

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: Екструзійний агрегат з модернізацією черв'яка

Студентка групи IV к. ЛП-71 Коротка Валерія Олександрівна

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник проекту: кандидат технічних наук, доцент Васильченко Г.М.

(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультанти

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.

Студентка _____ В.О.

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)

Напрямок підготовки – 133 – Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.В.Гондлях

«___» _____ 2021

р.



ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студентці

Коротка Валерія Олександрівна

1. Тема проекту «Екструзійний агрегат з модернізацією черв'яка», керівник проекту Васильченко Генадій Миколайович кандидат технічних наук, доцент, 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: об'єкт розробки – черв'ячний екструдер; габаритні розміри: довжина – $L=2$ м; діаметр – $S=3$ м; маса – $M=4800$ кг; продуктивність екструдера $Q=120$ т/год; потужність екструдера – $P=20$ кВт/год; частота обертання черв'яка – $n=70$ об/хв.
4. Зміст пояснювальної записки: Пояснювальна записка містить такі текстові частини: «Пояснювальна записка», «Розрахунки» і «Технологія машинобудування», «Загальні висновки», «Перелік посилань», «Додатки». ПЗ включає такі розділи: Вступ; 1 Призначення і галузь екструзійного агрегату; 2 Технічна характеристика екструзійного агрегату; 3 Опис і обґрунтування обраної конструкції.; 4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації ; 5 Охорона праці; 6 Очікувані механіко-економічні показники; Висновки.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників)
 1. Технологічна схема А1; 2. Загальний вигляд машини А1; 3. Загальне креслення машина з модернізацією А1; 4. Черв'яка А1; 5. Креслення деталі машини А1; 6. Плакат з розрахунками на міцність

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Перевірка на схожість	Щербина В.Ю		
Тех. машинобудув.	Борщик С.О		
Модернізація	Щербина В.Ю		

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	Виконано
2	Проходження переддипломної практики.	12.04-16.05.2021	Виконано
3	Патентно-літературний пошук для здійснення модернізації корпусу. Обґрунтування модернізації.	20-23.04.2021	Виконано
4	Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.	24-28.04.2021	Виконано
5	Підготовка розділу «Пояснювальна записка».	29.04-5.05.2021	Виконано
6	Виконання порівняльних розрахунків НДС вузла ролика з використанням програмних продуктів ANSYS.	5-15.05.2021	Виконано
7	Підготовка розділу «Розрахунки».	16.05.2021	Виконано
8	Підготовка розділу «Технологія машинобудування».	17-22.05.2021	Виконано
9	Робота над кресленнями з використанням САД-системах .	23.-5-3.06.2021	Виконано
10	Захист дипломного проекту.	15.06.2021	Виконано

Студентка

Керівник проекту



В.О. Коротка

Г.М. Васильченко

Зміст дипломного проекту

Реферат з ключовими словами (українська мова).....	1
Реферат з ключовими словами (іноземна мова).....	1
Перелік позначень.....	1
Пояснювальна записка.....	25
Розрахунки.....	19
Технологія машинобудування.....	10
Загальні висновки	1
Перелік посилань	3
Додатки.....	5

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Умовні позначення:

D, d – діаметр, м;

G – витрата, м³/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⁻¹;

q – густина теплового потоку, Вт/м²;

t – температура, °С

α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м² · К);

δ – товщина, м;

λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м · К);

ν – кінематичний коефіцієнт в'язкості, м²/с;

A – площа, м²;

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К);

Скорочення

ІХФ – інженерно-хімічний факультет;

КПІ – Київський політехнічний інститут;

НТУУ – Національний технічний університет України; ПЗ – пояснювальна записка;

ТЗ – технічне завдання.

Реферат

Розроблено бакалаврський дипломний проект на тему «Екструзійний агрегат з модернізацією черв'яка».

