

**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: агрегат для виробництва труб з модернізацією екструдера

---

---

---

**Студент групи** *IV к. ЛП-71* \_\_\_\_\_ *Заріцький Юрій Анатолійович* \_\_\_\_\_

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

**Керівник проекту:** \_\_\_\_\_ *Ст. викладач Борщик С.О.* \_\_\_\_\_

(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

**Консультанти з питань**

---

**МОДЕРНІЗАЦІЇ** \_\_\_\_\_ **Щербина В.Ю.**

**ТЕХ. МАШ.** \_\_\_\_\_ **Борщик С.О.**

**РЕЦЕНЗЕНТ** \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Студент \_\_\_\_\_

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)

Зі спеціальності – 133 – *Галузеве машинобудування*

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ **О.В. Гондлях**

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломний проект студенту**

**Заріцькому Юрію Анатолійовичу**

1. Тема проекту «Агрегат для виробництва труб з модернізацією екструдера», керівник проекту Борщик Сергій Олександрович старший викладач, затверджені наказом по університету від 26.04.2021 р. № 1071-с.

2. Термін подання студентом проекту 11.06.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту: діаметр черв'яка  $D=63\text{мм}$ ; загальна довжина черв'яка  $30D$ ; матеріал що перероблюється – поліетилен високої густини, максимальне число обертів черв'яка 2,65 об/с; Крок черв'яка 0,063 м; Ширина витка 0,007 м; Число заходів черв'яка 1; Діаметр сердечника черв'яка в зоні завантаження 0,046 м; Глибина гвинтового каналу в зоні завантаження 0,0085 м; Глибина гвинтового каналу в зоні дозування 0,003 м; Середня глибина канавки витка черв'яка 0,00575 м; Довжина зони дозування черв'яка 1,12 м; Масова продуктивність черв'ячного редуктора 0,08 кг/с; Об'ємна витрата розплаву поліетилену  $87\cdot 10^{-6}$  м<sup>3</sup>/с; Тиск в пресі  $75\cdot 10^6$  МПа; Температура матеріалу, що завантажується 25°C; Температура стінки 200°C; Температура плавлення розплаву 200°C; Довжина зони гранулювання черв'яка 1,2 м.

4. Зміст пояснювальної записки

Пояснювальна записка містить текстові частини: «Пояснювальна записка», «Розрахунки» і «Технологія машинобудування», «Загальні висновки», «Перелік посилань», «Додатки». ПЗ включає такі розділи: «Зміст», «Вступ», «Призначення й галузь застосування виробу черв'ячного екструдера», «Технічна характеристика базової машини», «Опис конструкції, її основних частин і принципу дії», «Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації», «Охорона праці», «Очікувані механіко-економічні показники», «Висновки», «Перелік посилань».

5. Перелік графічного матеріалу

1. Технологічна схема А1; 2. Загальний вигляд машини А1; 3. Вузли та деталі машини А3; 4. Плакат з розрахунками на міцність А1.

## 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<b>МОДЕРНІЗАЦІЇ</b>	Щербина В.Ю., д.т.н., професор		
<b>ТЕХ. МАШИНОБУД.</b>	Борщик С.О., ст. викладач		

Дата видачі завдання: 13.04.2021 р.

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання на дипломне проектування.	13.04.2021	
2	Проходження переддипломної практики.	12.04-16.05.2021	
3	Патентно-літературний пошук для здійснення модернізації. Обґрунтування модернізації.	20-23.04.2021	
4	Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.	24-28.04.2021	
5	Підготовка розділу «Пояснювальна записка».	29.04-5.05.2021	
6	Виконання порівняльних розрахунків НДС вузла ролика з використанням програмних продуктів ANSYS.	5-15.05.2021	
7	Підготовка розділу «Розрахунки».	16.05.2021	
8	Підготовка розділу «Технологія машинобудування».	17-22.05.2021	
9	Робота над кресленнями з використанням САД-системах .	23.-5-3.06.2021	
10	Захист дипломного проекту.	15.06.2021	

Студент  
Керівник проекту

Ю.А. Заріцький  
С.О. Борщик

## ЗМІСТ

Реферат з ключовими словами (українська мова).....	
Реферат з ключовими словами (російська мова).....	
Реферат з ключовими словами (іноземна мова).....	
Перелік позначень.....	
Пояснювальна записка (ЛП71.06246.01-70ПЗ).....	
Розрахунки (ЛП71.06246.02-70РР).....	
Технологія машинобудування (ЛП71.06246.03-70ТЕ).....	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	
ДОДАТКИ.....	
Додаток А. Таблиця розглянутих патентів.....	
Додаток Б. Специфікації.....	
Додаток В. Теза на тему дипломного проекту.....	

## РЕФЕРАТ

Розроблено бакалаврський дипломний проект на тему «Агрегат для виробництва труб з модернізацією екструдера».

Метою проекту є модернізація черв'ячного екструдера. Дипломний проект вміщує «Пояснювальну записку», «Розрахунки», «Технологію машинобудування» та графічну частину. Загальний обсяг дипломного проекту становить: 58 с., 18 рис., 3 табл., 31 джерел та 6 креслень.

Методи розробки і проектування - аналітичні, розрахункові, проектувальні; з використанням відомих методів, комп'ютерних програм, нормативних документів.

При розробці і проектуванні екструзійного агрегату, на основі аналітичного огляду науково-технічної літератури, нормативної та конструкторської документації, патентних досліджень, інженерно-технічних розрахунків, виконано наступне:

- вивчено принципи роботи і конструкцію промислових екструдерів для виробництва поліетилену, проаналізовано технічні параметри і характеристики цих машин;
- проведено низку інженерних розрахунків, потрібних для проектування і розробки екструдера;
- на основі виконаних патентних досліджень модернізовано екструдер;
- розроблено і спроектовано екструдер для виробництва поліетилену високої густини з модернізацією черв'ячного екструдера.

**Ключові слова:** ПОЛІЕТИЛЕН, ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ПРЕС, ЧЕРВ'ЯК, ГОЛОВКА

## ABSTRACT

A bachelor's thesis project on "Unit for production of pipes with modernization of an extruder " has been developed.

The aim of the project is to modernize the extruder. The diploma project contains "Explanatory note", "Calculations", "Mechanical Engineering Technology" and a graphic part. The total volume of the diploma project is: 58 pages, 18 figures, 3 tables, 31 sources and 6 drawings.

Methods of development and design - analytical, calculation, design; using known methods, computer programs, regulations.

During the development and design of the extrusion unit, based on an analytical review of scientific and technical literature, regulatory and design documentation, patent research, engineering calculations, the following was performed:

- studied the principles of operation and design of industrial extruders for the production of polyethylene, analyzed the technical parameters and characteristics of these machines;
- performed a number of engineering calculations required for the development and design of the extruder;
- on the basis of the performed patent researches the extruder is modernized;
- developed and designed an extruder for the production of high density polyethylene with modernization of the extruder.

**Keywords:** POLYETHYLENE, SCREW EXTRUDER, SCREW, HEAD

## РЕФЕРАТ

Разработан бакалаврский дипломный проект на тему «Устройство для производства труб с модернизацией экструдера».

Целью проекта является модернизация червячного экструдера. Дипломный проект содержит «пояснительную записку», «Расчеты», «Технология машиностроения» и графическую часть. Общий объем дипломного проекта составляет 58 с., 18 рис., 3 табл., 31 источников и 6 чертежей.

Методы разработки и проектирования - аналитические, расчетные, проектировочные; с использованием известных методов, компьютерных программ, нормативных документов.

При разработке и проектировании экструзионного агрегата на основе аналитического обзора научно-технической литературы, нормативной и конструкторской документации, патентных исследований, инженерно-технических расчетов, выполнено следующее:

- изучены принципы работы и конструкцию промышленных экструдеров для производства полиэтилена, проанализированы технические параметры и характеристики этих машин;
- проведен ряд инженерных расчетов, необходимых для проектирования и разработки экструдера;
- на основе выполненных патентных исследований модернизировано экструдер;
- разработаны и спроектированы экструдер для производства полиэтилена высокой плотности с модернизацией экструдера.

Ключевые слова: ПОЛИЭТИЛЕН, червячные ПРЕСС, червей, ГОЛОВКА

## ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ

$D, d$  – діаметр, м;

$G$  – витрата,  $\text{м}^3/\text{с}$  (або  $\text{кг}/\text{с}$ );

$H, h$  – висота, м;

$N$  – потужність, Вт;

$Q$  – тепловий потік, Вт;

$T$  – температура, К;

$b$  – ширина, м;

$m$  – маса, кг;

$n$  – частота обертання,  $\text{с}^{-1}$ ;

$q$  – густина теплового потоку,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ;

$t$  – температура,  $^{\circ}\text{C}$

$\alpha$  – коефіцієнт тепловіддачі,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$ ;

$\delta$  – товщина, м;

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{K})$ ;

$\nu$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості,  $\text{м}^2/\text{с}$ ;

$A$  – площа,  $\text{м}^2$ ;

$K$  – коефіцієнт теплопередачі,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$

## Зміст

### ВСТУП

1	Призначення та область застосування черв'ячного екструдера.....
2	ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОЇ МАШИНИ.....
3	ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИП ДІЇ ПРЕСУ ЧП63×30 .....
4	ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД, ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ.....
4.1	Висновки за результатами патентного пошуку
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....
5.1	Повітря робочої зони .....
5.2	Підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці.....
5.3	Промислове освітлення .....
5.4	Електробезпека .....
6	ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ .....
	ВИСНОВКИ.....

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ доцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Агрегат для виробництва труб з модернізацією екструдера</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Заріцький</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Борщик</i>						
<i>Керівник</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Гондляр</i>						
						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		

## Вступ

Трубні вироби з полівінілхлориду (ПВХ) в наш час популярні у використанні в багатьох різних сферах і галузях. Своє місце на ринку вони зайняли поступово, так як фізико-технічні властивості полімерного матеріалу за цілою низкою критеріїв поступались традиційним металевим аналогам. Проте виробництво ПВХ-труб зараз, значно збільшило експлуатаційні характеристики виробів за рахунок впровадження багатьох рідких передових технологій. Нині майже не залишилося галузей, де б не використовувалися полімери або матеріали, де вони застосуються. Це можна пояснити їхніми специфічними властивостями під час експлуатації. Виробництво продукції з штучних полімерних матеріалів дуже швидко зростає в нашому світі.

Найбільш розвиненим вважається метод екструзії, який застосовують у виготовленні великої кількості різних виробів з полімерів: пластикові труби, ПВХ і композитні профілі, пластикові нитки, вікна, двері, полімерні плівки та інша продукція. Велика популярність екструзії обумовлена високою економічністю і продуктивністю, завдяки безперервному процесу виробництва. Тому екструзійні методи переробки полімерних матеріалів є зараз одними з найпопулярніших, а обладнання для екструзії застосовується в багатьох сферах. Використання полімерних труб набуває більшого попиту, замінивши металеві.

