

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**  
**імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**  
**Інженерно-хімічний факультет**  
**Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування**

До захисту допущено

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ **О.В.Гондлях**

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Дипломний проект**

**на здобуття ступеня бакалавра**

зі спеціальності 133 – галузеве машинобудування

на тему: Лінія для виробництва труб з модернізацією корпусу екструдера

---

**Студент групи** IV к. ЛП-72  
(шифр групи)

Шашков Михайло Володимирович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

**Керівник проекту:**

\_\_\_\_\_  
Доцент к.т.н. Шилович Т.Б.

(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

**Консультанти з питань**

---

**МОДЕРНІЗАЦІЇ** \_\_\_\_\_

проф. Щербина В.Ю.

**ТЕХ.МАШ.** \_\_\_\_\_

ст.викл. Борщик С.О.

**РЕЦЕНЗЕНТ** \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.  
Студент (-ка) \_\_\_\_\_

Київ 2021 рік

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

**Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування**

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 133 *Галузеве машинобудування*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ **О.В.Гондлях**

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект студенту**

**Шашкову Михайлу Володимировичу**

1. Тема проекту «Лінія для виробництва труб з модернізацією корпусу екструдера», керівник проекту Шилович Тетяна Борисівна, доц. к.т.н., затверджені наказом по університету від «26.04» 2021 р. № 1071-с

2. Термін подання студентом проекту 07.06.2021р.

3. Вихідні дані до проекту: Довжина робочої частини черв'яка 1890мм, довжина зони дозування 1120мм, довжина зони завантаження 662мм, довжина зони пластикації 302мм, крок гвинтової лінії черв'яка 63мм, ширина витка 7.6мм, глибина нарізки черв'яка в зоні завантаження 8.5мм .

4. Зміст пояснювальної записки Реферат. Перелік скорочень і умовних позначень. I. Пояснювальна записка: Вступ. 1. Призначення та область застосування ЧП 2. Технічна характеристика лінії трубної ЛТ 63/32-20-1102 3. Опис і обґрунтування обраної конструкції 4. Патентно – літературний огляд 5. Охорона праці. 6. Очікуванні механіко-економічні показники II. Розрахунки. III. Технологія машинобудування. Перелік посилань. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Технологічна лінія - формат А1. 2. Загальний вид екструдера - формат А1 3. Загальний вид корпусу – формат А1. червяк.– формат А2. 5. Загальний вид корпусу з модернізацією – формат А1

6. Консультанти розділів проекту\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
МОДЕРНІЗАЦІЇ	Щербина В.Ю.		
ТЕХ. МАШИНОБУД.	Борщик С.О.		

Дата видачі завдання

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Літературно – патентний огляд	17.05.2021	
2.	Виконання параметричних розрахунків	18.05.2021	
3.	Виконання креслень загального виду	18.05.2021	
4.	Виконання креслення технологічної лінії	19.05.2021	
5.	Виконання розрахунків на міцність	20.05.2021	
6.	Виконання креслень модернізації	21.05.2021	
7.	Виконання розрахунків на ПЕОМ	22.05.2021	
8.	Виконання плакату результатів розрахунку	22.05.2021	
9.	Виконання розділу ТМ	25.05.2021	
10.	Виконання розділу ОП	27.05.2021	
11.	Загальні висновки по ДП	30.05.2021	

Студент

М.В. Шашков

Керівник проекту

Т.Б. Шилович

## ПЕРЕЛІК ВКЛАДЕНЬ

Реферат з ключовими словами (укр. мова)

Реферат з ключовими словами (англійська мова)

Перелік позначень

I Пояснювальна записка до графічної частини /ПЗ/

II Розрахунки /РР/

III Технологія машинобудування /ТЕ/

Висновки

ДОДАТКИ

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.141246.01-70ДП			
Розроб.		Шашков			<i>Лінія для виробництва труб з модернізацією корпусу екструдера</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Шилович						
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.		Гондляр						
						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		

# ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

## Умовні позначення:

D, d – діаметр, м;

G – витрата, м<sup>3</sup>/с (або кг/с);

H, h – висота, м;

N – потужність, Вт;

Q – тепловий потік, Вт;

T – температура, К;

b – ширина, м;

m – маса, кг;

n – частота обертання, с<sup>-1</sup>;

q – густина теплового потоку, Вт/м<sup>2</sup>;

t – температура, °С

$\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м<sup>2</sup> · К);

$\delta$  – товщина, м;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м · К);

$\nu$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості, м<sup>2</sup>/с;

A – площа, м<sup>2</sup>;

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup> · К);

## Скорочення

ІХФ – інженерно-хімічний факультет;

КПІ – Київський політехнічний інститут;

НТУУ – Національний технічний університет України;

ПЗ – пояснювальна записка;

ТЗ – технічне завдання.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		3

**Пояснювальна записка**  
**до дипломного проекту**  
**на тему:**  
**«Лінія для виробництва труб з модернізацією корпусу**  
**екструдера»**

**Київ – 2021 року**

## РЕФЕРАТ

Проект диплому вміщає: 82с., 13 рис., 1 табл., 3 додатків, 18 джерел

Завдання – екструдер ЧП 63х30.

Мета проекту – розрахування та обробка даних, згідно з технічними характеристиками, екструдера для виробництва пластмаси, в основі вже маючих процесних аналогічних конструкцій; та удосконалення конструкції корпусу методом пошуку інформації.

Способи розрахування та обробки інформації, в даному варіанті це уже існуючі методи розрахунків та проектування; за допомогою сторони ПО, та іншомовних документів.

При встановленні норм екструдера, за основною мірою знято огляд технічну та наукову літературу, документи креслень, спостереження в області експериментів, обрахунки технічних та наукових характеристик, зроблене наступне:

- досліджено тип використання базуючої конструкції на базі преса червячного на встановленому виробництві пластику, зроблено висновки як і параметри машини так і її удосконалення характеристик;

- проведено розрахунки для розробки преса та його креслення з технічними характеристиками;

- за основу використано літератури та спостережень було знайдено рішення модернізувати даний екструдер; шляхом удосконалення корпусу,

- за розробку та креслення червячного преса на виробництві пластику зі удосконаленням корпусу шляхом встановлення штифтів у зону підігріву;

- Тези на розробку даної модернізації подані на патент України на корисну модель.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПЛАСТИК, ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ПРЕСС, ШТИФТИ,КОРПУС ЕКСТРУДЕРА.

## ABSTRACT

The draft diploma contains: 82 pages, 13 figures, 1 table, 3 appendices, 18 sources

Task - extruder state of emergency 63x30.

The purpose of the project is to calculate and process data, according to the technical characteristics, of the extruder for the production of plastics, based on already existing process similar designs; and improving the design of the case by searching for information.

Methods of calculation and processing of information, in this case it is already existing methods of calculation and design; with the help of third-party software and foreign language documents.

At the established norms of the extruder, the review of technical and scientific literature, documents of drawings, supervision in the field of experiments, calculations of technical and scientific characteristics is mainly carried out, the following is made:

- the type of use of the basic design on the basis of a worm press on the established production of plastic is investigated, conclusions as well as parameters of the car and its perfection of characteristics are made;

- calculations were made for the development of the press and its drawings with technical characteristics;

- based on the used literature and observations, a solution was found to upgrade this extruder; by improving the case,

- for the development and drawing of a worm press in the production of plastic with the improvement of the body by installing pins in the heating zone;

- Abstracts for the development of this modernization are submitted to the patent of Ukraine for a utility model.

**Keywords:** POLYETHYLENE, SCREW EXTRUDER, LOADING HOPPER,  
SCREW, HEAD RESISTANCE

## Зміст

Вступ .....	
1 Область використання Червячного Пресу .....	
2 Загальні характеристики лінії ЛТ 63/32-20-110. ....	
3 Чіткість і довговісність вибраної машини. .	
4 Патентні дослідження. ....	
5 Охорона праці. ....	
5.1 Електробезпека. ....	
5.2. Повітря робочої зони. ....	
5.3. Виробничий шум .....	
5.4. Пожежна безпека .....	
5.5. Промислове освітлення. ....	
6 Очікуванні механіко-економічні показники. ....	
ВИСНОВКИ .....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	

					<b>ЛП72.141246.01-70ПЗ</b>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Шашков				<i>Лінія для виробництва труб з модернізацією корпусу екструдера</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Шилович						1	
Реценз.						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		
Н. Контр.								
Затверд.	Гондлях							

## ВСТУП

Завдання для дипломного проекту "Лінія для виробництва труб з модернізацією корпусу екструдера"

В Україні виробництво дермопластичних синтетичних полімерних матеріалів відбувається дуже швидко. Окрім збільшення асортименту виробництва, вдосконалюється технологія перетворення полімерів у продукти різного призначення. Тому методи екструзії є одним із найпоширеніших способів обробки полімерних матеріалів у наш час. І оздоблювальне обладнання отримує дуже широке застосування.

Новітнє обладнання та технологія виробництва полімерних напірних труб дозволяють отримати багато переваг при будівництві зовнішніх мереж (вентиляційні труби, охолоджувачі води, артезіанські свердловини, системи без тиску та різак тиску, електричні) та канали зв'язку) порівняно зі сталевими трубами, а саме:

- 50 років гарантованої безпечної експлуатації;

- Хімічна стійкість, особливо до деяких органічних розчинників;

Меса і меса сьогодні;

- висока механічна стійкість;

Гідравлічний ударний опір завдяки своїй гнучкості

- Коли рідина в трубі замерзне, не закопуйте їх, продовжуючи після струшування;

- Висока зносостійкість (у 10 разів менше, ніж у сталі) можлива для гідравлічного транспорту з використанням труб.

- Корозійна стійкість

Пластичність;

- Висока гнучкість труби дозволяє у багатьох випадках створити водонепроникну систему без компенсації.

Безперервна робота під час безперервної роботи;

Повністю когерентна внутрішня поверхня труби має низький опір навколишньому середовищу.

									Лист
									2
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ЛП72.141246.01-70ПЗ

- Зручність і швидкість при виконанні монтажних та ремонтно-будівельних робіт;
- Невисока вартість (установка коштує 30-40% у порівнянні з тими ж трубами з металу).

Отже, тема дипломного проекту відповідає вимогам категорії АА.

Дипломний проект спрямований на модернізацію корпусу екструдера, реалізацію параметричних, теплових та елементарних деталей та розрахунків потужності компонентів, а також впровадження графічних компонентів на додаток до перевірки текстурних характеристик, на яких виконуються основні етапи проектування преса: Р Загальний огляд І-63, загальний огляд преси Р-63 та її основи. Розробка Р-63 Warm Press також має такі компоненти, як технологія машинобудування та охорона праці.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

## ОБЛАСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСУ.

Основними продуктами для переробки поліетилену через полікристалічні є одинарний і два черв'ячні розширювачі, які також називають черв'ячними пресами. У деяких випадках для отримання успішних полімерів та їх похідних використовували агенти, що не містять глистів або забарвлення. Ефект Вейзенберга створив тиск на їх створення. Дискові екструдери застосовуються у випадках, коли це необхідно для забезпечення гарної якості змішування, але не вимагає високого тиску пласта. Також були розроблені комбіновані екструдери для черв'ячних дисків, які особливо ефективні, коли потрібна висока міцна якість, а наповнення оброблюваних матеріалів має відносно низьку в'язкість і досить високу гнучкість. Одиночні черв'ячні екструдери є найбільш поширеними в галузі. Майже всі полімери та їх текстури можна обробити, натискаючи на нагрівачі з акрамом. Більшість швейних матеріалів є частиною блоку як пластикові пристосування. Одномісний наповнювач подає від 3 до 20 000 кг / год.

Екструдер для переробки полімерів призначений для досягнення однорідного розплаву полімеру та вивільнення його під тиском.

Основним робочим органом екструдера є циліндр, усередині якого циркулює черв'як. Завантаження оброблюваного матеріалу здійснюється через завантажувальний пристрій, який визначається умовною реєстрацією та формою частинок оброблюваного матеріалу. Монтажний інструмент встановлений на отворі циліндра з матеріалом, який нагрівається нагрівачем. Привід Кіри, встановлений в головній ручці, приводиться в дію електричним радіолокатором та радіаційною муфтою. В процесі обробки вихідний матеріал з завантажувального пристрою надходить у черв'як і рухається в осьовому напрямку в гвинтовому каналі черв'яка, від внутрішньої поверхні циліндра матеріалу і утворюється в результаті різання черв'яка.

Коли рухомий матеріал підхоплюється, піднімається, повітря охолоджується і потрібне навантаження, наростає тиск, створюючи складний процес плавлення, за допомогою якого виготовляється інструмент.

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ЛП72.141246.01-70ПЗ

За напрямком руху матеріалу може бути обраний вибраний екструдер у екструдері для волосся: міцність (навантаження), плавлення (пластифікація) та дозування (викид).

Оброблений матеріал вітається у продовольчій зоні та зоні її плавлення та стабілізації на шляху руху. Для збільшення виробництва площа завантаження виконується великою кількістю шнекового шнекового каналу, а інструменти використовуються для штовхання екструдера.

Утилізуйте плавильний полімер, сон та повітря в зоні плавлення. Для того, щоб ефективно виконати цей процес, черв'ячний канал в області плавлення поступово зменшується до зменшеного обсягу, що, в більшості випадків, досягається зменшенням глибини каналу, фланця спіралі або обох сторін.

У дозуючій зоні корпус гомогенізується і підвищується тиск, процес якого ставить під сумнів інверсійний пристрій.

Черв'яки, діаметр яких може становити від 20 до 500 мм і вище, особливо помітні в геометрії перерізу каналу, довжині різі, ступенях, напрямку та довжині різі. Крок .

Довжина функціональних зон екструдера може змінюватися залежно від властивостей матеріалу та характеристик технології обробки.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛІНІЇ ЛТ 63/32-20-110

Таблиця 2.1-Технічна характеристика лінії

Характеристика:	Числове значення характеристики:
Продуктивність, кг/год	До 0,06
Розміри труб, м	0,012x0,00222
Зовнішній діаметр на товщину стінки	0,022x0,0022 0,022x0,0035 0,031x0,0043 0,041x0,0033 0,063x0,0058 0,089x0,0085 0,19x0,00111
Габаратний розмір лінії, м	3-5
Довжина намотувальних бухт, м:	
ширина	0,55
зовнішній діаметр	1,75;1,9;2,2
внутрішній діаметр	0,9;1;1,2
діаметр намотувальних труб	0,02-0,063
маса бухти, кг	500
Швидкість відводу труби , яка кінематично забезпечується механізмами , м/с	0,0125-0,333
Встановлена потужність електрообладнання, кВт:	185
електродвигуна	100
електронагрівачів	35

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата

ЛП72.141246.01-70ПЗ

Лист

6



## 3 ЧІТКІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ВИБРАНОЇ МАШИНИ.

### 3.1 Конструкція та принцип дії лінії

Трубопровід LT63 / 32-20-110 Трубопровід, який виготовлений з поліетилену низького та високого тиску, а також поліпропілену, який призначений зовні для нанесення зовнішнього шару античного зовнішнього шару - 110 мм.

Вихід білизни показано на рисунку 3.1.

Лінія складається з наступних основних складальних одиниць.

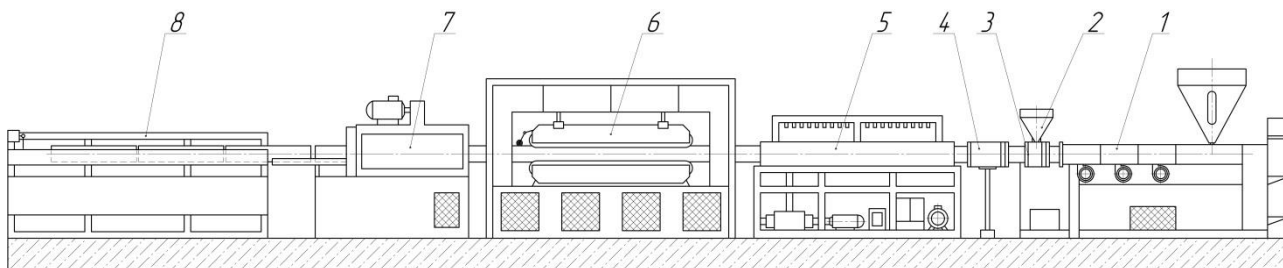
- Аварійний прес-відділення 32x25;
- Аварійний тиск 63x30;
- установка головки труби GT 20-110;
- водяна лазня;
- Драбинна машина;
- різальний верстат;
- Приймальне обладнання;
- Повний пристрій управління електроприводами та автоматикою.

Гранульований подавальний поліетилен або поліпропілен є ПЕ 63x30 та ПЕ 32x25. Тиск матеріалу для труби становить 63x30 для труби, а матеріал для антиадгезійного шару пресується в аварійних ситуаціях 32x25. У циліндрах преса матеріал пресується, наповнюється розвагами і трубами, щоб підігнати відповідні канали, де його можна видалити за допомогою згинання ливарних отворів на трубчастій основі.

З фіксуєчої головки труба потрапляє в порожній калабар, де сортується за зовнішнім діаметром, де зовнішня поверхня труби вже формується, утворюючи тверду кірку. Довговічне та вакуумне охолодження Трубопроводи виконуються амортизаційною машиною, яка потім направляється до інструменту для різання труб, де труби розрізаються на секції довжиною труби від 2 до 6 метрів.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

У цьому проекті основний поліетилен рН 63х30 є пресом для обробки, тому конструкція та реалізація його будуть розглянуті більш докладно в наступному розділі.



1 – прес черв'ячний ЧП 63х30; 2 – прес одночерв'ячний ЧП 32х25; 3 – головка трубна ГТ 20-110; 4 – пристрій калібруючий; 5 – ванна охолодження водяна; 6 – машина тягуча; 7 – машина відрізна; 8 – пристрій приймальний.

Рисунок 3.1–Схема лінії трубної ЛТ 63/32-20-110

Черв'як Emergency 32х25 використовується для безперервної обробки в однорідному розплаві термопластика до стану преса, а також для виготовлення кольорової форми смужки для її поєданого кольорового каденсу. Корпус цього преса - зона завантаження та тепловий електричний нагрівач опору трьох зон.

Установка головки Pole GT 12-110 призначена для виготовлення труб з полімерів.

Використання автомобіля для встановлення основних деталей, що входять до складу головки, дозволяє швидко і просто зняти та зняти головку.

Призначення вакуумної охолоджувальної ванни полягає у відведенні труби від іншого рукоятки для калібрування в Valley Черв'як у ванній встановлюється в ряд після преса.

Машина для волочіння використовується для витягування із спеціально побудованих труб, калібрувального інструменту, ванни з кашеміру та машини для різання трубних виробів. Після встановлення другої ванни в лінію.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Призначення різальної машини полягає в тому, щоб вирізати трубу з полімерного матеріалу на довжині різання і після того, як волочильний верстат встановлюється в лінію. Автомобіль має маятниковий тип. В якості різучого інструменту використовується обертальний ніж.

Різальний верстат Різучий інструмент працює періодично, щоб розрізати трубу від різання до довжини та до менших відрізків п довжини.

Приймальне обладнання виготовлене для прийому труб і упаковки в приводи.

