою і доцільною. Продукт відповідає основним потребам споживачів і має добре збалансовану цінову та маркетингову стратегію, що забезпечить його успіх на ринку

7 РОЗРАХУНОК 3D МОДЕЛІ В ПРОГРАМНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ANSYS

7.1 Розробка 3D-моделі черв'яка

Для початку переносимо готову модель корпусу в систему ANSYS

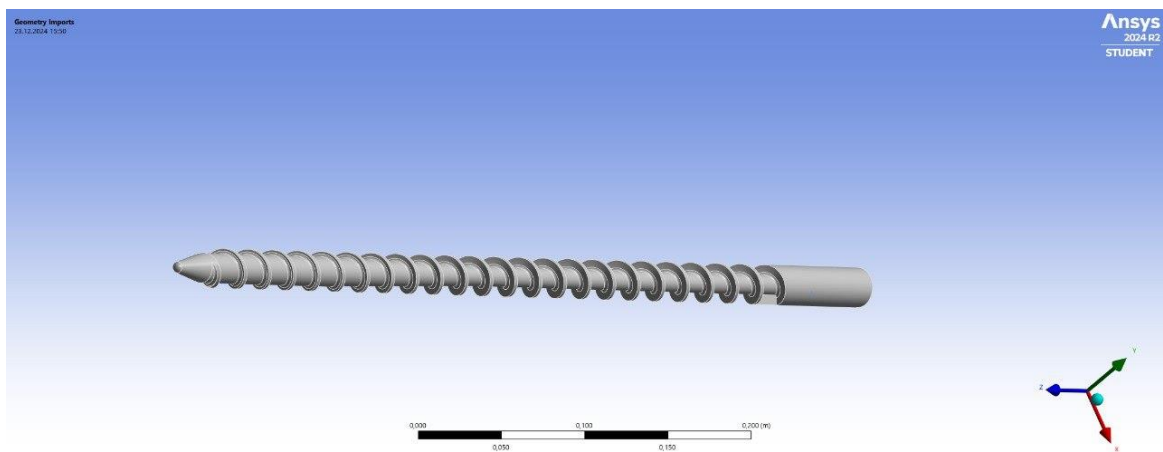


Рис 7.1 – 3D модель черв'яка

Наступним кроком розбиваємо модель на скінченні елементи

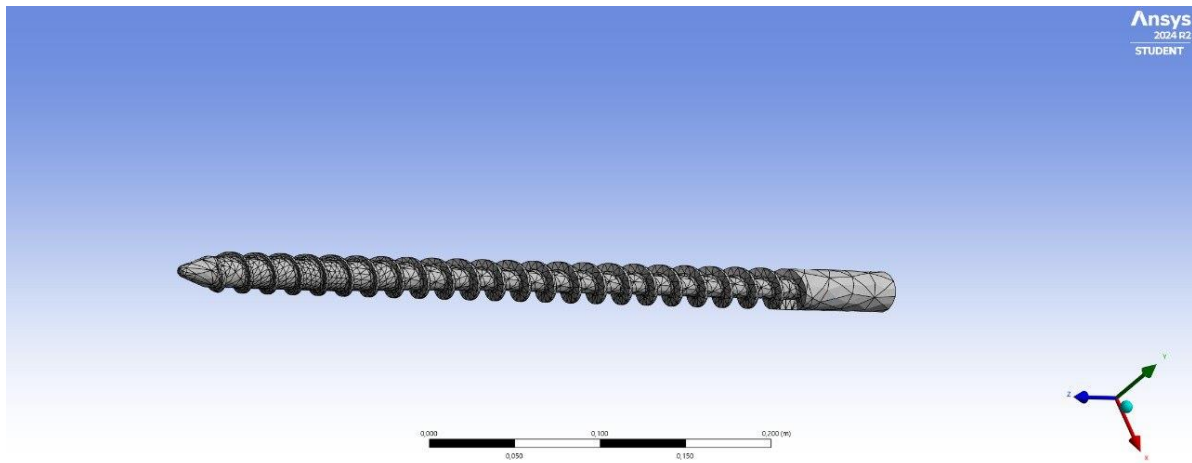