Область застосування полімерних труб дуже широка. Вони використовуються для будівництва та ремонту трубопроводів, що транспортують воду для господарського, питного водопостачання та інших рідких та газоподібних речовин, до яких полімер, має високу хімічну стійкість. Ще полімерні труби використовуються для подачі і транспортування горючих газів, в системах опалення, каналізації і в мережах водовідведення. За останній час полімерні труби почали все частіше використовувати для гідротранспорту. Вони також можуть бути застосовані як захисні канали для прокладки електричних кабелів, кабелів зв'язку, волоконнооптичного кабелю та ін. Труби з полімерів мають багато переваг над трубами з чавуну та сталі, а саме:

– багатолітнє використання труб;

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

- підвищений хімічний опір до агресивних речовин органічного походження;
- значно менша вага і погонна маса;
- підвищена еластичність, завдяки якій збільшується опір до гідравлічних пошкоджень;
- труби не лопаються і не перестають працювати коли рідина заморожується;
- стійкість до зношування приблизно більше у 10 разів ніж у сталі;
- стійкість до хімічної корозії;
- будування водопроводів без компенсаторів, завдяки високій еластичності;
- простіше виконуються ремонтно-будівельні і монтажні роботи;
- низька вартість. Дешевше на 40% в порівнянні з металевими трубами. (з монтажем перевага у вартості складає 30-40% в порівнянні з аналогічними металевими трубами).

Тому тема дипломного проекту є актуальною і підходить до сьогодення.

Основною ціллю в проекті є виготовлення лінії з виробництва полімерних труб з модернізацією черв'ячного екструдера, підтвердити її працездатність, а саме виконати параметричний розрахунок і розрахунки для міцності основних вузлів і деталей черв'ячної машини, зробити детальний аналіз розділів з охорони праці і технології машинобудування, розробити графічну частину, до якої входить: загальний вигляд лінії виробництва, в яку входить прес ЧП-63, загальний вигляд самого пресу 63 і основних його вузлів.

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



У дозувальній зоні під тиском розплав протискається через формуючу голівку.

Черв'ячні вали, діаметр може змінюватись від 20 до 500 мм, вони характеризуються різним профілем поперечного перерізу каналу, довжиною нарізки, кроком, ступенем стиснення і кількістю заходів нарізки гвинтової лінії.

Довжина технологічних зон екструдера може змінюватись з досить значною межею, залежно від характеристик сировини і особливостей технології переробки.

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 2 Технічна характеристика базової машини

Технічна характеристика відповідає за спеціальну інформацію про пристрій. Порівняння обраного зразка з іншими відбувається саме за цими показниками. Основні показники преса ЧП-63 наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика ЧП-63х

Продуктивність при максимальній частоті обертання черв'яка	120 кг/год
Діаметр черв'яка	63 мм
Відношення робочої довжини черв'яка до його діаметру	30
Встановлена потужність електродвигуна	162 кВт
Загальна встановлена потужність нагрівників	9,4 кВт
Число обертів черв'яка	16...160 об/хв.
Опір формувальної головки	75 МПа
Тиск в циліндрі	60 МПа
Витрата води на охолодження преса	0,4 м <sup>3</sup> /год
Тиск (без втрат на зливі)	0,3-0,4 МПа
Температура води	20 <sup>0</sup> С
Маса	2325 кг
Габаритні розміри	
-довжина	2940 мм
-ширина	1040 мм
-висота	1870мм

					ЛП71.06246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Під час пересування матеріал піддається інтенсивним термопластичним напруженням і збільшується тиск.

Водночас в екструдері відбуваються наступні процеси: підігрівання полімерного матеріалу за рахунок енергії дисипації та енергії, яка підводиться від системи підігрівання циліндра 3; ініційовані зростаючим тиском та температурою фазові, хімічні та інші перетворення, ущільнення та гомогенізація матеріалів; змішування різних компонентів; вилучення з матеріалів газоподібних та інших шкідливих домішок.

Завантажувальний штуцер є товстостінним циліндром із отвором для завантажування та водяним охолодженням. За допомогою фланця до завантажувального отвору кріпиться бункер з автоматичним заповненням матеріалу.

Температуру зовнішньої поверхні гільзи перевіряють за допомогою термоелектричного перетворювача, в парі з вторинним пристроєм. Корпус має чотири зони обігріву. Завдяки чотирьом незалежним вентиляторам 9 і системи водяного охолодження 2 знижують температуру ділянки корпусу.

Система охолодження 2 призначена для охолодження завантажувального штуцера 5, черв'яка 1, а також мастила в картері редуктора 8.

За допомогою шліцьового з'єднання черв'як зачіплюється до перехідної втулки блоку радіально-упорних підшипників. Завдяки шліцьовому з'єднанню цей вал приєднується через муфту до тихохідного редуктора 8.

Формуюча головка кріпиться до циліндра екструдера за допомогою фланцевого з'єднання 12.

Корпус складається із завантажувальної частини і плавильної. Всі ділянки корпусу з'єднуються фланцями між собою. Блок радіально-упорних підшипників також приєднується до завантажувальної частини за допомогою фланців. Розплавлення полімеру відбувається в корпусі за допомогою нагрівачів 7, які встановлюються на плавильну частину. Завантажувальна частина корпусу має канали для подачі води, за допомогою якої охолоджується завантажувальна зона екструдера.

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		





Задачею даної моделі є вдосконалення черв'яка екструдера для полімерних матеріалів, в якому зменшиться зворотній потік перероблюваного матеріалу крізь зазор "гребінь нарізки - корпус екструдера" при збереженні високого змішувального ефекту черв'яка. Ця задача здійснюється за рахунок того, що вал, який містить черв'як екструдера для перероблення полімерних матеріалів, з послідовно розташованими хвостовиком, зонами живлення, стискання і дозування, споряджений гвинтовою нарізкою, а на гребені нарізки зони дозування розташовані поперечно йому пази, скошені в бік хвостовика вала. Підвищенню надійності екструдера через зменшення зношення пари "черв'як - корпус екструдера" сприяє наявність перероблюваного матеріалу в пазах гребеня черв'яка під час роботи машини. Суть моделі пояснюється на наступних кресленнях (Рисунок 4.4, рисунок 4.5, рисунок 4.6)

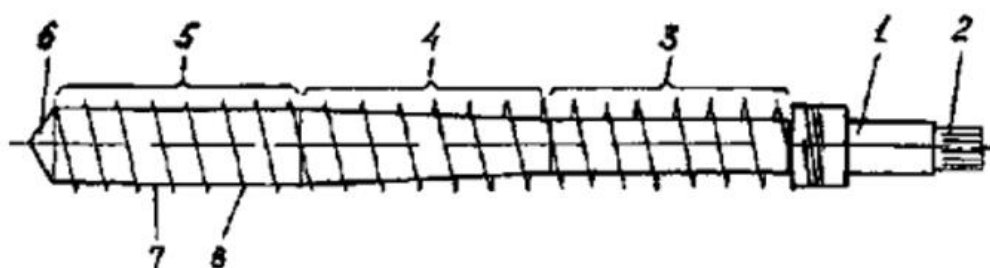


Рисунок 4.4 - загальний вигляд черв'яка.

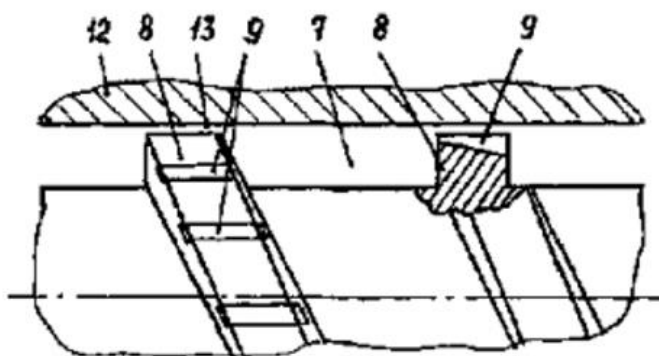


Рисунок 4.5 - поперечний розріз гребеня нарізки зони дозування черв'яка.

					ЛП71.06246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



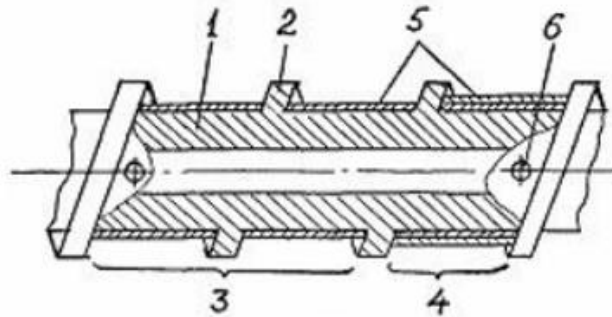


Рисунок 4.7 - робоча частина черв'яка екструдера.

1 – осердя, 2 – гребінь, 3 – ділянка з одним шаром , 4 – ділянка в декілька шарів, 5 - стрічка

В останньому розглянутому рішенні покладено задачу на вдосконалення черв'яка екструдера, в якому забезпечується регулювання висоти штифтів над поверхнею черв'яка і можливість регулювання геометрії міжвиткового простору. Поставлена задача вирішується тим, що в черв'яку екструдера, ділянка зі штифтами виконана у вигляді втулки, а вал на ділянці зі штифтами виконано з гвинтовою нарізкою. Зміна напружень зсуву в робочому каналі черв'яка на його ділянці зі штифтами забезпечить активний вплив на перероблюваний матеріал. Сутність корисної моделі пояснюється на ( Рисунок 4.8, 4.9, 4.10)

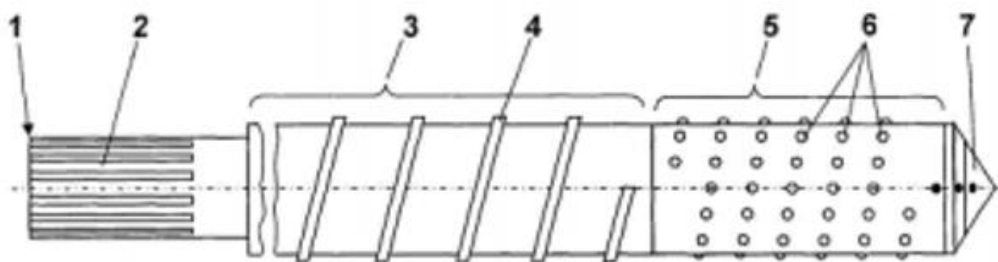


Рисунок 4.8 - загальний вигляд черв'яка.

					ЛП71.06246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



#### 4.1 Висновки за результатами патентного пошуку

В результаті проведених патентних досліджень було встановлено:

Удосконалена модель належить до екструзійного обладнання, зокрема до робочих органів черв'ячних екструдерів для переробки матеріалів на основі високомолекулярних сполук.