Метою проекту є модернізація черв'яка екструзійного агрегату. Дипломний проект вміщує «Пояснювальну записку», «Розрахунки», «Технологію машинобудування» та графічну частину. Загальний обсяг дипломного проекту становить : 74 с., 23 рисунків, 4 таблиць, 23 джерел, 5 креслення, 2 плакати, 2 додатка.

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

При проектуванні та розробки екструзійного агрегату, на основі патентних дослідів, науково-технічної літератури, інженерно-технічних розрахунків та аналітичного огляду, виконане наступне:

- проведені інженерні розрахунки для проектування та розробки екструдера, згідно з технічним завданням;

- вивчено принцип роботи екструзійного агрегату для плівкового пластикату, проаналізовані технічні параметри та характеристики;

- на основі патентного дослідження модернізовано черв'як екструзійного агрегату;

- розроблено та спроектовано екструзійний агрегат з модернізованим черв'яком для плівкового пластикату;

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЧЕРВ'ЯК, ЕКСТРУЗІЙНИЙ АГРЕГАТ, ПЛІВКОВИЙ ПЛАСТИКАТ

Abstract

A bachelor's thesis project entitled «Extrusion unit with worm modernization» has been developed.

The aim of the project is to modernize the worm extrusion unit. The diploma project contains an "Explanatory Note", "Calculations", "Mechanical Engineering Technology" and a graphic part. The total volume of the diploma project is: 74 pages, 23 drawings, 4 tables, 23 sources, 5 drawings, 2 posters, 2 appendices.

The purpose of development and design – calculation, analytical, designer; using known methods, regulations, computer programs.

When designing and developing an extrusion unit, based on patent experiments, scientific and technical literature, engineering calculations and analytical review, the following was performed:

- Engineered calculations for the design and development of eestruder, in accordance with the terms of reference;
- The principle of operation of the extrusion unit for film plastic was studied, technical parameters and characteristics were analyzed;
- On the basis of patent research the worm of the extrusion unit is modernized;
- An extrusion unit with an upgraded worm for film plastic was developed and designed;

Keywords: WORM, EXTRUSION AGGREGATE, FILM PLASTIC

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Екструзійний агрегат з
модернізацією черв'яка»**

Зміст

Вступ	2
1 Призначення та галузь використання лінії	3
2 Технічна характеристика екструзійного агрегату	4
3 Опис і обґрунтування обраної конструкції.	5
4 Патентні дослідження.	6
5 Охорона праці.	16
5.1 Повітря робочої зони.	17
5.2.Виробничий шум.	19
5.3. Освітлення на робочих місцях.	20
5.4. Електробезпека.	21
6 Очікуванні механіко-економічні показники.	24
Висновки	25

					<i>ЛП71.097246.01-70ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	Коротка				<i>Екструзійний агрегат з модернізацією черв'яка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>	Васильченко						1	
<i>Н. Контр.</i>						<i>КПІ ім.Ігоря Сікорського</i>		
<i>Затверд.</i>	Гондляр							

ВСТУП

У всьому світі кожен день люди купують певний товар, як в магазині так і в інтернеті. І для того що б він не травмувався в ході перевезення, потрібна упаковка, для цього добре підійде плівковий пластикат. Так само він використовується на підприємствах для захисту людей від радіоактивних речовин у вигляді захисних костюмів. Тому, можемо зробити висновок що пластикат використовується в багатьох галузях, і потрібен нам для комфортного життя.

Плівковий пластикат випускається в вигляді плівки, який найбільше підходить для виробництва лінолеуму, клейонки, плащів. Є декілька методів отримання пластикату , але самий найпоширеніший екструзійний метод.

Метою дипломного проекту є проектування модернізованого екструзійного агрегату , в якому модернізація полягає в удосконаленню черв'яка з метою зниження коефіцієнту тертя між матеріалом та поверхнею гвинтової нарізки черв'яка , а також зменшення енергоємності пристрою .Для досягнення поставленої мети потрібно виконати розрахунки на міцність основних вузлів і деталей екструдера , що підтверджує процесдатність конструкції. Розробка екструзійного агрегату також включає такі розділи як технологія машинобудування та охорона праці.

