

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О. В. Гондляр

«__» _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 133 - Галузеве машинобудування

**на тему: «Литтєва машина з модернізацією
механізму запирання»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) VI курсу, групи ЛП-71мп

Турбал Максим Петрович _____

Керівник:

Старший викладач,

Борщик С. О. _____

Консультант з розділу модернізація

доцент каф. ХПСМ,
д.т.н., доц. Щербина В.Ю.

Рецензент _____

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

Студент (-ка) _____

Київ – 2018 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність – 133 - Галузеве машинобудування

Спеціалізація - Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання виробництв полімерних і будівельних матеріалів та виробів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.В.Гондлях

« ___ » _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту

Турбал Максим Петрович

1. Тема дисертації «Литтєва машина з модернізацією механізму запирання», науковий керівник дисертації Борщик Сергій Олександрович, старший викладач, затверджені наказом по університету від « ___ » _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження - механізм запирання в литтєвій машині

4. Вихідні дані: максимальний об'єм виливки - 250 см³, зусилля запирання прес-форми – 2000 кН, пластикаційна продуктивність – 45 кг/год, діаметр черв'яка впорскування – 60 мм, швидкість впорскування черв'яка – 50 мм/с, зусилля вприску – 250 кН, потужність електродвигуна гідроприводу – 10 кВт, габарити машини - 3900×1000×1740мм, маса машини – 5500кг

5. Перелік завдань, які потрібно розробити. Пояснювальна записка повинна мати наступний вигляд: зміст, вступ, призначення та галузь застосування виробу який проектується, технічна характеристика базового обладнання, список конструкції базового обладнання, основні частини та принципу дії, літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації, розділ «Автоматична система управління», розділ «Охорона праці та навколишнього середовища». Література, додаток: таблиця «Перелік розглянутих патентів». Розділ «Розрахунки» має включати:

розрахунки які підтверджують працездатність та основні геометричні розміри: на міцність, кінематичні та параметричні, теплові, розрахунки, що підтверджують надійність. Розділ «Технологія монтажу та експлуатації»: технологія збирання складальної одиниці, технологія складання машини, змащення машини та література.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу. Технологічна схема лінії або загальний вигляд обладнання, креслення вузлів обладнання (2-3 листа), креслення модернізованих вузлів (2 листа), схема автоматизації (1 лист), плакати ілюстрацій результатів виконаних розрахунків і програм конструкторського проектування (1-2 листа)

7. Орієнтовний перелік публікацій. Дві теза на VIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки»

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Модернізація	Щербина В.Ю., доцент каф. ХПСМ		
Монтаж та експлуатація	Борщик С.О., ст. викл. каф. ХПСМ		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Титульні листи. Завдання. Календарний план. Реферати з ключовими словами (українською та іноземною мовами). Перелік позначень, скорочень. Зміст дисертації..		
2	Пояснювальна записка: - вступ -опис базової машини - патентно-літературний огляд - таблиця розглянутих патентів - вибір і обґрунтування модернізації		
	- автоматизація		
	- техніка безпеки		
	- розробка стартап-проекту і оцінкою техніко-економічних показників модернізації,		
	- висновки щодо модернізації,		
3	Розрахунки -кінематичні, параметричні, теплові розрахунки, розрахунки на міцність та інші. -програма та результати розрахунків. -3D модель деталі чи вузла. -візуалізація результатів розрахунків		
4	Технологія монтажу та експлуатації...		
5	Загальний висновок		
	Список посилань		
6	Додатки (специфікації, таблиці, авторські статті, тези, доповіді, заяви на винахід, патенти, та інші досягнення)		
	Графічна частина		
1	Технологічна лінія		
2	Загальний вигляд машини		
3	Складальне креслення вузлів		
4	Складальне креслення вузлів		
5	Модернізації (2). Складальні креслення.		
6	Розрахункова 3D модель		
7	Результати розрахунків		

Студент

М. П. Турбал

Науковий керівник дисертації

С. О. Борщик

РЕФЕРАТ

Дисертація виконана на тему «Литева машина з модернізацією механізму запирання»

Робота складається з вступу, десяти розділів, висновків, переліку умовних позначень і додатків. Проект містить опис технологічного процесу, в якому приймає участь литева машина.

Метою дисертації є вибір модернізації механізму запирання з літературних джерел. В даній роботі запропонована модернізація механізму запирання з метою зменшення часу циклу і підвищення технологічності і ремонтпридатності, що дозволяє скоротити час робочого циклу тим самим підвищується продуктивність за рік. При розробленні проекту було зроблено патентний пошук. Креслення були зроблені за допомогою програм КОМПАС AnSYS AutoCAD (середовище для розробки AutoLisp).

Результати розрахунків зведені в розрахунково - пояснювальну записку. До складальних креслень додаються специфікації. Наведено список використаної літератури.

ЛИТЄВА МАШИНА, МЕХАНІЗМ ЗАПИРАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ,
РОЗРАХУНКИ, ДИСЕРТАЦІЯ.

ABSTRACT

Thesis completed on "Injection moulding machine with the modernization of the locking mechanism»

The work consists of an introduction, ten sections, conclusions, a list of symbols and applications. The project contains a description of the process in which the machine takes part.

The aim of the thesis is to choose the modernization of the locking mechanism from literary sources. In this paper, the proposed modernization of the locking mechanism in order to reduce the cycle time and improve the manufacturability and maintainability, which allows to reduce the time of the working cycle thereby increasing productivity for the year. During the development of the project, a patent search was made. The drawings were made using the programs COMPASS AnSYS AutoCAD (development environment AutoLisp).

The results of the calculations are summarized in the settlement and explanatory note. Assembly drawings are accompanied by specifications. The list of used literature is given.

INJECTION MOULDING MACHINE, THE LOCKING MECHANISM,
MODERNIZATION, CALCULATIONS, THESIS.

РЕФЕРАТ

Диссертация выполнена на тему " Литьевая машина с модернизацией механизма запираия»

Работа состоит из вступления, десяти разделов, выводов, перечня условных обозначений и приложений. Проект содержит описание технологического процесса, в котором принимает участие литьева машина.

Целью диссертации является выбор модернизации механизма запираия из литературных источников. В данной работе предложена модернизация механизма запираия с целью уменьшения времени цикла и повышения технологичности и ремонтпридатрості, что позволяет сократить время рабочего цикла тем самым повышается производительность за год. При разработке проекта был сделан патентный поиск. Чертежи были сделаны с помощью программ КОМПАС AnSYS AutoCAD (среда для разработки AutoLisp).

Результаты расчетов сведены в расчетно - пояснительную записку. К сборочным чертежам прилагаются спецификации. Приведен список использованной литературы.

ЛИТЬЕВАЯ МАШИНА, МЕХАНИЗМ ЗАПИРАНИЯ, МОДЕРНИЗАЦИЯ, РАСЧЕТЫ, ДИССЕРТАЦИЯ.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЛИТТЄВОЇ МАШИНИ.....	6
1.1 Опис литтєвої машини, її основних частин і принципу дії.....	7
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИТТЄВОЇ МАШИНИ	9
3 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД, ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ	10
3.1 Аналіз розглянутих патентів з модернізації механізму.....	10
3.2 Обгрунтування обраної модернізації	12
4 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕРМОСТАБІЛІЗАЦІЇ, ПРОЦЕСУ НАБОРУ ПОРЦІЇ.....	17
4.1 Опис технологічного процесу	17
4.2 Опис конструкції термопластавтомата для лиття під тиском	18
4.3 Функціональна схема автоматизації термостабілізації, процесу пресування.....	18
4.4 Опис контура автоматизації	19
5 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ	21
5.1 Аналізи небезпечних та шкідливих факторів.....	22
5.1.1 Повітря робочої зони.....	22
5.1.2 Виробничий шум	22
5.1.3 Вібрація.....	23
5.1.4 Небезпека впливу частин термопластавтомату, що рухаються й обертаються	24
5.2 Електробезпека	25
5.3 Надзвичайні ситуації.....	29

					ЛП71мп.107244.001 – 70 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Турбал			Литтєва машина з модернізацією	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Боршик С						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Гончарук О				КПІ	ім	Ігоря

6	СТАРТАП-ПРОЕКТ	31
6.1	Опис ідеї проекту.....	31
6.2	Технологічний аудит.....	32
6.3	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	32
6.4	Розроблення ринкової стратегії проекту.....	37
6.5	Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	38
	Висновки.....	41
	Список використаної літератури	42

					ЛП71мп.107244.001 – 70 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Лиття під тиском – метод формування виробів із пластмас та резинових сумішей. В литтєвих машинах, що полягає в розм'якшенні матеріалу до в'язкотекучого стану й послідуєного переміщенні його в литтєву форму, де матеріал затвердіває при зменшенні температури, отримуючи конфігурацію виробу. Цим методом отримують вироби масою від декілька грам до декількох кілограм з товщиною стінок 6-10 мм (в рідких випадках 15-20 мм).

При литті під тиском матеріал в гранульованому чи порошкоподібному стані поступає в пластикаційний (інжекційний) циліндр литтєвої машини , де прогрівається й переміщується обертаючимся шнеком . По мірі пластикації шнек відходить назад. При переробці термопластів циліндр нагрівають до 200-350 °С , при переробці реактопластів - до 80-120 ° С. Пластифікований матеріал при поступальному русі шнека нагнітається в литтєву форму, де термопласт охолоджується до 20-40 °С. В формі матеріал витримується під тиском.

Автоматизоване обладнання для лиття пластмас під тиском має назву термопластавтомат.

Велику кількість виробів неможна виготовити не одним з методів переробки полімерних матеріалів, окрім лиття під тиском. До таких виробів відносяться вироби з складною конфігурацією з малою товщиною стінки, з складною апертурою, з значною різницею товщини стінок, а також вироби котрі неможливо отримати в відкритих формах.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЛИТТЄВОЇ МАШИНИ

Опис призначення та галузь застосування машини приведений з [1].

Литтєві машини призначені для виготовлення відкритої форми шляхом заповнення попередньо зімкненої прес-форми з великою швидкістю та величезним тиском і послідовного охолодження виробу та розмикання форми з метою розвантаження.

В залежності від базових механізмів, їх конструктивних виконань та взаємного розміщення, литтєві машини мають широкий різновид. В більшості випадків вони мають 3 базових вузли:

–пластикаційно –інжекційний вузол (черв'ячний, плунжерний, комбінований та ін.);

–механізм запирання форми (ГП колонного або щелепного типу, з гідравлічним або важільно – гідравлічним приводом).

–вузол переміщення інжекційно – пластикаційного вузла.

Для отримання виробів без дефектів на поверхні і зберігання їх розмірів при осіданні необхідно в процесі охолодження зберегти в порожнині форми постійний тиск .

Велику кількість виробів отримують методом лиття під тиском.

горизонтальний важільно -гідравлічні прес. Після приведення всіх блоків в початковий стан створюється тиск в гідроприводі осьового руху черв'яка, який, діючи аналогічно поршню, інжектуються розплав полімеру з матеріального циліндра в прес-форму, де і утворюється виріб. У період формоутворення виробу черв'як приводиться в обертання для підготовки наступної порції. Після охолодження розплаву до заданої температури форма розкривається, і виріб за допомогою виштовхувачів видаляється з робочої зони литтєвої машини. Цикли повторюються.

2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИТТЄВОЇ МАШИНИ

Таблиця 2.1 Технічні характеристики машини ТПА – 250 згідно з [3]

Параметр	Значення
Найбільший об'єм вилівка, $см^3$	250
Площа проекції виробу, що відливається, $см^2$	204,62
Зусилля запирання прес-форми, $кН$	2000
Пластичаційна продуктивність, $кг/год$	45
Діаметр черв'яка впорскування, $мм$	60
Відношення довжини нарізної частини черв'яка до його діаметру, L/D	10
Максимальний хід черв'яка впорскування, $мм$	100
Швидкість впорскування черв'яка, $мм/с$	50
Тиск в гідросистемі впорскування, $МН/м^2$	7,5
Зусилля вприску, $кН$	250
Питомий тиск на матеріал, $МН/м^2$	90
Швидкість обертання черв'яка, $об/хв$	25-100
Потужність приводу черв'яка, $кВт$	4,5
Зусилля розкриття форми, $кН$	240
Тиск в гідросистемі запирання, $МН/м^2$	20
Хід рухомої плити, $мм$	450
Найбільша відстань між плитами, $мм$	815
Відстані між колонами в світлі по вертикалі та горизонталі, $мм$	370x370
Потужність електродвигуна гідроприводу, $кВт$	10
Габарити, $мм$	3900×1000×1740
Вага машини, $кг$	5500

3 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД, ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ

3.1 Аналіз розглянутих патентів з модернізації механізму

Одним з основних вузлів в термопласт втоматах можна назвати механізм запирання. Він впливає на час робочого циклу машини та працездатність.

Під час пошуку було зроблено огляд технічної літератури з метою аналізу конструкцій і принципу дії литтєвої машини, її переваг і недоліків. Проаналізовані джерела [1-2.4] В результаті аналізу конструкцій литтєвої машини виявлені такі її переваги як можливість виготовлення високоякісних виробів з різних полімерних матеріалів, при відносно невеликих затратах продуктивності праці; можливість робити вироби складної конфігурації з малою товщиною стінки, зі складною арматурою, із значною різницею товщин стінок, а також вироби, оформлювальні знаки яких потребують опори в обох половинах форми, так як не можуть бути надійно встановлені у відкритій формі. Недоліком даної машини для лиття під тиском є те, що запираючий пристрій малопродуктивний, не забезпечує необхідну швидкість, та за рахунок габарити механізмів запирання збільшується вага та площа яку займає литтєва машина. Для покращення механізму запирання було проведено патентно-літературний огляд запираючого механізму литтєвої машини. Для вибору варіанту модернізації вузла інжекції литтєвої машини знайдено 10 технічних рішень (див. Додаток) на основі патентів. Розглянемо деякі [10–14] детальніше.

Суть модернізації [10]: сухарі протилежного напрямку переміщення в різних верхніх парах, як і в різних нижніх, з'єднані у однаковий спосіб між собою двома 4-ланковими рівно-плечими шарнірно-важільними системами, при цьому корпус приводу зворотно-поступального руху закріплений на тязі, що з'єднує дві однаково спрямовані ланки верхньої і нижньої 4-ланкових шарнірно-важільних систем, а його шток з'єднаний з аналогічними двома іншими, причому два отвори

в цих ланках у місці з'єднання або з тягою, або зі штоком виконані у вигляді паза.

В даному[12] патенті замковий пристрій механізму запирання півформ машини для лиття, наприклад термопластавтомата Модернізацією є те, що шарніри укомплектовані втулками із композитного полімерного матеріалу наступного складу, мас. %:ароматичний поліамід фенілон С-275-88 вуглецеві нанотрубки 0,5-5графіт7-24,5

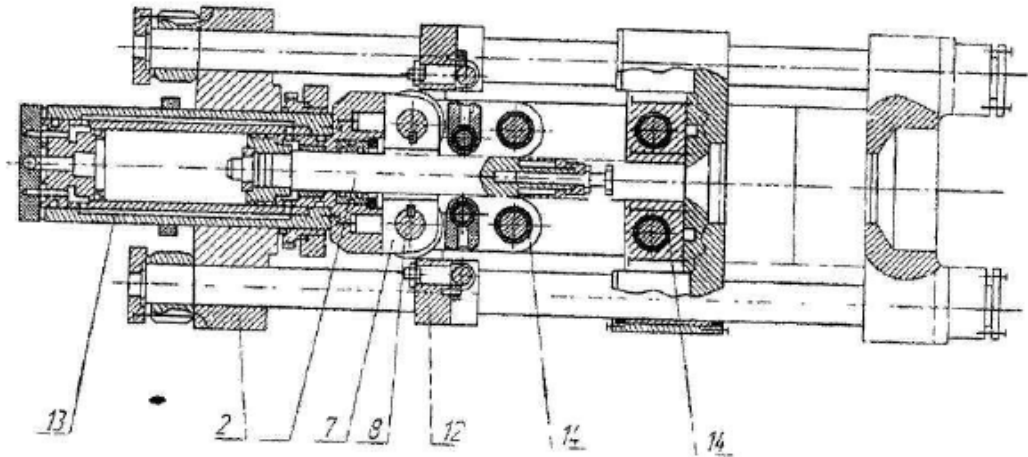


Рисунок 3.1 механізм запирання ливарних машин

В патенті [13] розглянуто замковий пристрій механізму запирання півформ машини для лиття, наприклад, термопластавтомата Модернізація заключається в тому що привід зворотно-поступального переміщення з'єднаний з протилежно спрямованими ланками паралельних шарнірів, однаково спрямовані ланки яких осями обертання з'єднані зі штангами, установлені в направляючих колодках, зафіксованих на них з боку протилежно спрямованих ланок, з'єднаних з приводом зворотно-поступального переміщення, а з боку інших протилежно спрямованих ланок виконаних із втулкою, що регулюється по міжосьовій відстані між штангами.