### **3.1.1 Опис конструкції, основних складальних одиниць та деталей**

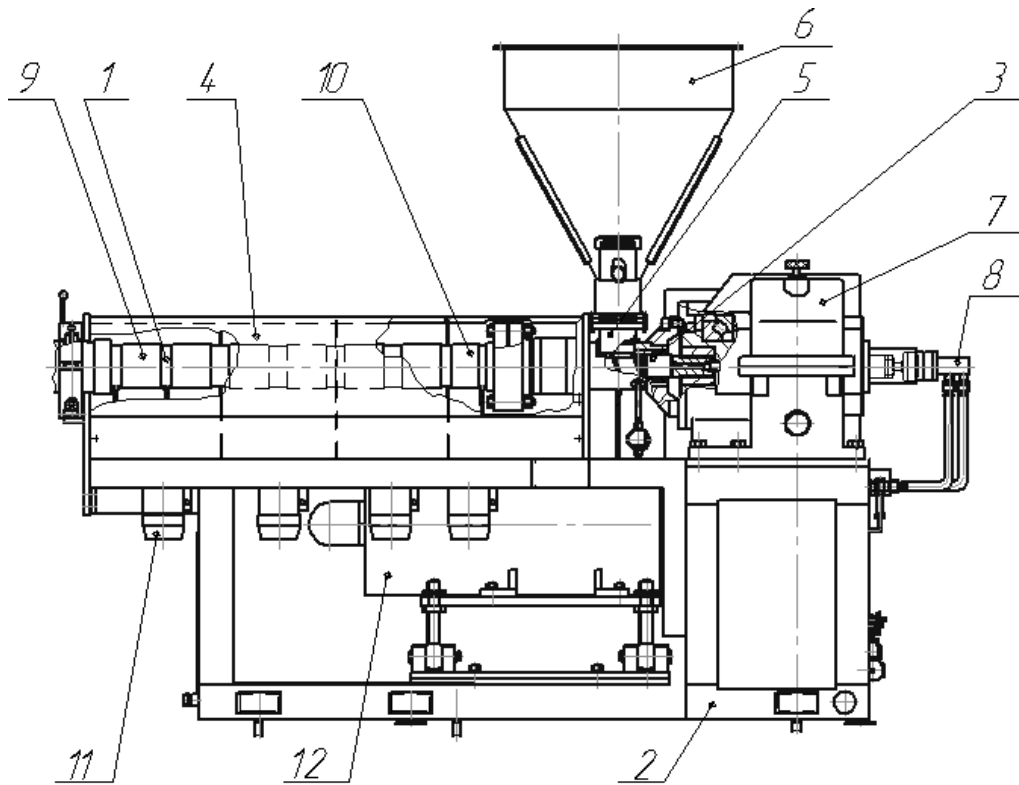
Призначення Emergency Emergency 63x30 - виробляти безперервну переробку зернистого дермопластика в гомогенізований розплав та їх комбінований викид через трубу.

Основними компонентами преса є: прес-привід, рама, бункер, корпус, черв'як, система охолодження та система опалення.

Основним робочим компресором преса є циліндричний корпус, в якому черв'як обертається. Карат, який може мати діапазон від 20 до 500 мм у діаметрі і набагато більший, це геометрія перерізу каналу, висота каналу.

Різання, крок, ступінь стиснення та кількість кроків різання.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



1 – циліндр екструдера, 2 – рама, 3 – черв'як, 4 – кожух, 5 – лійка завантажувальна, 6 – завантажувальний бункер, 7 – редуктор, 8 – пристрій охолодження черв'яка, 9, 10 – індукційні нагрівники, 11 – вентилятор, 12 – електродвигун.

Рисунок 3.1.1 — Екструдер черв'ячний ЧП-63

Призначення Emergency Emergency 63x30 - виробляти безперервну переробку гранульованого дермопластика в гомогенізований розплав та їх комбінований викид через трубу.

Основними компонентами преса є: прес-привід, рама, бункер, корпус, черв'як, система охолодження та система опалення.

Основним робочим компресором преса є циліндричний корпус, в якому черв'як обертається. Карат, який може мати діапазон від 20 до 500 мм у діаметрі і набагато більший, це геометрія перерізу каналу, висота каналу. Різання, крок, ступінь стиснення та кількість кроків різання.

По мірі циркуляції хробака матеріал передається від внутрішньої поверхні циліндра через гвинтовий канал і черв'як відсікається. Транспорт

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП72.141246.01-70ПЗ

Лист

11



Черв'ячний промінь за допомогою двостороннього з'єднання з'єднаний з перехідною втулкою блоку упорного підшипника. Цей вал з'єднаний з низькошвидкісною коробкою передач за допомогою віджимного з'єднання.

Формувальна головка з'єднана з циліндром екструдера за допомогою фланцевого з'єднання.

Включає секцію завантаження та плавлення корпусу. Всі деталі з'єднані фланцями. З іншого боку, блок радіального упорного підшипника також підключений до навантажувальної секції корпусу через фланець. На плавильній частині корпусу встановлені нагрівачі, які можна нагріти і видалити полімер. У завантажувальній частині корпусу є канали для подачі води, саме тому екструдер.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

### 3.2 Вибір матеріалів

Оскільки вимоги до потужності та надійності верстата високі відповідно до технічних рекомендацій, ми підбираємо деталі та деталі сталеві 40НН2МА (ГОСТ 9940-88) з міцністю на розрив 200 МПа та виробничою потужністю 470 МПа.

Сталеві сталі виготовляються з 40Х (ГОСТ 1050-88), які використовуються для деталізації автомобілів із підвищеними вимогами. Мийні штабелі виготовляються зі сталі (ГОСТ 380-94); Ідеальна міцність сталі не менше 470 МПа.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 ПАТЕНТНО – ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

### 4.1 Вибір та обґрунтування модернізації корпусу

В [13] наведений типовий вдосконалений екструдер.

Відомий екструдер з штифтовим циліндром, забезпечений розташованими в радіальному порядку штифтами, що заходять до стрижня шнека. Шнек має розривні витки. Кількість штифтів залежить від мети застосування. Штифти є регульованими. Екструдер дозволяє переробляти широкий спектр сумішей з різними властивостями.

Технічний результат полягає в забезпеченні стабільності переробки полімерів, забезпеченні високої продуктивності, ефективності змішування і спрямованого впливу на суміш (потік).

Переваги: виведення газів з розплаву, підвищений контроль температури по зонам процесу екструзії

Технічний результат досягається за рахунок того, що в циліндрі встановлені самоврацаючі штифти з гвинтовими наконечниками, що направляють потік суміші до внутрішньої поверхні стінки циліндра.

Шнек з розривними витками захоплює надходить через завантажувальний вікно матеріал і транспортує його до формуючої голівки, на шляху від завантаження до форми інструменту потік матеріалу обертає штифти за рахунок гвинтової нарізки на них, при цьому переробляється притискається до внутрішньої поверхні стінки циліндра, нагрівається і відчуває додаткові зсувні деформації за рахунок підвищення тиску. Завдяки температурі, тиску в циліндрі, створюваним шнеком, а так само самообертаючим штифтів з гвинтовими наконечниками при що відповідає довжині шнека вдається отримати на виході матеріал з різною ступенем девулканизации.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14



Штифти закріплені в циліндрі за допомогою притискної втулки 5, торець якої виконує функції підшипника ковзання. При русі матеріалу на нього виявляється теплове і більш ефективно механічний вплив. Матеріал рухається в сторону формуючого інструмента з подальшим отриманням профільованого екструдата.

В [14] наведена екструдер шнековий з модернізацією формуючою головки.

Технічною задачею винаходу є забезпечення можливості регулювання швидкості подачі матеріалу в зону стиснення за рахунок регулювання кута нахилу витків шнека.

Поставлена задача досягається тим, що в екструдері, що включає підшипниковий вузол, завантажувальну воронку, роз'ємні корпусу шнекової камери, привід, формующую головку, шнек з витками, витки в зоні завантаження і транспортування виконані з можливістю осьового переміщення за допомогою обертання нарізного вала приводного механізму, розташованого в тілі шнека, на якому розташовані втулки до встановлених пальцями, з'єднаними з витками шнека і здійснюють рух по напрямних, виконаним також в тілі шнека.

Недоліком даного пристрою є неможливість регулювання кута нахилу витків шнека по відношенню до осьової лінії в зоні завантаження, а отже, відсутність можливості регулювання швидкості подачі матеріалу в зону стиснення в залежно від виду матеріалу, що переробляється, що призводить до недостатнього або, навпаки, надмірного ущільнення матеріалу в зоні завантаження і, як наслідок, зниження продуктивності екструдера і якості отримуваної продукції.

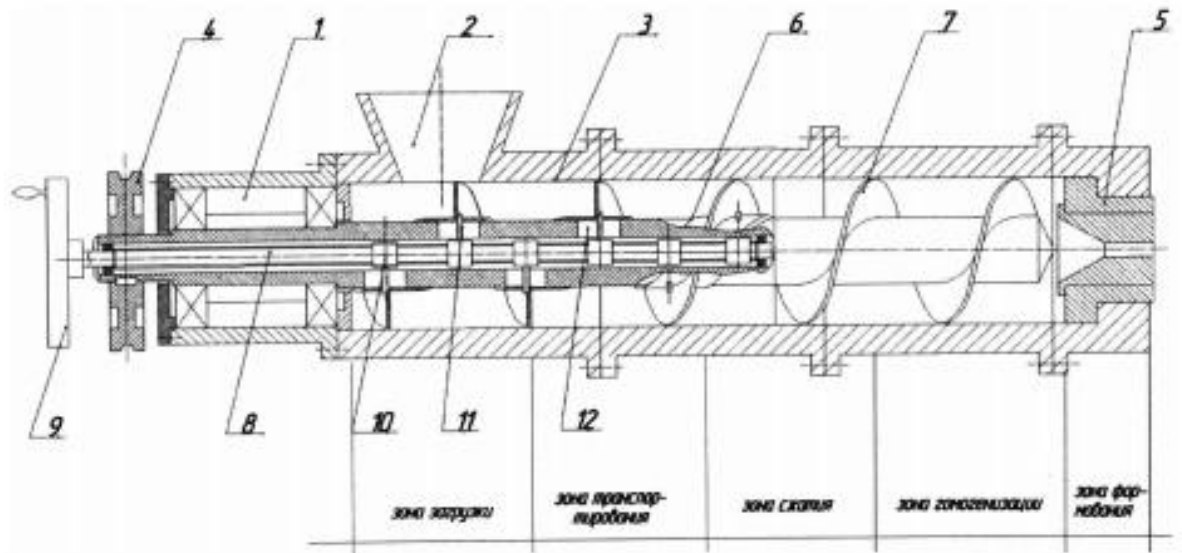


Рисунок 3.5- головка трубна

В [15] наведений екструдер для переробки та виготовлення каучуку та термопластичних мас (рис 3.6.).

Очікуваний ефект: технічний результат являється в покращенні переробки каучука, покращенням змішування.

Переваги: пристрій дозволяє підвищити якість переробки продукту за рахунок інтенсифікації процесу змішування харчової суміші в робочій камері екструдера.

Недоліки: збільшення витоків продукту при високому тиску, а отже, зниження подачі екструдера, мала продуктивність, складність при підвищених вимогах до виготовленні, складна конструкція гільзи, робота корпусу з черв'яком в одній парі, неможливість зміни черв'яка.

Технічний результат полягає в підвищенні ефективності перемішування, збільшенні подачі і полегшенні очищення корпусу.

Порівняння: обраний апарат складніший у виготовленні, покращення змішування, та зменшення продуктивності.

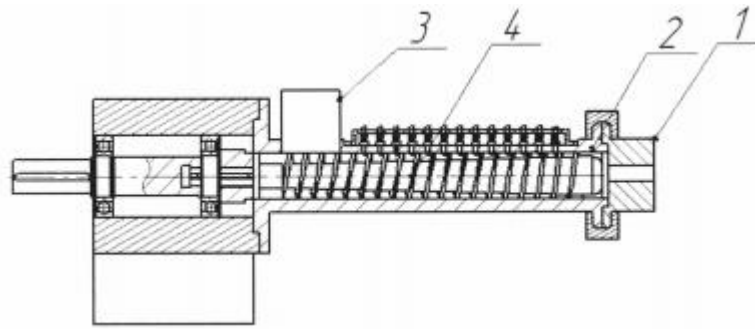


Рисунок 3.6- Екструдер для переробки та виготовлення каучуку та термопластичних мас.

#### 4.2 Обґрунтування обраних модернізацій

В результаті проведених патентних досліджень встановлено:

Майже всі корисні моделі стосуються вдосконалення корпусу екструдера та черв'ячних пресів. Всі розробки були зроблені з метою покращення виробництва черв'ячних екструдерів, підвищення якості сировини або збільшення виробництва машин.

Під час розгляду патенту було обрано наступне пояснення винаходу [15]

В ході патентного огляду обрано два описи винаходів для розгляду їх в модернізації [15]:

В [15] Винахід відноситься до полімерної техніки, а пластмасовий ямочок може бути використаний в черв'ячному пресі для переробки.

Черв'ячний екструдер для переробки полімерів, включаючи завантажувальні бункери, встановлений у стаціонарному корпусі черв'ячного черв'яка, зокрема, припускаючи, що подача житлових радіальних отворів у зоні подачі ступінчаста, з можливістю переміщення сміття. поверхня опукла до внутрішньої поверхні кутикули, нижче радіальних отворів у плетених квіткових трубочках.

До недоліків екструдованого екструдера належать труднощі в координації приводу шнекового приводу і первинного черв'яка.

Екструдер, відомий переробкою полімерних матеріалів, приєднується до бурової сітки на вакуумній ділянці для стабілізації процесу викидів на

початку зони подачі та до виробництва.

Ехтр Втрати екструдера без екструдера даються для збільшення вакуумної ємності, для більш щільного завантаження хмелю, а також для зниження здатності працювати з порошковими та гранульованими полімерними матеріалами.

Технічним результатом оцінок і винаходу цього винаходу є екструдер для переробки полімерів, який включає завантажувальний бункер; Обертвий черв'як встановлений у стаціонарному корпусі з розмірами або гвинтами, сформованими в електричному полі на внутрішній поверхні. Гранули, виготовлені на внутрішній поверхні корпусу, можуть збільшити стійкість матеріалу до руху на поверхні корпусу, збільшити виробництво в зоні подачі та збільшити тиск.

До недоліків прототипу можна віднести знижену продуктивність при роботі з полімерними матеріалами у формі порошку, а також суперечності у розмірах зелені та трубочок.

Винахід засноване на проблемі збільшення виробництва черв'ячного екструдера

Регулюючи сили опору між оброблюваним полімерним матеріалом і внутрішньою поверхнею корпусу екструдера, створюється додаткова контактна поверхня.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Роботи з охорони праці вивчатимуть можливі причини нещасних випадків, фабричні хвороби, вибухи, пожежі, безпечні умови праці для людей та заходи щодо усунення цих причин. Основним законодавством у галузі охорони праці є закон України "Про охорону праці", який був прийнятий 14 жовтня 1992 року Верховною Радою України. Цей закон визначає основні положення Основного захисту охорони здоров'я громадян в Законі про діяльність працівників, встановлюючи механізм організації охорони праці за участю відповідних державних органів щодо захисту працівників та робочого середовища. . Україна. Дотримання законодавства про охорону праці призводить до зменшення виробничого травматизму.

Відповідно до теми Дипломного проекту, кабельна промисловість забезпечила умови для безпечної роботи лінійного персоналу на лінії "Модернізація екструдерного корпусу виробництва труб", яка відповідає державним та галузевим стандартам, а також гігієнічним нормам та виконує правила.

Умови праці були науково проаналізовані для мінімізації травм м'язів, які виявили небезпечні фактори, що виникають під час роботи одношнекових екструдерних ліній для нанесення пластикової ізоляції на кабелі та дроти. Попередження та небезпечні виробничі фактори - ураження електричним струмом, небезпека пожежі, промисловий шум, промислове освітлення, небезпека повітря в робочій зоні.

Оператор знаходиться в магазині площею приміщення  $S = 100 \text{ м}^2$  та об'ємом приміщення  $V = 1200 \text{ м}^3$ . Небезпечними та небезпечними виробничими факторами для водія є ураження електричним струмом, пожежна захист, промисловий шум, промислове освітлення, небезпека повітря в робочій зоні.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

## 5.1.Електробезпека

Електричний захист захищає людей від шкідливого впливу електромагнітних полів, електричної дуги, статичних електромагнітних полів.

Оцінки ризику ураження електричним струмом приміщень приміщень, де встановлена лінія, належать до класу приміщень з найбільшим ризиком.

Через характер навколишнього середовища приміщення характеризується вологістю (приміщення містить близько 75% домашньої вологості).

Лінійна лінія використовує напругу 220/380 В з частотою 50 Гц, ми використовуємо трифазний трипровідний мережевий сепаратор. Окремі мережі надійніше захищені в ізольованому режимі під час підтягування дроту.

Електронні засоби безпеки:

А) У робочому режимі

- Забезпечені існуючі ділянки доступності (утеплення, розташування на неймовірній висоті, більше 2,5 метрів, огорожа);

- подвійна катаракта;

Наявність позначок на електронних деталях (фарбування, фарбування, вивіски);

Б) В аварійному режимі

- Ручка безпеки.

Забезпечення електронної безпеки є дуже важливим фактором у конструкції цієї лінійки пристроїв, що мінімізує смерть та травми обслуговуючого персоналу у виробничих умовах.

Ці етапи були виконані відповідно до ГОСТ 12.1.030 - 86.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5.2 Повітря робочої зони

Умови роботи на вдосконаленому екструдері та на фінішній прямій відповідають діапазону середньої ваги ГОСТ 12.1.005-88 / 98 (споживання енергії 150 ... 200 ккал / год).

Ущільнення повітря в робочій зоні залежить від кліматичних умов: температури, відносної вологості та кількості шкідливого матеріалу, що виділяється з машини під час плавлення поліетилену, окису вуглецю, негідрованого вуглецю, органічної кислоти, альдегідів та інших токсичних матеріалів .

Для прямого впливу шкідливого повітря або газу вентиляційна кришка, закрита фільтром, встановлюється під головкою черв'ячного екструдера потужністю фільтра 360 м<sup>2</sup> / год, незалежно від їх походження та місцезнаходження. Усунення ризику додатково посилюється очищенням повітря, яке відповідає вимогам СНиП 2.04.05 - 86.

## 5.3 Виробничий шум

Шум, що утворюється під час роботи екструдера та іншого обладнання на лінії, є постійним. Основними джерелами шуму під час роботи є обертання вала і черв'яка, електродвигуна, вентилятора та іншого обладнання, в якому шум досягає 90 дБА. За своєю природою шум у цьому випадку є механічним гідрогідинамічним.

Зменшення шуму досягається за рахунок поглинання шуму. Для цього обличчя з тонкими отворами і пластинами. Щоб отримати максимальний ефект від використання звукопоглинального покриття, покрийте принаймні 60% площі. Вихлопні труби насоса мають дві герметичні герметичні канали, що забезпечує ізоляцію вихлопних шумів.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Потужність звукоізоляції дверей повинна бути не менше 30 дБ.

Стіни та стіни цієї кімнати оснащені звуковою панеллю.

Для зменшення шуму обертових елементів важливо контролювати рівень масла в корпусах підшипників. Мікрофон при вимірюванні рівня звуку встановлюється на висоті 1,5-1,8 м від підлоги. Ці кроки знижують рівень шуму до 75 дБЕ, що відповідає вимогам ЛТО 3.3.6.037-99.

#### 5.4 Пожежна безпека

Під час роботи черв'ячного преса використовуються ройові кишені, а також робиться, що замість перемішування поліетилену при високих температурах  $T = 170$  СС. Тому можливими причинами пожежі можуть бути:

Порушення технічного режиму;

Несправності електрообладнання та електричної мережі;

- Куріння в неекологічних місцях.

ОНТР 24 - 86 Преси, виготовлені для ізоляції на дроті та кабелі лінії ЧП-63 типу В - легкозаймисті відповідно до меж ЛЕК-63, оскільки містять палаючі матеріали, Класи Зона Р - Іа (ПУЕ). Відповідно до СНиП 2.01.02-85 приміщення відноситься до першого ступеня вогнестійкості. Кількість поверхів не обмежена. Пожежна частина не обмежується пожежною частиною. Ширина квадратів спорожнення становить 0,9 м, що відповідає СНиП 2.04.02-85

У приміщенні встановлені пожежні крани та опалювальні печі, які будуть активовані, коли температура підвищиться до більшої міри  $T = 72$  оС.

Земля - це один із способів заощадити статичну електрику.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Основними вогнегасниками є вуглекислотні вогнегасники в кількості ОУ-3 4 шт.