Рис 7.2 – Розбиття черв'яка на скінченні елементи

7.2 Розрахунки модернізованої моделі в ANSYS

Встановлюємо закріплення та додаємо навантаження в 100МПа

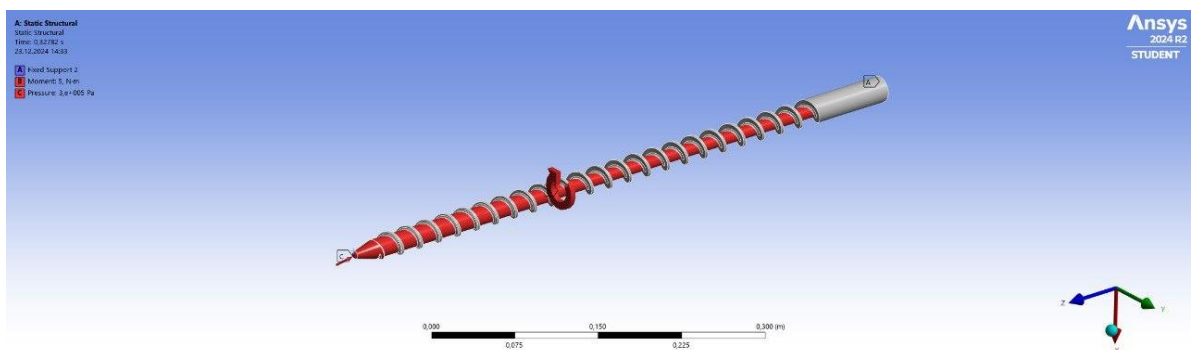


Рис. 7.3 – Схема закріплень та навантажень

Тепер змінюючи моменти можемо спостерігати на зміни навантажень. Було обрано значення в 5 Н/м, 55 Н/м та 75 Н/м

Для значення 5 Н/м було отримано такі результати :

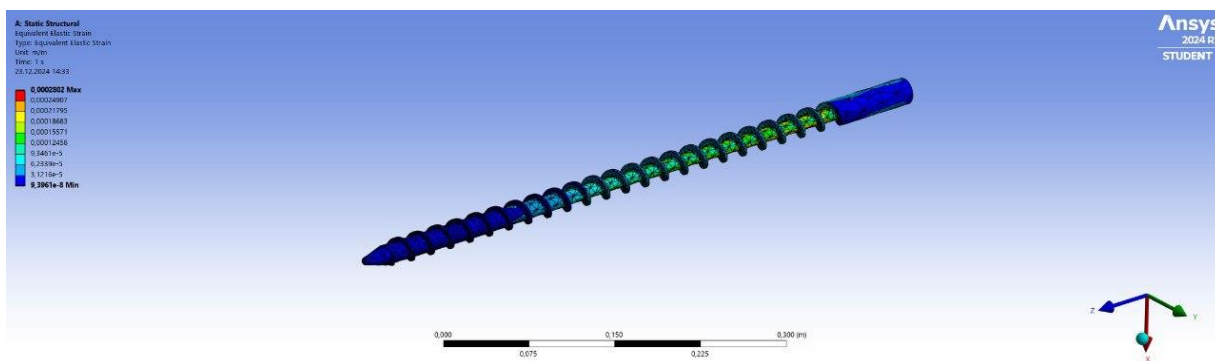


Рисунок 7.4 – Результати розрахунку на розподіл переміщень при значенні моменту в 5 Н/м