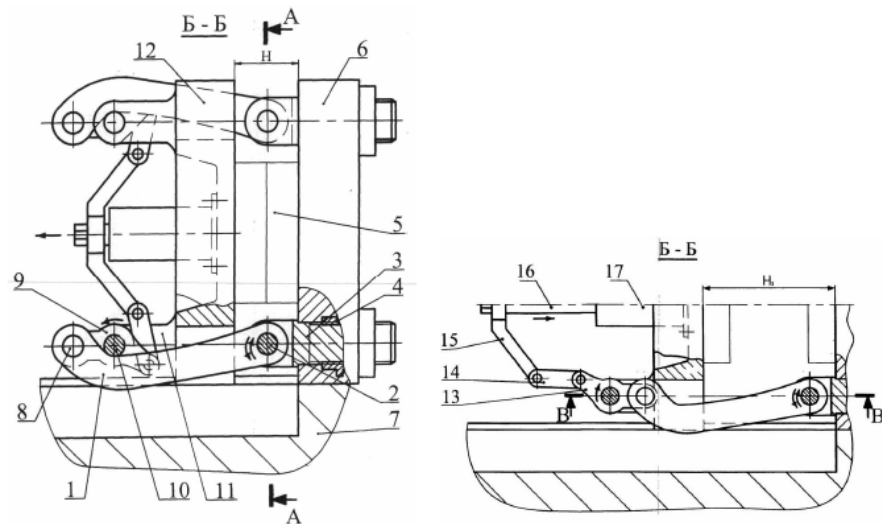


Рисунок 3.2 механізм змикання напівформ

3.2 Обґрунтування обраної модернізації

Лиття під тиском - це основна технологія виробництва виробів з пластмас. На даний момент, третина всіх термопластичних матеріалів переробляється литтєвим формуванням й половина всього обладнання для переробки пластмас це обладнання для лиття.

В даній магістерській дисертації основними напрямками вдосконалення машини є:

- підвищення продуктивності устаткування і праці робітників;
- збільшення експлуатаційної надійності;
- розширення технологічних можливостей устаткування.

Завданням магістерської дисертації є вдосконалення конструкції литтєвої машини ЛМ - 250 та його основних складових частин.

В даній дипломній роботі розглядається литтєва машина з об'ємом вприску 250см³.

Недоліком даної машини є збільшений хід приводу обернено-поступального руху через свої габарити, незадовільні умови монтажу та обслуговування механізму запирання та велика довжина робочих поверхонь штоків силових гідроциліндрів тобто збільшена складність виготовлення.

Тому метою роботи є модернізація механізму запирання, що приведе до усунення наведених недоліків.

Винахід відноситься до області лиття під тиском виробів методом інжекційної подачі матеріалу в формотворну порожнину. Механізм змикання напівформ литтєвий машини, наприклад термопластавтомата, містить станину з розташованою на ній нерухомою формонесущою плитою з вмонтованими силовими гідроциліндрами, штоки яких по кінцях пов'язані листовою перемичкою і проходять через мобільний формонесущу плиту. Плита з'єднана з гідроциліндрами швидкого її переміщення в положення контакту напівформ, регульоване пристроєм його виставки і фіксується замками механізму їх замикання у вигляді втулок, коаксіально розташованих на штоках силових гідроциліндрів. При цьому замки механізму замикання напівформ виконані з можливістю їх закриття тільки в одному положенні висунутих штоків гідроциліндрів швидкого переміщення мобільного формонесущої плити, сполучених з листовою перемичкою, жорстко встановленої на штоках силових гідроциліндрів, пов'язаних з пристроєм виставки положення контакту півформ. Тим самим досягається спрощення виготовлення замків механізму замикання напівформ з одночасним підвищенням технологічності його складання і поліпшенням ремонтпридатності.

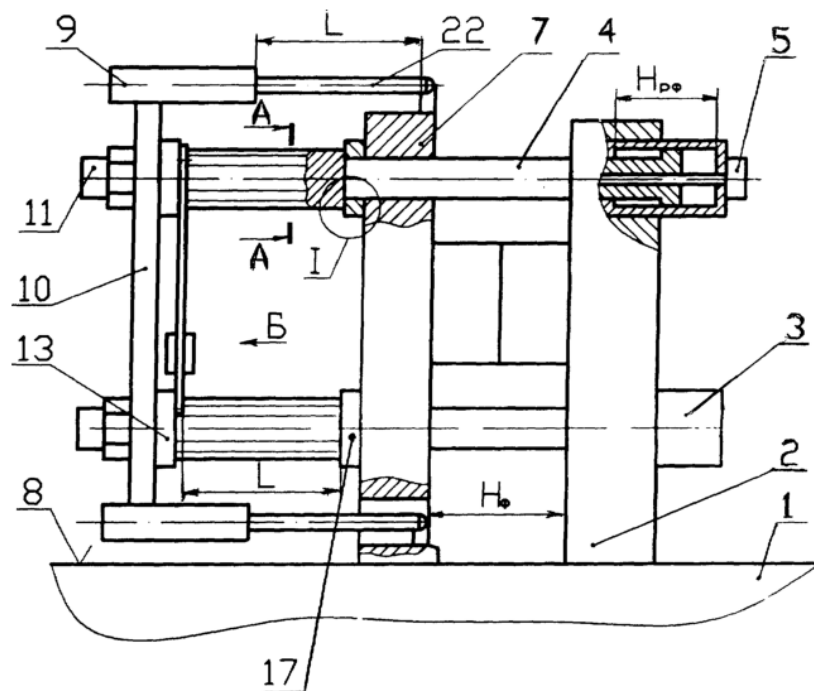


Рисунок 3.3 Схема механізму запирання

У вихідному положенні напівформи 6 розкрито (Рисунок 3.3), штоки 22

гідроциліндрів 9 швидкого переміщення рухомої формонесущей плити 7 знаходяться в крайньому лівому положенні. Виступи 19 шліцьових ділянок 14 штоків 4 знаходяться при цьому в пазах 21 шліцьових втулок 17. Причому штоки 4 пристроєм 5 виставки положення контакту напівформ 6 встановлені з розрахунку забезпечення зупинки рухомої плити 7 на відстані Н ф від нерухомої плити 2.

Після подачі робочої рідини в безштокову порожнину гідроциліндрів 9 їх штоки висуваються, переводячи рухому плиту 7 в положення контакту напівформ 6, при якому між торцевими поверхнями 16 шліцьових втулок 17 і торцевими поверхнями 18 шліцьових ділянок 14 штоків 4 є зазор механізм змикання напівформ литтєвий машини. При включенні гідроциліндра 12 внаслідок наявності зазору механізм змикання напівформ литтєвий машини, відбувається радіальний поворот шліцьових втулок 13, а значить, і штоків 4. При цьому виступи 19 шліцьових ділянок 14 штоків 4 переходять в положення навпроти виступів 20 шліцьових втулок 17. Після цього робоча рідина подається в штокову порожнину силових гідроциліндрів 3, штоки яких 4 за допомогою впливу торцевих поверхонь 18 їх шліцьових ділянок 14 на поверхні 16 шліцьових втулок 17, жорстко з'єднаних з рухомою плитою 7, замикають напівформи 6.

Відбувається технологічний цикл формування виробу. Завершивши його, силові гідроциліндри 3 відключають від джерела тиску, знімаючи тим самим і зусилля замикання з напівформ 6. Після цього шліцьові втулки 13 гідроциліндром 12 повертають в зворотному напрямку, повертаючи таким чином шліцьові ділянки 14 штоків 4 в положення збігу їх виступів 19 з пазами 21 шліцьових втулок 17. Подачею робочої рідини в штокову порожнину гідроциліндрів 9 мобільну формонесущую плиту 7 повертають у вихідне положення. Механізм змикання напівформ 6 ливарної машини готовий до повторення описаного циклу.

Таким чином, виконання замків запирання напівформ з можливістю їх закриття тільки в одному положенні висунутих штоків гідроциліндрів швидкого переміщення рухомої плити, з з'єднанням цих гідроциліндрів з листової перемичкою, жорстко встановленої на кінцях штоків силових гідроциліндрів, пов'язаних з пристроєм виставки положення контакту напівформ, і несучої привід

обмеженого радіального повороту штоків силових гідроциліндрів.

Чим забезпечується зменшення довжини гідроциліндрів швидкого переміщення рухомої плити, скорочується час циклу прискореного переміщення рухомої плити, тобто підвищує продуктивність ливарної машини в цілому.

Крім того, за рахунок зменшення довжини робочих поверхонь (для механізму замикання замків) штоків силових гідроциліндрів дана модернізація дозволяє знизити трудомісткість виготовлення цих замків. Розташування ж приводу обмеженого радіального повороту штоків силових гідроциліндрів на листовий перемичці, встановленої на кінцях цих штоків, тобто у вільній від інших вузлів зоні, крім того, підвищує технологічність складання і покращує ремонтпридатність.

За основу другої модернізації в магістерській дисертації було взято патент [14] В котрому пропонується вирішення таких проблем як великогабаритні гідроциндри, що призводить до збільшення виробничих витрат та незручностей експлуатації машини через її розміри

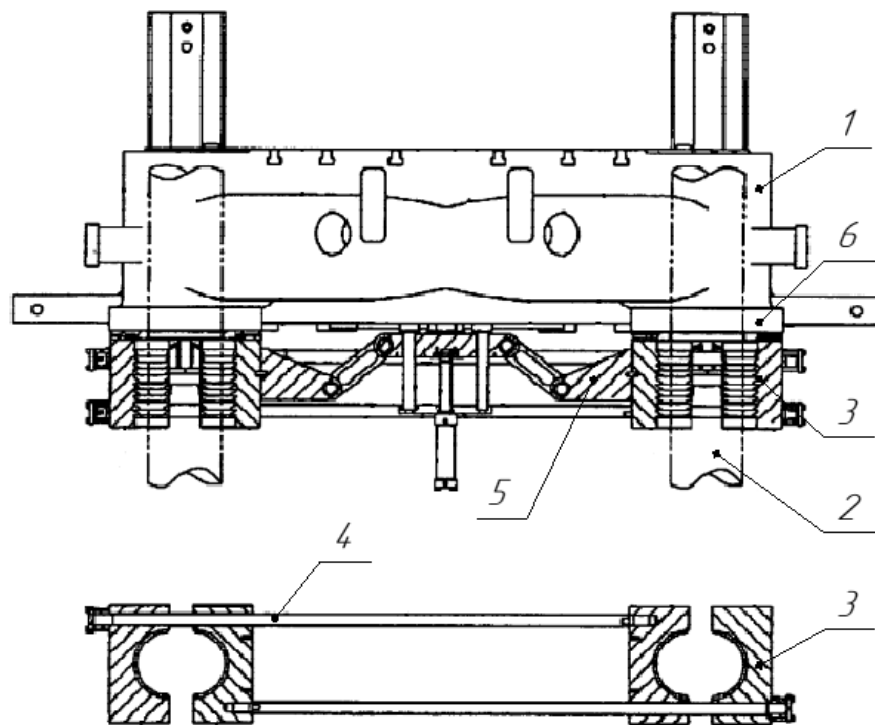


Рисунок 3.4 Механізм запирання прес-форми

За для уникнення вище згаданих проблем пропонується використання як допоміжного механізму (Рисунок 3.4) підчас відливки виробів великого об'єму, або як основного при невеликих габаритах потрібного виробу

На рухому плиту 1 встановлюється за допомогою зажимних пластин 6 зтягуючі різьбові муфти 3. Шарнірний механізму 5 прижимає перша та друга пари різьбових муфт. Які в своє чергу з'єднані між собою стержнями 4 для можливості одночасного затискання направляючих 2

Дана конструкція механізму запирання призводить до зменшення виробничих витрат за рахунок встановлення гідроциліндрів меншого об'єму та підвищення продуктивності виробництва.

4 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕРМОСТАБІЛІЗАЦІЇ, ПРОЦЕСУ НАБОРУ ПОРЦІЇ

4.1 Опис технологічного процесу

Лиття полімерів під тиском – це метод формування виробу із пластмас та гумових сумішей. Лиття під тиском у литтєвих машинах, полягає в розмягченні матеріала до вязкотекучого стану й послідуєчого транспортування його в литтєву форму, де матеріал твердіє внаслідок зменшення температури, отримуючи конфігурацію виробу. Цим методом отримують вироби масою від декількох грамів до декількох кілограмів з товщиною стінок від 1 до 10 мм (в рідких випадках 15-20 мм).

Лиття під тиском є одним з основних методів переробки полімерів в промисловості пластичних мас. Цей метод дозволяє виготовляти високоякісні вироби з різних полімерних матеріалів, за умови порівняно невеликих затрат і великої продуктивності праці.

Литтєві машини удосконалюють в напрямку збільшення швидкохідності та надійності, а також універсальності під час вибору технологій та режимів переробки. Преспективне створення уніфікованих вузлів замикання форми й інжекції різної потужності, які можна комплектувати в різноманітних варіаціях.

Велику кількість виробів неможливо виготовити жодним з методів переробки полімерних матеріалів, окрім лиття під тиском. До таких виробів відносяться вироби зі складною конфігурацією з малою товщиною стінки, з складною апертурою, зі значною різницею товщини стінок, а також вироби, які неможливо отримати у відкритих формах.

4.2 Опис конструкції термопластавтомата для лиття під тиском

Під час лиття під тиском матеріал в гранульованому чи порошкоподібному стані потрапляє в пластикаційний (інжекційний) циліндр термопластавтомата, де прогрівається й переміщується обертаючимся шнеком. По мірі пластикації шнек відходить назад. Під час переробки термопластів циліндр нагрівають до 200-350 °С, під час перобки реактопластів – до 80-120 °С. Пластифікований матеріал внаслідок поступального руху шнека нагнітається в литтєву форму, де матеріал охолоджується до 20-40 °С та витримується під тиском.

Даний термопласт автомат являє собою, литтєву машину, яка складається з таких вузлів: станина 1 на якій розміщуються такі вузли, як вузол пластикації, вузол запирання, вузол упорного підшипника вузол вприску

Вузол механізма запирання складається з гідроциліндра запирання 9, корпусу механізма запирання 4, колон 5, нерухомої плити 3, рухомої плити 6. Вузол пластикації складається з червячного пластикатора та бункера. Також ТПА містить у собі вузол упорного підшипника з гідродвигуном та механізмом вприску, що складається з гідроциліндра вприскування 10, гідроциліндра прижиму. Важливими елементами ТПА є електрообладнання 13 та електрошафи 14.

4.3 Функціональна схема автоматизації термостабілізації, процесу пресування

Функціональна схема автоматизації термостабілізації, процесу пресування, проектувалася з метою удосконалення, та збільшення якісних показників терморегулювання зон, червячного пластикатора, а точніше порожнини з расплавом. В данному випадку технологічний процес вимагає, присутності на червячному пластикаторі трьох зон нагрівання. Це потрібно для того, щоб гранули плавилися рівномірно від бункера, до сопла. Для цього на червячний пластикатор встановлено три нагрівачі, кожен з яких повинен підтримувати свою

температуру. Для нагрівання використано нагрівачі опору, які є оптимальним рішенням для машин такого класу. Нагрівач опору являє собою спіраль зі сплаву нікеля і хрому.

В зону нагрівання вводиться для контролю температури датчик температури – термопара, яка з допомогою різьби кріпиться до корпусу червячної машини. Для зменшення гістерезису в зону вводиться холодне повітря з допомогою системи вентиляторів.

Для своєчасної інжекції машина має датчик тиску, який знаходиться у порожнині між червячним пластикатором та механізмом інжекції та вимірює тиск розплаву в матеріалопроводі. Датчик сигналізує та дає команду на інжекцію, а також подає інформацію про аварійну ситуацію.

4.4 Опис контура автоматизації

В перший момент часу t_1 отримує від температурного датчика (термопари ТХК-2088 контур 1 зони термостабілізації червячного пластикатора), сигнал про відхилення температури, який від термопари, поступає в виді електричної величини в вигляді термоЕРС, від термопари сигнал поступає на вторинний перетворювач МТМ-400 (контур 1, елемент 2) який потрібний для перетворення термоЕРС в стандартну величину 0,5 вольт, сигнал від вторинного перетворювача в стандартному вигляді поступає на прилад температурної реєстрації та управління – міліамперметр самопишучий РТМ-49АМ/1, (контур 1 прилад 3), від приладу реєстрації сигнал потрапляє на прилад регулювання та управління регулятор електронний Р-12 (контур 1 прилад 4), від нього поступає на боєпасну панель ВІ-12 (контур 1, прилад 5). Тут сигнал роздвоюється, потрапляючи на підсилювач У-252 (контур 1 прилад 6), від якого потрапляє на електромагнітний пускач МКР-058 (контур 1 прилад 7), від пускача відходить система сигналізації пуска індекатор НЛ3, пускач також оснащений кнопкою ручного управління КУ-123 (контур 1 прилад 8) з сигналізацією НЛ4, після електромагнітного пускача, по лінії зв'язку 3, електроенергія потрапляє на електронагрівач, який нагріває відповідну зону. Другий роздвоєний сигнал потрапляє на два прилада (контур 1

прилади 9 та 10), які інвертують сигнал 1-9, – пристрій множення на коефіцієнт А-31, та підсилювач у-252, після інвертування сигнал запускає електромагнітний пускач МКР-058 (контур 1 прилад 11), який оснащений сигналізацією HL1, та кнопкою ручного управління (контур 1 прилад 12), і сигналізацією HL2, після цього магнітний пускач запускає електродвигун вентилятора охолодження. Таким чином, якщо температура менша заданої, система вмикає електромагнітний пускач (контур 1 прилад 7), і додає електроенергії для нагріву. Якщо температура буде перевищувати задану, завдяки перетворювачам (прилади 10 та 9 контура 1), які інвертують сигнал, вмикають електромагнітний пускач (прилад 11 контура 1) який вмикає охолодження. Таким чином регулюється система термостабілізації.

5 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

Охорона праці та навколишнього середовища містить у собі питання безпеки праці, попередження травматизму і професійних захворювань; питання правової охорони праці; вибухів і пожеж на виробництві. Також з охороною праці пов'язані і питання пожежної безпеки в електроустановках. Електричні станції і мережі оснащені сучасною технікою, в основу якої - закладені принципи охорони праці. Безпечні конструкції електричних машин, механізмів і інших пристроїв повинні забезпечити здоров'я і безпечні рівні праці для обслуговуючого персоналу.

У данному дипломному проекті розроблено термопластавтомат.