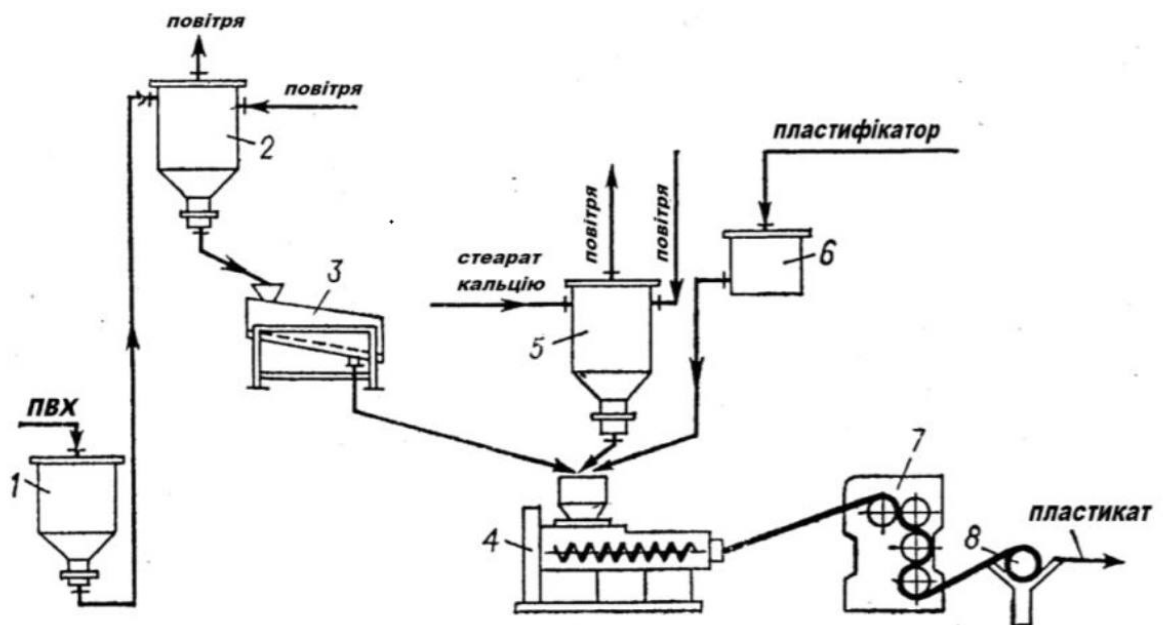
									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.01- 70ПЗ				

1 . Призначення та галузь використання лінії

1.1 Опис технологічного процесу виробництва ПВХ профілю

Технологічний процес виробництва плівкового пластикату методом екструзії складається з: змішування компонентів , екструзії маси, упаковка плівки , каландрування

Для того щоб отримати плівку, потрібно ПВХ зі схову подати пневмотранспортом в бункер-циклон , потім рчовина надходить на відносити , звідси в двошнековий екструдер. Стеарат кальцію з бункера пневмотранспортом направляється в бункер-циклон , який знаходиться над завантажувальним бункером ееструдера, потім пластифікатор потрапляє в массовий мірник.



1- Сховище ПВХ; 2, 5 – бункери-циклони; 3 -вібросито; 4 – екструдер; 6 – ваговий мірник; 7 – каландр; 8 – перемотувальний станок.

Рисунок 1.1 – Лінія для виробництва плівкового пластикату.