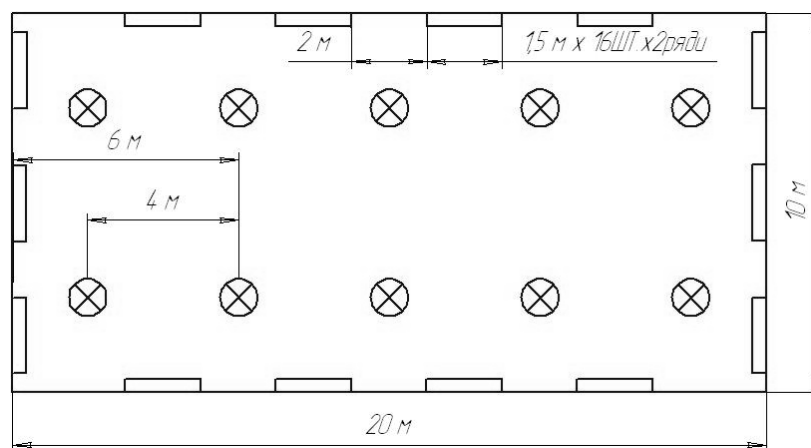
- Коробка з коробкою - 6 штук;
- пожежні гідранти - 12 шт

Черв'ячний тиск протипожежної безпеки відповідає вимогам СНиП 2.01.02-85.

### 5.5 Освітлення на робочих місцях

Природне та штучне освітлення віддається на відстань понад 6 метрів до магазину, в якому знаходиться лінія. Люмінесцентні лампи для штучного освітлення LD (80 LD); Потужність: 80 Вт; Кількість: 110 вечора Довжина: 1514,2 мм; Діаметр: 40 мм; Ефект = 300 л К) 8-12 тис. Годин). Світильники, придатні для світильників із синтетичним освітленням, - це DRL 400 (діаметр: 395 мм; висота: 552 мм; потужність: 250 дБ; кількість штук; удар = 300 лосів), що відповідає вимогам ДБНВ. Чому 25.28-2006.

Загальний чат-лаунж Вони повинні розташовуватися, забезпечуючи рівномірність, забезпечуючи стабільність, безпеку, простоту обслуговування та необхідну дисципліну (рисунок 3.1).



⊗ - лампа типу ДРЛ(10шт); - лампа типу LD 80 (світильник двохламповий); - лампа типу LD 80

Рисунок 3.1 Схема освітлення цеху

					ЛП72.141246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Створює лампи, близькі до природних за світлом. Кімната також забезпечена бічним освітленням (через отвори у зовнішніх стінах).

Цей вид роботи (загальне безперервне спостереження) природного світла КЕОН = 1,2%. Розмір чотирьох вікон 2,5х4 м. За КЕОфакгічне = 1,5 СНиП-4-79.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

## 6 ОЧІКУВАННІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Винахід відноситься до полімерної техніки, а пластмасовий ямочок може бути використаний в черв'ячному пресі для переробки.

черв'як Відомий черв'ячний прес, в якому циліндр міститься в черв'ячному циліндрі, що випускає головку. Недоліками черв'ячного преса є велика довжина і складність його конструкції. Технічною узгодженістю в оцінці є черв'ячний прес, що включає циліндр з перепускними каналами, який розташований у грілки циліндрів із допоміжними засобами та випускною головкою.

Недоліком черв'ячних пресів є те, що неможливо інтенсивніше обробляти процеси плавлення та змішування, наприклад, покращуючи якість переробленого пластику.

Метою винаходу є поліпшення якості вторинної пластмаси.

Для досягнення цього в черв'ячному пресі включені балони з перепускними каналами, допоміжні циліндри розташовані в грілці, випускні головки, допоміжні джерела розташовані в єдиному порядку, із вбудованими в них кінцевими фільтрувальними змішувачами Care Disk. Лопаті та вікна, а також одна вставка каналу для занурення перед кожним диском та вікна дискового фільтра-змішувача, які зменшені у напрямку до випромінюючої головки. Крім того, кожен обвідний канал обладнаний індивідуальним нагрівачем.

Таким чином, поєднання дискових фільтрів-змішувачів та інтегрованих обхідних каналів надає новий статус, що дозволяє Worm Press бути більш логічним.

Послідовна установка декількох таких динамічних дисків може значно зменшити черв'ячний тиск за рахунок комбінування байпасних каналів і, як наслідок, зменшення їх ваги, посилення теплообміну та плавлення розчинення.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Крім того, зменшується споживання енергії на процес наповнення у черв'ячній пресі та покращується загальний енергетичний режим черв'ячної преси.

Обране рішення дозволить зменшити розміри всієї установки, що включає виробничу лінію, підвищити якість сировини, стабілізувати тепловий баланс машини, зменшити витрату матеріалу для конструкції екструдера, що економічно ремонтувати зменшує, машинобудування та експлуатації.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

## ВИСНОВКИ

Проект трубопроводу екструдера в рамках дипломного проекту Екструдер був модернізований.

Диплом з проекту Введення в дію, призначення та сфера дії, призначення та сфера дії, 63, Специфікація технологічного процесу виробництва поліетиленових труб, тип преса та його розміщення у планах лінійних технологій, Спеціальні одиниці та деталі для надзвичайних ситуацій 63, огляд патентів, дотримання вимог праці вимоги безпеки.

Прес забезпечує продуктивність і надійність конструкції ЧП-63. Результат програми розрахунку екструдера в Кералі.

Наведена технологія виготовлення фланців, яка дозволяє регулювати процес екструзії та ступінь теплової енергії.

Патентні дослідження встановили, що надзвичайний стан р63 не є проектним рішенням, захищеним існуючими патентами.

Сучасний дизайн цього дипломного проекту - це завантажувальна горловина, що збільшує її жорсткість і зменшує крутний момент.

Монтажні креслення в проект включають: Для виготовлення трубопроводу з поліетилену типу ЛТ-63, прес-ЧП-63, черв'як, корпус, ізолюваний.

Набір специфікацій пов'язаний з кресленням

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. — Л.: Машиностроение, 1975. - 656 с.
2. К. Н. Ткачук, Д. Ф. Иванчук, Р. В. Сабарно, А.Г. Степанов. Справочник по охране труда на промышленных предприятиях — К.: Техніка, 1991.
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник. — М.: Машиностроение, 1976. - 288 с.
4. Кошарський Б.Д. Автоматичні прилади, регулятори і обчислювальні системи. — М.: Машиностроение, 1967
5. Л.Б. Радченко Переробка термопластів методом екструзії. — К.: Київ, 1999.-219с.
6. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту по розділу „Автоматизація промислових процесів” для студентів факультету хімічного машинобудування. Укл. Булгаков Б.Б., Семикіна А.Ф.—К.: КПІ, 1987
7. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів хіміко-машинобудівних спеціальностей. Укл. А.Е. Розенплентер, Т.В.Панішева—К.: КПІ.-28с.
8. Основи охорони праці. В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, Т.Б. Мельников. —Львів: Афіша, 1999.
9. Обработка металлов резанием. Справочник технолога /Під ред. А.Г. Монахова. —М.: Машиностроение. 1974.
10. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов вузов / М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. Под общ. ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 301 с., ил.
11. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. Д.Д. Рябинин, Ю.Е. Лукач. — М.: Машиностроение, 1972.—268 с.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

12. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических мас. Ю.Е. Лукач, Д.Д. Рябинин. — М.: Машиностроение, 1967.—364 с.

13.Опис винаходу до патенту. Удосконалений екструдер узбірці №2007117929/12.

14.Опис винаходу до патенту. Механічний девулканізатор безперервної дії № 2012115897/05.

15.Опис винаходу до патенту. Екструдер шнековий №2013148712/05.

16. Опис винаходу до патенту. Екструдер №2017119872.

					<i>ЛП72.141246.01-70ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						33
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

**Розрахунки**  
**до дипломного проекту**  
**на тему:**  
**«Лінія для виробництва труб з модернізацією корпусу**  
**екструдера»**

**Київ – 2021 року**

## Зміст

- 1 Параметричний розрахунок екструдера. . . . .
  - 1.1 Розрахунок геометрії черв'яка . . . . .
  - 1.2 Продуктивність екструдера при переробці пластику . . . . .
  - 1.3 Розрахунок потужності приводу екструдера . . . . .
- 2 Розрахунок головки
- 3 Розрахунок тиску, який розвиває черв'як
- 4 Розрахунок черв'яка на стійкість та міцність. . . . .
- 6 Тепловий розрахунок. . . . .
- 7 Програмний розрахунок в системі Ansys.
  - 7.1 Розрахунок міцності корпусу
  - 7.2 Розрахунок модернізації корпусу
  - 7.3 Порівняльний розрахунок
  - 7.4 Запас міцності конструкції

					<i>ЛП72.141246.02-70PP</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Екструдер трубної лінії з модернізацією корпусу</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Шашков						2	
Перевір.	Шилович							
Реценз.								
Н. Контр.								
Затверд.	Гондлях				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>			

# 1. Параметричний розрахунок черв'ячного екструдера

## 1.1 Розрахунок геометрії черв'яка

Мета: Розрахувати геометричні параметри.

Вихідні дані: діаметр касети  $D = 63$  мм, загальна довжина черв'яка  $30D$ , оброблений матеріал - поліетилен низького тиску. Визначення геометричних параметрів конструкції за літературою [11].

Робочу частину екструдера визначаємо за формулою :

$$l_{роб} = 30 \cdot D = 30 \cdot 63 = 1890 \text{ мм};$$

Зону дозування визначаємо за формулою:

$$l_{зз} = (0,4 \dots 0,7) l_p = 0,6 \cdot 1890 = 1120 \text{ мм};$$

Зону навантаження матеріалу визначаємо за формулою:

$$l_{зо} = (0,25 \dots 0,35) l_p = 0,35 \cdot 1890 = 662 \text{ мм};$$

Знаходимо довжину зони пластифікації матеріалу за формулою :

$$l_n = 0,16 \cdot l_p = 0,16 \cdot 1890 = 302 \text{ мм};$$

Крок ходу черв'яка визначаємо за формулою:

$$t = (0,8 \div 1,2) \times D = 1,0 \times 63 = 63 \text{ мм}$$

Довжину ширини виткової лінії визначаємо за формулою:

$$e = (0,08 \dots 0,12) D = 0,12 \cdot 63 = 7,6 \text{ мм}$$

Глибину різки екструдера в зоні навантаження матеріалу :

$$h_1 = h_n = (0,1 \dots 0,16) D = 0,13 \cdot 63 = 8,5 \text{ мм};$$

					<i>ЛП72.141246.02-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

## Продуктивність екструдера при переробці пластику

Мета: Визначити максимальний оптичний вихід преса при обробці поліетилену.

Вихідні дані:

Номинальне значення оберту черв'яка	$N = 2,67 \frac{\text{об}}{\text{с}}$
Зовнішній діаметр черв'яка	$D = 0,063 \text{ м}$
Крок черв'яка	$T = 0,06 \text{ м}$
Ширина витка	$E = 0,007 \text{ м}$
Значення заходу черв'яка	$I = 1$
Значення сердечнику черв'яка в зоні завантаження	$D_1 = 0,046 \text{ м}$
Глибина гвинтового каналу в зоні завантаження	$H_1 = 0,0085 \text{ м}$
Глибина гвинтового каналу в зоні дозування	$H_2 = 0,003 \text{ м}$
Середня глибина канавки витка черв'яка.	$H = 0,00575 \text{ м}$
Довжина зони дозування черв'яка	$L_H = 1,12 \text{ м}$

Матеріал – поліетилен

Розрахунок проведено згідно [11].

Продуктивність машини визначається наступною формулою:

$$Q = 60 \cdot V_{cp} \cdot N \cdot I \cdot \rho \cdot \beta,$$

де  $\rho = 0,94 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  - густина поліетилену,

$\beta = 0,2$  – коефіцієнт заповнення між витками [2],

$V_{cp}$  - середній об'єм простору між двома нитками однозаходового черв'яка і визначається за формулою:

$$V_{cp} = \frac{V_H + V_K}{2},$$

Де,  $V_H$  - об'єм несучого світлового каналу, який приблизно на один крок ближче до завантажувальної поліетиленової завантажувальної воронки:

$$V_H = \frac{\pi \cdot (D^2 - D_1^2)}{4} \cdot (T - E) = \frac{3,14 \cdot (0,063^2 - 0,046^2)}{4} \cdot (0,063 - 0,007) = 81,46 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$V_K$  - обсяг спірального каналу червяка, який відноситься до кроку ближче до голови:

$$V_K = \frac{\pi \cdot (D^2 - D_2^2)}{4} \cdot (T - E) = \frac{3,14 \cdot (0,063^2 - 0,057^2)}{4} \cdot (0,063 - 0,007) = 31,65 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

$$V_{cp} = \frac{V_H + V_K}{2} = \frac{81,46 + 31,65}{2} \cdot 10^{-6} = 56,455 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Степінь стиснення:

$$K = \frac{V_H}{V_K} = \frac{81,46 \cdot 10^{-6}}{31,65 \cdot 10^{-6}} = 2,57$$

Розрахункова продуктивність машини:

$$Q = 60 \cdot V_{cp} \cdot N \cdot I \cdot \rho \cdot \beta = 60 \cdot 56,455 \cdot 10^{-6} \cdot 160 \cdot 0,94 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 1 = 101 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Продуктивність машини згідно технічної мети:

$$Q = 90 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Повна продуктивність черв'яка зі змінною глибиною сердечника:

$$Q = \alpha_2 \cdot N - \frac{\beta_2 + \gamma_2}{\mu_{ef}} + P,$$

де  $\alpha_2$  - коефіцієнт потоку нагнітання:

$$\alpha_2 = \frac{\pi^3 \cdot (T - T \cdot E) \cdot \sigma}{A + T^2 \cdot B},$$

$$\sigma = 1 - \frac{6,9 \cdot D}{2 \cdot [H_H - H_2]} \cdot \lg \frac{H_H}{H_2} + \frac{D^2}{2 \cdot H_H \cdot H_2} = 1 - \frac{6,9 \cdot 0,063}{2 \cdot [0,00575 - 0,003]} \cdot \lg \frac{0,00575}{0,003} + \frac{0,063^2}{2 \cdot 0,00575 \cdot 0,003} = 93,75$$

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЛП72.141246.02-70PP				

$$H_H = H_1 - [H_1 - H_2] \cdot 0,5 = 0,0085 - [0,0085 - 0,0003] \cdot 0,5 = 0,00575 \text{ м},$$

де  $A, B$  - Числа, що характеризують конструкцію ключа зі змінними ядрами і визначаються за формулою.:

$$A = \frac{\pi^2}{H_H \cdot H_2} \cdot \left[ \frac{D \cdot (H_H + H_2)}{2 \cdot H_2 \cdot H_H} - 1 \right] = \frac{3,14^2}{0,00575 \cdot 0,0003} \cdot \left( \frac{0,063 \cdot (0,00575 + 0,0003)}{2 \cdot 0,00575 \cdot 0,0003} - 1 \right) = 486,5$$

$$B = \frac{2,3}{(H_H - H_2) \cdot D^3} \cdot \lg \left( \frac{H_H \cdot (D + D_2)}{H_2 \cdot (D + D_1)} \right) + \frac{2 \cdot H_2 \cdot H_H + (H_H + H_2) \cdot D}{2 \cdot D^2 \cdot H_H^2} =$$

$$\frac{2,3}{(0,0085 - 0,0003) \cdot 0,063^3} \cdot \lg \left( \frac{0,0085 \cdot (0,063 + 0,057)}{0,0003 \cdot (0,063 + 0,046)} \right) +$$

$$+ \frac{2 \cdot 0,0003 \cdot 0,0085 + (0,0085 + 0,0003) \cdot 0,063}{2 \cdot 0,063^2 \cdot 0,0085^2} = 0,1357$$

Отже, коефіцієнт потоку нагнітання, дорівнює:

$$\alpha_2 = \frac{\pi^3 \cdot (T - T \cdot E) \cdot \sigma}{A + T^2 \cdot B} = \frac{3,14^3 \cdot (0,063 - 0,063 \cdot 0,007) \cdot 93,75}{486,5 + 0,063^2 \cdot 0,1357} = 33$$

Коефіцієнт протипотоку  $\beta_2$  визначається за формулою:

$$\beta_2 = \frac{\pi \cdot (I - I \cdot E)}{12 \cdot L_H \cdot (A + I^2 \cdot B)} = \frac{3,14 \cdot (0,06 - 0,06 \cdot 0,0007)}{12 \cdot 1,12 \cdot (486,5 + 0,063^2 \cdot 0,1357)} = 0,00015$$

Коефіцієнт потоку втрат  $\gamma_2$  визначається:

$$\gamma_2 = \frac{\pi \cdot D \cdot \Delta^3 \cdot I^2}{10 \cdot E \cdot L_H \cdot (\pi \cdot D^2 + I^2) \cdot 0,5} = \frac{3,14 \cdot 0,063 \cdot 0,00015^3 \cdot 0,006^2}{10 \cdot 0,007 \cdot 1,12 \cdot (3,14 \cdot 0,063^2 + 0,006^2) \cdot 0,5} = 0,38 \cdot 10^{-13} \text{ м}^3$$

де  $\Delta = 0,00015 \text{ м}$  - величина радіального зазору,

$\mu_{ef} = 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}}{\text{см}^2}$  - Кількість динамічних в'язкостей визначали з

таблиць з точки зору швидкості близькості, а саме градієнта швидкості.:

$$\left( \frac{DV}{DX} \right) = 3,38 \cdot \frac{V}{H} = 3,38 \cdot \frac{52,75}{0,575} = 310,$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						6
ЛП72.141246.02-70PP										

$$\text{де } V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{60} = \frac{3,14 \cdot 0,063 \cdot 160}{60} = 0,5275 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{Швидкість обертання}$$

червяка до його зовнішнього діаметра.

Таким чином, максимальна оптична ефективність агрегації із змінною глибиною основи дорівнює:

$$Q = \alpha_2 \cdot N - \frac{\beta_2 + \gamma_2}{\mu_{ef}} + P = 33 \cdot 160 - \frac{0,00015 + 0,38 \cdot 10^{-7}}{35 \cdot 10^{-3}} + 75 = 290 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Повна продуктивність  $Q = 0,08 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ , Тому машинні роботи виконуються на технічних роботах.

					<i>ЛП72.141246.02-70PP</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

### 1.3 Розрахунок потужності приводу екструдера

1.4

Мета: визначити потужність, яка використовується для обробки поліетилену.

Вихідні дані:

Масова продуктивність машини	$G = 0,08 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$
Об'ємна витрата розплаву поліетилену	$V = 87 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$
Тиск в пресі	$P_2 = 75 \cdot 10^6 \text{ МПа}$
Температура матеріалу, що завантажується	$T_1 = 20^\circ\text{C} = 293\text{K}$
Температура стінки	$T_u = 250^\circ\text{C} = 523\text{K}$
Температура плавлення розплаву	$T_{пл} = 200^\circ\text{C} = 473\text{K}$
Діаметр сердечника черв'яка на початку зони дозування	$D_H = 0,046\text{м}$
Діаметр сердечника черв'яка в кінці зони дозування	$D_3 = 0,057\text{м}$
Глибина каналу на початку зони дозування	$H_H = 0,0085\text{м}$
Глибина каналу в кінці зони дозування	$H_3 = 0,003\text{м}$
Середнє значення глибини нарізки в зоні подачі	$H_{1cp} = 0,005\text{м}$
Довжина зони гранулювання черв'яка	$L_2 = 1,2\text{м}$

Розрахунок проведено згідно [11].

Корисна потужність, яка споживається в черв'ячній машині на переробку матеріалу[11]:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_2,$$

де  $N_1$  - відносно мала потужність якою ми нехтуємо.

$N_2 = N_2' + N_2''$  - потужність у зоні розплаву.