Нижче розглядаються такі небезпечні і шкідливі виробничі фактори, які впливають на оператора, що знаходиться біля пульта керування у операторській:

- повітря робочої зони;
- виробничий шум, вібрації;
- частини термопластавтомату що рухаються;
- небезпека враження електричним струмом;
- надзвичайні ситуації.

Установку параметрів технологічного процесу і контроль здійснює оператор. Кімната оператора управління знаходиться в приміщенні. Розміри приміщення, площа : $S=1600\text{м}^2$, об'єм $V=6400\text{м}^3$. Створення здорових і безпечних умов праці на підприємстві обумовлюють необхідність раннього виявлення шкідливих і небезпечних факторів, для того щоб на стадії проектування намітити заходи, які слід проводити для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу. При проектуванні нової техніки повинні цілком враховуватися вимоги діючого законодавства по охороні праці.

5.1 Аналізи небезпечних та шкідливих факторів

5.1.1 Повітря робочої зони.

Робота оператора, який обслуговує термопластавтомат відноситься до категорії легких фізичних робіт згідно ГОСТ 12.1.005-88/98 з енерговитратами 630 Кдж/год.

У операторській встановлена загально-обмінна вентиляція за допомогою механічної витяжки для приточування повітря. Вхідне повітря від пилу фільтрується за допомогою скрубера. У цій системі повітря подається в приміщення вентиляцією приточування, а віддаляється витяжкою, що працюють одночасно. Приток повітря проводиться в робочу зону, а витяжка - з верхньої зони приміщення ділянки.

При цьому ефективність пристроїв така, щоб масова концентрація шкідливих речовин і запилене повітря в зоні обслуговування не перевищувала санітарних норм, встановлених ГОСТ12.1.005-88 і СНиП2 04.05-84.

У цеху також встановлена система опалення та кондиціонер.

Всі проведені заходи забезпечують у виробничому приміщенні такі параметри повітря:

- температура повітря в робочій зоні в холодний період року складає: 20-23 °С – допустима і 19-21 °С – фактична, а в теплий період: 22-25 °С та 21-23 °С відповідно;

- відносна вологість складає 40-60%;

- швидкість руху повітря – 0,2 м/с.

- ГДК пилу 6 мг/м³ – допустима, 2 мг/м³ – фактична.

5.1.2 Виробничий шум

До джерел шуму на підприємстві, де встановлена обертова піч, належать:

- редуктора

- електродвигуни привода;

- зубчасті передачі;

- опорні ролики;
- шум у підшипниках;
- вентилятори.

При експлуатації устаткування в робочий час рівень звуку складає 105дБА, а нормативне значення, згідно ДСН 3.3.6.037-99 складає 80дБА. Тому було прийнято наступні міри:

застосовуємо амортизатори(-20 дБА).

застосовуємо змащення всіх рухомих частин печі(-10дБА);

застосовуємо балансування обертових частин печі(-10дБА).

В якості амортизаційного елемента використовуємо торсіон, який має енергоємність в 1,5 рази більшу ніж у пружини.

При експлуатації устаткування в робочий час рівень звуку складає 65дБА, а нормативне значення, згідно ДСН 3.3.6.037-99 складає 80дБА.

У операторській, виконаній з бетону товщиною 200мм, та обшитої скловолокном, рівень шуму складає 20 дБА.

Для захисту органів слуху оператора, при проведенні робіт поза операторською використовуються навушники.

5.1.3 Вібрація

До джерел вібрації у даному випадку належать електродвигуни й обертові частини термопластавтомату. Посилення вібрації відбувається за рахунок неточності установки обертових частин; через нещільність з'єднання корпусів обертових частин до фундаменту. У даному випадку спостерігається загальна вібрація, що передається через опори на оператора. Робітник мало піддається вібрації, тому що він знаходиться далеко від опор печі. Він знаходиться біля пульта керування, тому загальна вібрація не впливає конкретно на нього.

Для зниження вібрації прийняті наступні міри:

- застосовуємо масляні ванни;
- застосовуємо додаткові ребра жорсткості;
- так як спостерігається, в основному, вібрація низьких і середніх частот, то

покриття корпусів редукторів приймаємо тверді, металеві на основі алюмінію й міді;

- віброгашення, що здійснюється за рахунок установки агрегатів на фундаменті.

Покриття особливо відповідальних частин дорівнює 0,005мм, не особливо відповідальних 0,1мм.

Сумарний час роботи в контактi з вібрацією не перевищує 2/3 робочої зміни.

Тривалість одноразового безупинного впливу вібрацій не перевищує 15-20 хв, а при такому режимі обідня перерва не менш 40 хв.

Рівень загальної вібрації печі не перевищує 10 ± 12 дБ, що відповідає ДСН 3.3.6.039-99.

5.1.4 Небезпека впливу частин термопластавтомату, що рухаються й обертаються

Механізмами, які обертаються є: запирання форми, черв'як, шестерні, ролики, муфти. Ці механізми є небезпечними, тому що можливе нанесення механічних травм і можуть викликати людську смерть. З метою запобігання травм встановлені огороження.

Робітники забезпечені індивідуальними засобами захисту:

- комбінезонами групи М – для захисту від механічних пошкоджень;
- спеціальне взуття відповідне до спецодягу;
- засоби захисту рук – рукавиці з бавовни;
- респіратори ШБ-1.

Для огороження використовуємо зварені з лозин у виді ґрат екрани.

Обертові механізми двигунів і муфт встановлені в нерухомих кожухах. Вінцева шестерня закрита спеціальним кожухом.

Для аварійної зупинки печі передбачені аварійні пристрої, гідроупори, вимикачі, а на пульті керування - аварійні кнопки.

5.2 Електробезпека

Виробниче приміщення, у якому встановлений пункт керування термопластавтоматом, відповідно до діючих правил (ПУЕ) відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою поразки людей електричним струмом.

Для живлення установки використовується трифазна напруга $U = 220/380$ В, з частотою $f = 50$ Гц із глухо-заземленою нейтраллю.

Причини враження обслуговуючого персоналу можуть бути наступні:

- помилкове вмикання установки;
- пробій на корпус;
- дотик людей до відкритих струмопровідних частин електроустаткування;
- старіння ізоляції і втрата її ізоляційних властивостей;
- дотик до частин установки, що можуть виявитися під напругою у випадку короткого замикання. Трифазні ланцюги згідно “Правилам устрою електроустановок” (ПУЕ), при напрузі до 1000 В приймаються, як трьохпровідні ланцюги з глухо-заземленою нейтраллю.

Небезпека враження для людини визначається опором ланцюга людини. Зі зменшенням цих опорів ця небезпека збільшується.

Як величину тривалої враження струмом при нормальних умовах застосовують силу струму $I = 0,01$ А. При тривалому влученні під напругу силу струму, що допускається, приймають рівній силі струму, не зухвалих порушень у режимі ритму роботи серця.

Безпека експлуатації устаткування забезпечується поруч організаційних і технічних мір захисту: застосуванням малих напруг, захисним поділом мереж, контролем і профілактикою ушкодження ізоляції, подвійною ізоляцією, забезпеченням неприступності струмоведучих частин, захисним заземленням, захисним зануленням, захисним відключенням, застосуванням засобів індивідуального захисту й ін.

З метою запобігання травм рекомендується вживати наступних заходів

обережності:

- рубильники включення установки знаходиться в спеціальній шафі;
- силові кабелі помістити в спеціальні захисні металеві рукава;
- передбачити спеціальне захисне відключення установки у випадку влучення людини під напругу;
- на панелі управління передбачити спеціальні лампи включення установки;
- вузли установки, що можуть виявитися під напругою, постачити затисками для підключення занулення.

Біля датчиків занулення нанести незмивний фарбою знаки «Земля» згідно ГОСТ 12.1.030-81.

Електрична міцність ізоляції перевіряється на іспитовій напрузі $U=200$ В с частотою $f=50$ Гц протягом 1 хвилини.

Опір ізоляції повинен бути не менш $0,5$ мОм.

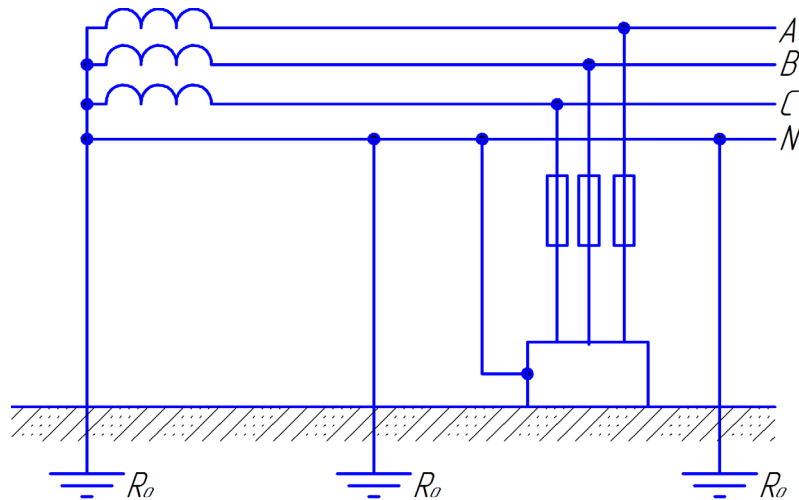


Рисунок 5.1 Принципова схема занулення

Для трьохпровідної мережі з ізольованою нейтраллю при режимі роботи у випадку дотику до однієї фази струм через людину дорівнює:

$$I_{\text{еф}} = \frac{U_{\phi}}{r + z_0} = \frac{220}{0,4 + 0,2} = 366,67 \text{ А,}$$

, де $U_{\phi} = 220$ В - фазну напругу;

r - опір провідника, приймаємо $r = 0,4$ Ом;

z_0 - опір нульового провідника, приймаємо $z_0 = 0,2$ Ом.

Безпека експлуатації устаткування забезпечується поруч організаційних і технічних мір захисту: застосуванням малих напруг, захисним поділом мереж, контролем і профілактикою ушкодження ізоляції, подвійною ізоляцією, забезпеченням неприступності струмоведучих частин, захисним заземленням, захисним зануленням, захисним відключенням, застосуванням засобів індивідуального захисту та ін.

Розрахунок захисного заземлення.

Оскільки установка запитана напругою 380 В і існує можливість влучення обслуговуючого персоналу під напругу, тому необхідно заземлити установку.

Допускається заземлення з опором $R_D = 4$ Ом.

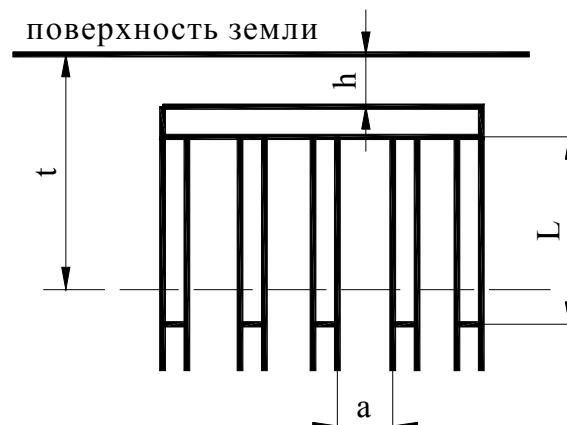


Рисунок 5.2 – Схема до розрахунку захисного заземлення.

При улаштуванні штучних заземлень, їхній опір повинен задовольняти умові:

$$R_U < |R|.$$

Як заземлення використовуємо сталеві стержні $d = 0,014$ м.

Опір розтікання струму з одного вертикального електрода:

$$R_1 = \frac{R}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) =$$

$$= \frac{30}{2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0.0142} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 25 + 3}{4 \cdot 25 - 3} \right) = 10.1 (\text{Ом}),$$

, де t – відстань від центра електрода до поверхні землі, м;

L – довжина стрижня, м;

R – питомий опір ґрунту.

Опір одного сталевого електрода більше припустимого, тому включаємо кілька рівнобіжних електродів.

Їхню кількість визначаємо:

$$n = \frac{R_1}{V_3 \cdot R_U} = \frac{10.1}{0.7 \cdot 3.3} = 4.4$$

де V_3 - коефіцієнт взаємного екранування.

Приймаємо $n_3=5$.

З'єднання вертикальних електродів будемо виконувати металевою смугою перетином 4×40 мм.

Довжина смуги:

$$l_n = a \cdot (n-1) = 1.5 \cdot (5-1) = 6 (\text{м}),$$

де $a=1.5$ м - відстань між електродами опору рівна відстані з'єднувальної смуги:

$$R_n = \frac{R_{ГР}}{2 \cdot \pi \cdot l_n \cdot V_3} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{6 \cdot l_n} = \frac{30}{2 \cdot 3.14 \cdot 6 \cdot 0.7} \cdot \ln \frac{2 \cdot 3^2}{6 \cdot 0.7} = 1.65 (\text{Ом})$$

Еквівалентний опір заземлення:

$$R = \frac{R_1 \cdot R_n}{R_1 + (R_n \cdot V_3 \cdot n)} = \frac{10.1 \cdot 1.65}{10.1 + (1.65 \cdot 0.7 \cdot 5)} = 1.04 (\text{Ом})$$

Тому, що еквівалентний опір заземлення $R_3=1.05$ Ом менше припустимого значення $R_g=4$ Ом, то умова виконується.

При наявності заземлення струм через людину дорівнює:

$$I = \frac{U_\Phi}{R + \frac{r}{3} + \frac{R \cdot r}{3 \cdot R}} = \frac{220}{1200 + \frac{80000}{3} + \frac{1200 \cdot 80000}{3 \cdot 4}} = 0.000274 (\text{А}).$$

Таким чином, при влаштуванні заземлення, міри електробезпечності забезпечуються.

5.3 Надзвичайні ситуації

1) Для виникнення горіння необхідна наявність горючої речовини. Полум'я в нашому випадку може бути і вибуховим, бо в якості палива ми використовуємо газ. Також горіння може виникнути внаслідок порушення правил експлуатації електроустаткування.

2) Відповідно ОНТП 24-86 виробництво належить до категорії "В" пожежної небезпеки. По ступені вогнестійкості належить до 1 ступеня. Для будинків цього ступеня вогнестійкості необхідно, щоб межа вогнестійкості несучих стін, стін сходових кліток, колон була не меншою ніж 2,5ч, сходових площадок і косорівні менш 1ч, зовнішніх стін з навісних панелей, перегородок і покриття не менш 0,5ч. Протипожежні двері, вікна і ворота в протипожежних стінах повинні мати межу вогнестійкості не менш 1,2 ч.

Число евакуаційних виходів з будинків, приміщень не менш двох. Ширина ділянки шляху евакуації 1,5 м, а дверей на шляхах евакуації – 1 м. Для гасіння пожеж передбачені ручні вуглекислотні вогнегасники САМ-9 (25 шт.).

У приміщенні передбачена пожежна сигналізація - теплові пожежні сповіщувачі. Інформація із сповіщувачів надходить на загально-цехову станцію. Також передбачені протипожежні щити і шухляди з піском.

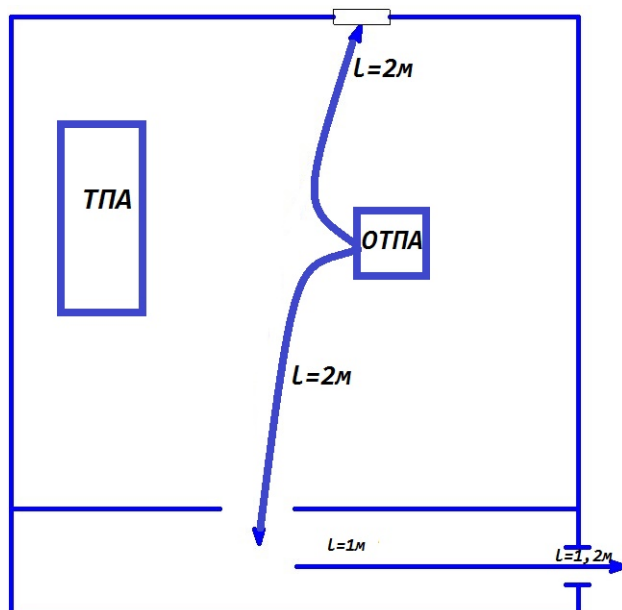
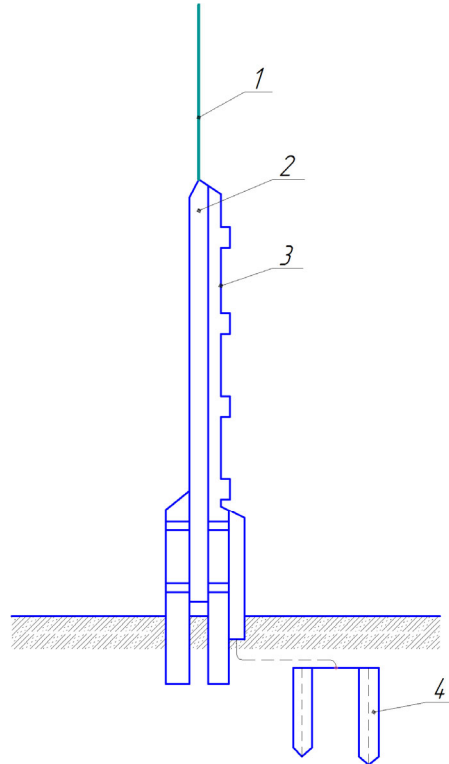


Рисунок 5.3 план-схема евакуації

Приміщення повинне бути обладнане блискавковідводами (рис.7.3.), що захищають від прямих ударів блискавки, згідно СН 305-77.

Згідно ПУЕ на заводі споживачі електроенергії виробничого цеху відноситься до 1 категорії надійності електропостачання.