Бункери-циклони потрібні для уловлювання дрібних частин з пилоповітряної суміші , які знаходяться в сушильних камерах та пневматично транспортних систем. Вібросито застосовується для гранул ПВХ , щоб їх розсіювати. Каландр потрібен для того, щоб сформувався лист, у якого задана певна ширина та довжина. Для того щоб цей лист мав певну форму для легкого транспортування використовується перемотувальний станок.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЛП71.097246.01- 70ПЗ

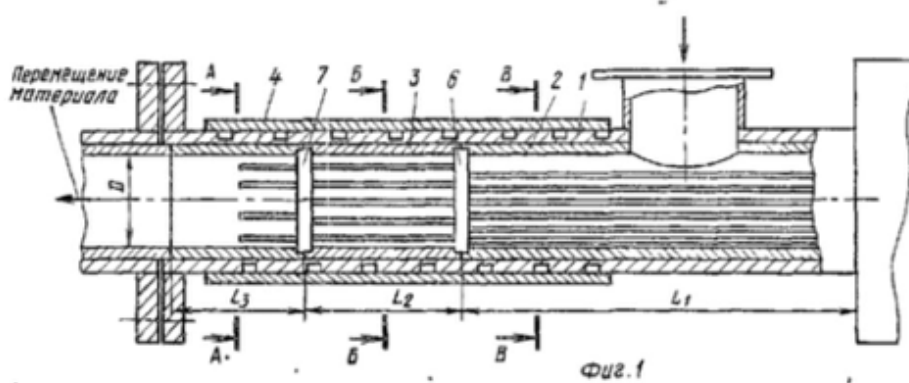


Рисунок 4.1 – Черв'ячний екструдер по завантажувальній зоні

Таким чином, виконання на внутрішній поверхні секційної гільзи порівнянні з попередньою секцією, дозволяє цілеспрямовано змінювати коефіцієнт внутрішнього тертя матеріалу, знижувати електроємність процесу, та знос внутрішньої поверхні. Схема даного удосконалення представлена на рис.4.2

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.01-70ПЗ					

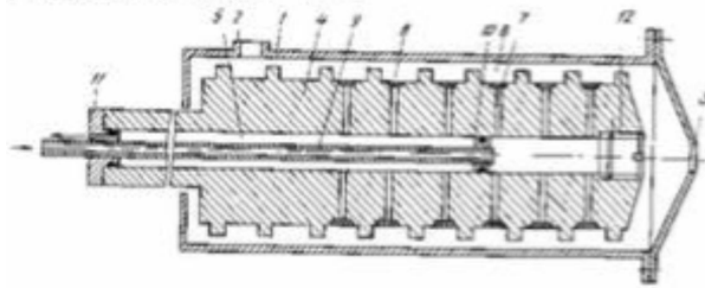


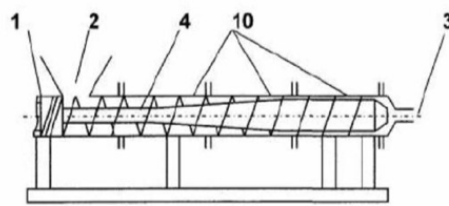
Рисунок 4.3 – Черв'ячний екструдер для переробки полімерних матеріалів

Таким чином, черв'ячний екструдер для переробки полімерних матеріалів, що містить корпус з зонами завантаження, стиснення і дозування, в якому виконані отвори завантаження і вивантаження матеріалу, встановлений в корпусі черв'яка, виконаний з внутрішньою порожниною по його поздовжній осі, і механізм подачі інертного газу, який відрізняється тим, що механізм подачі інертного газу виконаний у вигляді внутрішньої встановленої в порожнині черв'яка з можливістю переміщення уздовж зони стиснення порожнистох штанги, що розділяє внутрішню порожнину черв'яка на зони подання та відведення.