Цей черв'як забезпечує ефективну переробку певного класу матеріалів, проте він має невисоку змішувально-диспергувальну дію, оскільки має незмінну геометрію робочого каналу.

В основу корисної моделі покладено задачу вдосконалення черв'яка екструдера, в якому його нове конструктивне виконання забезпечує регулювання висоти штифтів над поверхнею черв'яка, а отже і можливість регулювання геометрії міжвиткового простору, що розширяє технологічні можливості черв'яка за рахунок переробки більш широкого класу матеріалів.

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 5 Охорона праці та навколишнього середовища

У Законі України «Про охорону праці» №2694-ХІІ від 14 жовтня 1992 року зазначено, що охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Тема дипломного проекту «Агрегат для виробництва труб з модернізацією екструдера». Для створення здорових та безпечних умов праці аналізуються умови праці робітника у виробничому приміщенні площею  $S=110\text{м}^2$  і об'ємом приміщення  $V=1200\text{м}^3$ , в результаті якого було визначено небезпечні і шкідливі виробничі фактори, які можуть впливати на працівника в процесі експлуатації лінії для виготовлення полімерних труб, якими є:

- повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці;
- промислове освітлення;
- електробезпека;
- пожежна безпека.

### 5.1 Повітря робочої зони

Умови роботи на екструдері та лінії в цілому за ГОСТ 12.1.005-88/98 відносяться до категорії середньої тяжкості (енерговитрати 150...200 ккал/год).

Склад повітря робочої зони залежить від параметрів метеорологічних умов: температури (у холодний період року  $t=19-21^\circ\text{C}$ , у теплий період року  $t=21-24^\circ\text{C}$ ), відносної вологості (60 – 40%), а також кількості шкідливих речовин, що виділяються машиною при плавленні ПВХ, при цьому виділяється окис вуглецю, вуглеводні, органічні кислоти, альдегіди і інші токсичні речовини.

Величина температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в виробничому приміщенні знаходиться в межах санітарних норм ДСН 3.3.6.042-99.

					ЛП71.06246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Шум, який утворюється при роботі екструдера та устаткувань лінії є постійним. Основними джерелами шуму є редуктори, вали та черв'яки, що обертаються, електродвигуни, вентилятори, система охолодження, де шум досягає 90 дБА.

Зниження шуму досягається шляхом шумопригнічення. Для досягнення максимального ефекту якого використовуються шумопригнічуючі покриття, якими вкривається не менше 60% внутрішньої площі. Вихлопні патрубки насосів з'єднані з герметичним каналом, який забезпечує ізоляцію шуму вихлопів.

Звукоізолююча здатність дверного отвору приміщення повинна бути не нижче 30 дБА.

Стіни і перекриття цього приміщення мають бути забезпечені звукоізолюючим облицюванням з коефіцієнтом звукопоглинання не нижче 0,7 і мають звукоізолюючу здатність не нижче 50 дБА.

Для зменшення виробничого шуму та для зменшення шуму елементів, що обертаються, передбачено проведення наступних заходів:

- встановлення екранів ( $\Delta L = 15$  дБА);
- своєчасне змащування всіх поверхонь, що труться ( $\Delta L = 6$  дБА);
- своєчасний ремонт всіх механічних вузлів за регламентом ( $\Delta L = 8$  дБА)., необхідно слідкувати за рівнем мастила в підшипникових вузлах.
- використання протишумових навушників ПШН-Б, призначені для захисту від шуму при рівні до 115 дБА.

Вживання цих заходів дозволяє знизити рівень шуму до 65 дБА, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

Основними напрямками боротьби з шумом на виробництві є застосування малошумних технологічних процесів та устаткування, оснащення шумного устаткування засобами дистанційного керування, дотримання правил технічної експлуатації, проведення планово-попереджувальних оглядів та ремонтів, своєчасне проходження попереднього (під час прийняття на роботу) та періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці, впровадження фізіологічно обґрунтованих режимів праці і відпочинку;

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

застосування індивідуальних захисних засобів (навушники, протишумові вкладки, шумозаглушувальні шоломи, беруші тощо).

Електродвигун з частинами лінії, що обертаються є головними джерелами, утворюють вібрацію. Неточне встановлення обертових деталей, нещільне з'єднання тіл обертових деталей до фундаменту підсилює технологічну вібрацію, яка проходить через несучі поверхні до оператора. Робітник при роботі піддається допустимій нормі вібрації, бо він знаходиться далеко від основи машини -біля пульта управління. Нормальна вібрація не впливає на організм оператора. Рівень технологічної вібрації у виробничому приміщенні не перевищує 90 дБ при частоті 4 Гц, що відповідає ДСН 3.3.6.039-99.

### **5.3 Освітлення на робочих місцях**

У приміщенні де встановлена лінія, що має висоту бм, використовується змішане освітлення, при якому у світлий час доби недостатність природного освітлення доповнюється штучним.

Штучне освітлення передбачається у всіх виробничих та приміщеннях, де недостатньо природного світла, а також для освітлення приміщень в темний період доби. При організації штучного освітлення необхідно забезпечити сприятливі гігієнічні умови для зорової роботи і одночасно враховувати економічні показники.

Найменша освітленість робочих поверхонь у виробничих приміщеннях регламентується ДБН В.2.5-28-2006 і визначається, в основному, характеристикою зорової роботи.

В ДБН В.2.5-28-2006 вісім розрядів зорової роботи, із яких перших шість характеризуються розмірами об'єкта розпізнавання. Найбільша нормована освітленість складає 5000 лк (розряд Ia), а найменша – 30 лк (розряд VIIв).

Зорова робота оператора, що обслуговує ТПА, являє собою періодичне загальне спостереження за ходом виробничого процесу. Відповідно і виробниче приміщення відноситься до IV розряду зорової роботи. По IV розряду зорової роботи, по підрозділу (г), та виду освітлення (загальному) знаходимо нормативне значення освітлення – 150 лк.

Штучним джерелом освітлення промислового приміщення є лампи денного

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



струмом приміщення цеху, де встановлена дана лінія відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою. За характером навколишнього середовища, приміщення характеризується як вологе (відносна вологість повітря у приміщенні близько 75%). Оскільки для роботи лінії використовується напруга 220/380Вт частотою 50 Гц, то використовуємо трифазну трипроводову мережу з ізольованою нейтраллю. Мережа з ізольованою нейтраллю в ізольованому режимі є набагато безпечною при торканні до фазового дроту.

Для забезпечення електробезпеки під роботи та неможливості дотику або небезпечного наближення до струмоведучих частин роблять їх недосяжними за допомогою розташування на висоті більш ніж 2,5 м. Для безпечної експлуатації електрообладнання застосовують ізоляцію з діелектричних речовин з питомим опором не менше ніж  $R = (108 \dots 1017) \text{ Ом} \cdot \text{см}$ , та посилену. Роблять позначення на електричних частинах (фарбування, надписи, позначення проводів різними кольорами: фаза А – жовтий, фаза В – зелений, фаза С – червоний, нульовий, або нульовий захисний – жовтий із зеленими полосами). Для ізоляції людини від частин електроустановок, що знаходяться під напругою, використовуються основні та допоміжні ізолюючі засоби, а саме слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками, килимки, ізолюючі підставки, тощо.

Конструкція електроустановок має відповідати умовам їх експлуатації та забезпечувати захист персоналу від дотику з струмоведучими та рухомими частинами, а обладнання - від попадання всередину сторонніх твердих тіл та води.

Робітникам рекомендовано носити одягу з природних матеріалів або з комбінованих -природних і штучних волокон. Для зняття електростатичних зарядів з одяжі слід використовувати антистатики побутового призначення. Оскільки корпуси приладів виконані з металу, то для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом (можливий пробій на корпус приладу) використовується захисне заземлення.

Забороняється проводити роботи на незаземлених вузлах лінії, проводити розборку і ремонт лінії без вимкнення електричної мережі, допускати удари металевими предметами для запобігання іскроутворення, залишати лінію, що працює без нагляду та допускати у приміщення осіб, які не пройшли навчання і

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

перевірку знань з питань охорони праці та техніки безпеки.

Забезпечення електробезпеки при роботі апаратів для даної лінії є дуже важливим чинником, який знижує смертність та травматизм серед обслуговуючого персоналу в виробничих умовах.

Нормативні документи, щодо електробезпеки, чинні в Україні:

- Правила улаштування електроустановок, що затверджені згідно Наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості №476 від 21.07.2017р. Дія ПУЕ розповсюджується на ЕУ напругою до 500 кВ, що споруджуються чи реконструюються. ПУЕ встановлюють загальні вимоги до будови ЕУ, каналізації (передачі) електроенергії, захисту і автоматики, розподільних пристроїв і підстанцій, електросилових установок, електричного освітлення та до електрообладнання спеціальних установок;

- ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Цей документ затверджений Мінпраці України і включає деякі питання електричного освітлення та обладнання спеціальних установок зі змінами і доповненнями відповідно до чинних в Україні і міжнародних нормативних актів;

- Правила улаштування електроустановок. Розділ 1. Загальні правила. Розділ 1.7. Заземлення і захисні заходи безпеки, яка запроваджена з 1 січня 2007 року. Вимоги якої поширюються на ЕУ змінного і постійного струмів, які проектуються, будуються або реконструюються і містять загальні вимоги до їх електробезпеки. Вимоги цієї глави можуть також застосовуватися до діючих ЕУ;

- НПАОП 40.1-1.01-97 (ДНАОП 1.1.10-1.01-97). Правила безпечної експлуатації електроустановок-галузевий нормативний документ (енергетика). Дія його розповсюджується на ЕУ енергетичної галузі напругою до 500 кВ. Він встановлює вимоги щодо безпечної експлуатації ЕУ;

- ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів-міжгалузевий нормативний акт, що визначає вимоги з безпечної експлуатації електроустановок споживачів, дія його розповсюджується на електроустановки напругою до 220 кВ;

- Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів –

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

установлюють основні організаційні і технічні вимоги до експлуатації ЕУ споживачів і поширюються на діючі ЕУ напругою до 150 кВ включно;

- ДНАОП 1.1.10-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів— нормативний акт, що встановлює вимоги до необхідного переліку електрозахисних засобів залежно від конкретних умов, до зберігання, випробування, перевірки стану та користування електрозахисними засобами;

- ДНАОП 0.00-8.19-99. Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів;

- НПАОП 0.00-6.18-04. Порядок проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Розроблені на основі НПАОП (ДНАОП) галузеві нормативні акти щодо електробезпеки для енергетичної галузі та підприємств інших галузей.

.

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 6 Очікувані механіко-економічні показники

В результаті проектування агрегату для виробництва поліетиленових труб була проведена модернізація черв'ячного екструдера, яка:

- забезпечує високу змішувально-диспергувальну дію;
- забезпечує активний вплив на перероблюваний матеріал завдяки зміні напружень зсуву в робочому каналі черв'яка на його ділянці зі штифтам;
- забезпечує безперервний перерозподіл елементарних потоків матеріалу;
- забезпечує переробку найрізноманітніших матеріалів, що суттєво розширює технологічні можливості екструдера.