1-блискавкоприймач, 2 – несуча частина конструкції, 3 – струмовідвід, 4 – заземлення.

Рисунок 5.4 Схема громовідводу

3) Пожежа при роботі термопластавтомату може виникнути ще й по наступним причинах:

ремонт устаткування на ходу;

несправне устаткування (коротке замикання, перевантаження, великі перехідні опори);

знос і корозія устаткування.

6 СТАРТАП-ПРОЕКТ

6.1 Опис ідеї проекту

Так як тема магістерської дисертації литтєва машина з модернізацією механізму запирання, за основний напрям для створення стартап проекту було обрано виробництво з полімерних матеріалів.

В даному стартап проекті пропонується виробництво якісної да дешевої компютерної периферії. Низька ціна на виріб бузе забезпечена за рахунок модернізацій в литтєвій машині, що описані в пояснювальній записці.

Таблиця 6.1 Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Виготовляти комп'ютерні миші та клавіатуру високої якості різної цінової категорії	Комп'ютерна периферія	Нижча ціна ніж у конкурентів за товар який ні чим не гірший

Також буде розглядатись можливість домовленості виробництва по ліцензії іншої фірми виробника аналогічного продукту.

6.2 Технологічний аудит

Таблиця 6.2 Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Виготовлення миші для ПК	Виготовлення на термотпаставоматах корпусних деталей Купівля електро-елементів подальше збирання потрібних компонентів для отримання продукту .	Технологія присутня на ринку. Потребує доробки	Технологія доступна
2	Виготовлення клавіатури для ПК	Виготовлення на термотпаставоматах корпусних деталей. Купівля електро-елементів, подальше збирання потрібних компонентів для отримання продукту	Технологія присутня на ринку	Технологія доступна
3	Отримання ліцензії на виробництво товарів фірми конкурента	Виготовлення корпусних деталей Отримання запчастин компанії з якою співпрацюємо Збирання	Технологія присутня на ринку	Технологія доступна
Обрана технологія реалізації №1				

На початку буде використовуватись тільки перша ідея проекту, з подальшим втілення в життя наступних.

6.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

На ринку України компанія буде першим виробником даної продукції. Компанії конкуренти в основному замовляють виробництво під своїм брендом в компаній посередників інших країн. Дані компанії в подальшому можна буде

розглядати як замовників.

Закордонні фірми виробники що постачають свою продукцію з інших країн будуть основними конкурентами на початку роботи підприємства

Таблиця 6.3 Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	10
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	230 тис
3	Динаміка ринку	Зростає
4	Наявність обмежень для входу	Відсутні
5	Середня норма рентабельності в галузі	80%

Таблиця 6.4 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Для користування ПК потрібні мишка та клавіатура	Офісні працівники Компанії що використовують ПК (майже всі) Комп'ютерні клуби Кіберспортсмени Звичайні користувачі	Ціна Дизайн Якість з продукту Різновид продукції	- до продукції ціна - до компанії постачальника гарантія на товар з можливістю заміни

Таблиця 6.5 Фактори загрози

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Територіальне базування компанії	Дешевша робоча сила для прикладу Китай	Ціна товару більша ніж у конкурента
2	Стан устаткування	Вихід з ладу машини	Перехід на іншу машину
3	Цільовий ринок	Великі вкладення для входу на ринок	Продаж товару за меншою ціною ніж у конкурентів

Таблиця 6.6 Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Термін виходу в прибуток	Приблизно рік	Збільшення асортименту
2	Висока конкуренція	Просто увійти на ринок	Порівняльна реклама з відомими брендами в певних колах, направлена на клієнта
3	Вхідний капітал	Одержання держкредиту	Пошук інвесторів

Таблиця 6.7 Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Тип конкуренції: Монополістична	. Диференціація товарів створює можливість обмеженого впливу на ринкові ціни, так як багато споживачів зберігають прихильність до конкретної марки і фірми навіть при деякому підвищенні цін.	Компанія повинна робити ставку на основні відмінності своєї продукції (за якістю, економічністю, конкретними фізичними характеристиками). Велика кількість продавців виключає можливість змови, не дає особливо впливати на ринкові ціни.
2. Рівень конкурентної боротьби: Національна - конкуренція між компаніями всередині країни	Менше компаній-конкурентів, за рахунок того, що виробників в країні немає.	Першим кроком орієнтуватися та виходити на національний ринок, збирати зворотній зв'язок, проблеми та побажання. Охоплювати у співпраці максимальну кількість національних клієнтів, спілкуватися з ними особисто. Паралельно працювати над іміджем компанії.
3. За галузевою ознакою: Міжгалузева	Даний товар потрібен кожному користувачу ПК	Створення порівняно удосконалених систем, що будуть адаптованими до різногалузевих клієнтів.
4. Конкуренція за видами товарів: товарно-видова	Під час прийняття рішення про купівлю клієнт буде обирати крашу за властивостями, або за ступенем вдоволення певних потреб	Передбачення способів просування товару та демонстрації його переваг з урахуванням потреб та точок зору різних категорій клієнтів
5. За характером конкурентних переваг: цінова	За рахунок покращення з точки зору клієнта співвідношення ціна/якість підвищується конкурентоспроможність товару	Постійне спостереження та оцінка цінової політики на ринку. Регулювання ціни в комплексі з якістю товару. Просування товару методами, що використовують фактичні розрахунки переваг товару (у чисельному вигляді)
6. За інтенсивністю: марочна	Для вдалого просування, підвищення каналів збуту, кількості клієнтів та партнерів необхідно зарекомендувати себе, створити власне ім'я	Створення логотипу, нанесення його (або назви) на продукт. Реклама в інтернеті. Збільшення кількості ділових контактів.

Таблиця 6.8 Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари замітники
Складові аналізу	«kingston hyperx» (K), «A4tach» (A4), «Trast» (T), «Vinga» (C)	Основні бар'єри входу на ринок: ефект масштабу великих компаній, недостатність інвестицій, обмежена можливість науково-дослідницьких та дослідно-конструкторських робіт	Існує загроза інтегрування постачальників в бізнес (відома подібна практика закордоном)	Цінова чутливість покупців. Прихильність до відомих брендів. Негативне ставлення до інновацій	Інші фірми виробляють схожу продукцію. Але на даний момент аналогів по показникам продуктивності немає
Висновки:	Основна перевага – досвід, відоме ім'я. Але, за рахунок інновацій, тісного контакту з клієнтом можна заробити імідж та отримати клієнтів.	Можливість входу на ринок існує. Потенційними конкурентами можуть стати схожі підприємства-новатори.	Постачальники загалом не диктують умови. На даний момент існує велика низка можливих постачальників. Наш продукт є доволі адаптованим для видозмінених компонент.	Диктують умови на ринку: якщо співвідношення ціна/якість буде не співмірним, можуть відмовитися від продукту, оскільки є з чого вибрати	Мінімальне обмеження через товари-замінники.

Таблиця 6.9 Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Доступна ціна	За рахунок малокомпонентності системи – загальна вартість знижується
2.	Інноваційність технології	Використання модернізованих литєвих машин
3.	Енерго- та ресурсозбереження	Завдяки підвищенню точності керування підвищується ефективність процесу. Це дозволяє отримувати більше якісного продукту з меншою витратою ресурсів
4.	Адаптованість продукту на суміжні ринки	Можливе збільшення асортименту виробництва
5.	Можливість виходу на закордонний ринок	Інноваційність технології дозволяє впроваджувати ці системи не тільки на території України
6.	Малокомпонентність	Порівняно невелика кількість компонентів

Таблиця 6.10 Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «TM4tech»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у по-рівнянні з "TM4tech"						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1.	Доступна ціна	18			К, Т	A4	С		
2.	Інноваційність технології	20	Т, С	К	A4				
3.	Енерго- та ресурсозбереження	15	Т	К, С	A4				
4.	Адаптованість продукту на суміжні ринки	15			Т, С		К	A4	
5.	Можливість виходу на закордонний ринок	10			Т, С			К	A4
6.	Малокомпонентність	17	Т	С, К		A4			

Таблиця 6.11 SWOT- аналіз стартап-проекту

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
<ul style="list-style-type: none"> -Висока якість продукту -Гарантійні переваги -Конкурентна ціна 	<ul style="list-style-type: none"> - Моло досвіду - Необхідність в пошуку інвесторів - Залежність від постачальників електрокомпонентів - Переповнений ринок товарів
Можливості:	Загрози:
<ul style="list-style-type: none"> -Співпраця з компаніями що замовляють товар за кордоном - Отримання ліцензії на виробництво подібного товару. - Зайняття ніші головного виробника в країні 	<ul style="list-style-type: none"> - Можливий брак виробництва, що в свою чергу є поганою рекламою. - Поява повноцінної фірми конкурента в країні.

Таблиця 6.12 Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
Підвищення якості та кількості реклами	Збільшення витрат на рекламу	Конкурентна перевага, збільшення кількості клієнтів.
Встановлення зручного цінового діапазону	Можливі втрати порівняно з максимально можливою ціною при встановленні мінімальної	Додатковий дохід при правильному використанні можливостей.
Інвестори	Можлива втрата контрольного пакета акцій	Додаткові кошти на розвиток підприємства

Найкращим варіантом буде отримання ліцензії виробництва товару популярної на ринку компанії. Тим самим позбудемося протреби в рекламі, котрою буде займатись компаньйон.

6.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Таблиця 6.13 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	Поодинокі замовлення	70	20	Висока	Вхід в сегмент за рахунок вищої якості продукта
2	Держ. замовлення	50	5	Висока	Вхід в сегмент за рахунок вищої якості продукта
3	Підприємства	95	50	Висока	Вхід в сегмент за рахунок вищої якості продукта
4	Компютерні клуби	90	25	Висока	Вхід в сегмент за рахунок вищої якості

Таблиця 6.14 Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції відносно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Стратегія лідерства по витратах	Заповненням різновином товару всіх цінових категорій	Великий вибір за дизайном	Стратегія розвитку

Таблиця 6.15 Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки*
ні	Компанія буде забирати споживачів у існуючих конкурентів	ні	Стратегія наслідування лідеру

Таблиця 6.16 Визначення стратегії позиціонування

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)
різноманітність, практичність, ціна, якість.	Стратегія розвитку	Якість, варіативність конструкцій,	Якість Ціна Гарантія

6.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 6.17 Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1.	Висока потреба в ремонті та зменшення ціни периферії	Збільшення чистого прибутку. Покращення якості продукту	-Інноваційність технології -Висока якість продукту -Різновид товару -Високий інтелектуальний потенціал

Таблиця 6.18 Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за задумом	Опис базової потреби споживача, яку задовольняє товар (згідно концепції), її основної функціональної вигоди		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	м	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Надійність 2. Енерго- та ресурсозбереження 3. Доступна ціна 4. Іноваційність технології 5. Мала кількість компонентів	1	60 тис. грн Можна підключити на будь-якому зручному місці для обслуговуючого персоналу. Захищені від потрапляння води та інших речовин, електричноізолювані компоненти.
	Якість: відповідає Європейським нормам та ДСТУ. Тестування проводиться перед встановленням, а також на місці.		
	Пакування – картонне пакування із спеціальними захисними матеріалами всередині для уникання деформацій чи пошкодження Марка: TM4tech		
III. Товар із підкріпленням	До продажу:		
	<ul style="list-style-type: none"> • програми лояльності при підписанні довготривалого контракту; • різні способи доставки; • різні способи оплати; • демонстрації та моделювання роботи 		
	Після продажу:		
	<ul style="list-style-type: none"> • впровадження; • гарантія повернення грошей і обміну товару. 		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: на кожному приладі буде акцизна марка та фірмовий штамп.			

Таблиця 6.19 Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари замітники	Рівень цін на товари аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1.	250-400 . грн	немає	10-20 тис. грн	Верхня: 1 тис. грн Нижня: 500 грн

Таблиця 6.20 Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1.	Клієнти хочуть на власні очі бачити товар перед закупівлею, потребують доставки, впровадження, консультацій, супроводу	Гарантія Тестування Доставка Ремонт Допомога у заміні	Нульовий рівень. Наша компанія сама встановлює і проектує систем. До споживача доходить продукція з усіма необхідними компонентами.	Власна система збуту і домовленість про подальшу співпрацю

Таблиця 6.21 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.	Орієнтована на швидке та ефективне спілкування, бажано спеціалізоване	Спілкування як онлайн (сайти, соц.мережі) так і офлайн (зустрічі, телефонні розмови, виставки тощо). Друкована продукція (каталоги, спецвидання). Документальне оформлення домовленостей	Якість залежить від ціни; Тривале партнерство = лояльні ціни; Вчасно, ефективно і економічно.	Ефективна демонстрація переваг продукції залежно від напрямку зацікавленості клієнта	Наочна демонстрація продукції

ВИСНОВКИ

Магістерську дисертацію виконано згідно з темою «Литтєва машина з модернізацією механізму запирання». Відповідно для удосконалення термопласт автомата було проведено патентний пошук в результаті якого обрано 2 патенти, які були взяті за основу покращення вузла механізму запирання півформ.

Здійснено проектування деталей що несуть основні навантаження механізму. Проведено розрахунок конструкції деталей в ситемі Ansys. Тим самим підтвердивши працездатність першої та другої модернізацій данної машини.

Отже виконавши дану модернізацію, машина набуде значних переваг:

скорочується час циклу прискореного переміщення формонесучі плити, тобто підвищується продуктивність литтєвої машини в цілому. Крім того, за рахунок зменшення довжини робочих поверхонь (для замків механізму замикання) штоків силових гідроциліндрів даний винахід дозволяє знизити трудомісткість виготовлення цих замків. Розташування ж приводу обмеженого радіального повороту штоків силових гідроциліндрів на листової перемичці, встановленої на кінцях цих штоків, тобто у вільній від інших вузлів зоні, крім того, підвищує технологічність збірки і покращує ремонтпридатність.

Список використаної літератури

1. Загородній В.К. «Литтєві машини для термопластів і реактопластів», довідковий посібник – М: «машинобудування», 1968 – 376 стор.
2. Загородній В.К. «Обладнання для переробки пластмас», довідковий посібник – М: «машинобудування», 1976 – 398 стор
3. Анурьев В. И. «Справочник конструктора-машиностроителя» довідковий посібник – М.: «машинобудування», 1979. Т. 1. 728 с.
4. Рябінін Д.Д., Лукач Ю.Є. «Змішувальні машини для пластмас і гумових сумішей», – М.: «машинобудування» 1972 – 272 с.
5. Калинин Э.Л., Калинин Е.И., Саковцева М.Б. «Оборудование для литья пластмасс под давлением» – М.: «машинобудування» 1985
6. Гурович С.Г., Ильяшенко Г.А., Свириденко С.Х. «Машини для переробки термопластичних матеріалів. » 1996, 328с.
7. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. «Розрахунок і конструювання обладнання для виробництва і переробки полімерних матеріалів» посібник для вузів.-М.:Химия, 1986.- 488с., ил
8. Патент № US3199159A, B29C45/641 Heinz C Wernecke. Машина для лиття під тиском.
9. Патент № US3596708A МПК B22D17/26, John Lapin Запірний механізм для подрібнення.
10. Патент № UA2010715 МПК C1 B29C45/64 Марченко В М ;Петровіч Т Е Замковий пристрій механізму запирання півформ машини для лиття, наприклад термопластавтомата (варіанти)
11. Укрпатент- Режим доступа <http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=setsearchconditions>
12. Патент № UA90833 МПК B29C5/64, Литвиненко М. Г. Механізм запирання ливарних машин

13. Патент № UA88479C2 МПК В29С45/66, Харченко С.М. Механізм замикання напівформ машини лиття, наприклад, термопласт-автомата
14. Патент № UA93773 МПК В29С45/64, Петровіч Т. Е. Русак А.А. Кривецкій Є. Г.. Замковий пристрій механізму запирання півформ машини для лиття, наприклад, термопластавтомата.
15. Патент № UA100714 МПК В29С33/20 В29С25/64, Годд С. Ливарна форма для лиття
16. Патент № UA2445209 МПК В29С45/67, Цзян Ч. Литъевая машина типа термопласт-автомат
17. Патент № RU2424902 МПК В29С45/67, Маи А. Кмох С.Шмитц Ф. Компенсирующий удерживающий элемент для использования с системой литья и система литья, содержащая компенсирующий удерживающий элемент
18. Патент № RU2410239 МПК В29С45/64, Петрович Т. Э. Русак А. А., Кривецкий Е. Г. Замковое устройство механизма запирания полуформ литъевой машины, например термопластавтомата
19. Патент № RU2322348 МПК В29С45/64 В29С45/33, Дике Г. Устройство инжекционного формования и способ открытия и закрытия разделяемой пресс-формы в устройстве инжекционного формования

ЗМІСТ

1	РОЗРАХУНКИ ДО МАШИНИ (КІНЕМАТИЧНІ, ПАРАМЕТРИЧНІ, МІЦНІСНІ).....	2
1.1	Розрахунок циклограми роботи машини.....	2
1.2	Розрахунок механізму замикання півформ	7
1.3	Розрахунок механізму запирання сопла	7
1.4	Розрахунок потужності по зоні дозування	8
1.5	Розрахунок продуктивності машини.....	9
1.6	Геометричні розрахунки черв'яка	9
1.7	Визначення фактичного та ефективного зусилля.....	11
1.8	Перевірочний розрахунок продуктивності пластикатора.....	12
2	ТЕПЛОВІ РОЗРАХУНКИ	14
2.1	Тепловий розрахунок головки	14
2.2	Розрахунок системи охолодження форми	18
2.3	Розрахунок черв'яка на міцність	20
3	РОЗРОБКА ВУЗЛА КОНСТРУКЦІЇ В СИСТЕМІ AUTOCAD.....	22
3.1	Завдання до розробки системи.....	22
3.2	Блок схема програми.....	22
3.3	Розрахункова схема.....	23
3.4	Опис роботи системи	24
3.5	Тестування програми	25
4	РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЇ В ANSYS	27
4.1	Аналіз розрахунків.....	31
	Список використаної літератури	32

					ЛП71мп.107244.001 – 70 РР			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Турбал			Литтєва машина з модернізацією механізму запирання	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Боршик С					2	
Реценз.						КПІ ім Ігоря		
Н. Контр.								
Затверд.		Гондляр О						

1 РОЗРАХУНКИ ДО МАШИНИ (КІНЕМАТИЧНІ, ПАРАМЕТРИЧНІ, МІЦНІСНІ)

1.1 Розрахунок циклограми роботи машини

При виконанні литтєвої машини з таким механізмом змикання ми досягаємо більшої продуктивності. Оскільки наш механізм може виконувати не тільки поступальний рух, а зворотно-поступальний за рахунок модернізації гідроциліндру. Це дає змогу збільшити годинну продуктивність машини, так як зменшується час циклу.