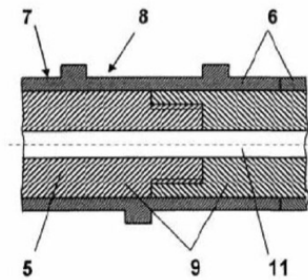
Також корисна модель належить до відомого черв'ячного екструдера, що містить корпус з завантажувальними та розвантажувальними отворами, а також розміщеним у ньому з можливістю обертання черв'яком, при цьому диспергувальними кулачками

Цей винахід відноситься до переробки високомолярних сполук і матеріалів, зокрема полімерів та еластомерів. Ціль винаходу полягає в тому, що черв'як містить осердя і закріплені на ньому знімні втулки, зовнішня поверхня яких утворює гвинтовий канал, при цьому осердя черв'яка та корпус по довжині виконані з окремих секцій.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.01-70ПЗ					



Фиг. 1



Фиг. 2

Рисунок 4.4 – Повздовжній переріз черв'ячного екструдера

Деяко іншою є конструкція черв'ячного екструдера для переробки полімерних матеріалів, що представлений на рис. 4.4

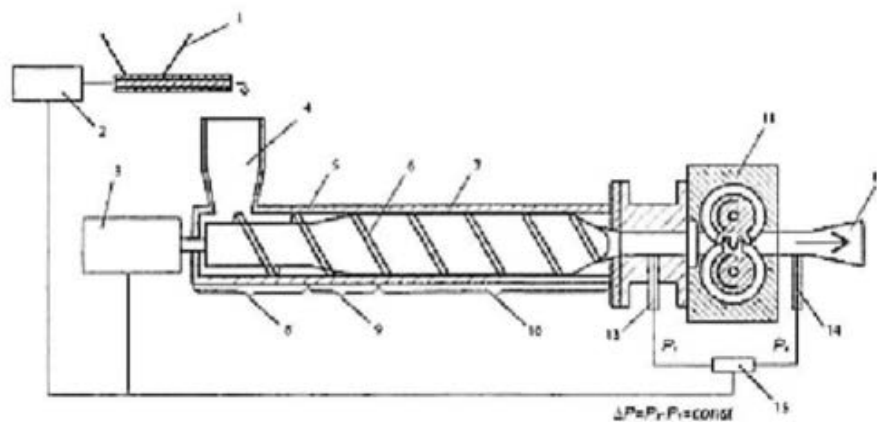


Рисунок 4.5 – Повздовжній переріз черв'ячного екструдера

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.01-70ПЗ					

Черв'ячний екструдер, що містить корпус із завантажувальним і розвантажувальним отворами, а також розміщеним у ньому з можливістю обертання черв'яком, нарізка якого з внутрішньою поверхнею корпуса утворює робочий канал з послідовно розташованими зонами подавання, плавлення й гомогенізації, який оснащений дозатором сировини та шестеренним насосом, який відрізняється тим, що на вході і виході шестеренного насоса встановлені датчики тиску, які з'єднанні через диференційний перетворювач з приводами дозатора та екструдера з можливістю регулювання швидкості робочих органів.

Так як метою проекту є модернізація черв'ячного екструдера, то розгляне деякі патенти, які безпосередньо стосуються до черв'ячного екструдера.

Представлена конструкція черв'ячний екструдер який має розвантаженні та завантаженні отвори та змінною змішувальною секцією із внутрішніми зубцями. Схема представлена на рис.4.5