$N_2'$  - потужність, яка споживається на різницю між силовим циліндром

та площею поверхні на тертя та втрату енергії,

$N_2''$  - потужність, яка споживається у зазорі між гребенем та циліндром витка.

$$N_2' = \mu_{ef} \cdot \Delta W_{np}^2 \cdot \frac{T - T \cdot E}{2 \cdot \Delta O \cdot \operatorname{tg} \varphi} \cdot L_2,$$

де  $\Delta W_{np}$  - Швидкість руху пробки твердої фази циліндра вздовж стінки циліндра:

$$\Delta W_{np} = ((\pi \cdot D \cdot N - W_{np} \cdot \cos \varphi)^2 + (W_{np} \cdot \sin \varphi)^2)^{0,5} =$$

$$((3,14 \cdot 0,06 \cdot 2,66 - 0,21 \cdot 0,952846)^2 + (0,21 \cdot 0,307478)^2)^{0,5} = 0,247 \frac{m}{c},$$

$$\text{де } W_{np} = \frac{G}{\rho_H \cdot B \cdot H_{1cp}} = \frac{0,08}{800 \cdot 0,0556 \cdot 0,0085} = 0,21,$$

$$\rho_H = 800 \frac{kg}{m^3} - \text{насипна густина матеріалу,}$$

$B$  - ширина гвинтового каналу:

$$B = \frac{I - E}{I \cdot \cos \varphi} = \frac{0,06 - 0,07}{0,06 \cdot \cos(17^\circ 40')} = 0,0556 m,$$

де  $\varphi = 17^\circ 40'$  - кут підйому витка

Ефективна в'язкість визначається середньою температурою

Шар стінки та середня швидкість:

$$T_{cm} = \frac{T_u + T_{nl}}{2} = \frac{250 + 200}{2} = 225^\circ C = 498 K,$$

де  $\gamma = \frac{\Delta W_{np}}{\Delta O}$  - середній градієнт швидкості,

$$\Delta O = \frac{2 \cdot (I - E)}{\rho_H \cdot W_{np} \cdot \sin \varphi} \cdot \phi - \text{товщина шару розплаву над пробкою}$$

матеріалу в міжвитковому просторі,

Параметр  $\phi$  визначається:

$$\phi = \frac{\lambda \cdot (T_u - T_{nl})}{C_T \cdot (T_{nl} - T_1) + r_{nl}} = \frac{0,17 \cdot (250 - 200)}{1,29 \cdot (200 - 20)} = 0,0366,$$

де  $\lambda = 0,17 \frac{Wm}{m^2 \cdot ^\circ K}$  - теплопровідність розплаву поліетилену,

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЛП72.141246.02-70PP				

$C_m = 1,29 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$  - питома теплоємність твердої фази поліетилену,

Величиною  $r_{nl}$  нехтуємо.

Визначаємо величину  $\Delta O$ :

$$\Delta O = \frac{2 \cdot (I - E)}{\rho_H \cdot W_{np} \cdot \sin \varphi} \cdot \phi = \frac{2 \cdot (0,06 - 0,007)}{800 \cdot 0,21 \cdot 0,303478} \cdot 0,0366 = 0,000076 \text{ м}$$

Середній градієнт швидкості:

$$\gamma = \frac{\Delta W_{np}}{\Delta O} = \frac{0,247}{0,000076} = 3246 \text{ с}^{-1}$$

Отже, потужність  $N_2'$ , яка споживається на тертя у зазорі між циліндром і поверхнею пробки твердого тіла, дорівнює:

$$N_2' = \mu_{ef} \cdot \Delta W_{np}^2 \cdot \frac{T - T \cdot E}{2 \cdot \Delta O \cdot \text{tg} \varphi} \cdot L_2 = 100 \cdot 0,247^2 \cdot \frac{0,06 - 0,007}{2 \cdot 0,000076 \cdot 0,318471} \cdot 1,12 = 7481 \text{ Вт}$$

Визначаємо потужність  $N_2''$ , яка витрачається в зазорі  $\Delta$  між циліндром і гребенем витка:

$$N_2'' = \mu_{ef} \cdot I \cdot E \cdot L_2 \cdot \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot N^2}{\Delta \cdot \text{tg} \varphi} = 100 \cdot 1 \cdot 0,007 \cdot 1,12 \cdot \frac{3,14^2 \cdot 0,63^2 \cdot 2,66^2}{0,00015 \cdot 0,318471} = 4544 \text{ Вт}$$

Електроенергія витрачається в зоні дозування на збільшення тертя в каналі перуки та на різницю між дефектами циліндра та черв'ячної катушки.

В зоні каналу втрачається електроенергія:

$$N_3' = \mu_{ef} \cdot N^2 \cdot \frac{\pi^3 \cdot (T - I \cdot E) \cdot L_2 \cdot \theta_2}{T}$$

Коефіцієнт  $\theta$  визначається за формулою:

$$\theta = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4T^2}{\pi^2} + \frac{[D + D_3]^3 + [D + D_H]^3}{3(D_3 - D_H)} + \frac{2,3\pi^2 \cdot D^5}{(T^2 + \pi^2 \cdot D^2) \cdot [H_H - H_3]} = \frac{3,14^2 \cdot 0,063^2 - 4 \cdot 0,063^2}{3,14^2} + \frac{(0,063 + 0,057)^3 - (0,063 + 0,046)^3}{3(0,057 - 0,046)} + \frac{2,3 \cdot 3,14^2 \cdot 0,063^5}{(0,06^2 + 3,14^2 \cdot 0,063^2) \cdot (0,0085 - 0,003)} = 0,111$$

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЛП72.141246.02-70PP				

Тоді потужність  $N_3'$ :

$$N_3' = 0,111 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 2,66^2 \cdot \frac{3,14^3 \cdot (0,06 - 1 \cdot 0,007) \cdot 1,12}{0,06} = 2406 \text{ Вт}$$

Потужність, яка втрачається в зазорі на довжині зони дозування:

$$N_3'' = \mu_{ef} \cdot I \cdot E \cdot L_2 \cdot \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot N^2}{\Delta \cdot \text{tg} \varphi} = 100 \cdot 1 \cdot 0,007 \cdot 1,12 \cdot \frac{3,14^2 \cdot 0,63^2 \cdot 2,66^2}{0,00015 \cdot 0,318471} = 4544 \text{ Вт}$$

Потужність, яка втрачається в каналі формувальної головки:

$$N_2 = V \cdot P_2 = 87 \cdot 10^{-6} \cdot 75 \cdot 10^6 = 6525 \text{ Вт} = 6,52 \text{ кВт},$$

Загальні втрати потужності в черв'ячній машині складають:

$$N_{\text{інд}} = N_2' + N_2'' + N_3' + N_3'' + N_2 = 7,48 + 4,54 + 2,4 + 4,54 + 6,52 = 25,5 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигуна приводу машини :

$$N_H = \frac{N}{\varepsilon} = \frac{25,5}{0,7} = 36,4 \text{ кВт},$$

де  $\varepsilon = 0,4 \dots 0,8$  - коефіцієнт, який враховує втрати енергії в приводі черв'ячної машини.

Встановлено двигун потужністю  $N = 37 \text{ кВт}$ .

					<i>ЛП72.141246.02-70PP</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

## 2. Розрахунок головки

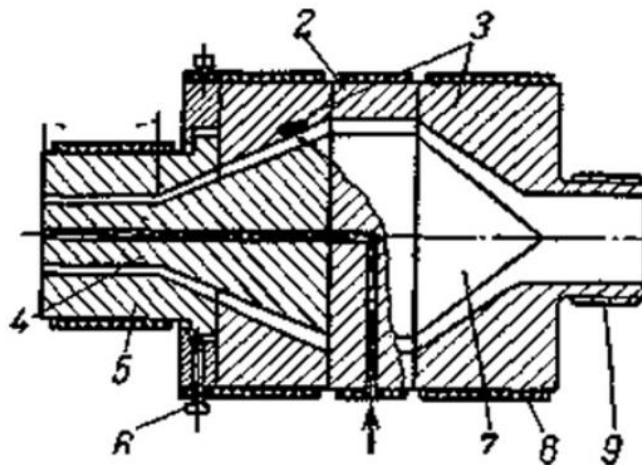
Мета: розрахунок і визначення цих розмірів і тисків напорів для забезпечення максимальної продуктивності.

Вихідні дані:

Відстань ділянки каналу	$R_H = 0,019 м$
Внутрішній радіус каналу	$R_{\epsilon} = 0,015 м$
Відстань ділянки щілини	$L_2 = 0,015 м$
Радіус на вході матеріалу у щілину	$R_0 = 0,017 м$
Радіус на виході матеріалу у щілину	$R_1 = 0,01125 м$
Висота щілини на вході матеріалу у щілину	$\Delta_1 = 0,004 м$
Висота щілини на виході матеріалу у щілини	$\Delta_2 = 0,0025 м$
Довжина ділянки конічної частини	$L_3 = 0,024 м$
Радіус круга на вході матеріалу у щілину	$R_2 = 0,01125 м$
Радіус круга на виході матеріалу зі щілини	$R_3 = 0,0065 м$
Висота щілини на вході	$\Delta_3 = 0,0025 м$
Висота щілини на виході	$\Delta_4 = 0,005 м$
Діаметр циліндричного каналу	$D_4 = 0,009 м$
Відстань циліндричного каналу	$L_4 = 0,008 м$
Об'ємна продуктивність розплаву поліетилену	$Q_1 = 24,8 \cdot 10^{-6} \frac{м^3}{с}$
Об'ємна продуктивність розплаву	$Q_2 = 28 \cdot 10^{-6} \frac{м^3}{с}$

Розрахунок проведено згідно [11].

Розрахункову схему приведено на рисунку 4.5



- 1 — зона „успокоения” потока;
- 2 — дорнодержатель;
- 3 — корпус;
- 4 — дорн; J - мундштук;
- 6 — центрирующий винт;
- 7 — головка дорна;
- 8 — нагреватель;
- 9 — резьба для присоединения головки к экструдеру

Рисунок 4.5- Схема головки для экструзии труб

Профиль головы слід розглядати як профіль, що складається з простих форматних каналів. Тоді можна розрахувати всю фігуру геометричної фігури для всієї голови, підсумовуючи опір окремих компонентів передачі складного профілю рівнянню:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_n}}$$

У цьому випадку матеріал проходить через головку, яка може бути представлена головкою, що складається з таких каналів: 2-циліндровий і 2-конічний.

Коеф. геометричної форми кільцевого каналу:

$$K_1 = \frac{\pi}{B \cdot L_1} \cdot \left( R_H^4 - R_B^4 - \frac{(R_H^2 - R_B^2)^2}{2,3 \cdot \lg \frac{R_H}{R_B}} \right) = \frac{3,14}{0,08 \cdot 0,003} \cdot \left( 0,019^4 - 0,015^4 - \frac{(0,019^2 - 0,015^2)^2}{2,3 \cdot \lg \frac{0,019}{0,015}} \right) = 0,111 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3,$$

Геометрична форма конічного кільцевого каналу з дрібним конічним силуетом (переріз 2):

$$K_2 = \frac{\pi \cdot (R_0 \cdot \Delta_2 - R_1 \cdot \Delta_1)}{6 \cdot L_2 \cdot M_2} = \frac{3,14 \cdot (0,017 \cdot 0,0025 - 0,01125 \cdot 0,004)}{6 \cdot 0,015 \cdot (-8,957)} = 0,9 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$$

де  $M_2$  - коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$M_2 = \frac{2,3 \cdot (R_0 - R_1)^2}{[R_0 \cdot \Delta_2 - R_1 \cdot \Delta_1]^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \Delta_2}{R_1 \cdot \Delta_1} - \frac{(R_0 - R_1) \cdot (\Delta_1 - \Delta_2)}{(R_0 \cdot \Delta_2 - R_1 \cdot \Delta_1) \cdot \Delta_1 \cdot \Delta_2} - \frac{\Delta_1^2 - \Delta_2^2}{2 \cdot \Delta_1^2 \cdot \Delta_2^2} =$$

$$\frac{2,3 \cdot (1,7 - 1,125)^2}{(1,7 \cdot 0,25 - 1,125 \cdot 0,4)^2} \cdot \lg \frac{1,7 \cdot 0,25}{1,125 \cdot 0,4} - \frac{(1,7 - 1,125) \cdot (0,4 - 0,25)}{(1,7 \cdot 0,25 - 1,125 \cdot 0,4) \cdot 0,4 \cdot 0,25} -$$

$$\frac{0,4^2 - 0,25^2}{2 \cdot 0,4^2 \cdot 0,25^2} = -8,957$$

Геометрична форма конічного кільцевого каналу з вдосконалим конічним силуетом (розділ 3):

$$K_3 = \frac{\pi \cdot (R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3)}{6 \cdot L_3 \cdot M_3} = \frac{3,14 \cdot (0,01125 \cdot 0,005 - 0,0065 \cdot 0,0025)}{6 \cdot 0,024 \cdot 5,37} = 0,16 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

де  $M_3$  - коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$M_3 = \frac{2,3 \cdot (R_2 - R_3)^2}{[R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3]^2} \cdot \lg \frac{R_2 \cdot \Delta_4}{R_3 \cdot \Delta_3} - \frac{(R_2 - R_3) \cdot (\Delta_4 - \Delta_3)}{(R_2 \cdot \Delta_4 - R_3 \cdot \Delta_3) \cdot \Delta_3 \cdot \Delta_4} - \frac{\Delta_3^2 - \Delta_4^2}{2 \cdot \Delta_3^2 \cdot \Delta_4^2} =$$

$$\frac{2,3 \cdot (1,125 - 0,65)^2}{(1,125 \cdot 0,5 - 0,65 \cdot 0,25)^2} \cdot \lg \frac{1,125 \cdot 0,5}{0,65 \cdot 0,25} - \frac{(1,125 - 0,65) \cdot (0,25 - 0,5)}{(1,125 \cdot 0,25 - 0,65 \cdot 0,5) \cdot 0,25 \cdot 0,5} -$$

$$\frac{0,25^2 - 0,5^2}{2 \cdot 0,5^2 \cdot 0,25^2} = 5,37$$

Кількість геометричних фігур круглого циліндричного швелера (4 секції):

$$K_4 = \frac{\pi \cdot D^4}{128 \cdot L_4} = \frac{3,14 \cdot 0,009^4}{128 \cdot 0,008} = 0,2 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3$$

Загальний коефіцієнт геометричної форми для всієї головки:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_n}} = \frac{1}{\frac{1}{0,111 \cdot 10^{-6}} + \frac{1}{0,9 \cdot 10^{-9}} + \frac{1}{0,16 \cdot 10^{-7}} + \frac{1}{0,2 \cdot 10^{-7}}} = 4,31 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3,$$

Визначимо тиск у головці при переробці поліетилену:

$$\Delta P = \frac{Q_1 \mu_1}{K} = \frac{28 \cdot 10^{-6} \cdot 2400}{4,31 \cdot 10^{-9}} = 15,59 \text{ МПа},$$

де  $\mu_1 = 2400$  Па с - динамічна в'язкість розплаву поліетилену .

Висновок: розрахунковий тиск в головці дорівнює 15,59МПа.

										Лист
										14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ЛП72.141246.02-70PP

### 3. Розрахунок тиску, який розвиває черв'як

Мета: визначити тиск, який розвиває черв'як.

Вихідні дані:

Встановлена потужність  $N = 37 \text{ кВт}$

Максимальне число обертів черв'яка  $N_1 = 2,67 \frac{\text{об}}{\text{с}}$

Зовнішній діаметр черв'яка  $D = 0,063 \text{ м}$

Внутрішній діаметр черв'яка  $D_g = 0,057 \text{ м}$

ККД приводу преса ЧП-63  $\eta = 0,8$

Розрахунок проведено згідно [11], програма розрахунку приведена в додатку Б.

Питомий тиск, який розвиває черв'як:

$$P = \frac{P_z}{F} = \frac{P_z}{\pi \cdot (R^2 - R_g^2)} = \frac{42800}{3,14 \cdot (0,0315^2 - 0,0285^2)} = 75 \text{ МПа},$$

Приймаємо розрахунковий тиск рівним  $P = 75 \text{ МПа}$ .

					<i>ЛП72.141246.02-70PP</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

#### 4. Розрахунок черв'яка на стійкість та міцність

Мета: перевірити черв'як на стійкість та міцність

Вихідні дані:

Потужність, яка споживається черв'яком  $N = 37 \text{ кВт}$ ,

Швидкість обертання черв'яка  $n = 160 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$ ,

Довжина робочої частини черв'яка  $L = 1,56 \text{ м}$ ,

Допустиме напруження розтягу для Сталь 40ХН2МА  $[\sigma]_p = 200 \text{ МПа}$

Розрахунок проведено згідно [5].

Червяк піддається дії осьової сили, яка надходить у гвинтовий канал до червяка, та сили, що стискає перед головою.

Крутний момент, який діє на черв'як:

$$M_{кр} = \frac{9550 \cdot N}{n} = \frac{9550 \cdot 37}{160} = 2208 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Для визначення розрахункової схеми перевіримо черв'як на гнучкість:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot L}{I},$$

де  $\lambda$  - гнучкість черв'яка;

$\mu = 2$  – коефіцієнт, який залежить від способу закріплення кінців валу

[10].

$I$  - радіус інерції перерізу черв'яка, який визначається за формулою:

$$I = \sqrt{\left(\frac{I_{\min}}{F}\right)},$$

де  $I_{\min}$  - момент інерції поперечного перерізу черв'яка, визначений за формулою:

$$I_{\min} = \frac{\pi \cdot (D_{\min}^4 - D_{\text{отв}}^4)}{64} = \frac{3,14 \cdot (0,046^4 - 0,022^4)}{64} = 0,000000208 \text{ м}^4 = 0,208 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$$

де  $F$  - площа поперечного перерізу черв'яка, визначена за формулою:

					<i>ЛП72.141246.02-70PP</i>	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$F = \frac{\pi \cdot (D_{\min}^2 - D_{\text{отв}}^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,046^2 - 0,022^2)}{4} = 0,00128 \text{ м}^2$$

Далі знаходимо радіус інерції:

$$I = \sqrt{\left(\frac{I_{\min}}{F}\right)} = \sqrt{\left(\frac{0,208 \cdot 10^{-6}}{0,00128}\right)} = 0,0127 \text{ м}$$

Гнучкість черв'яка:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot L}{I} = \frac{2 \cdot 1,56}{0,0127} = 244$$

Критична сила:

$$P_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{\min}}{4 \cdot L^2} = \frac{3,14^2 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 20,8}{4 \cdot 1,56^2} = 44240 \text{ Н}$$

Отже,  $P_{kr} > P$

Умова стійкості черв'яка:

$$\sigma_{сж} \leq [\sigma]_y,$$

$$\text{де } \sigma_{сж} = \frac{P}{F_{\min}} = \frac{42800}{0,00128} = 33,4 \text{ МПа}$$

Допустиме напруження на стійкість :

$$[\sigma]_y = \varphi \cdot [\sigma]$$

де  $\varphi = 0,76$  - коефіцієнт зниження напружень,

$[\sigma]$  - основне допустиме напруження, знайдене за формулою:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_d}{n_y} = \frac{1000 \cdot 0,76}{2} = 380 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{сж} < [\sigma]_y$$

Умова стійкості виконується.

Максимальний згинаючий момент:

$$M_{\max} = \frac{Q_1 \cdot L^2}{2} = \frac{Q \cdot L}{2} = \frac{38 \cdot 1,755}{2} = 66,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент опору перерізу черв'яка по сердечнику:

					<i>ЛП72.141246.02-70PP</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

$$W = \frac{\pi \cdot (D^4 - D_1^4)}{32 \cdot D} = \frac{3,14 \cdot (0,046^4 - 0,0022^4)}{32 \cdot 0,046} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

Напруження згину:

$$\sigma_u = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{66,7}{9 \cdot 10^{-6}} = 73,7 \text{ МПа}$$

Еквівалентне напруження:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sigma_{\text{сж}} + \sigma_u = 73,7 + 33,4 = 107 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{екв}} < [\sigma]_p$$

$$107 \text{ МПа} < 200 \text{ МПа}$$

Умова міцності виконується. Черв'як з даною геометрією підходить заміцністю та стійкістю.

					<i>ЛП72.141246.02-70PP</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

## 5. Тепловий розрахунок

Мета: визначити кількість тепла, яке повинно подаватися до електронагрівачів.