Циклограма роботи базової машини:

Розрахунок складових циклу

Час охолодження виробу:

$$\tau_{ох} = \frac{0,084 \cdot \delta^2}{a} \lg \left(0,785 \cdot \frac{T_{вир} - T_{фор}}{T_{інж} - T_{фор}} \right),$$

де δ – товщина виробу;

a – коефіцієнт температуропровідності;

- температура форми;

$T_{вир}$ - температура виробу;

$T_{інж}$ - температура розплаву в момент заповнення форми;

$$\tau_{ох} = \frac{0,084 \cdot \delta^2}{a} \lg \left(0,785 \cdot \frac{T_{вир} - T_{фор}}{T_{інж} - T_{фор}} \right) = \frac{0,084 \cdot 0,008^2}{1,12 \cdot 10^{-7}} \lg \left(0,785 \cdot \frac{200 - 40}{90 - 40} \right) = 13,8с$$

Час вприску :

$$\tau_{впр} = \frac{h}{V_{інж}}, \text{ де}$$

h – величина ходу черв'яка, або та відстань на яку відійшов шнек при наборі дози. Приймається $h=(1...3) D$

$V_{інж}$ - швидкість інжекції, яка не повинна перевищувати 0,05м/с;

Тоді:

$$\tau_{впр} = \frac{h}{V_{інж}} = \frac{0,06}{0,04} = 1,5с$$

Час змикання (розмикання) форми:

$$\tau_{зм} = \tau_{розм} = \frac{H_{ходу}}{V},$$

де $H_{ходу}$ - відстань між пів формами;

V - швидкість руху запираючого пристрою, $V_{max} = 0,25м/с$

Тоді,

$$\tau_{зм} = \tau_{розм} = \frac{H_{ходу}}{V} = \frac{0,6}{0,25} = 2,4с$$

Час запирання клапаном впорскуючого каналу:

$$\tau_{затир} = \frac{H_x}{V} = \frac{0,2}{0,2} = 1с$$

Загальний час циклу:

$$\tau = \tau_{ох} + \tau_{впр} + \tau_n + 2 \cdot \tau_{зм} + \tau_{затир} = 13,8 + 1,5 + 2,4 \cdot 2 + 2,4 + 1 = 22,1с$$

Час пластикації:

$$\tau_{пл} = \tau_{ц} - \tau_{впорск} - \tau_{ох} - \tau_{зм} = 22,1 - 1,5 - 2,4 = 18,2с$$

Вагова продуктивність:

$$\Pi = \frac{V \cdot \gamma}{\tau_{пл}} \cdot 3600 = \left(\frac{190 \cdot 10^{-6} \cdot 1050}{18,2} \right) \cdot 3600 = 33,4 \sim 33 \frac{кг}{год}$$

Циклограма роботи модернізованої машини:

Розрахунок складових циклу

Час вприску :

$$\tau_{впр} = \frac{h}{V_{інж}}, \text{ де}$$

h – величина ходу черв'яка, або та відстань на яку відійшов шнек при наборі дози. Приймається $h=(1...3) D$

$V_{інж}$ - швидкість інжекції, яка не повинна перевищувати 0,05м/с;

Тоді:

$$\tau_{впр} = \frac{h}{V_{інж}} = \frac{0,06}{0,04} = 1,5 \text{ с}$$

Час змикання (розмикання) форми:

$$\tau_{зм} = \tau_{розм} = \frac{H_{ходу}}{V}$$

де $H_{ходу}$ - відстань між пів формами;

V - швидкість руху запираючого пристрою, $V_{\max} = 0,25 \text{ м/с}$

Тоді,

$$\tau_{зм} = \tau_{розм} = \frac{H_{ходу}}{V} = \frac{0,6}{0,25} = 2,4 \text{ с}$$

Час охолодження литника:

$$\tau_{ох.литн} = \frac{R_l^2}{5,76 \cdot a} \cdot 2,31 \cdot \lg \cdot \frac{1,6 \cdot (T_l - T_{\phi})}{T_{впр} - T_{\phi}},$$

Де R_l - радіус литника;

a – коефіцієнт температуропровідності полімеру;

Тоді,

$$\tau_{\text{ох.литн}} = \frac{R_{\tau}^2}{5,76 \cdot a} \cdot 2,31 \cdot \lg \left(\frac{1,6 \cdot (T_{\tau} - T_{\phi})}{T_{\text{вир}} - T_{\phi}} \right) =$$

$$= \frac{0,004^2}{5,76 \cdot 1,12 \cdot 10^{-7}} \cdot 2,31 \cdot \lg \left(\frac{1,6 \cdot (200 - 40)}{90 - 40} \right) = 8,2 \text{ с}$$

Загальний час циклу:

$$\tau = \tau_{\text{вир}} + \tau_n + 2 \cdot \tau_{\text{зм}} + \tau_{\text{ох.литн}} + \tau_{\text{очистки}} = 1,5 + 5 + 2 \cdot 2,4 + 8,2 + 1 = 21,5 \text{ с}$$

Час пластикації:

$$\tau_{\text{пл}} = \tau_{\tau} - \tau_{\text{впорск}} - \tau_{\text{ох.лит}} - \tau_{\text{зм}} = 21,5 - 1,5 - 8,2 - 2,4 = 9,4 \text{ с}$$

Вагова продуктивність:

$$П = \frac{V \cdot \gamma}{\tau_{\text{пл}}} \cdot 3600 = \left(\frac{190 \cdot 10^{-6} \cdot 1050}{9,4} \right) \cdot 3600 = 71,55 \sim 72 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

З розрахунків продуктивності та часу циклу видно, що продуктивність машини збільшилась в 1,3 рази.

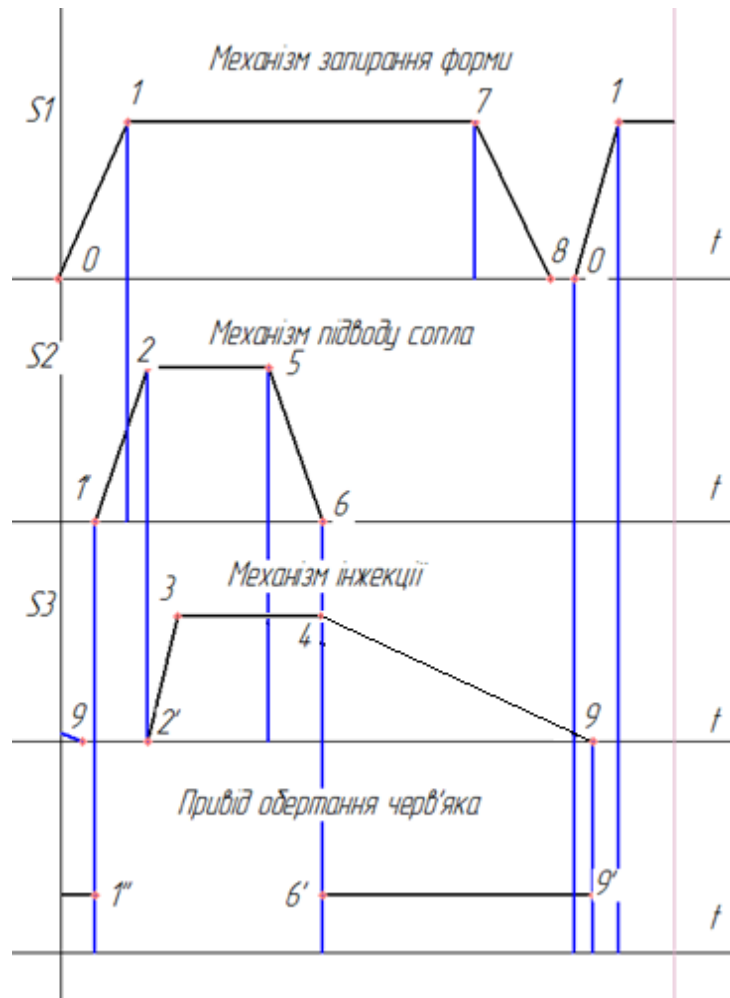


Рисунок 1.1 Циклограма роботи машини

Опис циклограми роботи машини

- 0-1 - запирання форми;
- 1`-2-підвод сопла гідроциліндром
- 2`-3-підготовка перед впорскуванням
- 3-4-інжекція
- 5-6-відвод механізму інжекції
- 4-9-пластикація матеріалу
- 7-8-розмикання форми
- 6`-9`-обертання шнека;

1.2 Розрахунок механізму замикання півформ

Вихідні дані: тиск в системі запирання: $P=25\text{МН/м}^2$, довжина колони $l=920\text{мм}$, сила запирання форми $P_\phi=2200\text{кН}$.

1. Видовження колони за формулою:

$$\Delta l = \frac{P_\phi \cdot l_\kappa}{S_\kappa \cdot E_\kappa} = \frac{2,2 \cdot 10^6 \cdot 920}{\frac{3,14 \cdot 0,09^2}{4} \cdot 2 \cdot 10^{12}} = 0,17\text{мм},$$

де S_κ - площа поперечного перерізу колони;

l_κ - довжина колони;

E_κ - модуль пружності колони, $E_\kappa = 2 \cdot 10^6 \text{МПа}$

2. Площа перерізу поршня гідроциліндра системи запирання за формулою:

$$S = \frac{P - F_{тр}}{P_p} = \frac{2,5 \cdot 10^6 - 7000}{20 \cdot 10^6} = 0,126\text{м}^2,$$

$F_{тр}$ - сила тертя, Н;

P_p - тиск рідини в системі запирання форми;

3. Діаметр поршня гідроциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{S \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0,126 \cdot 4}{3,14}} = 0,28\text{м}$$

4. Об'єм камери гідроциліндра замикання:

$$V = S \cdot H = 0,126 \cdot 0,415 = 0,052\text{м}^3$$

1.3 Розрахунок механізму запирання сопла

1. Діаметру гідроциліндру запирання сопла:

$$D = 1/2 d_{\text{інж}}$$

$$D = 280/2 = 140 \text{ мм}$$

де $d_{\text{инж}}$ - діаметр гідроциліндру інжекції.

2. Розрахунок ходу сопла ведеться по формулі:

$$h_{\text{ход}} = L_{\text{рич}} / 3$$

$$h_{\text{ход}} = 341.4 / 3 = 113.8 \text{ мм}$$

3. Розрахунок поперечного перерізу запирання сопла:

$$S = \pi d^2 / 4$$

$$S = 3.14 \cdot (140)^2 / 4 = 0,0154 \text{ мм}^2$$

4. Розрахунок об'єму гідравлічної рідини в гідроциліндрі запирання ведеться по формулі:

$$V = S \cdot h_{\text{ход}}$$

$$V = 0,113 \cdot 0,0154 = 0,00174 \text{ м}^3$$

1.4 Розрахунок потужності по зоні дозування

Потужність визначимо за формулою:

$$I = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4 \cdot t^2}{\pi^2} + \frac{\pi^2 \cdot D^5}{t^2 + \pi^2 \cdot D^2} = \frac{3,14^2 \cdot 250^2 - 4 \cdot 50^2}{3,14^2} + \frac{3,14^2 \cdot 250^5}{50^2 + 3,14^2 \cdot 250^2} = 6148675 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned} N_1 &= \frac{\pi^{3*} (t - e) l_{\text{доз}} \cdot I \cdot \mu_k \cdot n^2}{36 \cdot t} \cdot 10^{-13} + \frac{\alpha \cdot \Delta P \cdot n}{6} \cdot 10^{-5} = \\ &= \frac{3,14^3 \cdot (50 - 5) \cdot 250 \cdot 6148675 \cdot 7,9 \cdot 180 \cdot 200^2}{36 \cdot 50} \cdot 10^{-13} + \\ &+ \frac{6,47 \cdot 17 \cdot 200}{6} \cdot 10^{-5} = 6,7 \text{ кВт} \end{aligned}$$

n - кількість обертів черв'яка за хвилину;

μ - в'язкість в каналі, (Па · с),

α - коефіцієнт прямого потоку, мм^3 ,

ΔP - тиск, МПа

Швидкість зсуву в гвинтовому каналі

$$\gamma_k = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n}{120 \cdot h_2 \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + 2 \cdot t^2}} = \frac{3,14^2 \cdot 250^2 \cdot 200}{120 \cdot 4,1 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot 250^2 + 2 \cdot 50^2}} = 71 \text{ с}^{-1}$$

Потужність затрачувана в зазорі:

$$N_2 = \frac{\pi^3 \cdot D^3 \cdot e \cdot l_{\text{оз}} \cdot M_3 \cdot n^2}{36 \cdot \delta \cdot t} \cdot 10^{-13} = \frac{3,14^3 \cdot 60^3 \cdot 5 \cdot 250 \cdot 9,7 \cdot 10^2 \cdot 60^2}{36 \cdot 0,125 \cdot 50} \cdot 10^{-13} =$$
$$= 9,8 \text{ кВт}$$

Швидкість зсуву в зазорі

$$\gamma = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot \delta} = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 60}{60 \cdot 0,125} = 6280 \text{ с}^{-1}$$

Звідки в'язкість в зазорі приймаємо $\mu_s = 9,7 \cdot 10^2 \text{ Па с}$ [5];

$$N_g = N_1 + N_2 = 6,7 + 9,8 = 16,5 \text{ кВт}$$

N_g – потужність затрачувана в зоні дозування

$$N_q = 2 N_g = 2 \cdot 16,5 = 33 \text{ кВт}$$

N_q – потужність черв'яка

Потужність двигуна

$$N = \frac{N_q}{\eta} = \frac{33}{0,77} = 42,85 \text{ кВт}$$

$$\eta - \text{КПД приводу} = 0,77$$

1.5 Розрахунок продуктивності машини

Продуктивність залежить від кількості деталей, які одночасно виготовляються за один цикл, тобто від гніздної матриці та від часу одного циклу роботи.

Штучна продуктивність машини може бути розрахована по формулі:

$$P = m \frac{3600}{\tau_{\text{цикл}}} = 4 \frac{3600}{186} = 75 \text{ шт/ч.}$$

1.6 Геометричні розрахунки черв'яка

Вихідні дані : діаметр черв'яка $D = 250 \text{ мм.}$, загальна довжина черв'яка $3D$.