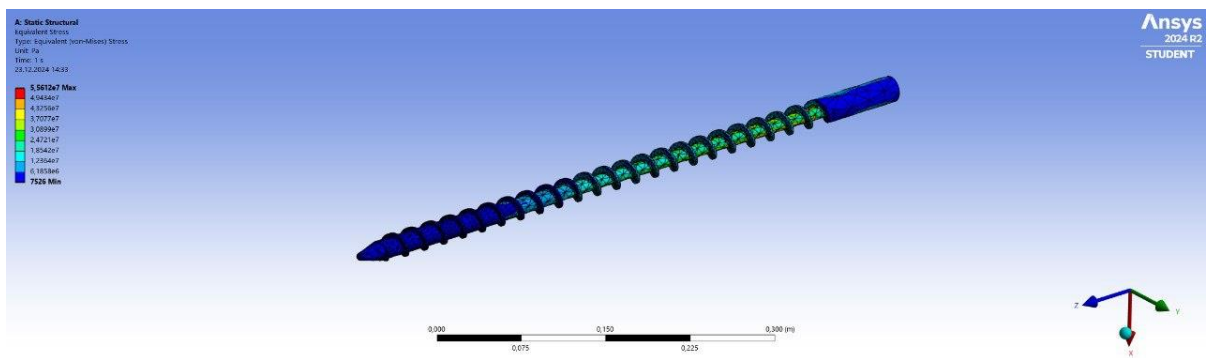


Рисунок 7.5 – Результати еквівалентних напружень при значенні моменту в 5 Н/м

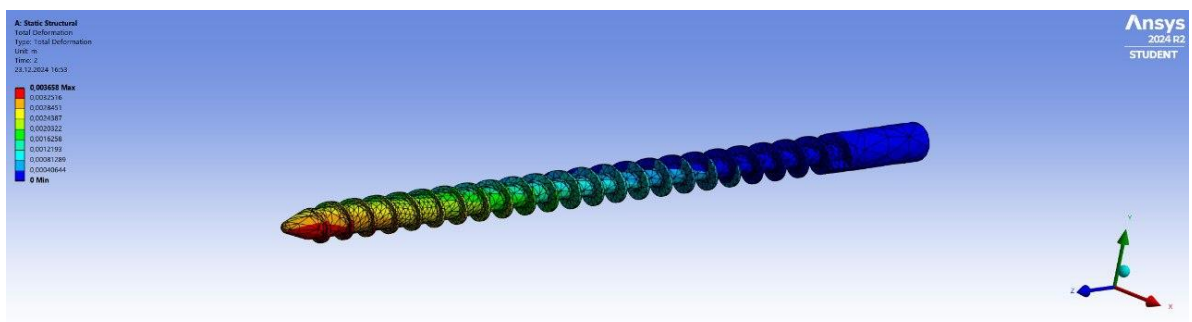


Рисунок 7.6 – Результати загальних деформацій при значенні моменту в 5 Н/м

Для значення 55 Н/м було отримано такі результати:

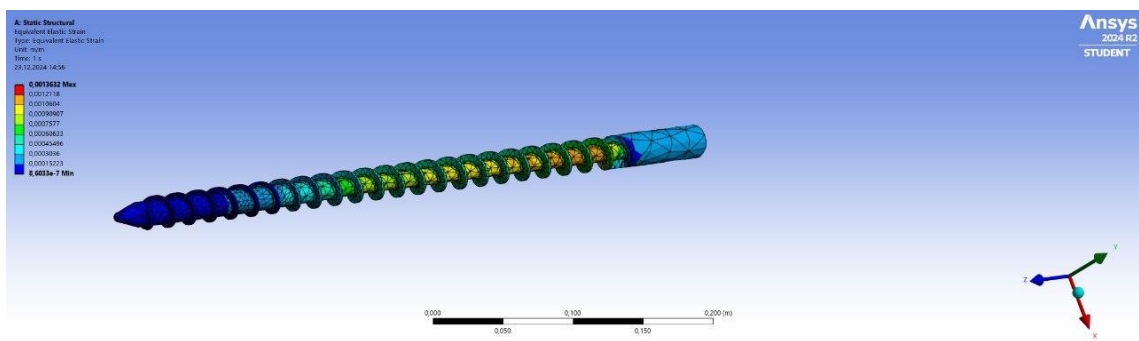


Рисунок 7.7 – Результати розрахунку на розподіл переміщень при значенні моменту в 55 Н/м