					ЛП71.06246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

Дипломний проект виконано згідно з темою “Агрегат для виробництва труб з модернізацією екструдера”.

В дипломному проекті здійснено проектування екструдера 63×30 що входить до складу лінії виробництва труб з полівінілхлориду.

Дипломний проект складається з вступу, призначення та області використання лінії та екструдера 63×30, опису технологічного процесу, вибір типу преса та його місце в технологічній схемі лінії, технічну характеристику екструдера 63×30, опис конструкції екструдера 63×30 та основних збиральних одиниць та деталей, патентний огляд, відповідність преса до вимог охорони праці.

Приведено розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції екструдера 63x30.

Приведено технологію виготовлення корпусу черв'ячного преса.

					<i>ЛП71.06246.01-70ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Зміст

1	Розрахунки, які підтверджують працездатність та надійність черв'ячного преса .....
1.1	Параметричний розрахунок преса ЧП-63.....
1.2	Розрахунок продуктивності преса ЧП63×30 при переробці ПНТ .....
1.3	Розрахунок потужності приводу преса ЧП-63 при переробці ПНТ .....
1.4	Розрахунок тиску, який розвиває черв'як .....
1.5	Розрахунок осьового зусилля і вибір упорного підшипника .....
1.6	Розрахунок гільзи корпусу .....
1.7	Розрахунок фланця, який з'єднує завантажувальну воронку з корпусом ..
2	Розрахунок модернізації.....
2.1	Розрахунок завантажувального пристрою екструдера
	Висновки .....

					<i>ЛП71.06246.02-70PP</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Заріцький</i>			Агрегат для виробництва труб з модернізацією екструдера	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Боршик</i>						
<i>Керівник</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського ХПСМ, ІХФ, ЛП-71</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Гондляр</i>						

# 1 Розрахунки, які підтверджують працездатність та надійність черв'ячного преса

## 1.1 Параметричний розрахунок преса ЧП-63

Основним параметром що характеризує продуктивність черв'ячної машини є діаметр черв'яка.

В лінії, яка представлена в даному дипломному проекті, використовується екструдер з черв'яком, зовнішній діаметр якого  $D=63\text{мм}$  ГОСТ 114441 – 65, відношення довжини робочої частини до його діаметра, для переробки ПВХ приймаємо  $30D$ .

Інші параметри шнека обираються в залежності від сировинного матеріалу. У даному випадку матеріалом, що переробляється, є пластикаційний полівінілхлорид, базові параметри черв'яка обчислюються виходячи з залежностей представлених нижче. Схема черв'яка представлена на (рисунку 1.1).

Мета: визначення параметричних розмірів черв'яка

Вихідні дані:

- Діаметр черв'яка,  $D$ , м 0,063
- Відношення довжини до діаметра,  $L/D$ , м 30
- Матеріал Поліетилен низького тиску

Розрахунок проведено відповідно до методики [2].

Крок профілю – відстань між однойменними точками двох сусідніх витків, виміряна в напрямку осі черв'яка:

$$t = (0,7 \div 1) \cdot D = 1 \cdot 63 = 63\text{мм.}$$

Для переробки поліетилену вибираємо шнек однозаходний.

Кут підйому гвинтової лінії у середині корпусу:

$$\varphi = \arctg \frac{t}{\pi \cdot D} = \arctg \frac{63}{3,14 \cdot 63} = 17^\circ 65'.$$

Товщина гребеня черв'яка для одночерв'ячних машин:

$$e = (0,08 \div 0,12) \cdot D = 0,1 \cdot 63 = 6,3\text{мм.}$$

Зазор між черв'яком і гільзою складає

$$\delta = (0,002 \div 0,003) \cdot D = 0,003 \cdot 63 = 0,189\text{мм.}$$

					<i>ЛП71.06246.02-70PP</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







$$Q = 60V_{cp} N \rho \beta = 60 \cdot 58,5 \cdot 10^{-6} \cdot 150 \cdot 1 \cdot 1,34 \cdot 10^3 \cdot 0,2 = 140 \text{ кг / год}$$

Продуктивність машини за технічним завданням:

$$Q = 120 \text{ кг / год.}$$

Повна продуктивність  $Q = 140 \text{ кг / год}$ , отже продуктивність машини по технічному завданню задовольняється.

### 1.3 Розрахунок потужності приводу преса ЧП-63 при переробці ПНТ

Мета: визначити потужність, яка витрачається на переробку ПНТ.

Вихідні дані:

- Масова продуктивність машини,  $G$ , кг/с 0,02
- Об'ємна витрата розплаву ПВХ,  $V$ , м<sup>3</sup>/с  $24,8 \cdot 10^{-6}$
- Тиск в пресі,  $P$ , МПа  $75 \cdot 10^6$
- Температура матеріалу, що завантажується,  $T_1$ , °C 25
- Температура стінки,  $T_{ст}$ , °C 250
- Температура плавлення розплаву,  $T_{пл}$ , °C 185
- Діаметр сердечника черв'яка на початку зони дозування,  $D_H$ , м 0,046
- Діаметр сердечника черв'яка в кінці зони дозування,  $D_3$ , м 0,057
- Глибина каналу на початку зони дозування,  $H_H$ , м 0,0085
- Глибина каналу в кінці зони дозування,  $H_3$ , м 0,003
- Середнє значення глибини нарізки в зоні подачі,  $H_{1cp}$ , м 0,005
- Довжина зони гранулювання черв'яка,  $L_2$ , м 1,57

Розрахунок проведено згідно [6]

Корисна потужність, яка витрачається в шнековій машині на переробку матеріалу:

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

де  $N_1$  - потужність, яка витрачається в зоні подачі. Внаслідок її відносної малості нехтуємо нею.

$N_2 = N_2' + N_2''$  - потужність, яка витрачається в зоні плавлення.

$N_2'$  - потужність, яка витрачається на тертя та дисипацію енергії в зазорі  $\Delta$  між

					<i>ЛП71.06246.02-70PP</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$\Delta O = \frac{2 \cdot (I - E)}{\rho_H \cdot W_{np} \cdot \sin \varphi} \cdot \phi = \frac{2 \cdot (0,063 - 0,0063)}{820 \cdot 0,26 \cdot 0,303478} \cdot 0,0366 = 0,000064 \text{ м.}$$

Середній градієнт швидкості:

$$\gamma = \frac{\Delta W_{np}}{\Delta O} = \frac{0,26}{0,000064} = 4062 \text{ с}^{-1}.$$

Приймаємо  $\mu_{ef} = 110 \text{ Па} \cdot \text{с}$ .

Отже, потужність  $N_2'$ , яка витрачається на тертя та дисипацію енергії в зазорі  $\Delta$  між циліндром і поверхнею пробки твердого тіла, дорівнює:

$$N_2' = \mu_{ef} \cdot \Delta W_{np}^2 \cdot \frac{T - T \cdot E}{2 \cdot \Delta O \cdot \text{tg} \varphi} \cdot L_2 = 110 \cdot 0,26^2 \cdot \frac{0,063 - 0,063 \cdot 0,0063}{2 \cdot 0,000064 \cdot 0,318471} \cdot 1,57 = 17825 \text{ Вт} = 17,8 \text{ кВт}.$$

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

$$N_2'' = \mu_{ef} \cdot I \cdot E \cdot L_2 \cdot \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot N^2}{\Delta \cdot \text{tg} \varphi} = 110 \cdot 1 \cdot 0,0063 \cdot 1,56 \cdot \frac{3,14^2 \cdot 0,063^2 \cdot 2,5^2}{0,000189 \cdot 0,318471} = 4440,5 \text{ Вт} = 4,44 \text{ кВт}.$$

Потужність в зоні дозування витрачається на подолання тертя, плавлення в каналі черв'яка і в зазорі між циліндром і гребенем витка черв'яка.

Потужність, яка витрачається в каналі шнека в зоні дозування :

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

Коефіцієнт  $\theta$  визначається за формулою:

$$\theta = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4T^2}{\pi^2} + \frac{[D + D_3]^3 + [D + D_H]^3}{3(D_3 - D_H)} + \frac{2,3\pi^2 \cdot D^5}{(T^2 + \pi^2 \cdot D^2) \cdot [H_H - H_3]} = \frac{3,14^2 \cdot 0,063^2 - 4 \cdot 0,063^2}{3,14^2} + \frac{(0,063 + 0,057)^3 - (0,063 + 0,046)^3}{3(0,057 - 0,046)} + \frac{2,3 \cdot 3,14^2 \cdot 0,063^5}{(0,06^2 + 3,14^2 \cdot 0,063^2) \cdot (0,0085 - 0,003)} = 0,109.$$

тоді потужність  $N_3'$ , дорівнює:

$$N_3' = 0,109 \cdot 110 \cdot 2,5^2 \cdot \frac{3,14^3 \cdot (0,063 - 1 \cdot 0,0063) \cdot 1,56}{0,063} = 3257,3 \text{ Вт} = 3,26 \text{ кВт}.$$

Потужність, яка витрачається в зазорі на ділянці зони дозування:

$$N_3'' = \mu_{ef} \cdot I \cdot E \cdot L_2 \cdot \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot N^2}{\Delta \cdot \text{tg} \varphi} = 110 \cdot 1 \cdot 0,0063 \cdot 1,56 \cdot \frac{3,14^2 \cdot 0,063^2 \cdot 2,5^2}{0,000189 \cdot 0,318471} = 444,1 \text{ Вт} = 4,44 \text{ кВт}.$$

Потужність, яка витрачається в каналі формувальної головки:

$$N_r = V \cdot P_r = 24,8 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^6 = 1240 \text{ Вт} = 1,24 \text{ кВт}.,$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЛП71.06246.02-70PP

де  $V = 24,8 \cdot 10^{-6} \frac{M^3}{c}$  - об'ємна витрата розплаву.

Загальні втрати потужності в черв'ячній машині складають:

$$N_{\text{вд}} = N_2' + N_2'' + N_3' + N_3'' + N_{\Gamma} = 17,8 + 4,44 + 3,26 + 4,44 + 1,24 = 31,2 \text{ кВт}.$$

Потужність електродвигуна приводу машини :

$$N_E = \frac{N}{\varepsilon} = \frac{31,2}{0,7} = 44,56 \text{ кВт},$$

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

Встановлено двигун потужністю  $N = 55 \text{ кВт}$ , найближчою найбільшою за номінальним рядом потужностей двигунів.

#### 1.4 Розрахунок тиску, який розвиває черв'як

Мета: визначити тиск, який розвиває шнек.