Продуктивність пластифікатора $A_0 = 160 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$

Проводимо розрахунок геометрії черв'яка наступним чином :

Визначимо загальну довжину нарізної частини черв'яка (Рисунок 1.2):

$$l_p = 3 \cdot D = 4 \cdot 250 = 1000 \text{ мм};$$

Довжина зони завантаження :

$$l_2 = (0,25 \dots 0,35) l_p = 0,25 \cdot 1000 = 250 \text{ мм};$$

Довжина зони дозування :

$$l_4 = (0,4 \dots 0,6) l_p = 0,4 \cdot 1000 = 400 \text{ мм};$$

Довжина зони пластикації :

$$l_3 = 0,2 \cdot l_p = 0,2 \cdot 1000 = 200 \text{ мм};$$

Ширина гребня витка :

$$e = (0,06 \dots 0,12) D = 0,08 \cdot 250 = 20 \text{ мм};$$

Крок нарізки :

$$t = (0,8 \dots 0,12) D = 0,1 \cdot 250 = 25 \text{ мм};$$

Глибина нарізки черв'яка в зоні дозування:

$$h_2 = (0,12 \dots 0,16) D = 0,14 \cdot 250 = 35 \text{ мм};$$

Глибина нарізки черв'яка в зоні завантаження:

$$h_1 = (0,1 \dots 0,14) D = 0,13 \cdot 250 = 32,5 \text{ мм};$$

Діаметр стержня в зоні завантаження :

$$d_1 = D - 2h_1 = 250 - 2 \cdot 32,5 = 185 \text{ мм};$$

Глибина нарізки в зоні дозування:

$$h_2 = \frac{1}{2} \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4h_1}{i} (D - h_1)} \right] = \frac{1}{2} \left[250 - \sqrt{250^2 - \frac{4 \cdot 32,5}{1,5} (250 - 32,5)} \right] = 20,5 \text{ мм};$$

де $i = (1,5 \dots 3)$ – коефіцієнт стиснення;

Діаметр черв'яка в зоні дозування :

$$d_2 = D - 2h_2 = 250 - 2 \cdot 20,5 = 209 \text{ мм};$$

Довжина циліндричної зони :

$$l_5 = (0,7 \dots 1,5) D = 0,7 \cdot 1000 = 700 \text{ мм};$$

Довжина хвостової частини :

$$l_{1(xв)} = (1...2)D = 1 \cdot 250 = 250 \text{ мм};$$

Діаметр хвостовика:

$$d_{xв} = 255 \text{ мм};$$

Зазор між корпусом і черв'яком:

$$\delta = (0,002...0,003)D = 0,002 \cdot 250 = 5 \text{ мм}$$

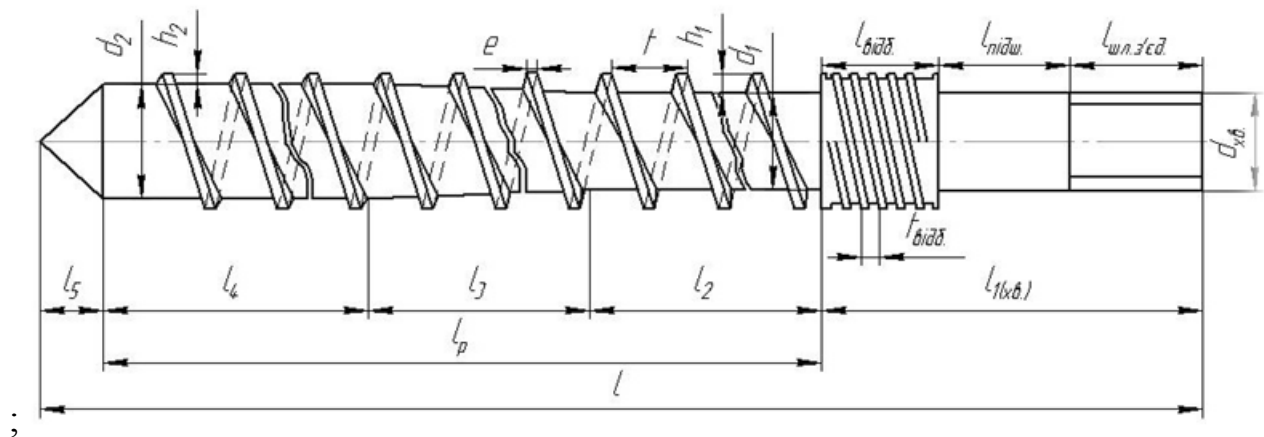


Рисунок 1.2 Розрахункова схема

1.7 Визначення фактичного та ефективного зусилля

Фактичне зусилля, що розвиває головний циліндр преса з урахуванням витрат на ущелення:

$$T_{\phi} = T_{\text{ц}} - T_{\text{тер}} + \epsilon = 4,99 - 6,9 = 9,08 \text{ МН}$$

Зусилля, яке розвиває головний циліндр під дією тиску рідини:

$$T_{\text{н}} = \frac{P \pi D^2}{4};$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot T_{\text{н}}}{P \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,99}{16 \cdot 3,14}}$$

$$T_{\text{тер}} = P \cdot \pi \cdot D \cdot h_y \cdot f = 17 \cdot 3,14 \cdot 0,63 \cdot 0,1 \cdot 0,9 = 3,1 \text{ МН}$$

Вага рухомої частини головного гідро циліндра:

$$G = mg = 9,81 \cdot 800 = 7,6 \text{ МН};$$

Ефективне зусилля — це зусилля, що треба розвивати в залежності від

кількості гнізд в формі та властивостей перероблюємого матеріалу:

$$T_{ef} = K \cdot P_n \cdot S = 50 \cdot 3 \cdot 0,056 = 1,54 \text{ МН}$$

K — кількість гнізд у формі;

P_n — питомий тиск, який потрібен для пресування даного матеріалу;

S — площа проекції виробу на площину змикання — розмикання форми;

Умова: $T_{\phi} > T_{ef}$ - виконується.

1.8 Перевірочний розрахунок продуктивності пластикатора

Вихідні дані: Діаметр черв'яка 250 мм, діаметр гідроциліндра інжекції $D=280$ мм, глибина гвинтової нарізки $h=35$ мм, крок нарізки $t=25$ мм, ширина гребня черв'яка $e=20$ мм.

Розрахунок продуктивності пластикатора проведемо по зоні дозування:

$$Q = \alpha n - \frac{\beta \Delta P}{\mu_k} - \frac{\gamma \Delta P}{\mu_s}$$

$$Q = \frac{\pi D n h (t-e)}{2} - \frac{h^2 (t-e)^2 \cos \varphi}{24 \mu} \Delta P - \frac{\pi^3 D^3 \operatorname{tg} \varphi \sin \varphi}{\mu e L} \Delta P$$

де ΔP — тиск на виході з зони дозування, визначимо виходячи з величини протидії відходу черв'яка при наборі порції. Черв'як починає відходити коли тиск перед ним перевищує тиск в гідроциліндрі $P_{з.ц.} = 10 \text{ МПа}$.

В'язкість ПЕВТ приймаємо $\mu = 180 \text{ Па}\cdot\text{с}$ з графіку за значенням швидкості зсуву.

$$\gamma_k = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n}{120 \cdot h_2 \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + 2 \cdot t^2}} = \frac{3,14^2 \cdot 250^2 \cdot 80}{120 \cdot 20,5 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot 250^2 + 2 \cdot 25^2}} = 25 \text{ с}^{-1}$$

$$\Delta P = P_{з.ц.} \cdot \frac{D_{з.ц.}^2}{D_{чер.}^2} = 10 \cdot \frac{280^2}{60^2} = 217,8 \text{ МПа}$$

Отже:

$$Q = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 120 \cdot 9 \cdot 10^{-3} (60 \cdot 10^{-3} - 6 \cdot 10^{-3})}{2} - \frac{(9 \cdot 10^{-3})^2 (60 \cdot 10^{-3} - 6 \cdot 10^{-3})^2 \cos(17^\circ)}{24 \cdot 180}$$

$$80 \cdot 10^6 - \frac{3,14^3 (60 \cdot 10^{-3})^3 \cdot \operatorname{tg}(17^\circ) \cdot \sin(17^\circ)}{180 \cdot 6 \cdot 10^{-3} \cdot 82 \cdot 10^{-3}} \cdot 80 \cdot 10^6 = 215,45 \frac{\text{кЗ}}{\text{зоД}}$$

Черв`як відповідає необхідним параметрам.

2 ТЕПЛОВІ РОЗРАХУНКИ

2.1 Тепловий розрахунок головки

Метою теплового розрахунку є перевірка системи теплообміну машини за сталої роботи. Для цього використовуємо рівняння теплового балансу:

$$G_M \cdot C_{МП} \cdot t_{МП} + Q_N + Q_{HK} + G_X \cdot C_{ХП} \cdot t_{ХП} = G_M \cdot C_{МК} \cdot t_{МК} + G_X \cdot C_{ХК} \cdot t_{ХК} + Q_{\epsilon},$$

G_M - вагова продуктивність машини, $G_M = 71,55 \text{ кг}/200\text{д}$;

$C_{МП}$ - теплоємність матеріалу на початку розплавлення,

$$C_{МП} = 2,09 \cdot 10^3 \text{ Дж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C};$$

$C_{МК}$ - теплоємність матеріалу в кінці розплавлення, $C_{МК} = 2,85 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$;

$t_{МП}$ - температура матеріалу на вході в пресформу, $t_{МП} = 190^\circ\text{C}$;

$t_{МК}$ - температура готового продукту, $t_{МК} = 75^\circ\text{C}$;

Q_N - потужність машини, перетворена в теплоту, Вт;

G_X - витрати рідини для охолодження машини, Вт;

$C_{ХП}$ - питома теплоємність охолоджувальної рідини на вході охолоджувальної ділянки, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$;

$C_{ХК}$ - питома теплоємність охолоджувальної рідини на виході з охолоджувальної ділянки, $\text{кДж}/\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}$;

$t_{ХП}$ - початкова температура рідини для охолодження, $t_{ХП} = 20^\circ\text{C}$;

$t_{ХК}$ - кінцева температура рідини для охолодження, $t_{ХК} = 21,5^\circ\text{C}$;

Q_{ϵ} - витрати теплоти корпусом та головкою машини в навколишнє середовище, Вт.

Складові теплового балансу визначають так.

Теплота від перетворення потужності двигуна

$$Q_N \cong N = 25,58 \text{ кВт},$$

де N - потужність двигуна черв'ячної машини, кВт, $N = 25,58 \text{ кВт}$.

Витрати теплоти корпусом машини в навколишнє середовище:

$$Q_s = F \cdot \alpha_s \cdot (t_{II} - t_c) = 0,62 \cdot 14,5 \cdot (190 - 75) = 1,03 \text{ кВт},$$

де α_s - інтенсивність тепловіддачі вільною конвекцією від корпусу до повітря,

$\frac{\text{Вт}}{(\text{м}^2 \cdot \text{К})}$; t_{II}, t_c - температура відповідно зовнішньої поверхні ізолюваного корпусу і навколишнього середовища; F - площа зовнішньої поверхні корпусу, м^2 :

Витрати рідини знайдемо з рівняння теплового балансу:

$$G_X = \frac{Q_N - G_M C_M (t_{MK} - t_{MT}) - Q_{BT}}{C_X \cdot (t_{XK} - t_{XT})} = \frac{25,58 - 71,55 \cdot 2,09 \cdot (190 - 75) - 1,03}{4,221 \cdot (20 - 21,5)} = 1,86 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

де $\overline{C_X}$ - середнє значення питомої теплоємності води, $\overline{C_X} = 4,221 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}}$.

Кількість теплової енергії, яка відводиться охолоджувальною рідиною,

$$Q_X = G_X \cdot C_X \cdot (t_{XK} - t_{XT}) = 1,86 \cdot 4,221 \cdot (21,5 - 20) = 10,1 \text{ кВт}.$$

З іншого боку

$$G_X = 3600 \cdot f \cdot v \cdot \rho,$$

де f - площа перерізу каналу, м^2 ,

$$f = n \cdot s \cdot h \cdot \cos \varphi = 2 \cdot 0,02 \cdot 0,0255 \cdot \cos 14^\circ = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2,$$

де n - кількість заходів спіралі, $n = 2$; s, h - відповідно ширина і та висота каналу,

$s = 0,02 \text{ м}, h = 0,0255 \text{ м}, \varphi$ - кут нахилу спіралі, $\varphi = 14^\circ$, ρ - густина охолоджувальної

рідини, v - швидкість руху охолоджувальної рідини між кожухом і корпусом.

Визначимо швидкість руху рідини

$$v = \frac{G_X}{f \cdot 3600} = \frac{1,86}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 3600} = 0,55 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Визначимо критерій Рейнольдса для розв'язання критеріального рівняння

конвективного теплообміну в каналі охолодження:

$$Re = \frac{v \cdot d_{екв.}}{\nu} = \frac{0,55 \cdot 0,0063}{15,06 \cdot 10^{-5}} = 182,63 < 2300 - \text{ламінарний режим,}$$

де $d_{екв.}$ - еквівалентний діаметр каналу,

$$d_{екв.} = \frac{4 \cdot f}{2 \cdot n \cdot \pi \cdot d_k} = \frac{4 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10 \cdot \pi \cdot 0,01} = 0,0063 \text{ м.}$$

Коефіцієнт тепловіддачі вимушеною конвекцією можна знайти за допомогою критеріального рівняння:

$$Nu = 0,17 Re^{0,33} Gr^{0,1} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr_p}{Pr_{cm}} \right)^{0,25}$$

де Nu , Gr , Pr - відповідно критерії Нусельта, Грасгофа та Прандтля при температурі потоку та стінки відповідно.

Критерій Грасгофа:

$$Gr = \frac{g \cdot d_{екв.}^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t = \frac{9,81 \cdot (0,01)^3}{(59,9 \cdot 10^{-2})^2} \cdot 2,65 \cdot 10^{-3} \cdot (190 - 75) = 1,32 \cdot 10^{-5},$$

де g - прискорення вільного падіння;

ν - кінематична в'язкість води, $\nu = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;

β - коефіцієнт об'ємного розширення, $\beta = 4,12 \cdot 10^{-4} \text{ 1/K}$;

де t_0 - визначальна температура, $t_0 = \frac{t_{к.зое.} + t'_0}{2} = \frac{70 + 20}{2} = 45^\circ \text{C}$,

Pr - критерій Прандтля, $Pr_p = 7,02$, $Pr_{cm} = 2,55$

Знаходимо критерій Нусельта:

$$Nu = 0,17 Re^{0,33} Gr^{0,1} Pr^{0,43} \left(\frac{Pr_p}{Pr_{cm}} \right)^{0,25} = 0,17 (175,69)^{0,33} (1,32 \cdot 10^{-5})^{0,1} (7,02)^{0,43} \left(\frac{7,02}{2,55} \right)^{0,25} = 26,15$$

Тепер з критерію Нусельта знайдемо Коефіцієнт тепловіддачі від полімеру до стінки:

$$\alpha_s = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_{екв.}} = \frac{26,15 \cdot 59,4 \cdot 10^{-2}}{0,01} = 1566,38 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

λ - коефіцієнт теплопровідності охолоджувальної рідини за визначальної

температури, $\lambda = 59,4 \cdot 10^{-2} \text{ Bm} / \text{м} \cdot \text{K}$,

Розрахунковий коефіцієнт тепловіддачі від поверхні корпусу до охолоджувальної рідини:

$$\alpha_{\text{сп}} = \alpha_{\varepsilon} \cdot \varepsilon_L \cdot \varepsilon_R = 1566,38 \cdot 1,07 \cdot 1,86 = 3117,4 \text{ Bm} / \text{м}^2 \cdot \text{K}$$

де ε_L - поправка на вплив вхідної ділянки, $\varepsilon_L = f\left(\frac{l}{d_{\text{екв}}}, \text{Re}\right)$, $\varepsilon_L = 1,07$ при

$$\frac{l}{d_{\text{екв}}} = 31,$$

$$\varepsilon_R - \text{ поправка на кривизну каналу, } \varepsilon_R = 1 + 1,77 \cdot \frac{2 \cdot d_{\text{екв.}}}{D_c} = 1 + 1,77 \cdot \frac{2 \cdot 0,0063}{0,092} = 1,86.$$

Коефіцієнт теплопередачі від розплаву полімеру через сталеву стінку:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\varepsilon}} + \frac{\delta}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{сп}}}} = \frac{1}{\frac{1}{1566,38} + \frac{0,03}{42,95} + \frac{1}{3117,4}} = 711,1 \text{ Bm} / \text{м}^2 \cdot \text{K}$$

де δ - товщина оболонки; α_M - інтенсивність тепловіддачі полімерного розплаву; δ - товщина стінки; $\lambda_{\text{ст}}$ - коефіцієнт теплопровідності сталі, $\lambda_{\text{ст}} = 42,95 \text{ Bm} / (\text{м} \cdot \text{K})$.

Кількість теплоти, що відводиться під час охолодження черв'яка:

$$Q_2 = K \cdot l \cdot \Delta t_c = 711,1 \cdot 0,32 \cdot 100,76 = 22,9 \text{ кВт}$$

$$\text{де } \Delta t_c = \frac{\Delta t_{\varepsilon} - \Delta t_M}{\ln \frac{\Delta t_{\varepsilon}}{\Delta t_M}} = \frac{(190 - 20) - (75 - 21,5)}{\ln \frac{(190 - 20)}{(75 - 21,5)}} = 100,76^{\circ} \text{C}$$

де Δt_{ε} - найбільший перепад температур у процесі теплопередачі від розплаву до охолоджувальної рідини, $\Delta t_{\varepsilon} = t_{\text{РП}} - t_X$; Δt_M - найменший перепад температур у процесі теплопередачі від розплаву до охолоджувальної рідини, $\Delta t_M = t_{\text{РП}} - t_X$.