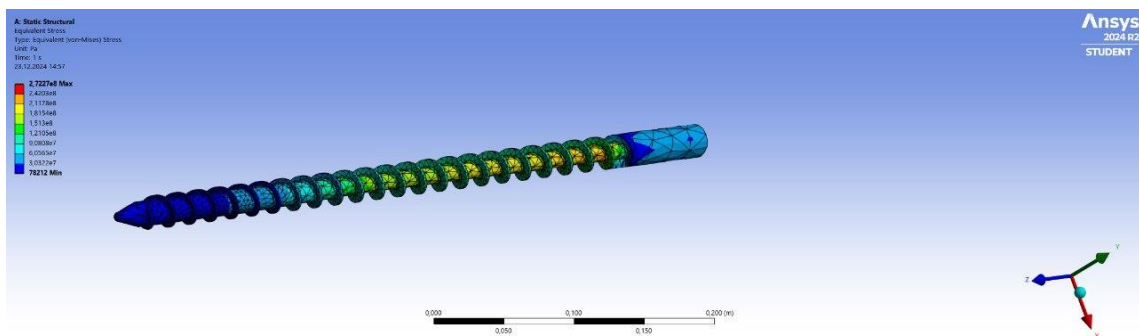


Рисунок 7.8 – Результати еквівалентних напружень при значенні моменту в 55 Н/м

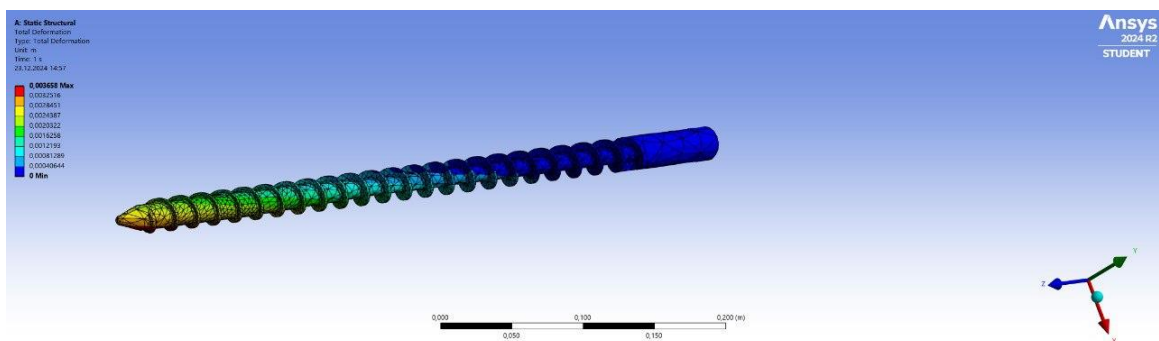


Рисунок 7.9 – Результати загальних деформацій при значенні моменту в 55 Н/м

Для значення 75 Н/м було отримано такі результати:

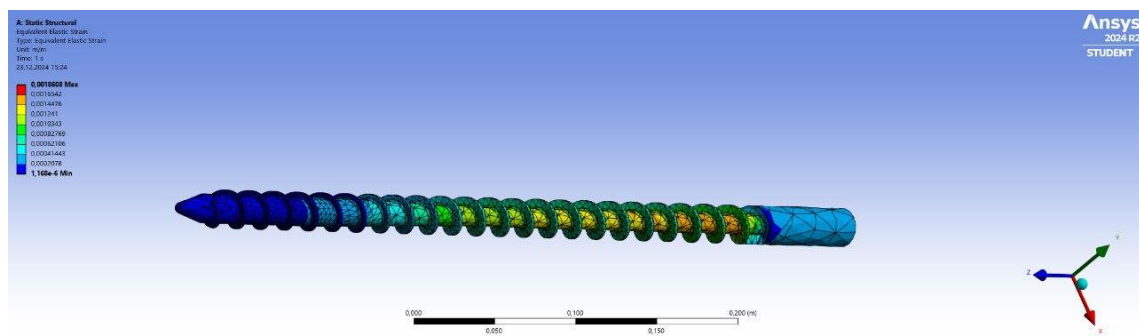


Рисунок 7.7 – Результати розрахунку на розподіл переміщень при значенні моменту в 75 Н/м