Вихідні дані:

Потужність, встановлена електродвигуном  $N = 37 \text{ кВт}$

Продуктивність по поліетилену  $G_M = 100 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$

Початкова температура матеріалу  $T_n = 20^\circ\text{C} = 293\text{K}$

Кінцева температура матеріалу  $T_k = 180^\circ\text{C} = 453\text{K}$

Температура поверхні кожуха  $T_{\text{кож}} = 45^\circ\text{C} = 318\text{K}$

Температура повітря  $T_v = 20^\circ\text{C} = 293\text{K}$

Ширина теплообмінної поверхні  $B = 0,23 \text{ м}$

Довжина теплообмінної поверхні  $L = 1,382 \text{ м}$

ККД приводу преса  $\eta_1 = 0,6$

ККД електродвигуна.  $\eta_2 = 0,9$

Тепловий баланс преса:

$$Q_n + Q_{q1} = G_M \cdot C_M \cdot (T_k - T_n) + Q_{\text{втр}},$$

де  $Q_N$  - кількість тепла, яке виділяється при використанні потужності і визначене:

$$Q_n = 860 \cdot N \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 860 \cdot 37 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 17183 \frac{\text{ккал}}{\text{год}} = 23,4 \text{ кВт},$$

$Q_{\text{втр}}$  - втрати тепла в оточуюче середовище:

$$Q_{\text{втр}} = Q_K + Q_{\text{випр}},$$

де  $Q_K$  - втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією:

$$Q_K = \alpha_K \cdot F \cdot (T_{\text{кож}} - T_v),$$

де  $F$  - теплообмінна поверхня преса:

$$F = B \cdot L = 0,23 \cdot 1,382 = 0,318 \text{ м}^2$$

де  $\alpha_K$  - коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче

					ЛП72.141246.02-70PP	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

середовище, визначений за формулою:

$$\alpha_k = \frac{Nu \cdot \lambda_M}{H}$$

де  $Nu$  - критерій Нуссельта,

$\lambda_M$  - коефіцієнт теплопровідності при середній температурі,

Критерій Нуссельта визначається за формулою:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)_m^n,$$

де  $Gr$  - критерій Грасгофа, визначений за формулою:

$$Gr = \frac{\beta \cdot B^3 \cdot g \cdot \Delta T}{\mu^2}$$

Розрахункова температура:

$$T_P = \frac{T_{КОЖ} + T_v}{2} = \frac{45 + 20}{2} = 32,5^\circ C = 305,5 K$$

Знаходимо значення теплофізичних параметрів та критерієв подібності при розрахунковій температурі:

$$\lambda_M = 9,6 \frac{Дж}{м \cdot год \cdot ^\circ C} - \text{коефіцієнт теплопровідності};$$

$$\nu_M = 16,48 \cdot 10^{-6} \frac{м^2}{с} - \text{коефіцієнт кінематичної в'язкості};$$

$$Pr = 0,3 - \text{критерій Прандтля}$$

За формулою (4.40) знаходимо критерій Грасгофа:

$$Gr = \frac{\beta \cdot B^3 \cdot g \cdot \Delta T}{\mu^2} = \frac{1}{273 + 32,5} \cdot \frac{0,23^3 \cdot 9,8 \cdot 10^{12}}{16,48^2} \cdot (45 - 20) = 35,85 \cdot 10^6$$

Добуток  $Gr \cdot Pr$ :

$$Gr \cdot Pr = (35,85 \cdot 10^6 \cdot 0,7) = 25,09 \cdot 10^6$$

Знаходимо Критерій Нуссельта:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)_m^n = 0,54 \cdot (25,09 \cdot 10^6)^{\frac{1}{4}} = 38,22$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище:

$$\alpha_k = \frac{Nu \cdot \lambda_M}{H} = \frac{38,22 \cdot 0,0023}{0,23} = 14,3 \cdot 10^3 \frac{Дж}{м^2 \cdot год \cdot ^\circ C}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП72.141246.02-70PP

Лист

18

Втрати теплоти в оточуюче середовище конвекцією:

$$Q_k = \alpha_k \cdot F \cdot (T_{\text{КОЖ}} - T_{\text{в}}) = 3,84 \cdot 0,318 \cdot (45 - 20) = 129240 \frac{\text{Дж}}{\text{год}} = 0,04 \frac{\text{кДж}}{\text{с}}$$

Втрати теплоти в оточуюче середовище випромінюванням:

$$Q_{\text{випр}} = 4,9 \cdot E \cdot F \cdot \left( \left( \frac{T_1}{100} \right)^4 - \left( \frac{T_2}{100} \right)^4 \right) = 4,9 \cdot 0,6 \cdot 0,318^2 \cdot \left( \left( \frac{306,5}{100} \right)^4 + \left( \frac{293}{100} \right)^4 \right) = 54,3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{год}} = 0,015 \text{кВт}$$

де  $E = 0,6$  - степінь чорноти матеріала кожуха,

$T_1 = 306,5^\circ\text{C} = 579,5\text{K}$  - абсолютна температура кожуха,

$T_2 = 293^\circ\text{C} = 566\text{K}$  - абсолютна температура оточуючого середовища,

Втрати тепла в оточуюче середовище визначаємо за формулою (4.36):

$$Q_{\text{втр}} = Q_k + Q_{\text{випр}} = (129,4 + 54,3) \cdot 10^3 = 183,7 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{год}} = 0,05 \text{кВт},$$

Кількість тепла, яке підводиться до корпусу електронагрівачами:

$$Q_{q_1} = G_M \cdot C_M \cdot (T_k - T_n) + Q_{\text{втр}} - Q_n = (100 \cdot 2,3 \cdot (180 - 20) + 183,7 - 71996) \cdot 10^3 = 36179 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{год}} = 10 \frac{\text{кДж}}{\text{с}}$$

Потрібно встановити 10 нагрівачів, щоб забезпечити нагрівання матеріалу при певній температурі та компенсувати втрати температури в навколишньому середовищі.

					<i>ЛП72.141246.02-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## 7. Програмний розрахунок в системі Ansys.

### 7.1 Розрахунок міцності корпусу.

Мета: Перевірити корпус на міцність у програмному забезпеченні Ansys.

Вихідні дані:

Зовнішній радіус	$R1 = 55\text{мм}$
Внутрішній радіус	$R2 = 31.5\text{мм}$
Довжина корпусу	$L = 1250\text{мм}$
Стінки корпусу	$S = 23,5\text{мм}$
Температура у зоні нагріву	$T = 180^\circ\text{C}$
Кімнатна температура	$T_K = 22^\circ\text{C}$
Матеріал	Сталь 40X
Тиск у зонах	$P = 20\text{МПа}$

Початкова геометрія корпусу матиме вигляд.

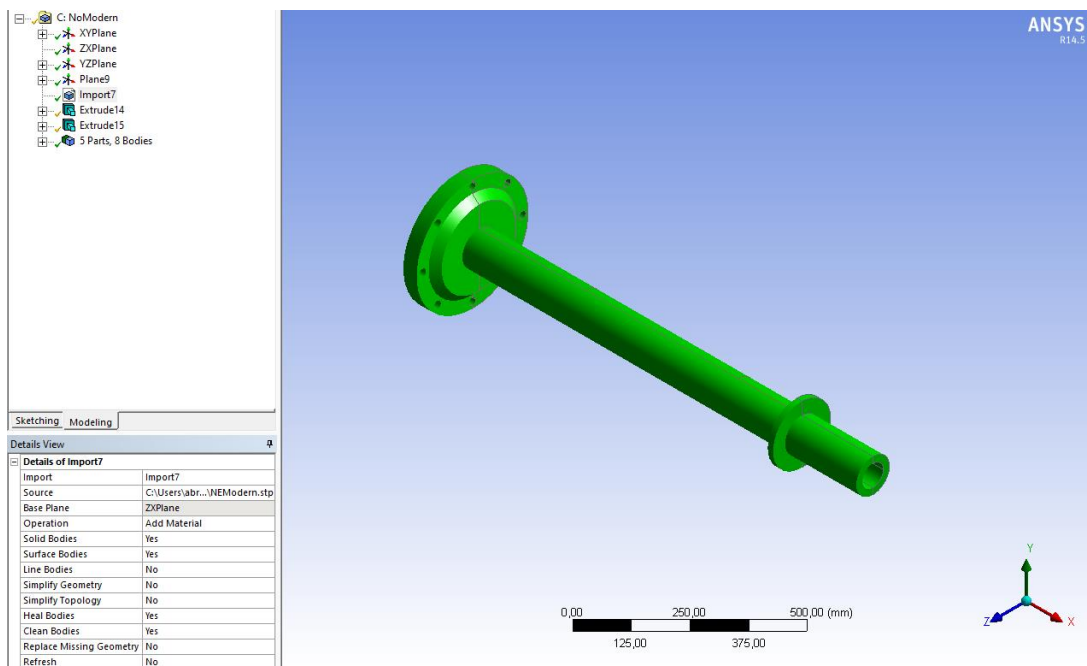


Рисунок 7.1 – Початкова геометрія корпусу екструдера.

Далі необхідно розподілити екструдер на зони.(Рис.7.2)

- Зона завантаження
- Зона стиску матеріалу
- Зона нагріву

Інші зони нас не цікавлять, тому що саме в цих зонах корпус найбільше навантажується.

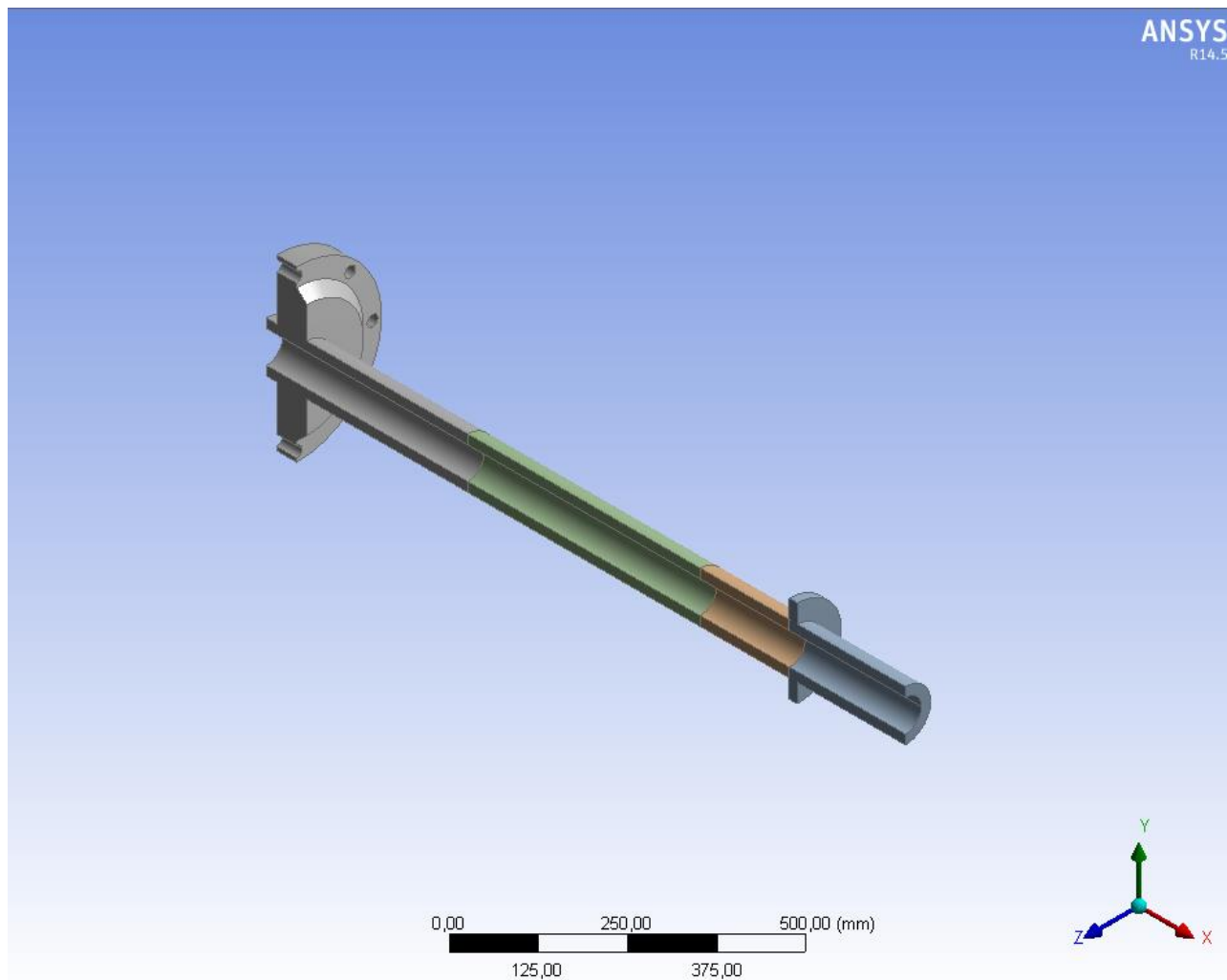


Рисунок 7.2 – Розділення на зони

Далі задаємо температуру у зоні нагріву та навколишнього середовища.(Рис.7.3)

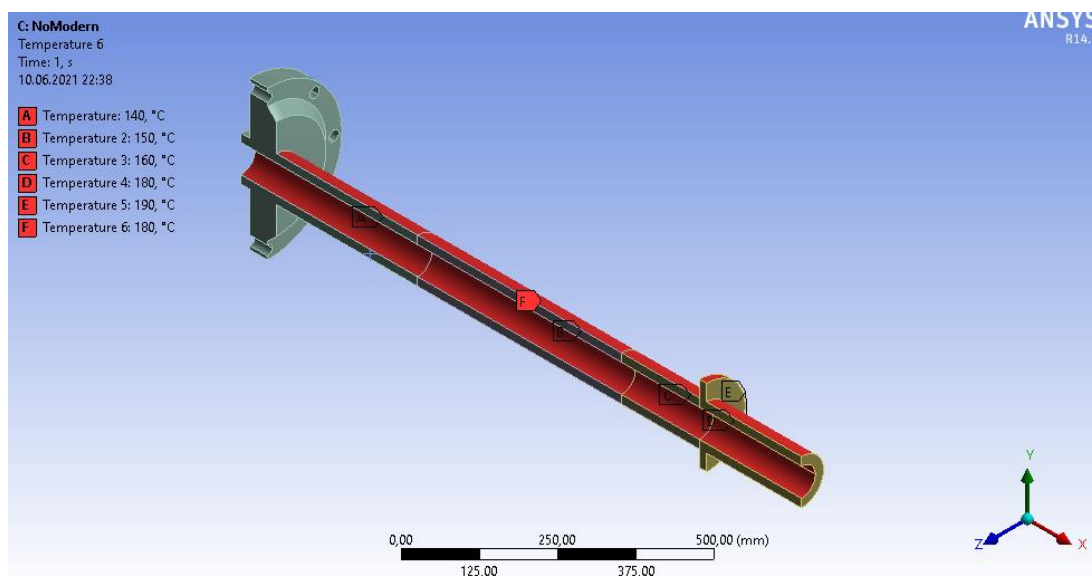


Рисунок 7.3 – Задання температур

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП72.141246.02-70PP

Лист

14

Далі закріплюємо конструкцію.(Рис.7.4)

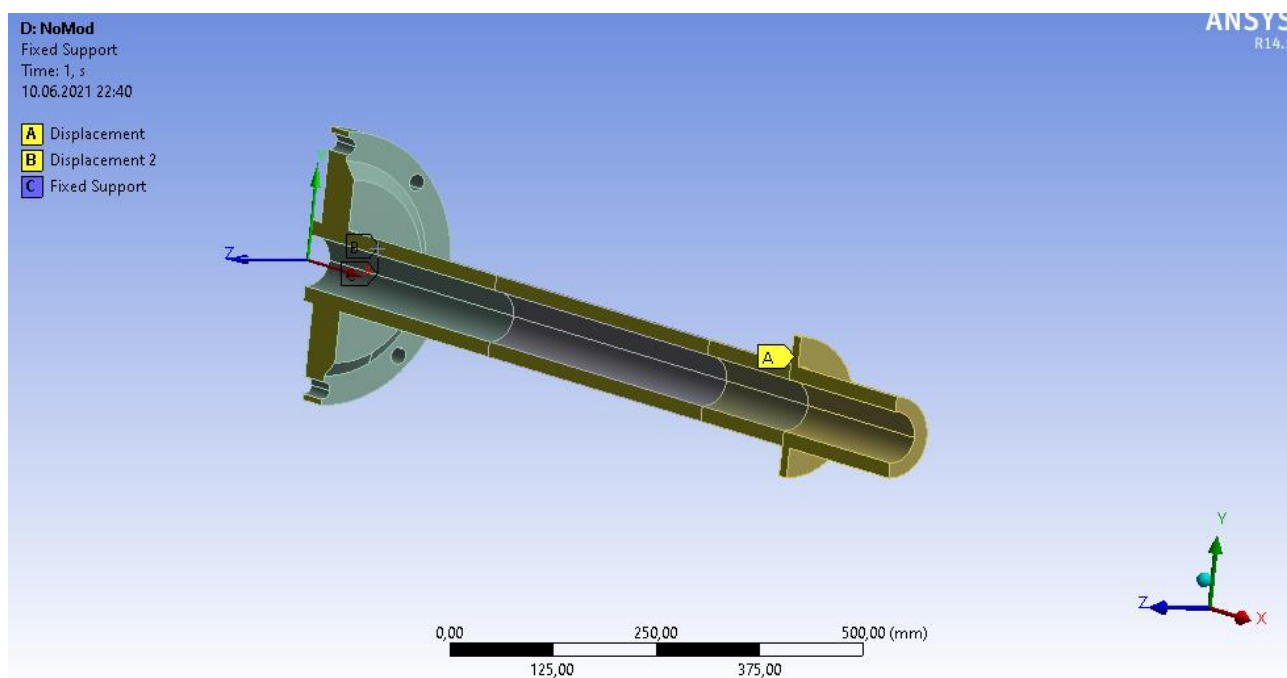


Рисунок 7.4 – Закріплення конструкції.

Наступний крок це навантаження тиском, з попередніх розрахунків тиск у корпусі 15,6 МПа, але для запасу міцності візьмемо 20МПа. (Рис.7.5)

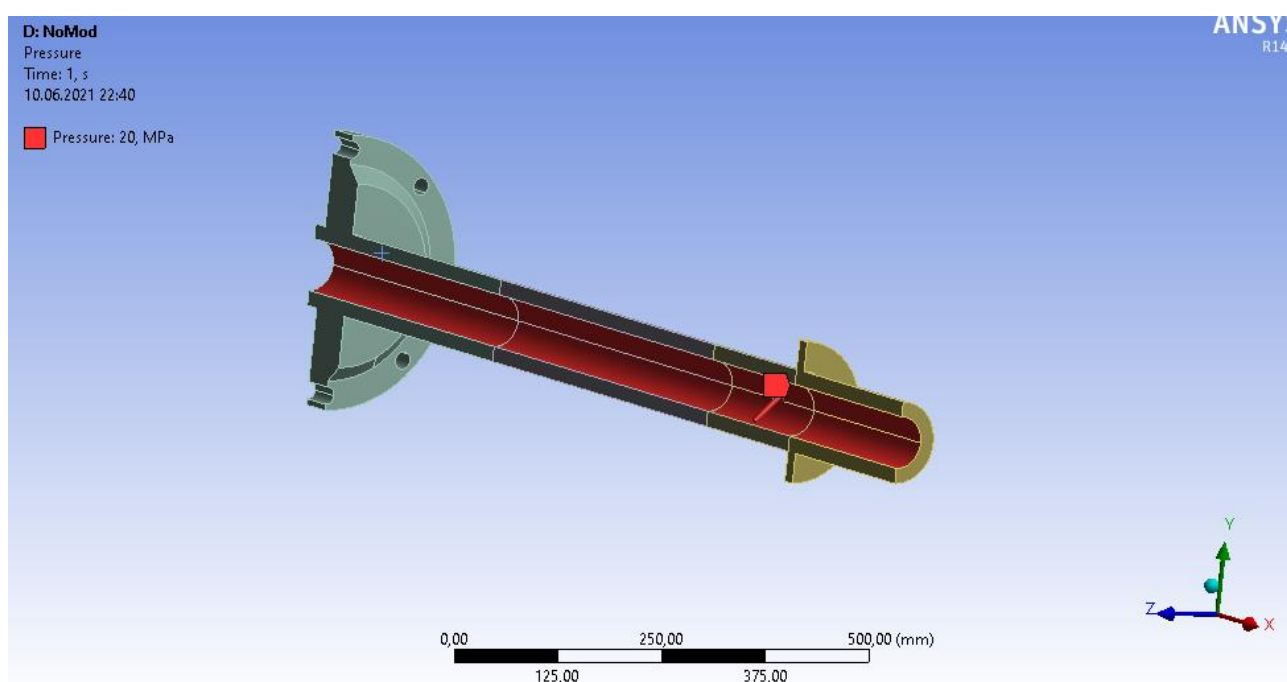


Рисунок 7.5 – Задання тиску в конструкції.