Загальна кількість теплоти, що відводиться за рахунок теплопередачі:

$$Q_{\text{заг}} = Q_x + Q_{\varepsilon} + Q_2 = 9,64 + 1,03 + 22,9 = 33,57 \text{ кВт}$$

Необхідна потужність нагрівачів на корпусі повинна складати:

$$Q_{\text{чк}} = Q_{\text{зл}} - Q_{\text{N}} + Q_2 = 33,57 - 16,36 = 17,21 \text{ кВт}$$

2.2 Розрахунок системи охолодження форми

Час охолодження виробу:

$$\tau_{\text{ох}} = \frac{0,084 \cdot \delta^2}{a} \lg \left(0,785 \cdot \frac{T_{\text{вир}} - T_{\text{фор}}}{T_{\text{інж}} - T_{\text{фор}}} \right),$$

де δ – товщина виробу;

a – коефіцієнт теплопровідності ПЕВТ;

$T_{\text{фор}}$ – температура форми;

$T_{\text{вир}}$ – температура виробу;

$T_{\text{інж}}$ – температура розплаву в момент заповнення форми;

$$\tau_{\text{ох}} = \frac{0,084 \cdot \delta^2}{a} \lg \left(0,785 \cdot \frac{T_{\text{вир}} - T_{\text{фор}}}{T_{\text{інж}} - T_{\text{фор}}} \right) = \frac{0,084 \cdot 0,005^2}{1,12 \cdot 10^{-7}} \lg \left(0,785 \cdot \frac{75 - 40}{190 - 40} \right) = 10,94 \text{ с}$$

Час вприску :

$$\tau_{\text{впр}} = \frac{h}{V_{\text{інж}}}, \text{ де}$$

h – величина ходу черв'яка, або та відстань на яку відійшов шнек при наборі дози. Приймається $h=(1...3) D$

$V_{\text{інж}}$ – швидкість інжекції, яка не повинна перевищувати 0,05 м/с;

Тоді:

$$\tau_{\text{впр}} = \frac{h}{V_{\text{інж}}} = \frac{0,06}{0,04} = 1,5 \text{ с}$$

Час циклу

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{охл}} + \tau_{\text{с}} + \tau_{\text{впр}} = 10,94 + 5 + 2 = 17,94 \text{ с}$$

$T_{\text{с}}$ – час змикання, $T_{\text{с}}=3-5 \text{ с}$

Кількість теплоти, що надійшло з розплавом

$$Q_0 = m_0 \cdot C_0 \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{к}}) = 0,391 \cdot 1,92 \cdot 10^3 \cdot (190 - 146) = 4 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

де m_0 - маса в'їдливки,

C_0 - питома теплоємність матеріалу, $C_0 = 1,92 \cdot 10^3 \text{ Дж/кгК}$

$t_{\text{к}}$ - температура розплаву

$$t_{\text{к}} = t_{\text{ф}} + \frac{2 \times (t_{\text{к}} - t_{\text{ф}})}{\pi} = 40 + \frac{2 \times (190 - 40)}{3,14} = 127^\circ \text{C}$$

Кількість теплоти, яка відводиться холодоагентом $Q_x = Q_0$

Витрата холодоагенту

$$q_x = \frac{Q_x}{C_x \times \Delta t_x} = \frac{4 \times 10^4}{4,18 \times 3} = 31 \times 10^2 \text{ кг/с}$$

де $C_x = 4,18 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ - вода

Δt_x - різниця t на вході й виході $\Delta t_x = 2-4^\circ \text{C}$

Витрата холодоагенту через пуансон і матрицю

$$q_x^n = \frac{q_x \times F_p}{F_{\text{св}}} = \frac{31 \times 10^2 \times 1256}{424} = 91,8 \times 10^2 \text{ кг/с}$$

$$q_x^m = \frac{q_x \times F_m}{F_{\text{св}}} = \frac{31 \times 10^2 \times 1659}{424} = 121,3 \times 10^2 \text{ кг/с}$$

Діаметр каналу

$$d_{\text{к}}^n = 1,13 \sqrt{f_{\text{к}}^n} = 1,3 \text{ мм},$$

$$f_{\text{к}}^n = \frac{\theta_x^n}{\rho_x \cdot \tau_y \cdot \omega} = \frac{0,46}{1000 \cdot 685,5 \cdot 0,5} = 1,32 \cdot 10^{-6} \text{ мм}$$

$$d_{\text{к}}^m = 1,13 \sqrt{f_{\text{к}}^m} = 2,3 \text{ мм},$$

Довжина каналу

$$l_{\text{к}}^n = \frac{F_n}{\pi \times d_{\text{к}}^n} = 15 \text{ мм}$$

$$l_{\text{к}}^{n(m)} = \frac{F_{n(m)}}{\pi \times d_{\text{к}}^{n(m)}} = 18 \text{ мм}$$

2.3 Розрахунок черв'яка на міцність

Розрахунок черв'яка на міцність – перевірка спроектованих на підставі попередніх розрахунків розмірів черв'яка. Проведемо її по зоні завантаження, так як черв'як має тут найменший діаметр.

Вихідні дані:

- матеріал черв'яка: сталь 38ХМЮА;

- густина матеріалу: $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$;

- $\sigma_{пл.} = 300 \text{ МПа}$;

- діаметр черв'яка в зоні завантаження: $d_1 = 60 \text{ мм}$,

- тиск при видавлюванні матеріалу: $P_{інж.} = 150 \text{ МПа}$.

Розрахункова схема черв'яка зображена на (рис.8.1).

1. Вісьове зусилля:

$$T_{вісь.} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot P_{інж.} = \frac{3,14 \cdot 60^2}{4} \cdot 150 = 282600 \text{ Н},$$

2. Розподільне навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{9,81 \cdot G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 14,619}{1,0395} = 137,96 \text{ Н/м},$$

де G - маса черв'яка,

$$G = \frac{\pi \cdot (d_1 - d_0)^2}{4} \cdot \rho \cdot l = \frac{3,14 \cdot (60 - 0)^2}{4} \cdot 7600 \cdot 10^{-9} \cdot 1120 = 13,32 \text{ кг},$$

3. Величина стискуючого напруження:

$$\sigma_{стиск.} = \frac{T_{вісь.}}{S_{I-I}} + \frac{M_{зв.}}{W_{I-I}} = \frac{282600}{1,7 \cdot 10^{-3}} + \frac{76}{2,8 \cdot 10^{-5}} = 224,4 \text{ МПа}.$$

де

$$S_{I-I} = \frac{\pi \cdot d_1^2 \cdot (1 - \alpha^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,06)^2 \cdot (1 - 0^2)}{4} = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2,$$

$$M_{зв.} = \frac{1}{2} \cdot G \cdot l_p = \frac{1}{2} \cdot 14,619 \cdot 1,0395 = 7,6 \text{ кг/м}^2 = 76 \text{ Н/м}^2,$$

$$W_{I-I} = \frac{\pi \cdot d_1^3 \cdot (1 - \alpha^4)}{32} = \frac{3,14 \cdot (0,06)^3 \cdot (1 - 0^4)}{32} = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

4. Величина згинального напруження:

$$\sigma_{згн.} = \frac{M_{зг.}^{I-I}}{W_{I-I}} = \frac{76}{2,8 \cdot 10^{-5}} = 2,95 \text{ МПа}.$$

5. Дотичні напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр.}}{W_{пол.}^{I-I}} = \frac{312,31}{1,7 \cdot 10^{-5}} = 22,3 \text{ МПа},$$

де

$$M_{кр.} = \frac{9549 \cdot N_{дв.}}{n} = \frac{9549 \cdot 3}{100} = 312,31 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$W_{пол.}^{I-I} = \frac{\pi \cdot d_1^3 \cdot (1 - \alpha^4)}{16} = \frac{3,14 \cdot (0,06)^3 \cdot (1 - 0^4)}{16} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3.$$

6. Еквівалентні напруження:

$$\sigma_{екв.} = \sqrt{(\sigma_{стиск.})^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{(224,4)^2 + 4 \cdot (21,5)^2} = 201,8 \text{ МПа}.$$

7. Коефіцієнт запасу міцності:

$$n_z = \frac{\sigma_{пл.}}{\sigma_{екв.}} \leq [n_{доп.}],$$

де $[n_{доп.}] = 1,6 \dots 2,$

$$n_z = \frac{400}{208,51} = 1,45.$$

Умови роботи забезпечуються.

3 РОЗРОБКА ВУЗЛА КОНСТРУКЦІЇ В СИСТЕМІ AUTOCAD

3.1 Завдання до розробки системи

Розробити програмне забезпечення для проектування опорного ролику. Програму виконати на функціональній мові AutoLISP в програмному середовищі AutoCAD. Програмне забезпечення має містити автоматизовану систему що забезпечує:

1) можливість вводу вихідних розмірів засобами багаторівневого віконного меню та графічних засобів;

2) оперативну обробку проектної документації, виконаної в системі AutoCAD;

3) можливість доповнення системи програмами для виконання креслень нових деталей без суттєвого доопрацювання системи;

4) побудова твердотільної моделі типу SOLID для подальшого нанесення сіткової області та проведення розрахунків на міцність;

5) вихідні тексти програм повинні бути написані на функціональному мовою

AutoLISP і орієнтовані на використання в середовищі AutoCAD.

3.2 Блок схема програми.

Блок-схема програми приведена на (Рисунок 3.1) Вона складається з наступних блоків:

1. Введення початкових даних;
2. Перевірка правильності введення;
3. Визначення базових точок;
4. Блок виконання креслення;
5. Блок виконання твердотільної моделі;

6. Зупинка

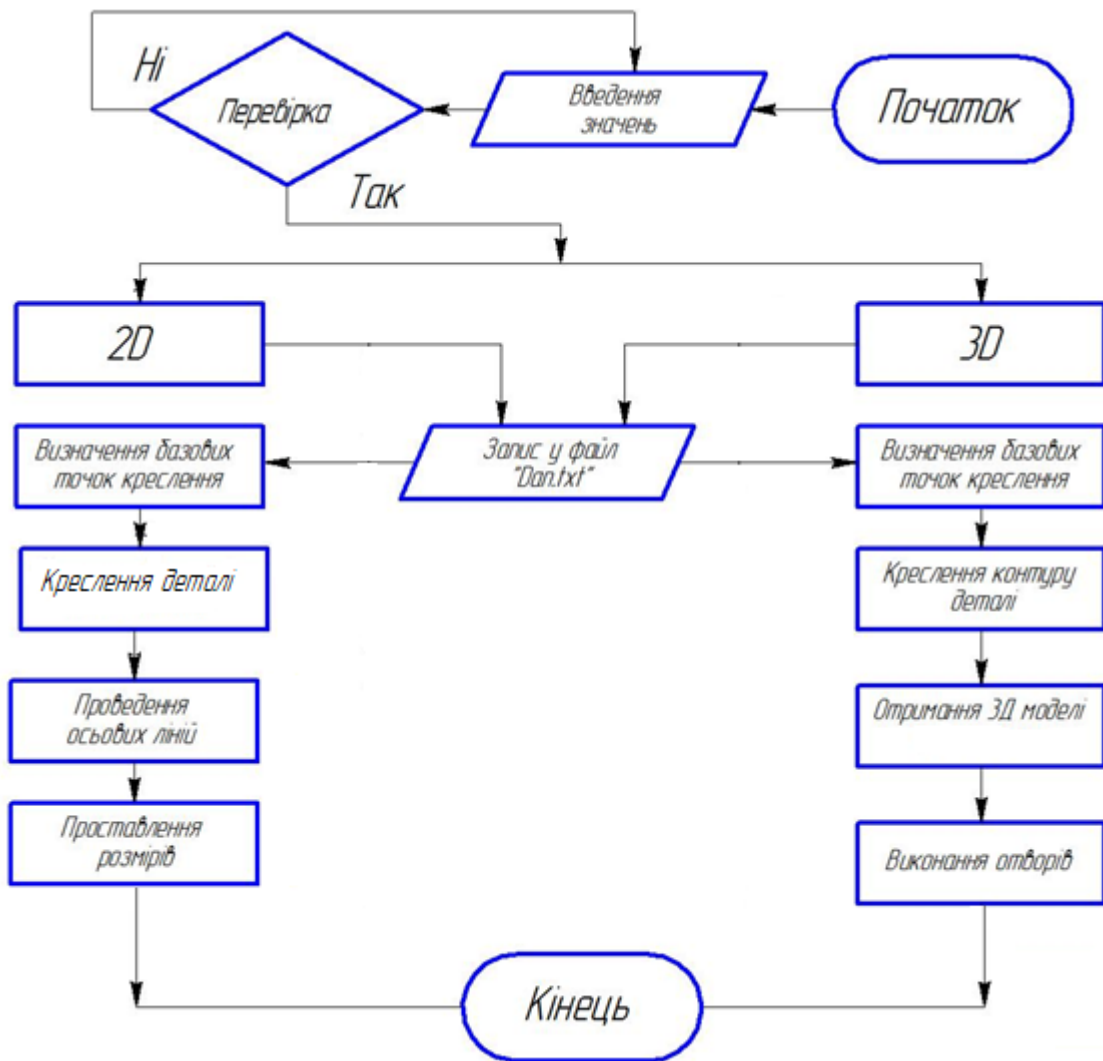


Рисунок 3.1 Блок-схема програми

3.3 Розрахункова схема.

Розрахункова схема деталі приведена на (Рисунок 3.2) Відповідно вказаних точок розроблена програма на функціональній мові AutoLISP, яка приведена в додатках. Базова точка розміщена на осі обертання.

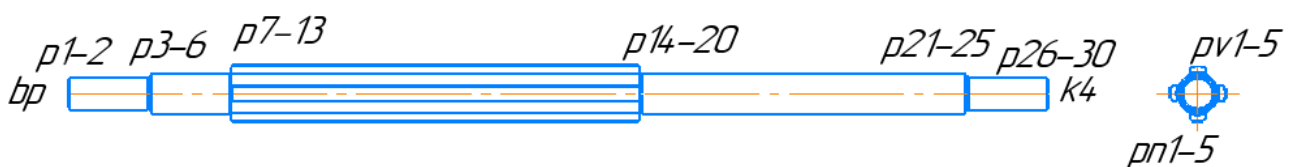


Рисунок 3.2 Базові точки

3.4 Опис роботи системи

При запуску програми на екрані з'являється діалогове вікно (Рисунок 3.3).
Формат цього діалогового вікна визначається в файлі «dialog.dcl».

Дане вікно складається з трьох частин:

1. Ескіз ролика та його параметри – відображає назву формальних параметрів. Використовується слайд, записаний в файлі «detal.sld».
2. Виконання – вміщує такі клавіші керування: «Масштаб», «Перевірка», «2D», «3D», «Reset», «Cancel».
3. Поля задання розмірів, для зручності поділено на дві підгрупи: «Довжини», «Радіуси».

Зміна параметрів креслення виконується вибором одного з дійсних значень або вводом необхідного значення параметра в відповідну комірку діалогового вікна. Для зміни параметра в діалоговому вікні потрібно за допомогою миші підвести курсор до відповідного вікна і натиснути ліву клавішу на миші. Після цього з клавіатури вводиться нове значення.

Поле «Масштаб» включає в себе набір, що визначає допустимі масштаби креслення. За замовчуванням встановлений масштаб М1:4.

При зміні хоча б одного розміру, кнопки «2D» і «3D» автоматично заморожуються, тим самим роблячи необхідним виклик перевірки.

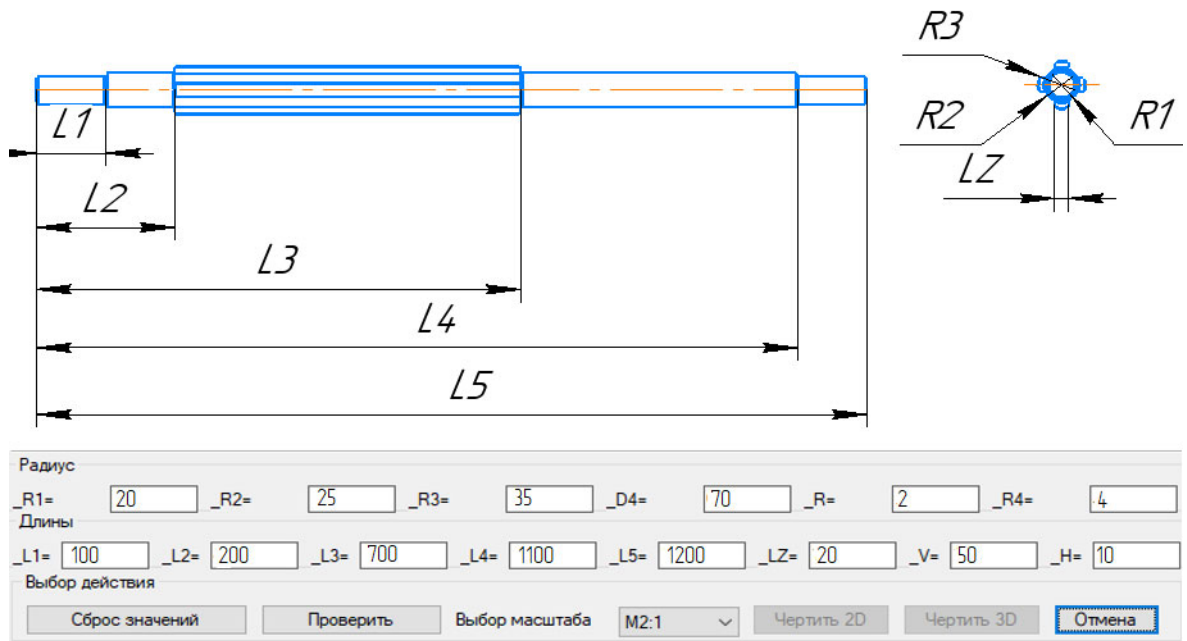


Рисунок 3.3 Головне діалогове вікно

Базова точка задається за допомогою лівої клавіші миші на робочому просторі AutoCAD. Отримане креслення є стандартним та з ним можна працювати використовуючи будь-які команди AutoCAD.

3.5 Тестування програми

На (Рисунок 3.4 та Рисунок 3.5) показано результат 2D та 3D креслення деталі відповідно.