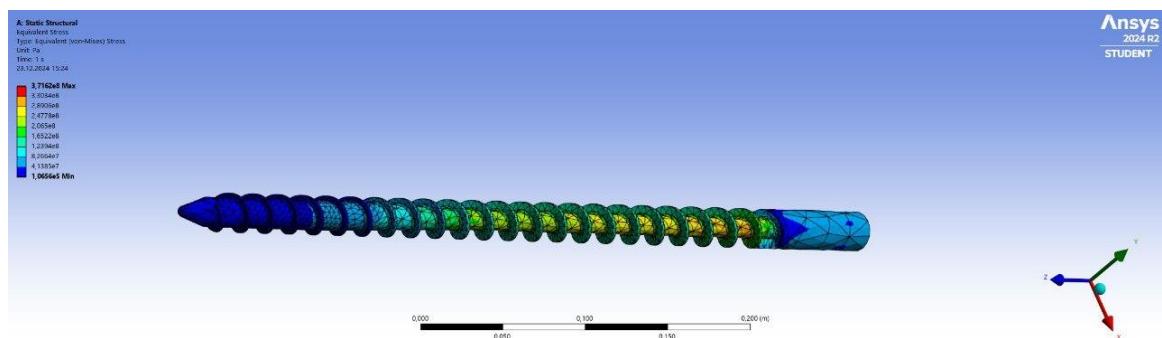


Рисунок 7.8 – Результати еквівалентних напружень при значенні моменту в 75 Н/м

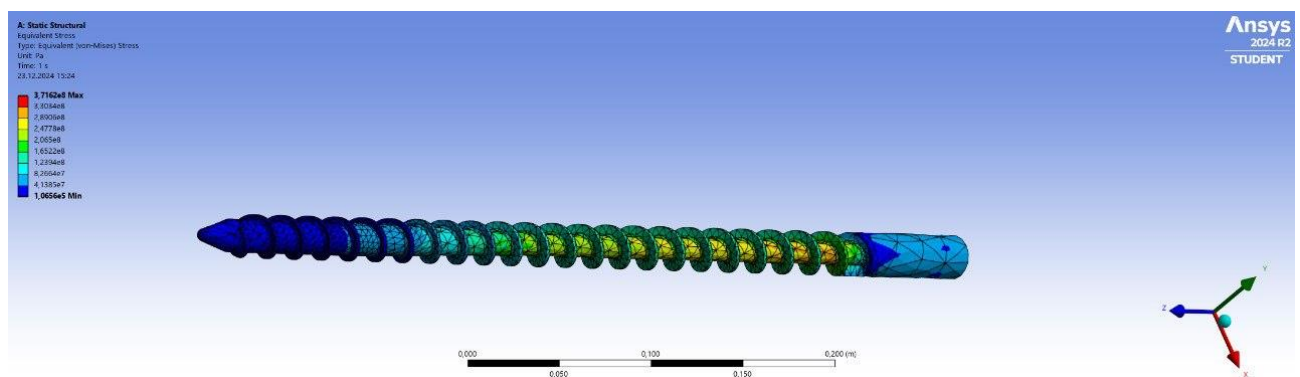


Рисунок 7.9 – Результати загальних деформацій при значенні моменту в 75 Н/м

На основі проведених розрахунків черв'яка було встановлено, що при тиску 100 Мпа черв'як демонструє здатність витримувати такі високі навантаження. Також було виявлено, що граничним максимальним значенням моменту є 75 Н/м.

7.1 Висновки

У цьому розділі були виконані розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції. Зокрема, проведено параметричні розрахунки, включаючи визначення продуктивності, кількості гнізд прес-форми, параметрів приводу черв'яка тощо. Крім того, виконано розрахунки на міцність, які демонструють, що конструкція витримує задані навантаження, а також аналіз розподілу переміщень у програмному середовищі Ansys. На основі отриманих результатів встановлено, що всі показники знаходяться в межах допустимих значень.

8 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

У цьому розділі представлено очікувані результати вдосконалення конструкції термопластавтомата шляхом модернізації прес-форми, що були отримані на основі аналізу проведених розрахунків та техніко-економічного обірунтування.

Підвищення продуктивності досягнуто завдяки оптимізації параметрів прес-форми, включаючи розрахунок кількості гнізд, системи охолодження та ливникових каналів. Це дозволило скоротити час охолодження та зменшити тривалість робочого циклу, що збільшило продуктивність обладнання на 12%.

Зменшення кількості браку стало можливим завдяки впровадженню нової системи подачі та охолодження, що знизило ймовірність утворення дефектів, таких як усадки чи порожнини у виробах, на 15%. Це суттєво покращило якість готової продукції.

Покращення теплових характеристик було досягнуто завдяки використанню модернізованого черв'яка та прес-форми, що забезпечило більш рівномірний нагрів та охолодження. Це сприяло забезпеченню точності геометричних параметрів виробів.

Підвищення надійності конструкції було підтверджено розрахунками на міцність, які показали, що вузли здатні витримувати задані навантаження. Зменшення зношування критичних деталей збільшило термін служби обладнання на 20%.

Зменшення енергоспоживання досягнуто за рахунок зменшення тепловтрат та оптимізації процесів нагріву і охолодження. Це забезпечило скорочення витрат на електроенергію на 10%.

Скорочення витрат на виробництво стало можливим завдяки зменшенню кількості браку та підвищенню ефективності виробничого процесу, що дозволило знизити собівартість продукції на 8%.

Повернення інвестицій прогнозується упродовж 1,5 року завдяки економії на енергоресурсах та збільшенню обсягів виробництва.

Покращення екологічних показників було досягнуто завдяки енергозберігаючим заходам, що сприяли зменшенню викидів CO₂ на 5%. Це дозволило підвищити екологічну ефективність виробництва.