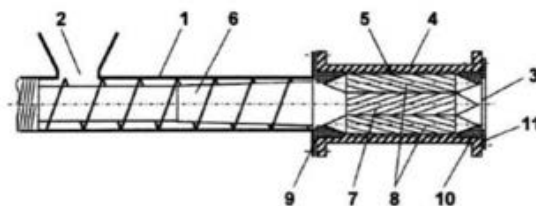


Рисунок 4.6 – Повздовжній перетин екструдера

Представлена конструкція працює наступним чином. Вихідний матеріал, що підлягає переробленню, надходить у завантажувальний отвір 2 корпуса 1, де захоплюється витками черв'яка 6 транспортується у напрямку до зубчастого шпинделя 7, де він піддається інтенсивним деформації між зубчастим шпинделем 7, змішувальною секцією 4 корпуса 1 та планетарними зубчастими шпинделями 8. При цьому завдяки обтічній формі зубчастих шпинделів 8 перероблений матеріал безперешкодно проходить всю довжину змішувальної секції 4, що повністю усуває можливість утворення застійних зон матеріалу. Внаслідок виникнення радіальних (розпірних) зусиль між зубчастим шпинделем 7 і планетарними зубчастими шпинделями 8 останні притискаються до опорно-упорних кілець 9 та 10, після зносу яких змішувальну секцію 4 від'єднують від корпуса 1 і замінюють зазначені кільця. Виконання опорно-упорних кілець 9 і 10 з антифрикційного термостійкостю

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.01-70ПЗ					

матеріалу (наприклад, бронзи) підвищує їх надійність термін служби. Що перероблюється надходить в завантажувальну воронку 1.

Цей екструдера перероблює широкий спектр термопластичних полімерних матеріалів .

Для вдосконалення черв'ячного екструдера у якому нове виконання його секційного черв'яка забезпечує розвантаження найбільш навантажених хвостової частини.Схема данного екструдера показана на рис 4.6.

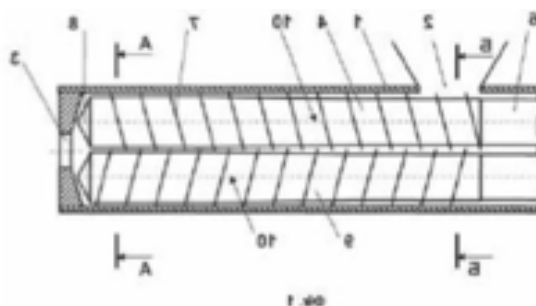


Рисунок 4.7 – Черв'ячний екструдер

Щоб виконати модернізацію треба зробити розміщення щонайменше двох черв'яків з можливістю обертання в бік, протилежний обертання решти черв'яків .Також розміщення поздовжніх осей черв'яків у поперечному перерізі екструдера у вершинах правильного багатокутника ,виконання щонайменше одного черв'яка подовженим порівняно з рештою черв'яків дозволяє забезпечити підвищений тиск на виході екструдера.

4.2 Обґрунтування вибраної модернізації

В результаті проведених патентних дослідів встановлено:

Кожен патент відноситься до модернізації черв'ячного екструдера , в кожного є свої переваги та недоліки , але найбільш доцільним буде використання рішення третього варіанту із запропонованих.Так як модернізація черв'яка екструдера дає змогу знизити коефіцієнт тертя між матеріалом та поверхнею гвинтової нарізки черв'яка, а також зменшення енергоємність пристрою.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.01-70ПЗ					

Позитивний ефект досягається за рахунок використання регульованої зони подачі інертного газу, а також тиску і температури газу, що подається. Більш тонке регулювання здійснюється за рахунок зміни аеродинамічного опору радіальних каналів.

Результат літературно-патентного огляду наведено в таблиці 4.1 [9-14].