Вихідні дані:

- |   |       |
|---|-------|
| - Встановлена потужність, $N$ , кВт               | 55    |
| - Максимальне число обертів черв'яка, $n$ , об/хв | 150   |
| - Зовнішній діаметр черв'яка, $D$ , м             | 0,063 |
| - Внутрішній діаметр черв'яка, $D_в$ , м          | 0,057 |
| - К.К.Д. приводу екструдера, $\eta$               | 0,8   |

Розрахунок проведено відповідно до методики [6].

Осьове зусилля, яке виникає у гвинтовому каналі черв'яка, визначається за формулою:

$$P_z = \frac{19500 \cdot N \cdot \eta \cdot \text{tg} \varphi}{N_1 \cdot D} = \frac{19500 \cdot 55 \cdot 0,8 \cdot \text{tg}(17^\circ 40')}{150 \cdot 0,063} = 28146 \text{ Н},$$

$\alpha = 17^\circ 40'$  - кут підйому витка в зоні дозування,

Питомий тиск, який розвиває черв'як:

$$P = \frac{P_z}{F} = \frac{P_z}{\pi \cdot (R^2 - R_в^2)} = \frac{28146}{3,14 \cdot (0,0315^2 - 0,0285^2)} = 44115789 \text{ Па} = 44,1 \text{ МПа},$$

									Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЛП71.06246.02-70PP

де  $R = 0,00315 м$  - зовнішній радіус витків черв'яка,

$R_g = 0,0285 м$  - внутрішній радіус витків черв'яка.

Приймаємо розрахунковий тиск рівним  $P = 45 МПа$ .

### 1.5 Розрахунок осевого зусилля і вибір упорного підшипника

Мета: визначити осьове зусилля, яке діє на шнековий вал і підібрати підшипник.

Вихідні дані:

- Зовнішній діаметр черв'яка  $D, м$  0,063
- Діаметр сердечника черв'яка  $D_2, м$  0,057
- Зусилля у гвинтовому каналі  $P_z, Н$  28146
- Максимальне число обертів черв'яка  $N_1, об/с$  3

Розрахунок проведено відповідно до методики [6].

Осьове зусилля, яке на діє на черв'як, складається із зусилля, яке виникає у гвинтовому каналі черв'яка  $P_z$  і зусилля, що виникає при видавлюванні матеріалу через головку  $P_g$ :

$$P_{oc} = P_z + P_g,$$

де  $P_g$  - осьове зусилля, яке діє на черв'як зі сторони формувальної головки:

$$P_g = P_{num} F,$$

де  $P_{num} = 45 МПа$  - питомий тиск матеріалу на виході із машини;

$F$  - площа поперечного перерізу шнека, визначена за формулою:

$$F = \frac{\pi(D^2 - D_2^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,063^2 - 0,057^2)}{4} = 0,00056 м^2$$

Визначимо осьове зусилля, яке діє на черв'ячний вал з боку формувальної головки:

$$P_g = P_{num} \cdot F = 45 \cdot 10^6 \cdot 0,00056 = 25434 Н$$

Загальне осьове зусилля, яке діє на шнек:

$$P_{oc} = P_z + P_g = 28146 + 25434 = 53580 Н$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЛП71.06246.02-70PP











## Висновки

Було виконано параметричний розрахунок, розрахунок продуктивності екструдера, розрахунок потужності привода, розрахунок зусилля, якого досягає черв'як, розрахунок осьового зусилля, виконані розрахунки на міцність та на стійкість черв'яка, кручення черв'яка, тепловий розрахунок, розрахунок гільзи корпусу, фланцевого з'єднання. За результатами проведених вище розрахунків було обрано упорний підшипник, визначено товщину гільзи.

Отже, можна вважати що обрана модернізація є доречною, після проведених розрахунків та підтвердження ефективності модернізації.

					<i>ЛП71.06246.02-70PP</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## Зміст

1. Технологія виготовлення деталі і монтажу вузла..	3
1.1 Опис та призначення деталі .....	4
1.2 Вибір заготовки для виготовлення деталі .....	4
1.3 Технологічний процес виготовлення деталі.....	5
2 Вибір пристосування.....	17
2.1 Опис конструкції і принцип роботи пристосування .....	17
2 Розрахунок пристосування.....	18
Висновки .....	20
Література .....	21

					<b>ЛП71.06246.03-70TE</b>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Агрегат для виробництва труб з модернізацією екструдера</b>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Заріцький</i>									
<i>Перевір.</i>	<i>Борищук</i>									
<i>Керівник</i>										
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Затверд.</i>	<i>Гондляр</i>				<b>КПІ ім. Ігоря Сікорського</b>					

## 1 Технологія виготовлення деталі і монтажу вузла

В цьому розділі було виконане наступне: вибір методу за допомогою якого отримується заготовка, вибір робочих інструментів та устаткування для кожної операції і розробка технології виготовлення деталі „корпус ЧП-63”.

У корпусі (рисунок 1.1.2) монтується гільза, в якій розташовано шнек. Деталь виконує опорну функцію.

Матеріал деталі достатньо пластичний для обробки тиском. Заготовка (рисунок 1.1.1) за формою та розмірами близька до форми та розмірів готової деталі, а це є ознакою технологічності.

Матеріал деталі сталь 40Х добре піддається різанню з використанням стандартних ріжучих матеріалів (твердий сплав, швидкоріжуча сталь). Всі поверхні деталі доступні для ріжучого інструменту. Ступені поверхонь обертання зменшуються в одному напрямку – це технологічно.

В іншому деталь складається з уніфікованих конструкційних елементів оптимального ступеню точності та шорсткості поверхні, що дозволяє використовувати високопродуктивне обладнання та стандартну оснастку при добрих технологічних базах.

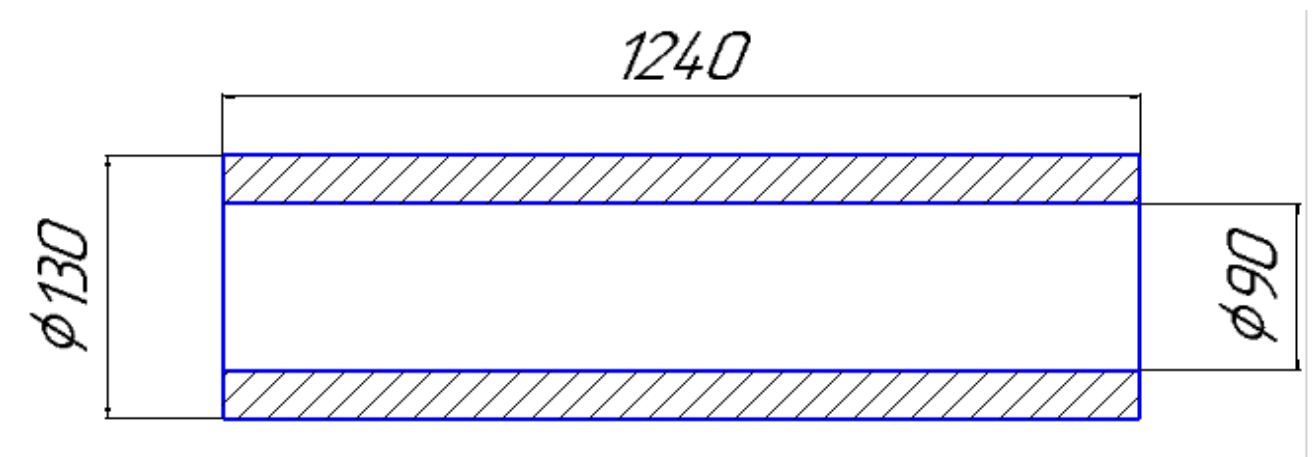


Рисунок 1.1 – Виконане креслення заготовки корпуса ЧП-63

					ЛП71.06246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



скручують і згинальних моментів, виконують з ковкого чавуну або сталі, а деталей, що працюють в умовах агресивного середовища, - з матеріалів, що володіють підвищеним опором корозії (корозійно-стійкі сталі марок 3X13, 3X17H10T та ін.).

Литі заготовки, отримують литтям у землю, оболонкові форми та кокіль, для дрібних деталей використовують лиття по виплавлюваних моделях.

Циліндр черв'ячної машини піддаються внутрішньому тиску порядку 5...15 Мпа в звичайних умовах роботи та при закритій головці до 30...40 Мпа. Внаслідок цього він повинен бути достатньо міцним і масивним. Циліндри можуть бути цілковими, зварної конструкції і збірними. Виготовляються вони зі сталюого або чавунного литва. Корпус циліндра складається з рубашки та двох фланців – переднього і заднього, виготовляється сам корпус зварним. Стальна гільза кріпиться в корпусі за допомогою болтів та фланцю і утримується від прокручування шпонкою. Дві рубашки, утворені зовнішнім кожухом, внутрішньою трубою і гільзою, дозволяє підтримувати різний тепловий режим у зоні воронки та в робочій частині циліндра. Подача теплоносіїв до рубашки здійснюється за допомогою штуцерів.

### 1.3 Технологічний процес виготовлення деталі

В маршрутній та операційних картах наведено процес виготовлення корпусу. Схема базування заготовки і типу установочних елементів визначенні технологом.

## 2. Вибір пристосування

Головною задачею в серійному виробництві є підвищення виробництва і полегшення праці робочих, тому пристосування мають бути швидкодіючими, тобто максимально оснащеними механізованими силовими приводами, а в ряду випадків іноді й напівавтоматичними.

В додаток до цього, до конструкцій в серійному виробництві, додається ряд додаткових вимог, що витікають із специфіки даного виробництва:

					ЛП71.06246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) зменшення часу виробництва та вартості його підготовки, що в умовах великої номенклатури та частоті зміни об'єктів виробництва має вирішальне значення;

2) зменшення часу на переналагодження обладнання, що грає велику роль при впровадженні групових технологічних процесів і організації групових потоків у серійному машинобудуванні;

Найбільшою мірою зазначеним вимогам відповідають переналагоджувані (групові та універсальні) і універсально-збірні (система УСП) пристосування, а також спеціалізовані налагоджувальні пристосування (система СНП).

У середньо-серійному виробництві широко застосовуються швидкодіючі спеціалізовані і спеціальні пристрої з пневмо і гідроприводом.

Задовольняючи умовами даного завдання, вибираємо пристосуванням для токарного процесу виготовлення патрон з жорстким centruючим елементом і трьома прихватами.

## 2.1 Опис конструкції і принцип роботи пристосування

Патрон з жорстким centruючим елементом і трьома прихватами працює наступним чином. Втулка, centruється обробленим отвором на пальці, а торцем фланця прилягає до торця кільця. Осьовий затиск деталі здійснюється трьома важілями(прихватами), до яких рух від пневмоциліндра передається завдяки тязі і коромислу. Для забезпечення рівномірності затиску всіма важілями передбачені сферичні шайби, які дозволяють коромислу качатися. При зворотньому ході тяги кільце тисне на коромисло і переміщує його вправо. При цьому важелі ковзають по сухарях, які розміщені у кришці і під дією пружин і плунжерів розкриваються. І звільнюють оброблювану деталь. Для безпеки роботи пристрій вкритий кожухом.