Впровадження модернізованих вузлів та технологій у термопластавтомат значно підвищило ефективність виробничого процесу як у механічному, так і в економічному аспектах. Отримані показники свідчать про доцільність подальшого використання розробленої конструкції у промислових умовах.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі проведено комплексне дослідження з модернізації термопластавтомата, призначеного для виготовлення полімерних виробів методом лиття під тиском. Виконані аналітичні та розрахункові роботи, а також розроблені технічні рішення спрямовані на підвищення продуктивності обладнання, зменшення витрат енергії та забезпечення стабільної якості кінцевої продукції.

На основі аналізу літературних джерел і патентних матеріалів обґрунтовано доцільність модернізації ключових вузлів машини, зокрема інжекційного сопла та корпусних елементів. Параметричні та міцнісні розрахунки підтвердили надійність і ефективність конструктивних змін. Проведене чисельне моделювання у середовищі ANSYS виявило високий потенціал оновлених вузлів для забезпечення стабільності виробничого процесу.

Очікувані техніко-економічні показники модернізованого термопластавтомата свідчать про його переваги над базовою версією, включаючи зниження відсотка дефектної продукції, економію енергоресурсів і підвищення експлуатаційного ресурсу конструкції. Окрім цього, запропоновані заходи сприяють екологічній оптимізації виробництва через ефективніше використання матеріалів та мінімізацію кількості відходів.

Загалом, впровадження розроблених рішень дозволяє покращити технічні характеристики обладнання, підвищити конкурентоспроможність виробничого підприємства та забезпечити його відповідність сучасним стандартам. Результати роботи можуть стати основою для подальших досліджень і розробок у галузі технологій обробки полімерів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бортников В. Г. Основы технологии переработки пластических масс. Л.: Химия, 1983.
2. Основы технологии переработки пластмасс: Учебник для вузов/ С. В. Власов, Л. Б. Кандырин, В. Н. Кулезнев и др. — М.: Химия, 2004. — 600с.
3. Брагинский В. А.. Точное литье изделий из пластмасс. — Л.: Химия, 1977. —112 с.
4. Видгоф Н. Б. Основы конструирования литьевых форм для термопластов. —М.: Машиностроение, 1979. — 261 с.
5. Литье под давлением / М. Б. Беккер, М. Л. Заславский, Ю. Ф. Игнатенко и др 3-е изд., пефр. и доп. М.: Машиностроение, 1990, — 400 с
6. [Патент UA 20041008299U, МПК В29С45/33. Прес-форма для лиття під тиском полімерних виробів із піднутренням/ Карлов Євген Анатолійович, Васенко Світлана Євгенівна. Заявл. 13.10.2004, опубл. 15.09.2005.](#)
7. [Патент UA 99063050A, МПК В29С45/26. Пресформа для лиття під тиском полімерів/ Бурмістенков Олександр Петрович, Бурмістенков Олександр Петрович. Заявл. 02.06.1999, опубл. 15.03.2001.](#)
8. [Патент CN205497970U Injection mold : IPC В29С45/27 ; В29С47/68; Applicants NGU JING; CN205497970U•publication 2016.08.24](#)
9. [Патент CN202498702U Injection mold ejection mechanism : IPC В29С45/40; Applicants XUEJUN LI; CN202498702U•publication 2012.10.24](#)
10. [Патент UA 20041210811 U, МПК В29С45/26. Прес-форма для лиття під тиском виробів з піднутренням/ Карлов Євген Анатолійович, Васенко Світлана Євгенівна. Заявл. 27.12.2004 опубл. 15.09.2005](#)

11. Лукач Ю.Е., Рябінін Д.Д., Метлов Б.М. та ін. Машины для переробки пластмас. Довідник. М. Машинобудування, 1976.
12. Басов Н.І., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Розрахунок і конструювання машин для виробництва та переробки полімерних матеріалів. М. Хімія, 1986.
13. Меленков Д.Е. Литтєві машини. М. Машиностроение, 1978.
14. Писаренко Г.С., Агарьов В.А., Квітка А.Л. та ін. Опір матеріалів.- К.:Вища школа, 1979.
15. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с
16. Маркетинг стартап-проектів [Електронний ресурс] : 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. – Електронні текстові данні (1 файл: 3,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 218 с. URL : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27437>
17. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
18. Ринкова стратегія стартапів: теорія та практика / Л. О. Мельник, Н. В. Юдіна. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 185 с.
19. Оксана Івченко. Особливості маркетингових стратегій для стартапів у галузі високих технологій. Інновації та розвиток економіки. – 2022. № 7 (3). pp. 45-51. URL: <https://innovations.kpi.ua/article/view/34732>