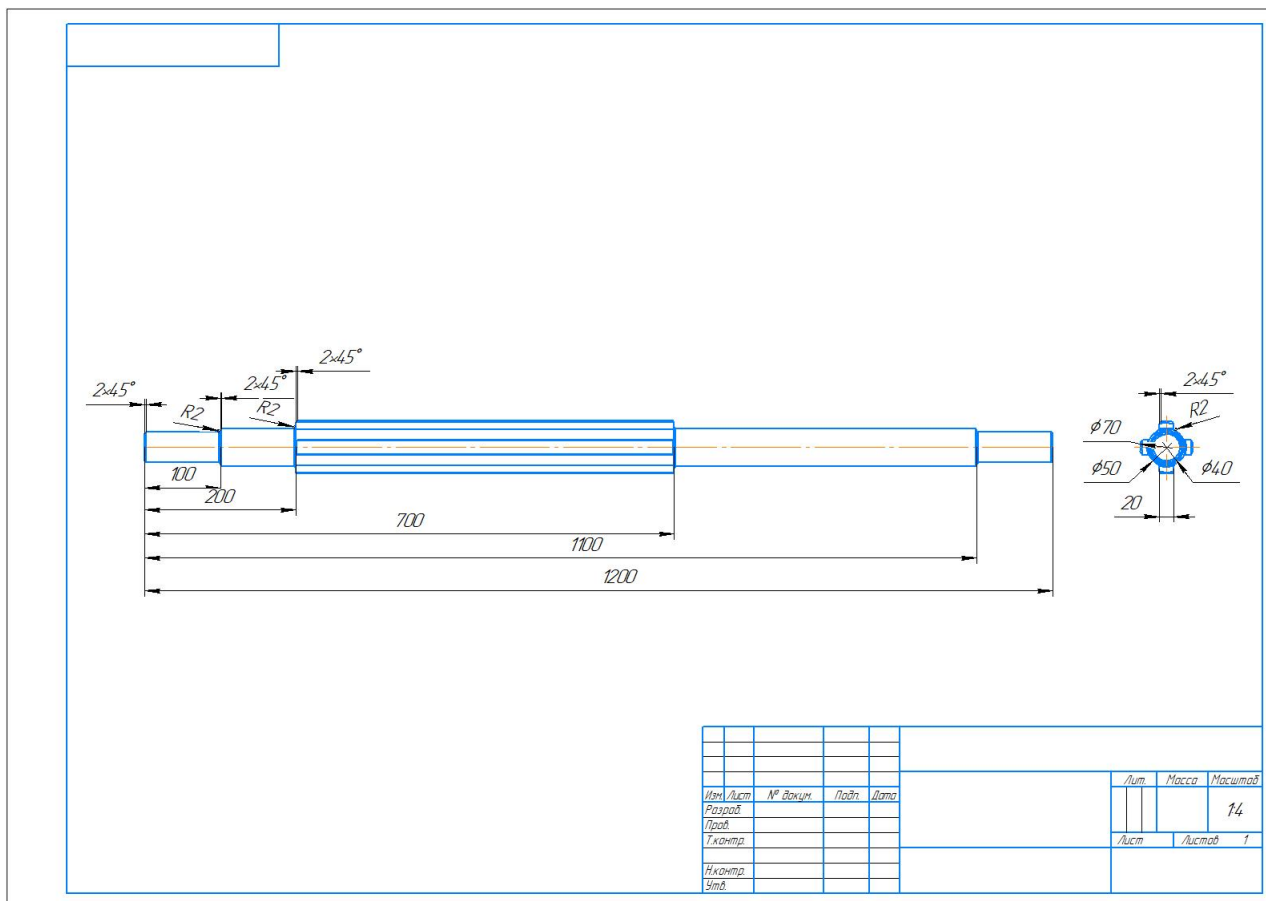


Рисунок 3.4 2D креслення

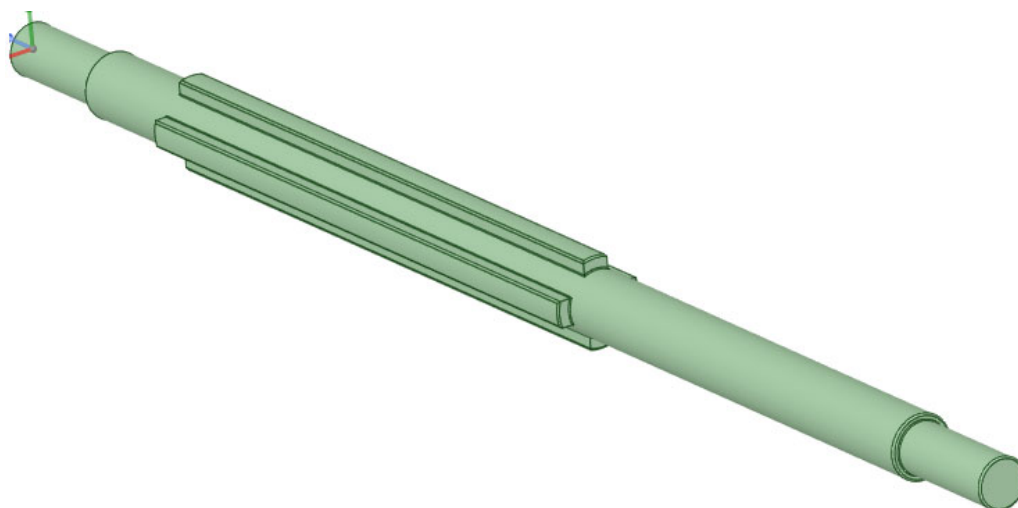


Рисунок 3.5 3D креслення

4 РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЇ В ANSYS

Метод скінченних елементів (МСЕ) є потужним та надійним засобом дослідження поведінки конструкцій в умовах різних навантажень та закріплень. На даний час на ринку програмного забезпечення існує велика кількість комплексів МСЕ, в тому числі ANSYS, NASTRAN, ABAQUS, та інші. Традиційно ці продукти відносяться до категорії CAE (Computer Aided Engineering) програмного забезпечення, яке застосовується при проектуванні машинобудівних, будівельних та інших конструкцій [9].

Розрахунки виконані в середовищі ANSYS Workbench з попередньо побудованою 3D моделлю в програмному комплексі AutoCAD.

Для розрахунку деталі на міцність імітуємо всі зусилля, які виникають при роботі машини.. Для цього:

1. Формуємо розрахункову сітку
2. Консольно закріпимо відповідні площини на кожній з деталі
3. Задаємо максимальне навантаження що буде діяти на механізм запирання, якщо навантаження витримує деталь, тоді поступово збільшуємо його до критичного. Тим самим визначивши запас міцності.

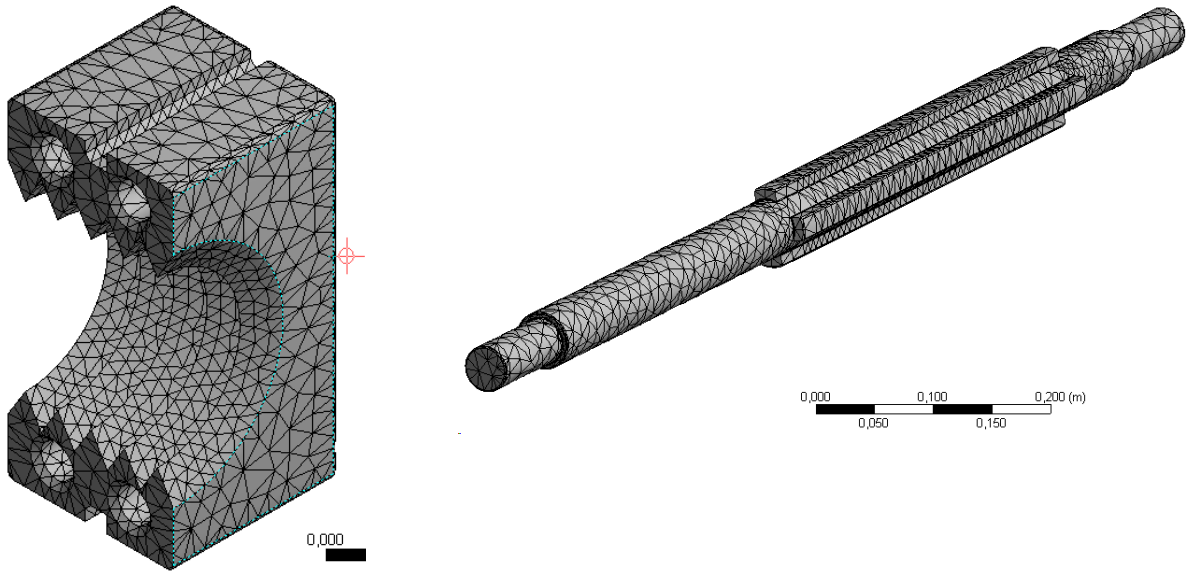
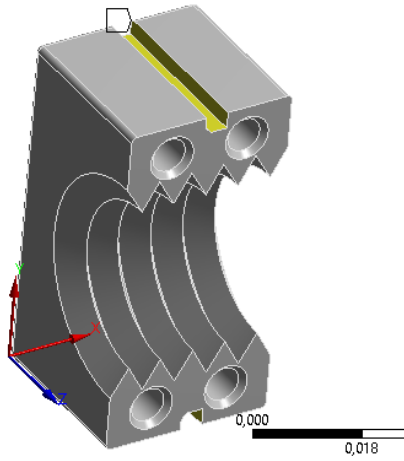


Рисунок 4.1 Розбиття на скінченні елементи

A: Static Structural
 Displacement
 Time: 1, s
 03.12.2018 4:24

Displacement
 Components: 0;0;0, m



A: Static Structural
 Fixed Support
 Time: 1, s
 03.12.2018 3:13

Fixed Support

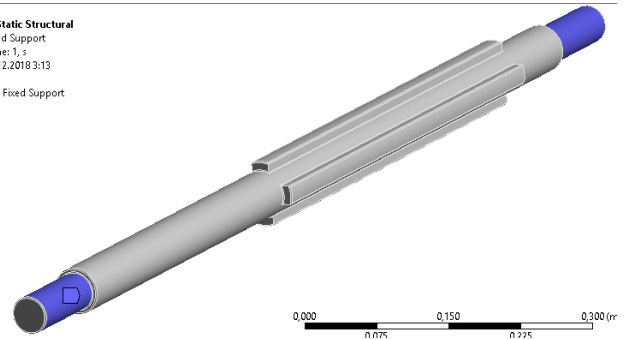
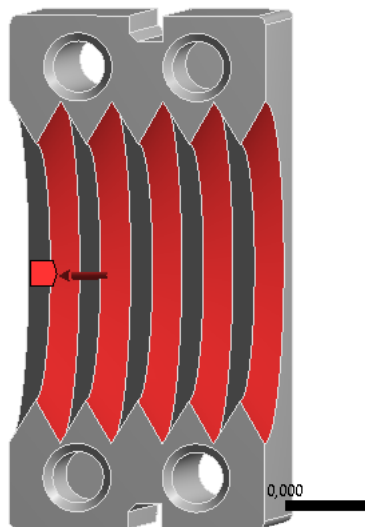


Рисунок 4.2 Закріплення деталей

A: Static Structural
 Pressure
 Time: 1, s
 03.12.2018 4:24

Pressure: 2,3e+007 Pa



A: Static Structural
 Pressure
 Time: 1, s
 03.12.2018 3:15

Pressure: 1,4e+008 Pa

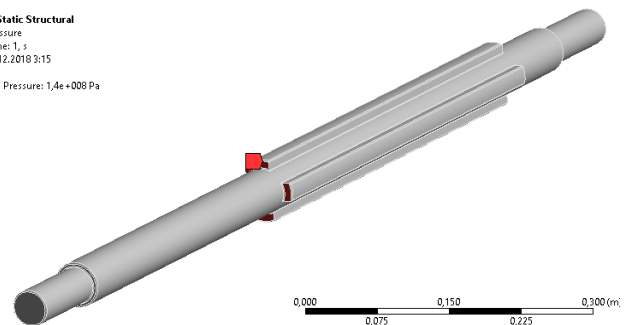
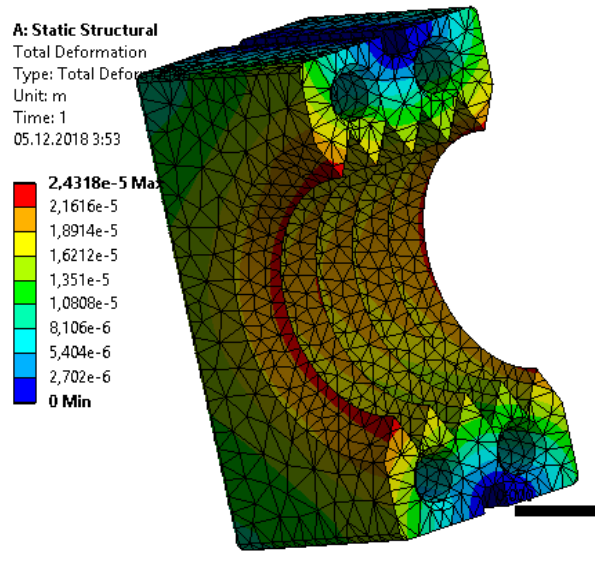
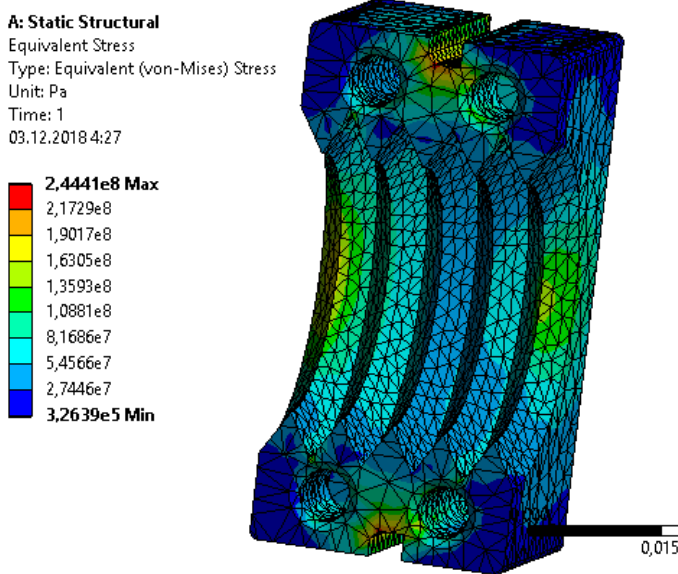
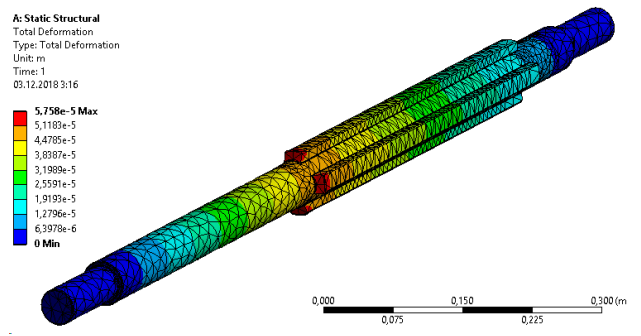
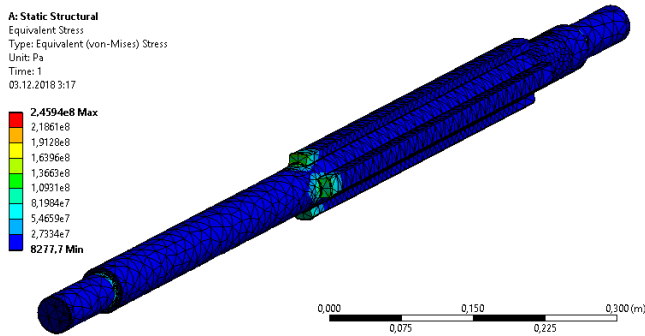


Рисунок 4.3 Задання навантажень

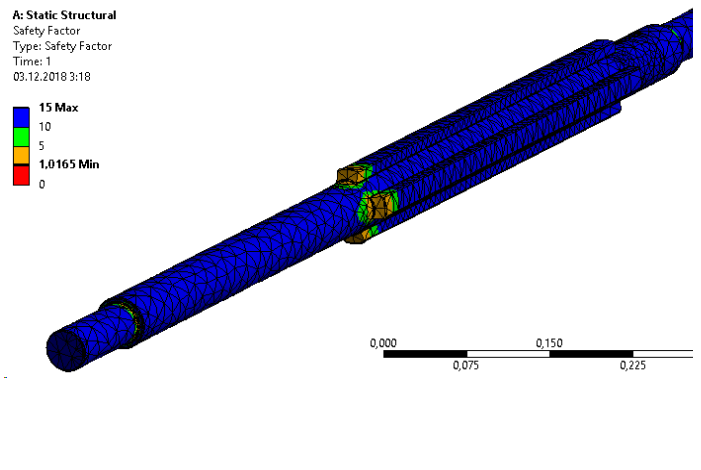
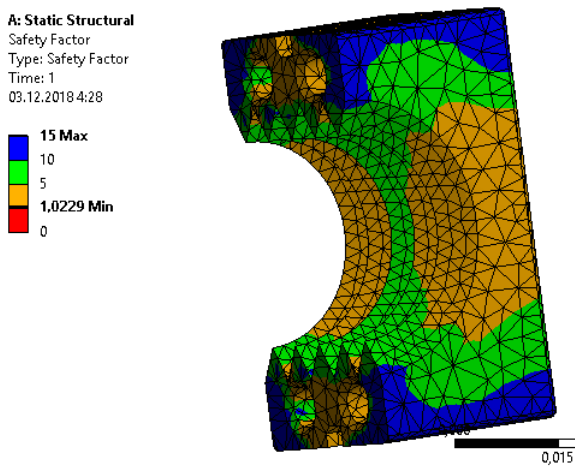
Результати розрахунків приведені нижче (Рисунок 4.4–Рисунок 4.5).



Еквівалентні напруження

Загальні деформації

Рисунок 4.4 Напружено-деформований стан деталі



Запас міцності при 23 МПа

Запас міцності при 140 МПа

Рисунок 4.5 Запас міцності розрарованих деталей

4.1 Аналіз розрахунків

Розрахунок проведено в програмному середовищі Ansys Workbenck в проекті Static Structural.

Виконавши серію розрахунків з послідовним збільшенням навантаження. Перше навантаження було 20 МПа, так як деталь витримала було прийнято рішення збільшувати до критичного. Також згущено сітку скінченних елементів для отримання більш точних розрахунків. Як результат для деталі направляюча було отримано запас міцності 140 МПа, для деталі різьбова муфта запас міцності склав 23 МПа, що повністю задовольняє наші потреби.

Список використаної літератури

1. Лукач Ю.Е., Рябінін Д.Д., Метлов Б.М. та ін. Машини для переробки пластмас. Довідник. М. Машинобудування, 1976.
2. Басов Н.І., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Розрахунок і конструювання машин для виробництва та переробки полімерних матеріалів. М. Хімія, 1986.
3. Меленков Д.Е. Литтєві машини. М. Машиностроение, 1978.
4. Писаренко Г.С., Агарьов В.А., Квітка А.Л. та ін. Опір матеріалів.- К.:Вища школа, 1979.
5. Дьомін Є.М. Прес-форми. Лениздат, 1967.
6. Балабанов К.А. Довідник конструктора-машинобудівельника. М. Хімія, 1977.
7. Щербина В.Ю., Сахаров О.С., Гондях О.В. та ін. Автоматизація гірничо-конструкторських робіт у процесі проектування хімічного устаткування в системі AutoCAD.-К.: Політехніка, 2003.