## 2.2 Розрахунок пристосування

					ЛП71.06246.03-70ТЕ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закріплення заготовки в патроні виконується за допомогою затискного гвинта. Визначаємо силу притискання заготовки  $P$  прихватами:

$$P_{\max} = \frac{2M_{\max} \cdot k}{D \cdot f} = \frac{2 \cdot 36 \cdot 3,5}{0,13 \cdot 0,16} = 12115H$$

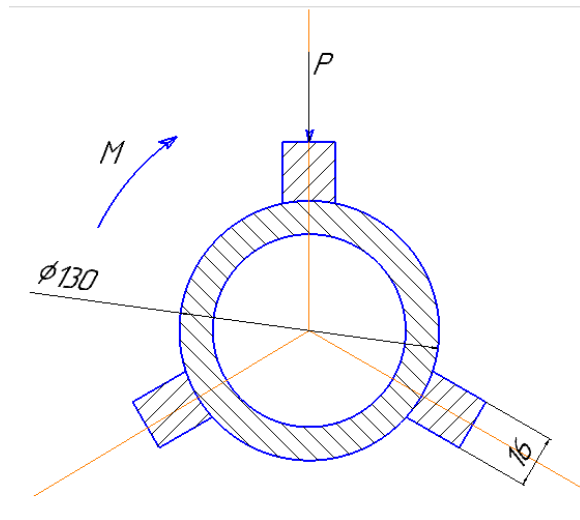


Рисунок 2.2 Розрахункова схема сил

$M_{\max}$  – максимальній обертовий момент при свердлінні різьби М120

$$M_{\max} = 36Hm$$

$D$  – діаметр базової поверхні,  $D=0,13$  м;

$k$  – коефіцієнт запасу,  $k=3,5$

$f$  – коефіцієнт тертя,  $f = 0,16$

$\sigma$  – напруження розтягу – стиску матеріалу гвинта,  $\sigma = 9 \cdot 10^7$  Па

Діаметр затискного гвинта:

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma}} = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{12115}{9 \cdot 10^7}} = 0,016 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр гвинта затискаючого механізму М16.

Розрахуємо гвинт на стійкість:

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F} = \frac{12115}{0,0008} = 15,15 \text{ МПа.}$$

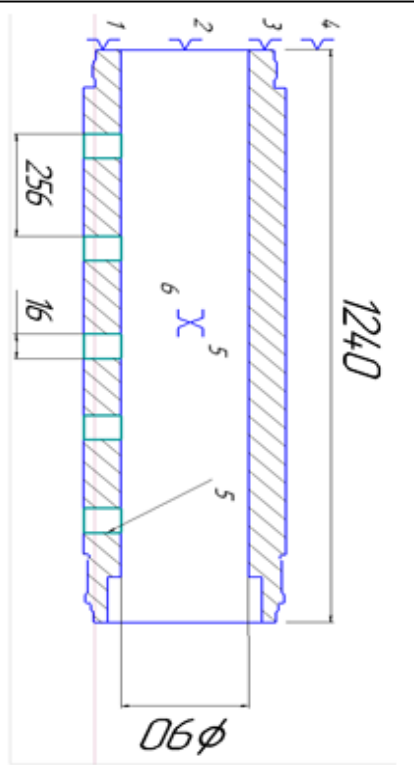
$$15,15 \text{ МПа} \leq 90 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{сж} \leq [\sigma]_y$$

Умова міцності виконується.

					ЛП71.06246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Викон.	Зарічковий	Операційна карта механічної обробки		ГОСТ 3.1404 – 86	Форма 2
Загв.	Борщик	Корпус		Найменування операції	

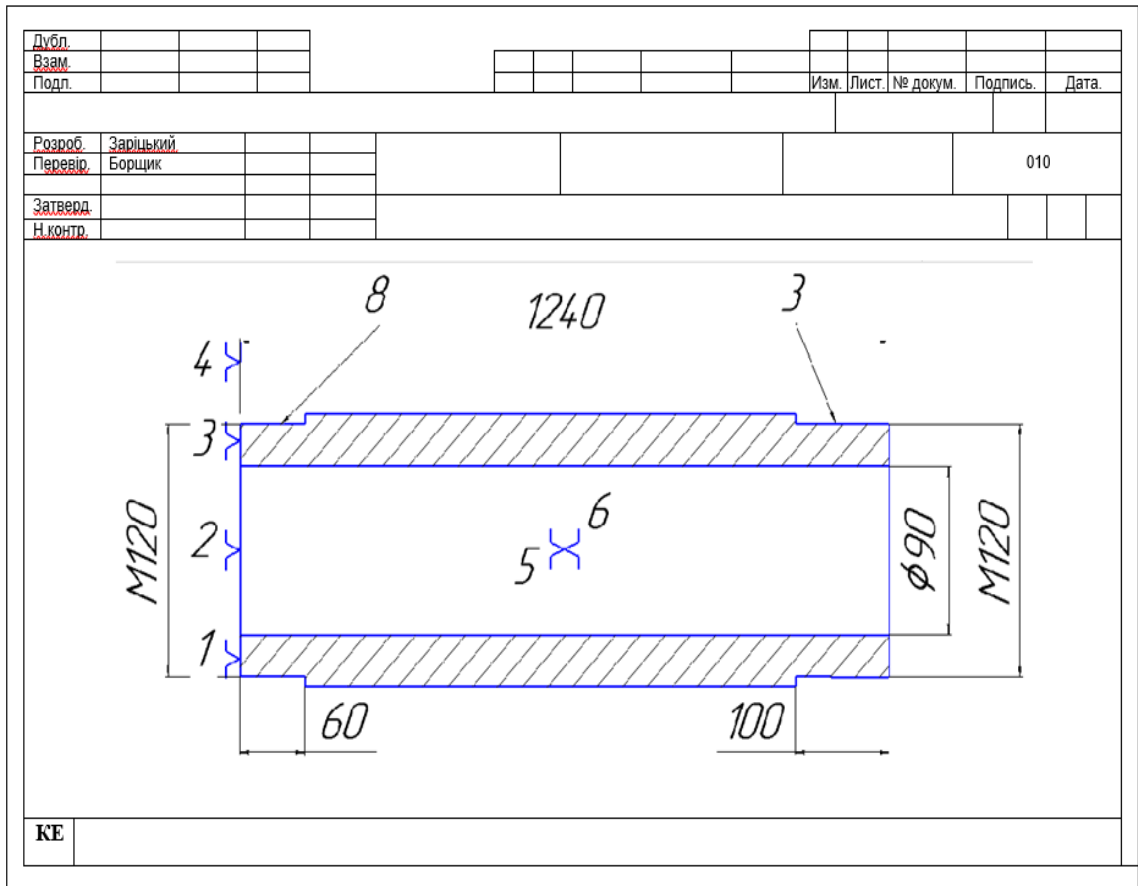
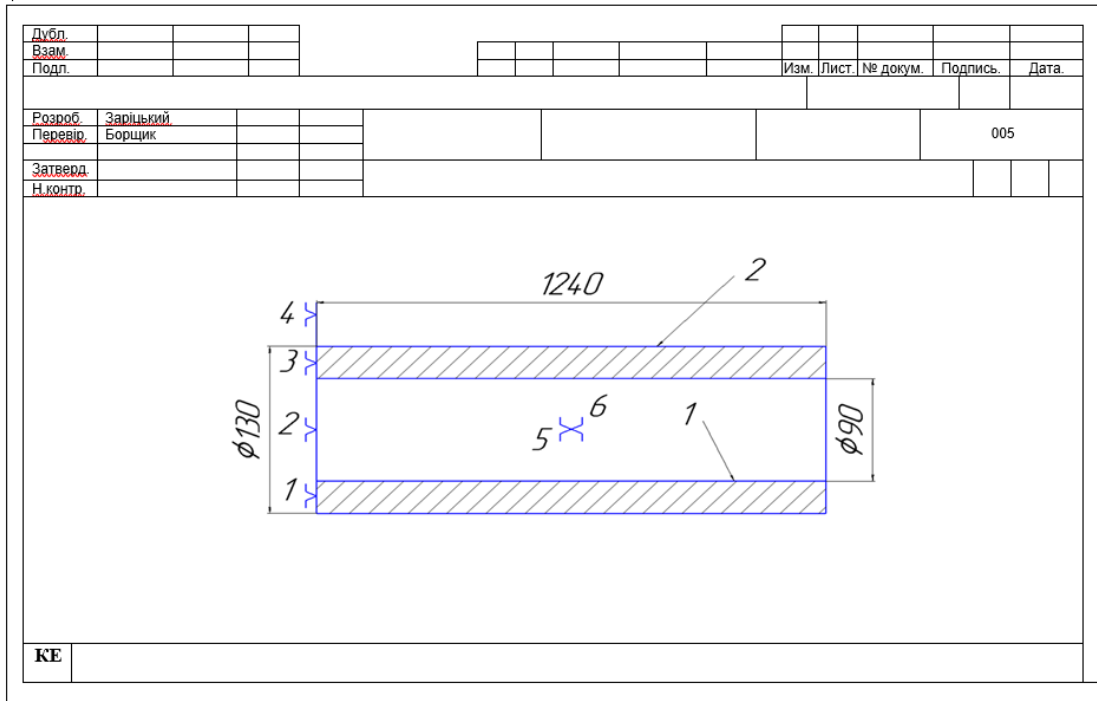


Номер цеху	2	Номер діляк	030	Номер операції	030	Найменування операції	
Найменування та марка матеріалу				Маса деталі	Профіль та розміри	Твердість	Маса
Сталь 45				5,0	D=130 d=90 L=1240	НВ=197	20,0
Кільк. опрацює оброб. дет.				Облаштування (найменування моделі)			
1				Вертикально – свердильний			
Пристосування (код та найменування)				Ділильна голівка			
				Околювання			
				Емульсія			

№-мер перехо-ду	Зміст переходу	Інструмент (код, найменування)		Розрах. розмір		Режими обробки							
		допоміжний	різачий	закріплювальний	діа-метр, мм-реча	довжина	t	i	S <sub>c</sub>	v	T <sub>0</sub>	T <sub>d</sub>	
1	Встановлення заготовки	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	Свердлить отвори на пов.5		Свердло спіральне ГОСТ 886-77	Штангенциркуль ШЦ-П-320-0,10 ГОСТ 166-80	16	40	4,2	4	0,35	320	9,6	0,2	0,9
3	Зінкування фасок на поверхнях 5.		Зенкер Ш20 ГОСТ 1056-73	Штангенциркуль ШЦ-П-320-0,10 ГОСТ 166-80	16	40	0,3	2	0,3	720	22	0,01	0,9
4	Зняти деталь												