Вивід розрахунків представлений нижче.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП72.141246.02-70PP

Лист

14

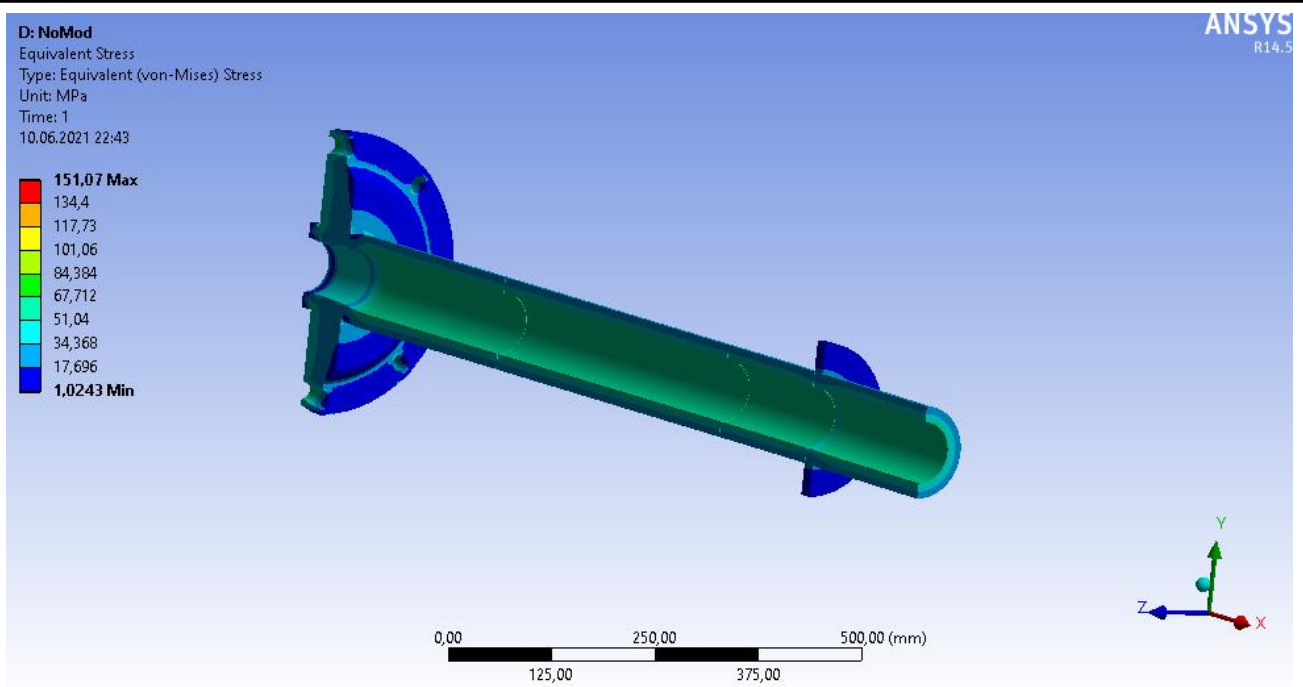


Рисунок 7.6 – Еквівалентні напруження.

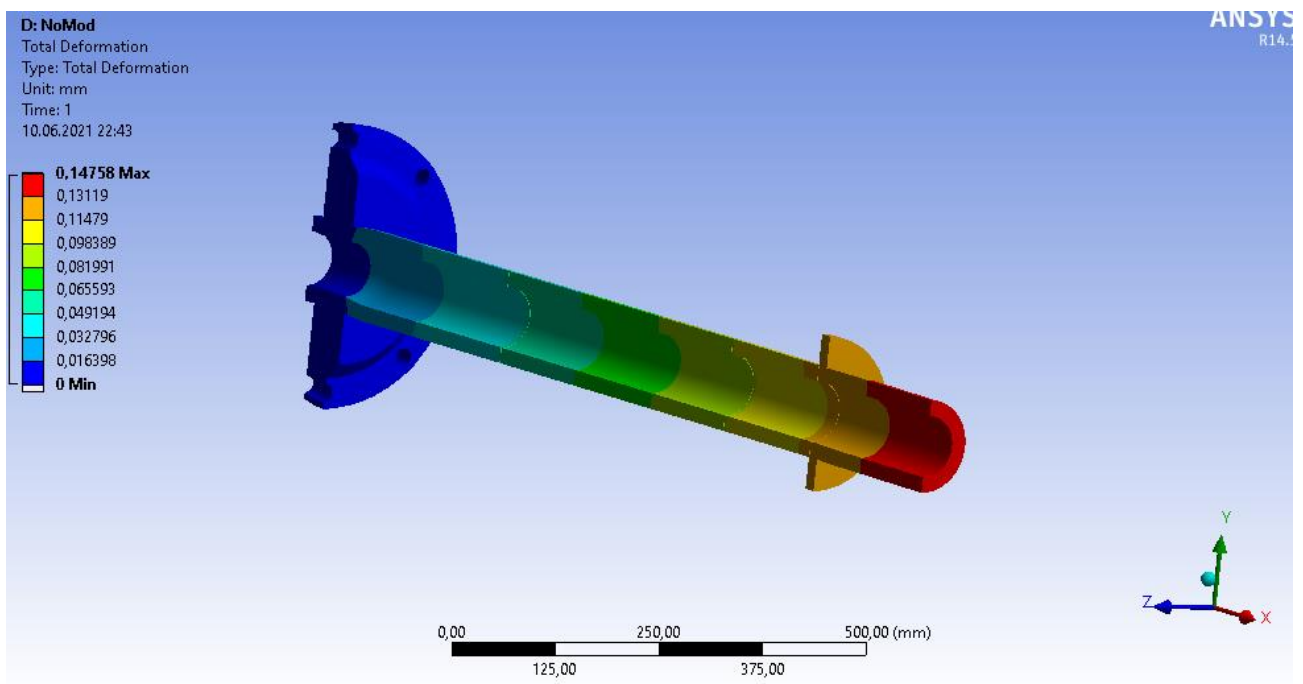


Рисунок 7.7 – Переміщення

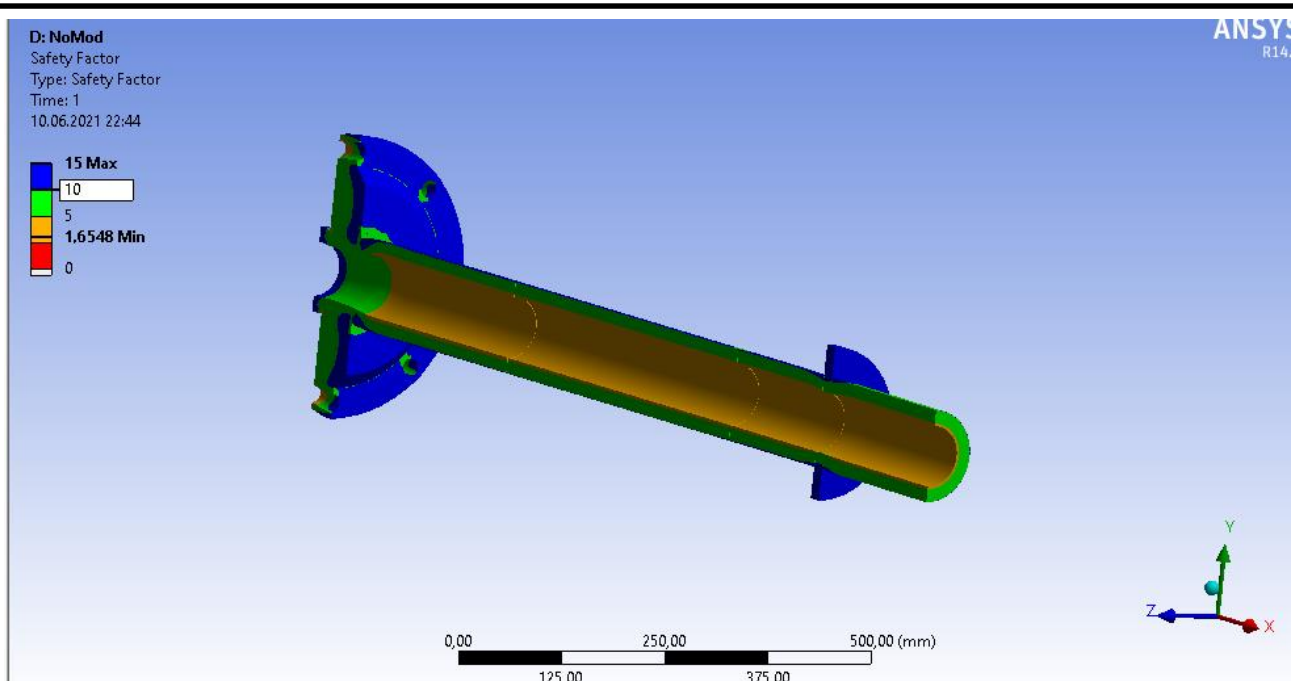


Рисунок 7.8 – Запас міцності конструкції

Висновки: По вище наведеним розрахункам (рис.7.6), (рис.7.7), (рис.7.8). Можна зробити наступні висновки. Що конструкція є придатною до використання, але необхідна модернізація конструкції з боку запасу міцності. Так як конструкція не є повною мірою безпечною для використання.

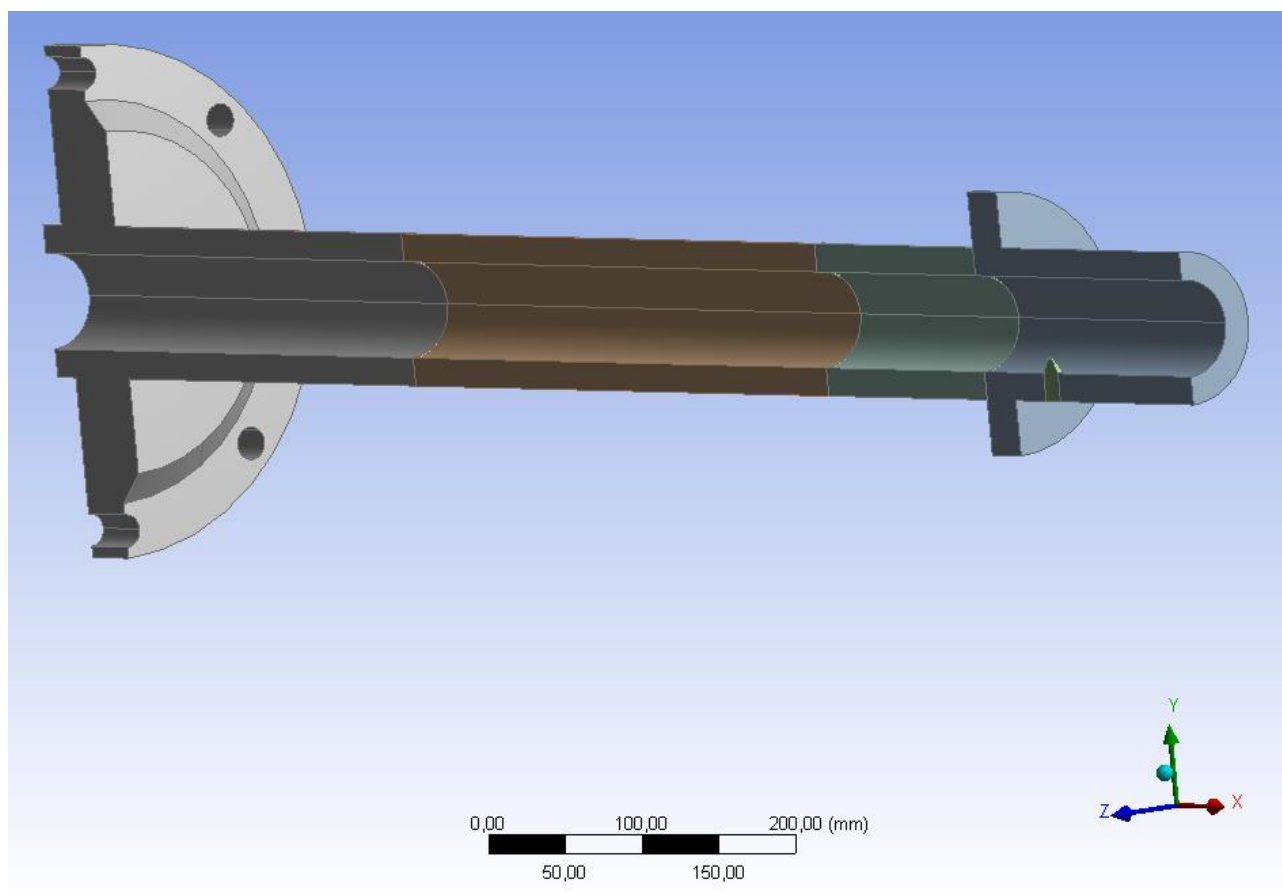
## Розрахунок модернізації корпусу

Мета: Перевірити модернізований корпус на міцність у програмному забезпеченні Ansys.

Вихідні дані:

Зовнішній радіус	$R1 = 55\text{мм}$
Внутрішній радіус	$R2 = 31.5\text{мм}$
Довжина корпусу	$L = 1250\text{мм}$
Стінки корпусу	$S = 23,5\text{мм}$
Температура у зоні нагріву	$T = 180^\circ\text{C}$
Кімнатна температура	$T_k = 22^\circ\text{C}$
Матеріал	Сталь 40Х
Тиск у зонах	$P = 20\text{МПа}$

Початкова конструкція модернізованого корпусу матиме вигляд.(рис.7.9)



Рисунку 7.9 – Початкова геометрія модернізованого корпусу.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП72.141246.02-70PP

Лист

14

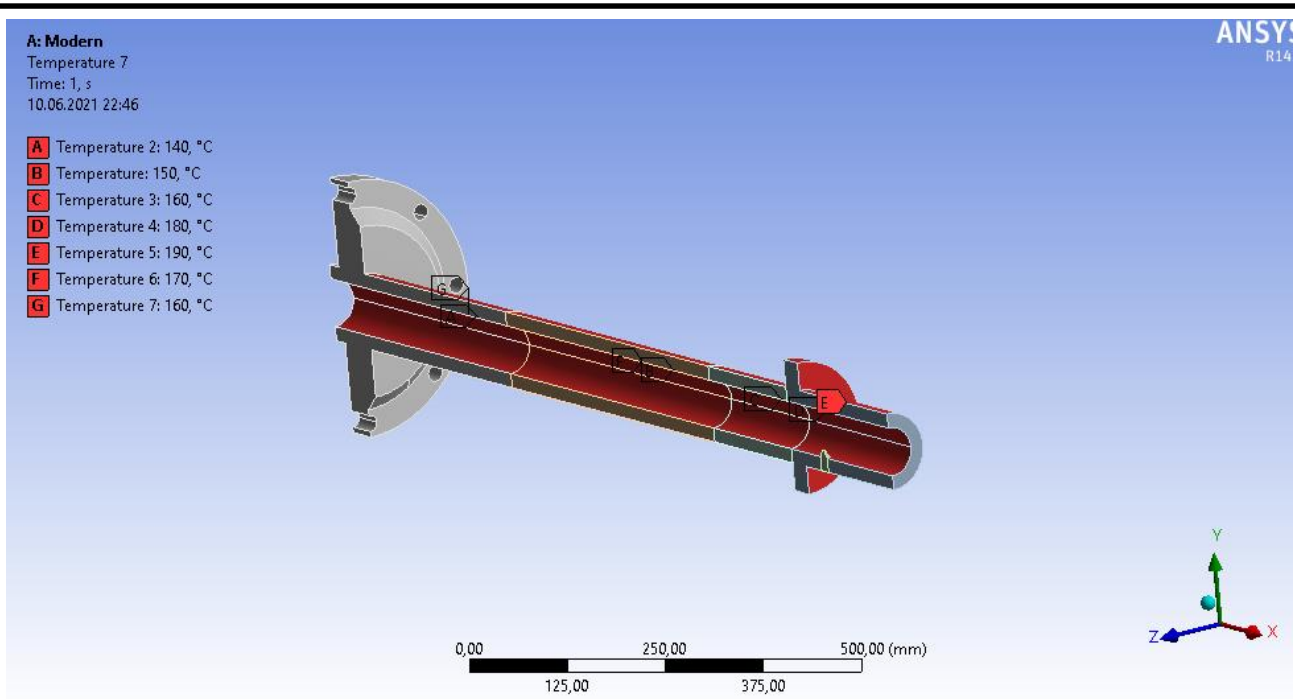


Рисунок 7.10 – Задання температур для модернізованої конструкції.

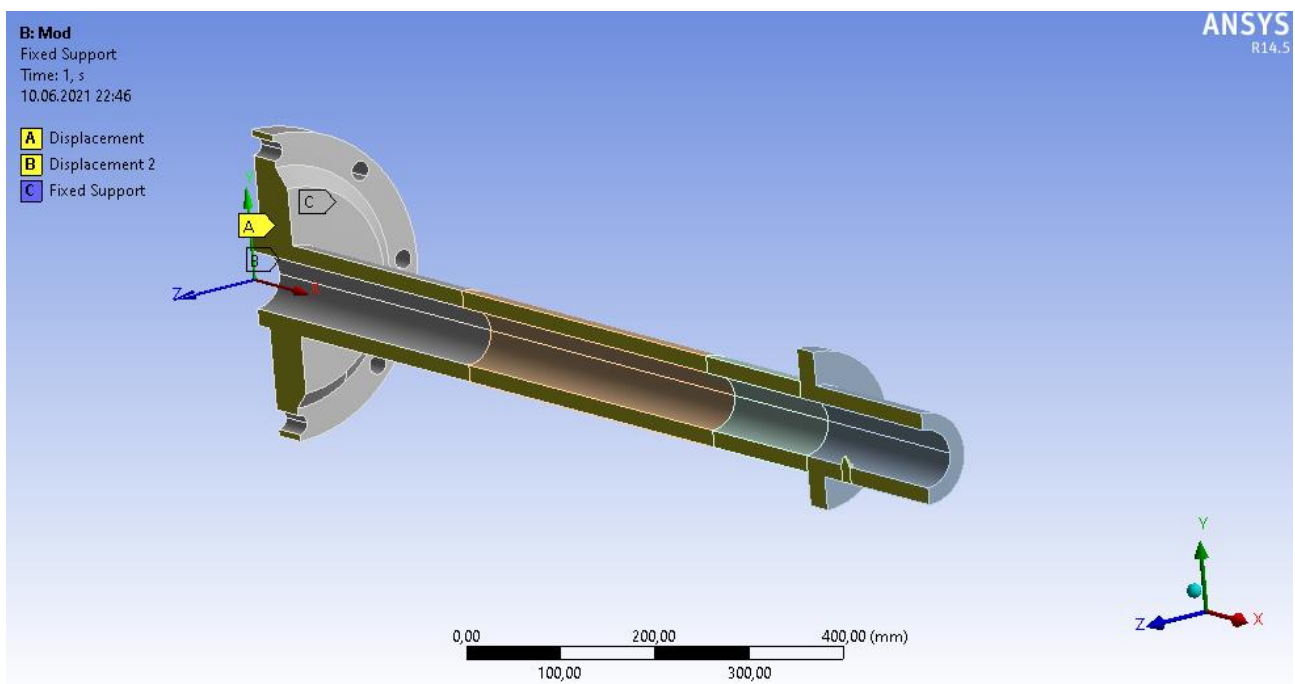


Рисунок 7.11 – Фіксація конструкції.