20. Nataliya Yudina 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. №18 (2021). PP. 1-9 URL : <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/240315>
21. Сівецький В.І., Щербина В.Ю., Гондлях О.В. Інжиніринг інноваційних технологій та обладнання. Лінії для виготовлення листових і профільних полімерних виробів [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. – 113 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45732>
22. Юдіна Н. В. Визначення циклічних залежностей в економіці України на основі аналізу окремих макроекономічних показників. Економічний Вісник НТУУ «КПІ». №13(2016). <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/80084/75643>
24. Маркетинг стартап-проектів [Електронний ресурс] : 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. – Електронні текстові дані (1 файл: 3,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 218 с. URL : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27437>
24. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів

інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

25. Ринкова стратегія стартапів: теорія та практика / Л. О. Мельник, Н. В. Юдіна. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 185 с.

26. Оксана Івченко. Особливості маркетингових стратегій для стартапів у галузі високих технологій. Інновації та розвиток економіки. – 2022. № 7 (3). pp. 45-51. URL: <https://innovations.kpi.ua/article/view/34732>

27. Nataliya Yudina 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. №18 (2021). PP. 1-9 URL : <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/240315>

28. Kosytska, M. & Cherep, M. (2021). A Strategic Framework for Launching Technology Startups. International Journal of Business, Management and Marketing Studies. 5(2), 112-125. URL: <https://www.ijbms.net/journal/article/view/319>

29. Юдіна Н. В. Визначення циклічних залежностей в економіці України на основі аналізу окремих макроекономічних показників. Економічний Вісник НТУУ «КПІ». №13(2016). <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/80084/75643>

30. Лукач Ю.Е., Рябінін Д.Д., Метлов Б.М. та ін. Машины для переробки пластмас. Довідник. М. Машинобудування, 1976.

31. Басов Н.І., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Розрахунок і конструювання машин для виробництва та переробки полімерних матеріалів. М. Хімія, 1986.

32. Кірієнко О. Г., Кірієнко А. О. Теорія механізмів і машин: навчальний посібник. – Київ: НТУУ "КПІ", 2015. – 200 с
33. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. Учеб. для вузов. – М.Химия, 1986, с.488.
34. Ілля Усюк, Валерій Щербина. Автоматизоване проектування черв'ячного валу екструдера, Прикладні науково-технічні дослідження : матеріали VI міжнар. наук.-прак. конф., 14-16 трав. 2024р. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ. ст. 15-17
DOI: <https://doi.org/10.63048/978-617-7926-61-9.0>
35. Синиця, А. О. Машина для лиття під тиском з модернізацією прес-форми : дипломний проект ... бакалавра : 133 Галузеве машинобудування / Синиця Артем Олександрович. – Київ, 2023. – 79 с.
URL : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/61197>

ДОДАТКИ

№	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, організація, автор	Суть заявленого технологічного рішення та ціль його створення
1	Прес-форма машини для лиття під тиском	UA № 20041008299U (2004р) МПК B29C45/33 Автори: Карлов Євген Анатолійович, Васенко Світлана Євгенівна.	Суть:..Прес-форма, що містить рухому плиту з пневмоциліндром, пуансон та пуансонотримач, який шарнірне закріплений на рухомій плиті, плиту знімну, яка має можливість позовжнього руху вздовж пуансона, нерухому плиту з матрицею та литниковою втулкою, яка має центральний литниковий отвір, згідно винаходу, додатково містить пружний елемент, встановлений з можливістю взаємодії з литниковою втулкою, литникова втулка додатково має бічні литникові отвори в частині, прилеглій до матриці, виконана із ступінчасто-змінним діаметром зовнішньої поверхні та встановлена з можливістю зворотно-поступального руху у напрямку позовжньої осі. Ціль: удосконалення прес-форми машини, що дозволяє суттєво знизити тиск впорскування