Обробка різанням

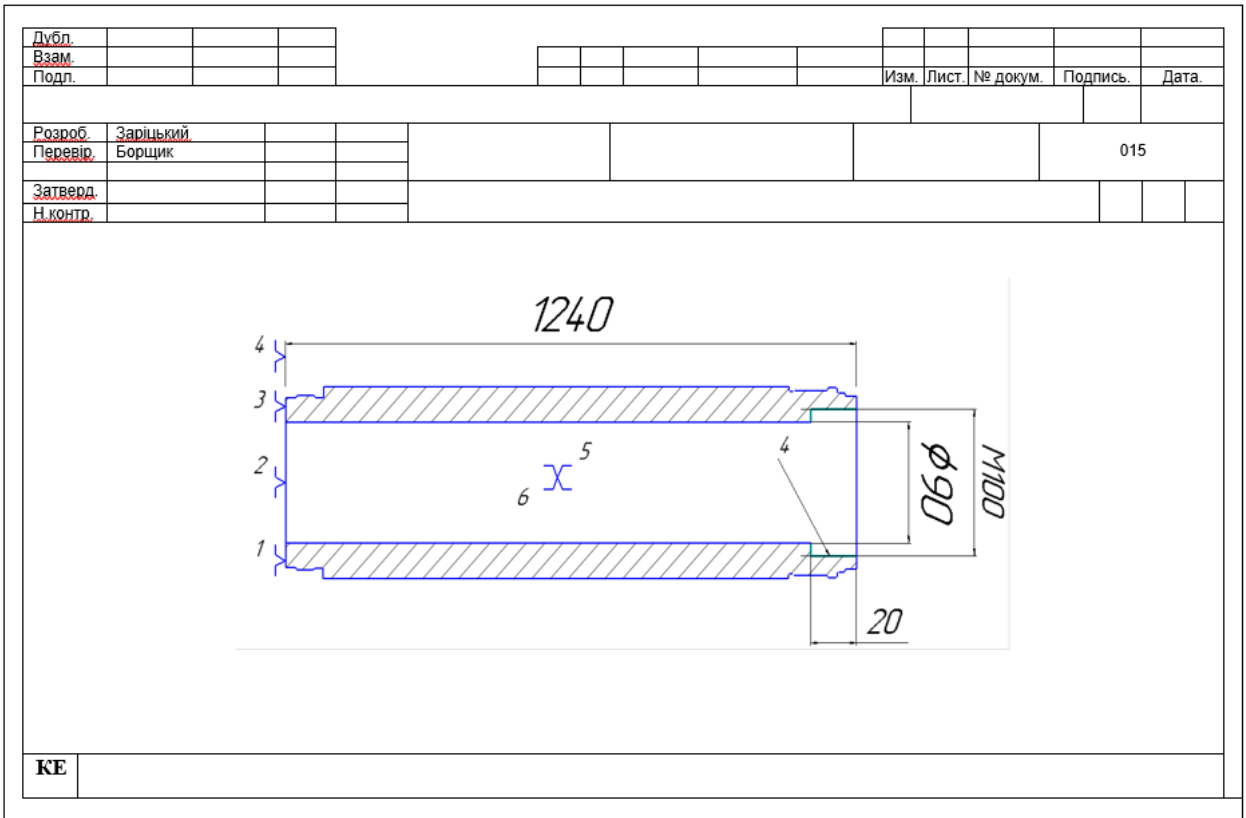
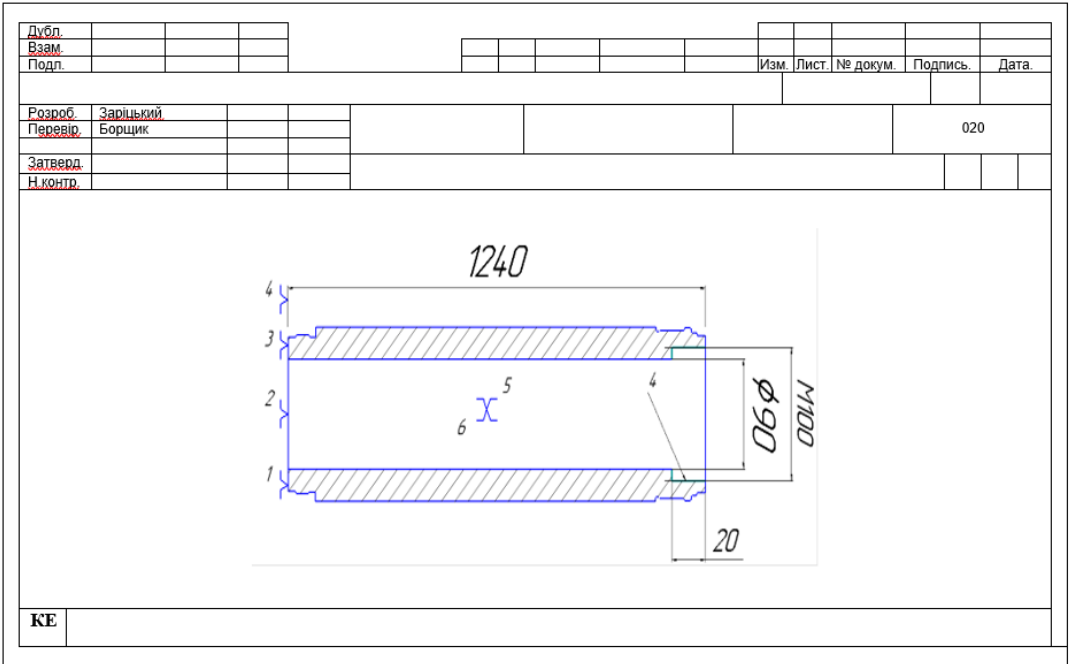




Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ЛП71.06246.03-70TE

Арк.





## Перелік використаної літератури

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Ленинград: Машиностроение, 1975. 656 с.
2. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. Москва Химия, 1986. 488 с.
3. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: справочник. - Москва: Машиностроение, 1976. 288 с.
4. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії. – Київ: ІЗММ, 1999. 219с.
5. 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, 1984. 301 с.
6. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. Москва: Машиностроение, 1972. 268 с.
7. Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических мас. М.: Машиностроение, 1967. 364 с.
8. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 1999. 214 с.
9. Сокольський О.Л., Сівецький В.І., Мікульонок І.О. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас: навч. посібник Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 148 с.
10. Мікульонок І.О. Технологічні основи перероблення полімерів, пластмас і гумових сумішей: навч. посібник Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 312 с.
11. Мікульонок І.О., Сокольський О.Л., Сівецький В.І. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів: навч. посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 200 с.
12. Україна, патент 1028 МПК В29С47/10, 12.01.2001 Згуровський Ю.Ф.; Корнієнко Я.М.; Ружинська Л.І.

13. Патент №12701 Україна, МПК В29С 47/60 , В29С 47/78, 15.02.2006  
Мікульонок І.О., Радченко Н.Л
14. Патент №1737 Україна, МПК В29С 47/60, 15.04.2003 Мікульонок  
І.О., Сівецький О.І, Новік В.О., Радченко Л.Б.
15. Патент №3799 Україна, МПК В29С 47/00, ВЗОВ 11/22 Мікульонок І.О.,  
опубл. 15.12.2004.
16. Патент №47082 Україна, МПК В29С 47/60, Мікульонок І.О., Виноградов  
Є.Ю. опубл. 25.09.2014.
17. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование  
оборудования для производства и переработки полимерных материалов.  
Москва: Химия, 1986. 488 с .
18. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки,  
заготовки и припуски в машиностроении: Справочник. Москва: Машиностроение, 1976. 288 с.
19. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії. Київ, 1999. 219с.
20. 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, Ленинград: 1984. 301 с.
21. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е., Смесительные машины для пластмасс и  
резиновых смесей, Москва: Машиностроение, 1972. 268 с.
22. Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д. Червячные машины для переработки резиновых  
смесей и пластических мас.. Москва: Машиностроение, 1967. 364 с.
23. Центральный металлический портал РФ [<http://metallcheckiy-portal.ru>].
24. Б. М. Базаров. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение,  
2005.
25. А. Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. Курсовое проектирование по технологии  
машиностроения
26. М. А. Ансеров. Приспособления для металорежущих станков. – Л.:  
Машиностроение, 1975. - М.: Машиностроение, 2007
27. Добрянський С.С. Методичні вказівки до виконання курсової роботи  
(проекту) з дисципліни “Технологія машинобудування”. К., 2002 р. 80 стор.



# **ДОДАТОК А**

№	Предмет пошуку	Країна видачі, вид і номер документа	Мета заявленого технологічного рішення і спосіб його виконання
1	ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЕКСТРУДЕРА	Україна, патент 1028 МПК В29С47/10 , 12.01.2001 Згуровський Юрій Федорович ; Корнієнко Ярослав Микитович; Мікульонок Ігор Олегович ; РУЖИНСЬКА ЛЮДМИЛА ІВАНІВНА	Завантажувальний пристрій черв'ячного екструдера, що містить змонтовану на корпусі екструдера воронку й розміщений у ній на осі з можливістю обертання перегрібач, зубці якого входять в зачеплення з гребенем черв'яка, який відрізняється тим, що перегрібач виконаний у вигляді щонайменше одного диска, у боковій стінці якого виконано щонайменше один отвір із встановленим у ньому ворушильним штирем, при цьому зубці перегрібача розташовані на периферії диска.
2	ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕРМОСТАБІЛІЗАЦІЇ ЧЕРВ'ЯКА ЕКСТРУДЕРА	Україна, патент 12701 МПК В29С 47/60 В29С 47/78 , 15.02.2006 Мікульонок Ігор Олегович ; Радченко Наталія Леонідівна	Пристрій для термостабілізації черв'яка екструдера, що містить вузол підведення теплоносія до черв'яка, дві коаксіальні труби, розміщені в порожнині черв'яка, а також пробку, змонтовану на одній з труб з можливістю осьового

			<p>переміщення, який відрізняється тим, що міжтрубний простір на одному з кінців труб закрито заглушкою, при цьому пробку змонтовано на зовнішній трубі, по довжині якої виконано отвори, зовнішню трубу по обидва боки пробки оснащено гнучкими оболонками з фіксаторами на кінцях, а в пробці з боку торцевих поверхонь у бік внутрішньої поверхні виконано наскрізні отвори.</p>
3	<p>Черв'як екструдера для перероблення полімерних виробів</p>	<p>Україна, патент 1737 МПКВ29С47/60 15.04.2003 Мікульонок Ігор Олегович (UA); Новік Валерій Олександрович (UA ); Радченко Леонід Борисович (UA ); Сівецький Володимир Іванович (UA )</p>	<p>Черв'як екструдера для перероблення полімерних матеріалів, що містить вал з послідовно розташованими хвостовиком, зонами живлення, стискання й дозування, а також наконечником, при цьому вал на ділянках зон живлення, стискання й дозування оснащений гвинтовою нарізкою, а на гребені нарізки зони дозування виконані поперечні пази, який відрізняється тим, що пази скошені в бік хвостовика вала.</p>

4	Черв'як екструдера для переробки матеріалів	Україна, патент 3799 МПКВ29С 47/00 ,ВЗОВ 11/22 Мікульонок І.О. 15.12.2004	Черв'як екструдера для переробки матеріалів, що містить осердя з розташованим на ньому по гвинтовій лінії гребенем, який відрізняється тим, що осердя має щонайменше одну ділянку із закріпленою на ньому в один або декілька шарів стрічкою.
5	Черв'як екструдера	Україна, патент 47082 МПКВ29С47/60,11.01.2010 Мікульонок І.О. Виноградов Євгеній Юрійович	Черв'як екструдера, що містить вал з послідовно розміщеними хвостовиком, ділянкою з гвинтовим гребенем, ділянкою зі штифтами, а також наконечником, який відрізняється тим, що ділянка зі штифтами виконана у вигляді втулки, вал на ділянці зі штифтами виконано з гвинтовою нарізкою, при цьому штифти розміщені в стінці втулки і встановлені з можливістю контакту з гвинтовою нарізкою вала і зворотно-поступального переміщення, а втулка встановлена на валу з можливістю повороту й фіксації в заданому положенні.