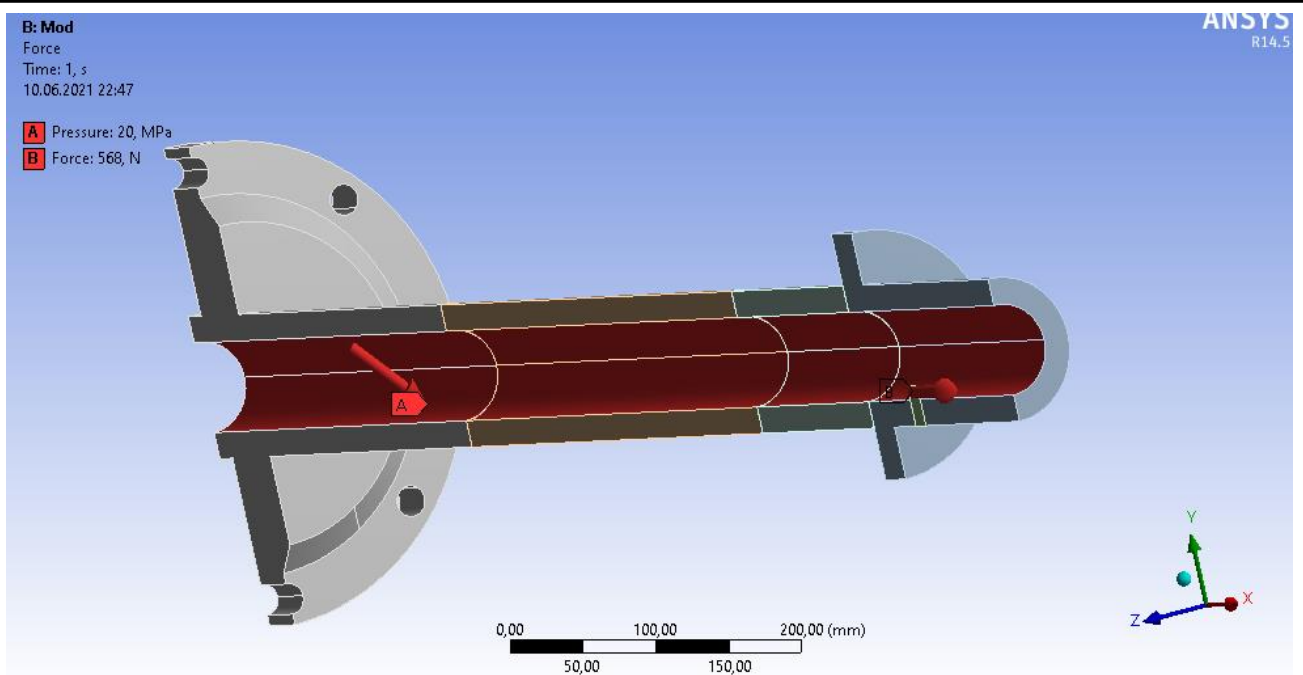


Рисунок 7.12 – Задання тиску у конструкції та прикладеної сили на штифт

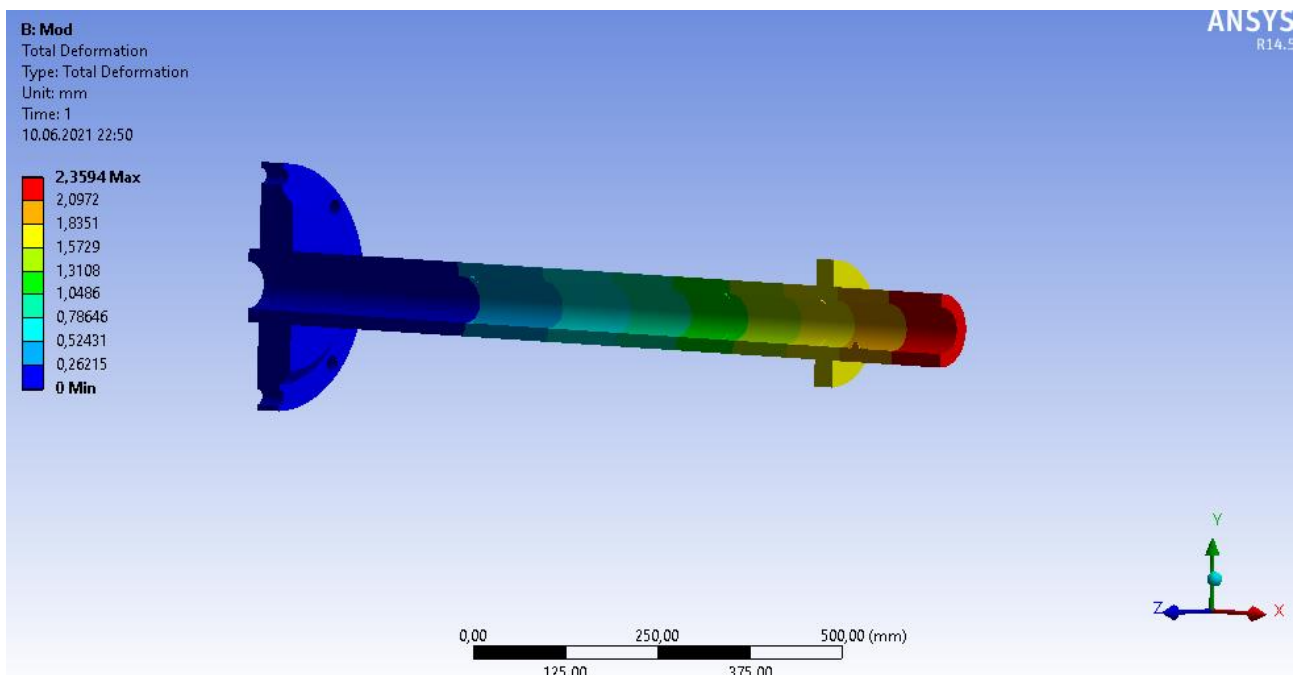


Рисунок 7.13 – Переміщення

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП72.141246.02-70PP

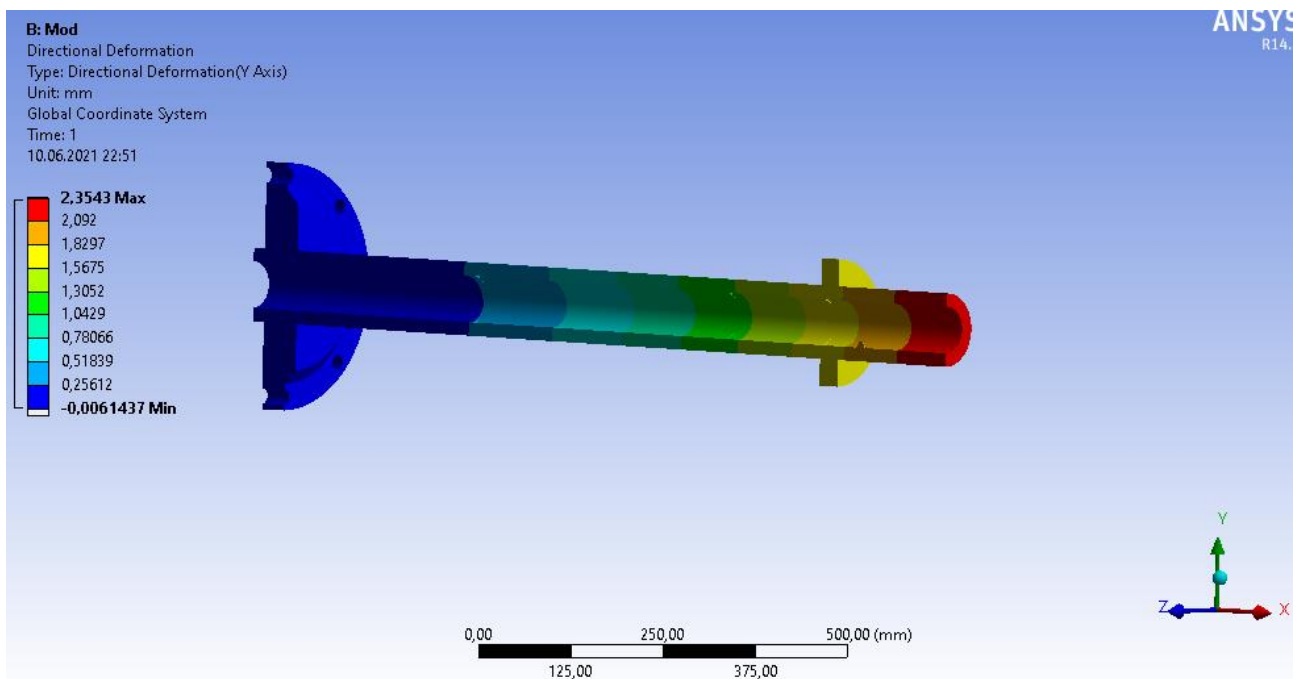


Рисунок 7.14 – Переміщення

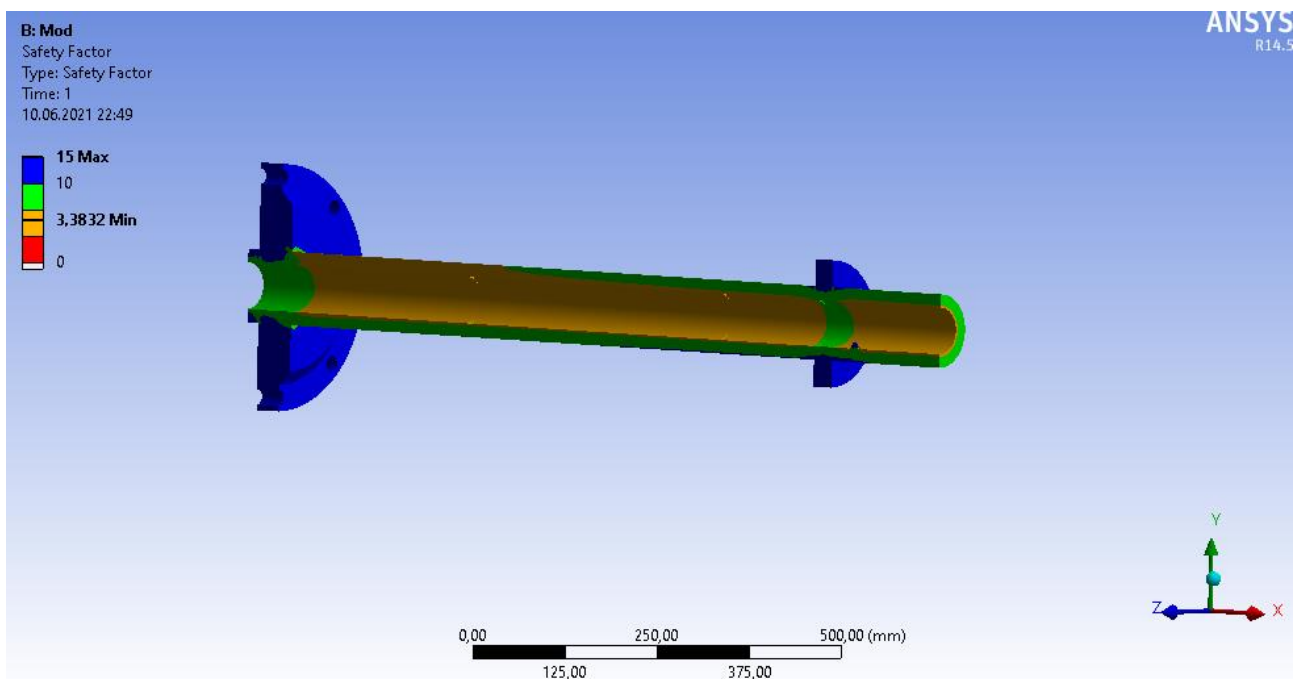


Рисунок 7.15 – Запас міцності

Висновки: Розрахункові значення у системі Ansys повністю влаштовують данну конструкцію з її модернізацією як видно на (рис.7.15) запас міцності є допустимим, а це значить що конструкція є повністю безпечною у використанні.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ЛП72.141246.02-70PP

Лист

14

**Технологія машинобудування**  
**до дипломного проекту**  
**на тему:**  
**«Лінія для виробництва труб з модернізацією корпусу**  
**екструдера»**

**Київ – 2021 року**

## Зміст

Вступ.....	
1 Технічний процес створення фланця .....	
1.1 Вибір дослідження та його техніко-економічне обґрунтування .	
2 2.1 Обчислювана потужність пристрою .....	
2.2 Адаптація .....	
3 3.1 Визначення принципів роботи пристрою та принципів проектування	

					<i>ЛП72.141246.03-70TE</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Шашков				<i>Екструдер трубної лінії з модернізацією корпусу</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Шилович						2	
Реценз.						<i>КПІ</i>		
Н. Контр.						<i>ім. Ігоря Сікорського</i>		
Затверд.	Гондляр							

## ВСТУП

Метою розділу є розвиток виробничого процесу

Існує інструментальний механізм для таких компонентів, як фланець, і процес виготовлення деталей.

Під час виконання роботи вирішуються такі завдання:

Розробка технології побудови «фланцевих» деталей, включаючи вибір припуску та розрахунок припусків, вибір обладнання, інструментів для кожної операції, розрахунок способу різання, сили різання та термінів.

Розділ "Фланець" стосується розмірів 220x62, а також проміжних технічних характеристик.

Екструдер фланця поєднує два корпуси та корпус фільтра та ущільнює корпус. Фланцевий футляр M120 не обкладається податком на 120h7.

Вміст інгредієнта має великий потенціал для лікування депресії. Детальне проектування дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання, щоб отримати штамп простої форми. Форма та розмір відсіку близькі до форми та розмірів відсіку, що є символом виготовлення.

Матеріал цієї сталі - 45 ГОСТ 1050 - 88.

Беручи до уваги вищезазначений виклад, можна зробити висновки: Частина "Фланець" працює в умовах високих навантажень, а не перед агресивним середовищем, забезпечуючи велику жорсткість. Матеріал компонента задовольняє всім вимогам та забезпечує ефективність деталі у виробництві.

Компонент складається з уніфікованих елементів дизайну поверхні, які мають рівень точності та щільності, що дозволяє використовувати високоефективне обладнання та стандартне обладнання.

Основи хороших технологій.

					<i>ЛП72.141246.03-70TE</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		2

# 1 Технічний процес створення фланця

Матеріал сталеві секції 45 пов'язаний з литою сталлю, тому обробка отримується різанням деталі ступінчастою та різкою формою, тому метал, що росте в стрічковій стружці, залежно від типу виробничого середовища. неекономічний.

## 1.1 Вибір дослідження та його техніко-економічне обґрунтування

Компактний круглий виріб виготовлений із гарячекатаної сталі діаметром 230 мм, з невеликою точністю виробу. (Максимально допустимі відхилення  $+0.8 \dots - 2\text{мм.}$  ) ГОСТ 2590-2006

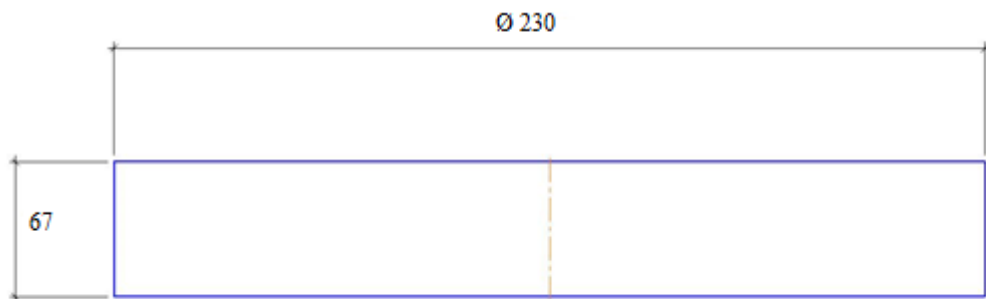


Рисунок 7.2.1 – Заготовка фланця

Сталеві кола - тип прокатної сталі, який використовується у виробництві труб, таких як глухі труби, а також у машинобудуванні для виготовлення різних деталей машин.

Стандартна кругла расинова секція складається з діаметра від 5 до 270 мм на гарячекатаній сталі. Роликові ролики діаметром більше 270 мм розроблені як і раніше.

За силою кочення поділяється на:

- А - висока точність;
- В - надзвичайна точність;
- В - загальна точність

									Арк.
									3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.141246.03-70TE				

## 2 Обчислювана потужність пристрою

При витягуванні з інструменту враховується осьова сила під час спроби зрушити деталі до корпусу та рухомого пристрою. Це показано на малюнках М1 та М2 моментів гніву.

Момент різання при свердлінні  $\varnothing 16$  в середньовуглецевій сталі:

$$M_{св} = 16,3d^{0,85}s_o^{0,95} = 16,3 \cdot 12^{0,85} \cdot 0,25^{0,95} = 42,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Сила різання по осі складає

$$P_0 = 414 \text{ Н.}$$

Момент тертя складає:

$$M_{тр} = \frac{1}{3} \cdot Q \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2},$$

Де  $Q$  - осьова сила,

$f$  - коефіцієнт тертя,

$D, d$  - більший і менший діаметри кільця.

Сила затиску  $Q$ :

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} P = \frac{\pi 0,1^2}{4} 0,4 \cdot 10^6 = 3140 \text{ Н}$$

де  $P$  – тиск повітря в мережі 0,4 МПа.

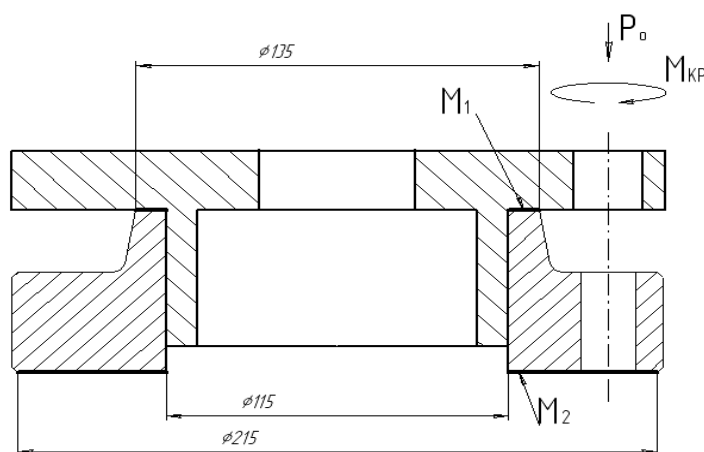


Рисунок 3-Схема закріплення деталі.

Момент тертя:

$$M_{тр} = M_1 + M_2.$$

									Арк.
									4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.141246.03-70TE				

$$M_{mp1} = \frac{1}{3} \cdot Q \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} = \frac{1}{3} \cdot Q \cdot f \cdot D = \frac{1}{3} \cdot 3140 \cdot 0.25 \cdot \frac{0.135^3 - 0.115^3}{0.135^2 - 0.115^2} = 48.7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{mp2} = \frac{1}{3} \cdot (Q + P_o) \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} = \frac{1}{3} \cdot (3140 + 414) \cdot 0.25 \cdot \frac{0.215^3 - 0.115^3}{0.215^2 - 0.115^2} = 74.8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{тр} = 47,7 + 74,8 = 122,5 \text{ Н} \cdot \text{м} > M_{св} = 42,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Умова закріплення виконується.

### 3 Адаптація

#### Визначення принципів роботи пристрою та принципів проектування

Буровий пристрій виконує такі функції: У початковому стані 1 на рамі кладеться компрес. З'єднання на внутрішньому отворі петель. Напірна плита 4 буде встановлена та налаштована чотирма дорогами. Тиск у пневматичній камері здійснюється на мембрані 3, яка переміщує пружину до пружини 5 і повертається до мийки 2. Він відключає Раду 9 і зберігає робоче місце в кутку.

Після обробки отвору пара вивільняється з повітряної камери, діафрагма 3 повертається у вихідний стан, притискаючи потік 5 до мийки 2, яка повертається у вихідне положення, так що радіус 9 постійно піднімає деталь із провідник. Частина Но Велосипеда немає.

					<i>ЛП72.141246.03-70TE</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Дипломний проект передбачає сучасне завантажувальне покриття шляхом проектування екструдера трубопроводу.