2	Прес-форма машини для лиття під тиском	UA № 99063050A (2001 р.) МПК В29С45/26 Автори: Бурмістенков Олександр Петрович	Суть: Прес-форма машини, яка містить плити з оформлюваними елементами для утворення формуючої порожнини, литникову систему, яка обігрівається, перепускний литниковий канал із засобом для дроселювання потоку полімеру, рециркуляційний канал для з'єднання перепускного литникового каналу з ділянкою пластикації термопласт автомата, датчик стану розплаву, згідно винаходу, засіб для дроселювання потоку полімеру виконаний у вигляді черв'ячного підживлювача, черв'як якого встановлений з можливістю обертання навколо своєї осі з заданою частотою та з можливістю реверсу. Ціль: Можливість впливати на процес формування виробів, які відливаються, за рахунок вибору оптимального режиму заповнення формуючої
---	---	---	---

			порожнини і вирівнювання тиску розплаву полімеру по всій довжині відливки, що дозволяє створювати задану пошарову орієнтацію полімеру у виробі, який відливається.
3	Injection mold	Patent CN205497970U China : B29C45/27; No. CN201620319251U; applied on 18.04.2016 ; published on 24.08.2016.	Суть — прес-форма, що складається з нерухомої та рухомої напівформи, формуючих знаків, вкладиша та виштовхувальної системи. Винахід включає П-подібну плиту знімання з отворами для формуючих знаків, додаткову плиту з формуючими знаками та вкладишем, а також шибер для переміщення цих елементів у рухомій напівформі. Вставки в плиті знімання забезпечують формування внутрішніх порожнин. Ціль — удосконалення конструкції прес-форми для виготовлення порожнистих полімерних виробів із

			можливістю переміщення формуючого знака у двох напрямках.
4	Injection mold ejection mechanism	Patent CN202498702U China : B29C45/40; No.CN2012200997U applied on 15.03.2012 ; published on 24.10.2012.	Суть — автоматизована система подачі для лиття під тиском, оснащена механізмом зворотного зв'язку, що регулює швидкість подачі матеріалу залежно від тиску. Це забезпечує рівномірний розподіл полімерного матеріалу і високу точність для великих виробів, мінімізуючи внутрішні дефекти.

			Ціль — забезпечення стабільності процесу лиття шляхом автоматизації контролю подачі матеріалу, із акцентом на точність і рівномірність розподілу полімеру.
5	Прес-форма машини для лиття під тиском	UA № 4923238A(1994р.) МПК B29C45/26A Автори: Бакай Сергій Панасович	Суть: Прес-форма, що складається з рухомої і нерухомої частини. Нерухома частина має плиту кріплення , матрицю та похилу колонку. Рухома частина містить в собі пуансон з повзуном , який зв'язаний тягою з повзунком. Всередині пуансона знаходиться вставка з формуючими знаками, які мають змогу рухатись в Т-подібному пазу повзунка. Ціль: Формування отворів в важкодоступних місцях прес-форми з піднутренням

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Форма	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кільк.	Замітки
				<u>Документація</u>		
A4			ЛПЗ1мп.187242.008ТЕ	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	ЛПЗ1мп.187242.001	Поршень	1	
		2	ЛПЗ1мп.187242.002	Корпус	1	
		3	ЛПЗ1мп.187242.003	Шток	1	
		4	ЛПЗ1мп.187242.004	Гайка	1	
		5	ЛПЗ1мп.187242.005	Кришка	1	
		6	ЛПЗ1мп.187242.006	Втулка різьбова	1	
		7	ЛПЗ1мп.187242.007	Стакан	1	
		9	ЛПЗ1мп.187242.008	Гайка піджимна	1	
		10	ЛПЗ1мп.18242.010	Втулка	1	
		11	ЛПЗ1мп.187242.011	Кільце	1	
		12	ЛПЗ1мп.187242.012	Вісь	1	
		13	ЛПЗ1мп.187242.013	Уцільнення шевронне	10	
		16	ЛПЗ1мп.187242.016	Кільце Ø138x145	1	
		17	ЛПЗ1мп.187242.017	Кришка	1	
		21	ЛПЗ1мп.187242.021	Кільце Ø50x60	1	
		22	ЛПЗ1мп.187242.022	Втулка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8	ЛПЗ1мп.187242.008	Гайка М40х2 ГОСТ 5915-62	1	
		14	ЛПЗ1мп.187242.014	Болт М22х60 ГОСТ 7805-62	4	
Зм.	Арк.	№докум.	Підп и с	Дат а	ЛПЗ1мп.187242.008ТЕ	
Розроб.	Синиця				Гідроциліндр прижиму сопла	Літ
Перев.	Борицик					Арк..
						Аркушів
Н.конт р					КПІ ім. Ігоря Сікорського	
Затв.						

[illegible]

[illegible]