## **ДОДАТОК Б**

КОМУНАЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО "ІНЖЕНЕРНО-ПРОЕКТОВНА ТА СТРОИТЕЛЬНА КОМПАНІЯ" РАЙОНУ ІЗМАЇЛСЬКИЙ  
 ІНЖ. ПІДП. № 19 ЧЕРНІВЦЬКА ВУЛ. © 2021.000 "ІНЖЕНЕРНО-ПРОЕКТОВНА ТА СТРОИТЕЛЬНА КОМПАНІЯ" РАЙОНУ ІЗМАЇЛСЬКИЙ  
 ВІСІМ ІНЖ. № 19 ЧЕРНІВЦЬКА ВУЛ. ПІДП. І ДАТА

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>						
A1			ЛП71.06.714.3.001-70 ВЗ	Вигляд загальний		
<i>Складальні одиниці</i>						
		1	ЛП71.06.714.3.001.01-70	Рама		
A1		2	ЛП71.06.714.3.001.02-70	Черв'як		
A1		3	ЛП71.06.714.3.001.03-70	Корпус		
		4	ЛП71.06.714.3.001.04-70	Бункер		
		5	ЛП71.06.714.3.001.05-70	Система охолодження		
		6	ЛП71.06.714.3.001.06-70	Плита опорна		
		7	ЛП71.06.714.3.001.07-70	Воронка завантажувальна		
		8	ЛП71.06.714.3.001.08-70	Кожух корпусу		
<i>Деталі</i>						
		9	ЛП71.06.714.3.001.09-70	Втулка		
		10	ЛП71.06.714.3.001.10-70	Плита несуча		
		11	ЛП71.06.714.3.001.11-70	Кришка		
<i>Стандартні вироби</i>						
		12		Болт 11 М30 х 400. ВСтЗпс2		
		13		ГОСТ 24379.1-2012		
		14		Болт М6-6дх16.58 ГОСТ 7798-70	8	
		15		Болт М10-6дх25.58 ГОСТ 7798-70	10	
		16		Болт М16-6дх90.58 ГОСТ 7798-70	6	
				<b>ЛП71.06.714.3.001-70 ВЗ</b>		
Ім'я	Лист	№ док.м.	Підп.	Дата		
Розроб.		Заріцький			Лист	Лист
Проб.		Барщук			1	2
Н.контр.					"КПІ ім. І. Сікорського" ХПСМ, ІХФ, ЛП-71	
Утв.		Гондляр				



КОМПАС-3D v19 Українська версія © 2021 КОМПАС-Технологічний центр, Росія. Все права захищено.  
 Інв. № проєкту: \_\_\_\_\_ Назв. проєкту: \_\_\_\_\_  
 Інв. № докум. \_\_\_\_\_ Назв. докум. \_\_\_\_\_  
 Інв. № листа \_\_\_\_\_ Назв. листа \_\_\_\_\_

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<u>Документація</u>		
A1			ЛП71.06.714.5.004-70ТС	Загальний вигляд		
				<u>Складальні одиниці</u>		
A1	1		ЛП71.06.714.5.004.01-70	Екструдер одночерв'ячний	1	
	2		ЛП71.06.714.5.004.02-70	Головка профільна	1	
	3		ЛП71.06.714.5.004.03-70	Пристрій калібруючий	1	
	4		ЛП71.06.714.5.004.04-70	Ванна охолодження вакуумна	1	
	5		ЛП71.06.714.5.004.05-70	Машина тягуча	1	
	6		ЛП71.06.714.5.004.06-70	Пристрій для нанесення інформаційної та захисної плівки	1	
	7		ЛП71.06.714.5.004.07-70	Машина відрізна	1	
	8		ЛП71.06.714.5.004.08-70	Пристрій приймальний	1	
			<b>ЛП71.06.714.5.004-70 ТС</b>			
Ізм.	Лист	№ док.	Підп.	Дата		
Розроб.		Заріцький			Лист	Лист
Проб.		Барщук				Листов
І.контр.					1	
Утв.		Гондляр			"КП" ім. І. Сікорського ХПСМ, ІХФ, ЛП-71	





## **ДОДАТОК В**

# Вплив зміни геометрії черв'яка на продуктивність екструдера.

Заріцький Ю.А., студент; Борщик С.О., ст. викл.

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Предметом дослідження є екструдер для виготовлення труб.

Метою дослідження є модернізація черв'яка, щоб розширити технологічні можливості черв'яка за рахунок переробки більш широкого класу матеріалів.

Під час роботи було розглянуто екструдер для виготовлення труб. Відомо, що при переробці полімерних матеріалів, які складаються з вторинної, первинної сировини, наповнювачів, барвників та інших компонентів, , потрібно мати новітнє і дороге обладнання для попередньої підготовки вихідної сировини. Використання непідготовленої попередньо сировини для звичайної конструкції шнекового вала не дає прийнятної якості вторинних виробів через недостатню змішувальну властивість шнека [1].

З метою збільшення технологічних можливостей екструдера було змінено геометрію базової конструкції черв'яка на таку конструкцію, в якій його нове конструктивне виконання забезпечує регулювання висоти штифтів над поверхнею черв'яка, а отже і можливість регулювання геометрії міжвиткового простору.

В результаті аналізу, дослідження та розрахунку такої конструкції шнекового валу було отримано повну деформацію базової та модернізованої конструкції черв'яка (рис. 1,2) .

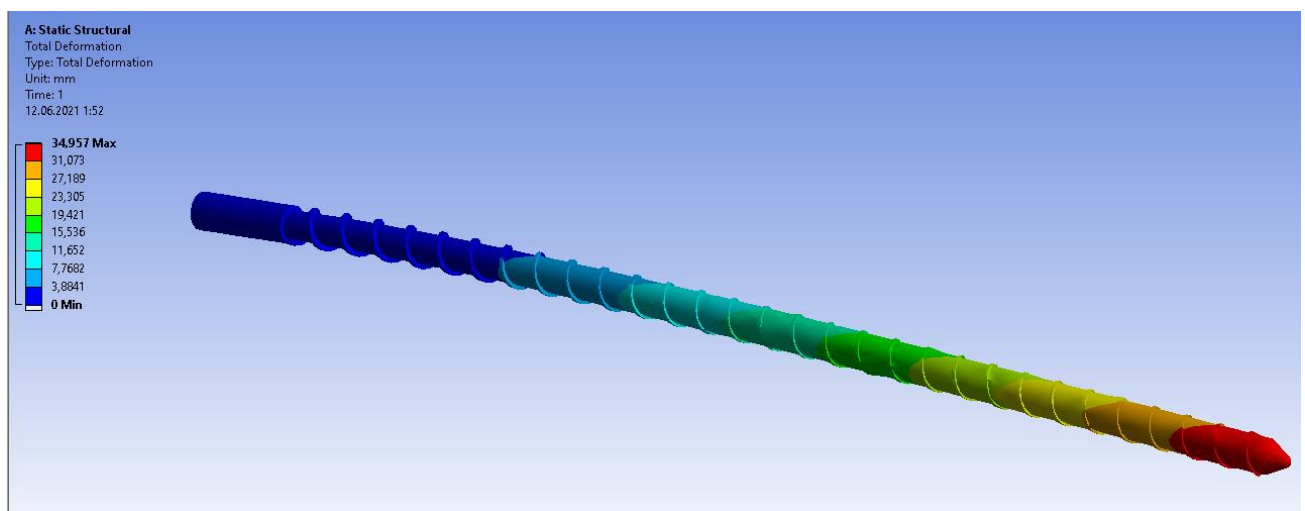


Рис. 1 – загальна деформація для базового черв'яка

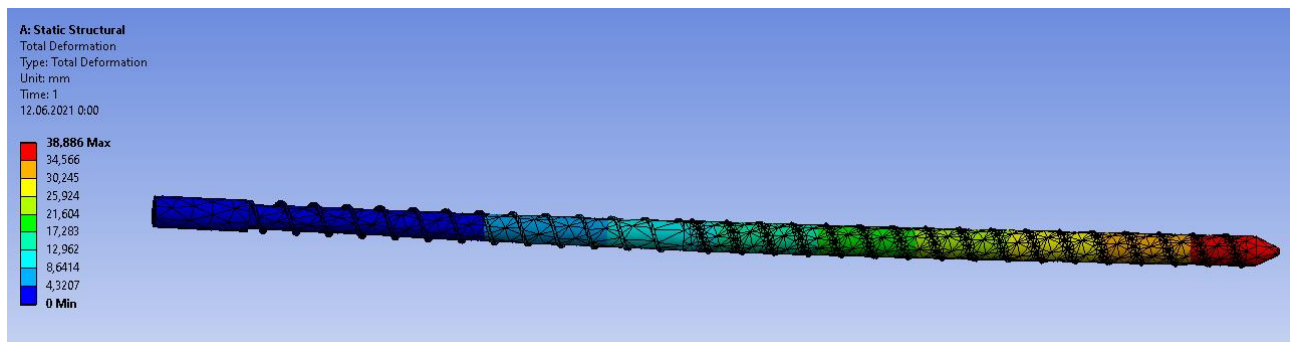


Рис.2 - загальна деформація для модернізованого черв'яка

Аналізуючи результати розрахунків, приведені на рис.1 і рис.2 , можна зробити висновок, що незважаючи на те, що повна деформація базової конструкції менша за деформацію модернізованої, але модернізована конструкція покращить продуктивність машини [3]. Але при цьому коефіцієнт запасу міцності модернізованої конструкції знаходиться в межах норми та дорівнює 2,3 , а отже, дана конструкція витримає задані навантаження в процесі експлуатації, тобто удосконалена конструкція шнекового валу з точки зору зміненої геометрії буде працездатною.

Список літератури :

1. Патент № 47082 (2010р) , МПК В29С 47/60