Диплом з проекту Введення в дію, призначення та сфера дії, призначення та сфера дії, 63, Специфікація типу технологічного процесу виробництва поліетиленових труб, тип преса та розміщення його в планах технологічних ліній, Спеціальні одиниці та деталі для надзвичайних ситуацій 63, огляд патентів, відповідність законодавства пресі вимоги безпеки.

Преси ЧП-63 наведені в перевірених розрахунках проектних показників та надійності. Результат програми розрахунку екструдера в Кералі.

Наведена технологія виготовлення фланців, яка дозволяє регулювати процес екструзії та ступінь теплової енергії.

Патентні дослідження встановили, що надзвичайний стан р63 не є проектним рішенням, захищеним існуючими патентами.

Сучасний дизайн цього дипломного проекту - це завантажувальна горловина, що збільшує її жорсткість і зменшує крутний момент.

Проект включає складальні креслення: Лінія типу LT-63 для виробництва поліетиленових труб, прес ЧП-63, черв'як, корпус, утеплений.

Набір специфікацій пов'язаний з кресленням.

					<i>ЛП72.141246.03-70TE</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# **ДОДАТКИ**

**Додаток А**  
**Таблиця розглянутих патентів**

№	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, організація, автор	Суть заявленого технологічного рішення та ціль його створення
1	Механічний девулканізатор	Російська федерація Авторське свідоцтво № 2007117929/12, кл. В29С 47/38 2006 рік Николюкин М.М.	Представляє собою екструдер у якому розміщені штифти у радіальному порядку у винтовому каналі шнеку. Самі штифти складаються з оснастки з самообертаючими штифтами , які приводяться в рух зарахунок потоку перероблюючого матеріалу.
2	Екструдер шнековий	Російська федерація Авторське свідоцтво № 2013148712/05, кл. В29С 47/38 2006 рік Попов В.П.	Екструдер включає в себе підшипниковий вузел. У якому витки у зоні завантаження виконані з можливістю осьового переміщення загалом оберту різьби вала приводного механізму..
3	Екструдер	Російська федерація Авторське свідоцтво № 2017119872, 2017 рік, кл. В29С47/38 Трутнев М.А.	Модернізація робочого каналу, шляхом утворення пазів та виступів на гільзі екструдера.
4	Пресс черв'ячний	Російська федерація Авторське свідоцтво № 2007117929/12,	Екструдер включає в себе поверхню корпусу повздож якого виконані отвори, в яких установлені рухомі підпружинені штифти.

		2000 рік, кл. B29C47/38, Костицин А.В.	
5	Пресс шнековий	Російська федерація Авторське свідоцтво № 2013148712/25, 2003 рік, кл. B29C47/38, Трутнев Н.В.	Екструдер включає у себе модернізацію профілю червяка.
6	Шнековий пресс для переробки пластмас	Патент UA2013148712M ПК B29C 47/38	Екструдер у якому виконані радіальні отвори розміщені повздовжньо куди вставлені ступіньчасті штифти.
7	Пресс для переробки	SU №2007117929 2003р МПК В 29 F 3/01 В 29 F 3/01 Автор: Соколов М.В.	Модернізація корпусу з метою збільшення якості вихідного матеріалу.
8	Пресс шнековий	SU №2007117929 2006р МПК В 29 С 47/38 Автори: Клинков А.С.	Модернізація корпусу з метою збільшення якості гомонізації розплаву.
9	Пресс переробки пластичних мас	SU №2007134929 МПК В 29 F 3/01 В 29 F 3/08 Автори: Ханин В.П.	Модернізація корпусу з метою збільшення контролю температури у ньому.

<b>10</b>	Пресовий екструдер переробки полімерів	UA №200713759 2009р МПК В29С 47/36 Автори: Занюхина А.Г.	Екструдер у якому у тілі шнеку розміщені втулки з установленими пальцями, які з'єднанні із витками шнеку і здійснюють рух по направляючій.
-----------	--	---	--

**ДОДАТОК Б**  
**СПЕЦИФІКАЦІЇ**



Форма	Зон	Пози	Позначення	Найменування	Кільк-	Примітка
				<u>Документація</u>		
A2x4			ЛП72.124.01-70	Вигляд загальний		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ЛП72.141241.04.-70	Рама	1	
		2	ЛП72.141241.05-70	Кожух корпусу	1	
		3	ЛП72.141241.06-70	Бункер	1	
		4	ЛП72.141241.07-70	Загрузочная воронка	1	
		5	ЛП72.141241.08-70	Корпус	1	
		6	ЛП72.141241.09 -70	Плита опорна	1	
				<u>Деталі</u>		
		7		Плита несуча	1	
		8		Черв'як	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		9		Болт фундаментный М30x400	6	
		10		Болт М6x16 ГОСТ 7798-70	8	
		11		Болт М10x25 ГОСТ 7798-70	10	
		12		Болт М16x6gx90 ГОСТ 7798-70	6	
		13		Болт М16x40 ГОСТ 7798-70	6	
		14		Болт М20x70 ГОСТ 7798-70	6	

<b>ЛП72.141243.01-70В3</b>				
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Шашков		
Перев.		Шилович		
Н.Конт.				
Затв.		Гондляр		
<b>Екструдер трубної лінії з модернізацією корпусу</b>			Літ.	Аркуш
				1
			<b>НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського"</b>	

<i>Позиція</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кількість</i>	<i>Примітка</i>
15		<i>Болт М24 70 ГОСТ 7798-70 4</i>	4	
16		<i>Гайка М16.6.06</i>	6	
17		<i>Гайка М20.6.06</i>	6	
18		<i>Гайка М30.6.06</i>	6	
19		<i>Винт М4-8г 10 ГОСТ 1791-80</i>	6	
20		<i>Шайба 6.65Г.05</i>	8	
21		<i>Шайба 16.65Г.05</i>	6	
22		<i>Шайба 20.65Г.05</i>	14	
23		<i>Шайба 24.65Г.05</i>	4	
24		<i>Шайба 30.65Г.05</i>	6	
		<i>Інші вироби</i>		
25		<i>Редуктор</i>	1	
26		<i>Двигун</i>	1	
27		<i>Клинопасова передача</i>	1	
28		<i>Вентилятор</i>	5	
29		<i>Нагрівач</i>	5	
30		<i>Розвід проводів</i>	1	

					<b><i>ЛП72.141243.01-70В3</i></b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Шашков</i>			<b><i>Екструдер</i></b>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Арк</i>
<i>Перев.</i>		<i>Шилович</i>						
<i>Н.контр</i>						<i>НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського" ІХФ, гр. ЛП72</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Гондлях</i>						

Форма	Зона	Позиція	Позначення		Найменування		Кількість	Примітка	
						<u>Документація</u>			
A4			ЛП72.141246.00-70ПЗ		Пояснювальна записка				
						<u>Креслення</u>			
			ЛП72.141241.01-70В0		Екструдер трубної лінії з модернізацією корпусу		1		
			ЛП72.141241.02-70ЛТ		Лінія трубна ЛТ63/32-20-110		1		
			ЛП72.141241.03-70СК		Корпус		1		
			ЛП72.141241.04-70		Черв'як		1		
			ЛП72.141241.05-70СК		Кондуктор для розсвердлювання отворів		1		
							1		
						<u>Специфікації</u>			
							1		
			ЛП72.141241.01-70		Екструдер трубної лінії з модернізацією корпусу		1		
			ЛП72.141241.03-70		Корпус				
			ЛП72.141241.05-70		Кондуктор для розсвердлювання отворів				
			<b>ЛП72.141246.06-70СК</b>						
Зм.	Арк.	№ Докум.						Підпис	Дата
Розроб.		Шашков			<b>Кондуктор</b>	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перев.		Шилович					1	1	
Н.Конт.						НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" ІХФ, гр. ЛП72			
Затв.		Гондляр							

## Модернізація шнекового екструдера

Шашков М.В, Шилович Т.Б, кандидат технічних наук, доцент  
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

*Технічним результатом розробки є поліпшення фізико-механічних характеристик одержуваного продукту при зниженні енерговитрат на його формування в шнековому екструдері.*

Основним недоліком такої конструкції є великі витоку екструдіруемого продукту в зазорі між шнеком і корпусом.

Цей недолік подоланий в іншому шнековому екструдері[3], що містить корпус, формующу насадку на торці корпусу, встановлений всередині корпусу шнек з зменшуваним кроком гвинтової нарізки в напрямку формуючої насадки, і електропривод для обертання шнека.

Відомий шнековий екструдер є циліндричний корпус[2], всередині якого встановлено транспортуючий шнек постійного діаметра з гвинтовою нарізкою з зменшуваним кроком в сторону конусної насадки, розташованої перед входом в формуючу насадку.

Формуючий матеріал переміщується і поступово ущільнюється спочатку гвинтовою нарізкою шнека з зменшуваним кроком, а потім в конічній насадці преса, і просувається в формуючу насадку, що має задані геометричні розміри перерізу і форму фільтр.

Наявність конусної насадки істотно підвищує опір формованого матеріалу, на подолання якого потрібна значна кількість енергії пресування, крім того в конусній насадці неможливо досягти високого ступеня гомогенізації частинок матеріалу, що переробляється, необхідної для забезпечення пластичності та інших фізико-механічних показників якості кінцевого продукту.

Зазначений технічний результат досягається тим, що шнековий екструдер, що містить корпус, формуючу насадку на торці корпусу, встановлений всередині корпусу шнек з зменшуваним кроком гвинтової нарізки в напрямку формуючої насадки, і електропривод для обертання шнека, додатково містить блок управління, корпус і шнек виконані ступінчастими з розмірами зовнішнього діаметра і кроком гвинтової нарізки шнека постійними в межах кожного ступеня і зменшуються в напрямку формуючої насадки, на формуючої насадці і суміжній з нею ступені корпусу встановлені

теплообмінники з патрубками для подачі і відведення води, на патрубках для подачі води встановлені електрорегулюючі вентиля, а всередині патрубків для відведення води - термоелектричні датчики, причому електропривод, електрорегульовані вентиля і термоелектричні датчики з'єднані з блоком управління.

Екструдер із ступінчастим шнеком при роботі в оптимізованому за допомогою блоку управління режимі, дозволяє шляхом поступового стиснення в осьовому і радіальному напрямку, що переробляється, інтенсивно гомогенізувати формування суміші без освіти зон її застою, тим самим забезпечуючи економію енергії пресування суміші й формування однорідних по волозі і щільності брикетів.

Екструдери широко застосовуються для переробки пластмас. На рис.1 показана схема виробництва полімерних труб.

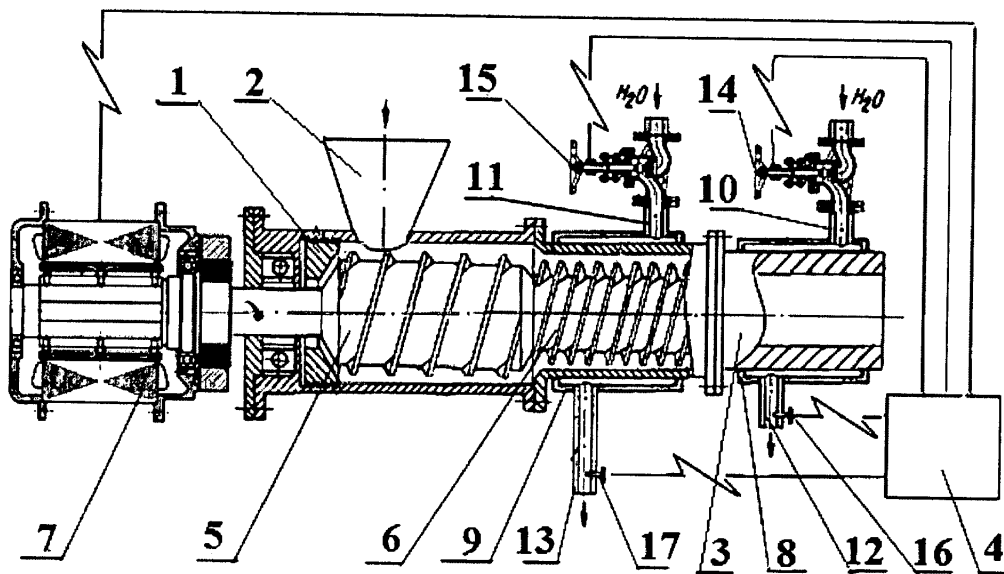


Рис – 1 Повздовжній переріз шнекового екструдера.

Шнековий екструдер, містить корпус 1, патрубків 2 для завантаження суміші вихідних матеріалів, формуючу насадку 3 на торці корпусу, блок управління 4. Усередині корпусу встановлено шнек, що складається з двох ступенів 5 і 6, що відрізняються розмірами зовнішнього діаметра і кроком гвинтової нарізки, які є постійними в межах кожного ступеня і зменшуються в напрямку формуючої насадки. Обертання шнека здійснюється електроприводом 7. На формуючій насадці і суміжній з нею ступені корпусу встановлені теплообмінники 8 і 9 з патрубками 10 і 11 для подачі води і патрубками 12 і 13 для її відведення. На патрубках для подачі води встановлені

електрорегулюєміє вентилі 14 і 15, а всередині патрубків для відведення води - термоелектричні датчики 16 і 17.

Проведене удосконалення конструкції шнекового екструдера дозволяє в 1,5-2 рази знизити енерговитрати на виробництво одиниці продукції при формуванні високоякісних однорідних по волозі і щільності брикетів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Коваленко І.В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник/ І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. – К.: Інрес : Воля, 2005. – 264 с.
2. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології / І. Мікульонок. с Навч. Посіб. -2-ге вид., переробл. і допов. –К.:ІВЦ «Політехніка»,2002. – 304с.
3. Патент Україна – «Шнековий подавач» F16N 37/00 №18818
4. Патент Україна – «Змішувач шнековий » B01F 7/08 (2006.01) B29B 7/48 (2006.01) B29C 47/40 (2006.01) A21C 1/06 (2006.01) №108118
5. Патент Україна - «Двошнековий прес для переробки насіння» B30B9/16, C11B1/06, 1/08 №40189
6. Патент Україна - « Шнековий екструдер» МКП(2006)B29C 47/00 №118845

## Модернізація корпусу екструдера

Шашков М.В, Шилович Т.Б, кандидат технічних наук, доцент  
Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

*Технічний результат полягає в забезпеченні стабільності переробки полімерів, забезпеченні високої продуктивності, ефективності змішування і спрямованого впливу на суміш (потік).*

Основним недоліком в цьому пристрої штифти створюють неконтрольовані обурення в суміші, якість змішування має статистичний характер і він має низьку ефективністю девулканизации гумової крихти.

Цей недолік спростовується за рахунок того що в циліндрі встановлені самоврацаючий штифти з гвинтовими наконечниками[3], що направляють потік суміші до внутрішньої поверхні стінки циліндра. Шнек з розривними витками захоплює надходить через завантажувальний вікно матеріал і транспортує його до формуючої голівки, на шляху від завантаження до форми інструменту потік матеріалу обертає штифти за рахунок гвинтової нарізки на них, при цьому переробляється притискається до внутрішньої поверхні стінки циліндра, нагрівається і відчуває додаткові зсувні деформації за рахунок підвищення тиску.

Завдяки температурі, тиску в циліндрі, створюваним шнеком[4], а так само самообертаючими штифтами з гвинтовими наконечниками при відповідній довжині шнека вдається отримати на виході матеріал з різною ступенем девулканизації. Ступінь девулканизації матеріалу залежить від робочої довжини шнека, кількості штифтів, температурних режимів і тиску, що розвивається шнеком при продавлюванні матеріалу через циліндр. підвищення тиску.

Принцип роботи пояснюється наступними рисунками.

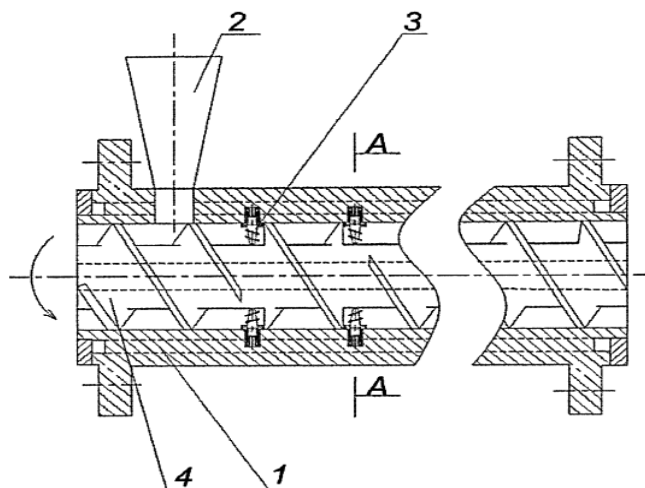


Рисунок 1- механічний девулканізатор неперервної дії, поздовжній розріз.

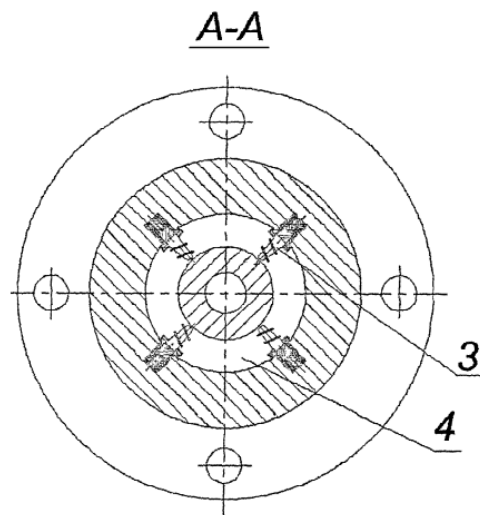


Рисунок 2 - механічний девулканізатор неперервної дії, поперечний розріз.

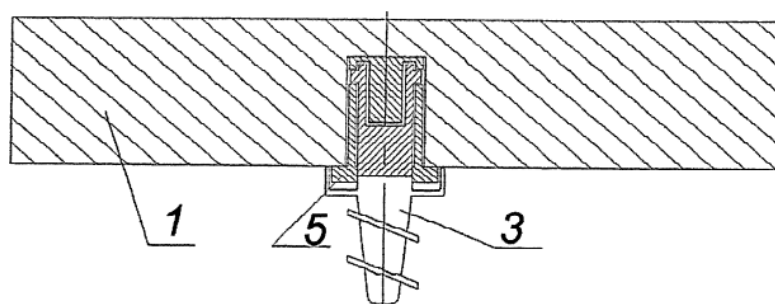


Рисунок 3 – самообертаючий штифт з винтовою нарізкою у збільшеному масштабі.

Механічний девулканізатор безперервної дії працює таким чином:

Відходи у вигляді гумової крихти безперервно завантажуються в циліндр 1 через завантажувальний бункер 2, під дією температури, тиску, створюваного витками шнека, і додаткового тиску від витків самообертаючих штифтів 3, приводяться в рух потоком переробляється і спрямованих до внутрішньої поверхні стінки циліндра, відбувається його Пластикація і транспортування вздовж осі шнека з розривними витками 4, при цьому виникає додатковий опір при русі матеріалу за рахунок встановлених в радіальному порядку самообертаючих штифтів 3 заходять до стрижня шнека 4.

Штифти закріплені в циліндрі за допомогою притискної втулки 5, торець якої виконує функції підшипника ковзання. При русі матеріалу на нього виявляється теплове і більш ефективно механічний вплив. Матеріал рухається в сторону формуючого інструмента з подальшим отриманням профільованого екструдата.

Проведена модернізація конструкції корпусу екструдера дозволяє забезпечити високу продуктивність та ефективність змішування за рахунок у забезпеченні стабільності переробки полімерів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Коваленко І.В. Основні процеси, машини та апарати хімічних виробництв: Підручник/ І.В. Коваленко, В.В. Малиновський. – К.: Інрес : Воля, 2005. – 264 с.
2. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні й масообмінні процеси та обладнання хімічної технології / І. Мікульонок. с Навч. Посіб. -2-ге вид., переробл. і допов. –К.:ІВЦ «Політехніка»,2002. – 304с.
3. Патент РФ – «МЕХАНИЧЕСКИЙ ДЕВУЛКАНИЗАТОР НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ» В29С 47/38 №2503539
4. Патент РФ – «ЭКСТРУДЕР» В29С 47/38 (2006.01) №2674211