Таблиця 4.1 – Таблиця розглянутих патентів

№	Предмет пошуку	Країна видачі, вид і номер документа	Мета заявленого технологічного рішення і спосіб його виконання
1	Черв'ячний екструдер для переробки полімерних матеріалів	Росія, патент 2069149 В29С47/38, 20.11.1996 Яшук В.М., Уютова Е.І., Тябін Н.В., Шагарова А.А.	Мета: зниження коефіцієнта тертя між матеріалом, що переробляється і поверхнею гвинтової нарізки черв'яка і зменшення енергоємності процесу. Виконання: встановлений в корпусі черв'як, виконаний з внутрішньою порожниною по його поздовжній осі, повідомлений з гвинтовим каналом черв'яка за допомогою радіальних отворів, заповнених з боку гвинтового вивантаження матеріалу, пористим матеріалом, і механізм подачі інертного газу, відповідно до винаходу механізм подачі інертного газу виконаний у вигляді встановленої внутрішньої порожнини черв'яка з можливістю переміщення вздовж порожнистим ущільнюючим поршнем, що розділяє внутрішню порожнину черв'яка на подачі і відведення зони.
2	Черв'ячний екструдер	Україна, патент 98975 МПКВ29С47/38, МПКВ29С47/60, 12.05.2015 Сівецький В.І., Куриленко В.М., Мікульонок І.О., Сокольський О.Л.	Мета: вдосконалення черв'ячного екструдера у якому нове виконання його секційного черв'яка забезпечує розвантаження найбільш навантажених хвостової частини. Виконання: в черв'ячному екструдера розміщений обертання двосекційного черв'яка, споряджений вузлом опорного підшипника, при цьому з боку завантаження черв'як виконаний більшого діаметру. Також першу секцію черв'яка споряджено додатковим незалежним від його другої секції вузлом прийняття осьових зусиль.
3	Черв'ячний екструдер	Україна, патент 54940 МПКВ29С47/36, МПКВ29В7/34, 25.11.2010 Кузьміна В.О., Мікульонок І.О., Швед Д.М.	Мета: вдосконалення одночерв'ячного екструдера, так щоб була відсутність застійних зон і висока якість одержуваної продукції при будь-якій продуктивності екструдера. Виконання: в одночерв'ячного екструдері одне з опорно-упорне кільце виконано знімним, згідно з корисною моделлю, та також друге кільце виконано знімним. Опорно-упорні кільця виконані з антифрикційного термостійкого матеріалу.
4	Черв'ячний екструдер	Україна, патент 43556 МПКВ29С47/38, МПКВ29С47/58, 25.08.2009 Мікульонок І.О.	Мета: вдосконалення черв'ячного екструдера, у якому виконання черв'яка з регульованою геометрією, а також виконання осердя черв'яка та корпусу екструдера по довжині з окремих секцій.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЛП71.097246.01-70ПЗ

			Виконання: черв'як містить осердя і закріплені на ньому знімні втулки ,зовнішня поверхня яких утворює гвинтовий канал , при цьому осердя черв'яка та корпус по довжині виконано з окремих секцій.
5	Черв'ячний екструдер	Україна,патент 28584 МПКВ29С47/38,10.12.2007 Мікульонок І.О., Радченко Л.Б., Шукач Ю.Ю.	Мета:вдосконалити черв'ячний екструдер,у якому спорядження його щонайменше двома додатковими черв'яками забезпечую підвищення продуктивності та ефективності змішування й диспергування оброблюваного матеріалу і зменшення матеріалоемності екструдера. Виконання:розміщення щонайменше двох черв'яків з можливістю обертання в бік,протилежний обертання решти черв'яків .Також розміщення поздовжніх осей черв'яків у поперечному перерізі екструдера у вершинах правильного багатокутника ,виконання щонайменше одного черв'яка подовженим порівняно з рештою черв'яків дозволяє забезпечити підвищений тиск на виході екструдера.
6	Черв'ячний екструдер	Україна,патент 119024 МПКВ29С47/36,МПКВ30В9/14,11.09.2017 Мікульонок І.О., Бардашевський С.В.,Горпинюк В.Ю	Мета:вдосконалити черв'ячний екструдер ,у якому його нове конструктивне виконання забезпечує підвищений тиск на виході з екструдера та високу змішувально-диспергувальну здатність. Виконання:кожну ділянку робочого каналу з обертовими елементами розташовано в межах нарізки черв'яка ,при цьому обертовий елемент виконаний поздовжніми з циліндричними кінцевими ділянками .
7	Черв'ячний екструдер для переробки полімерних матеріалів	Україна,патент 105263 МПКВ29С47/56, МПКВ29С47/60 10.03.2016 Дейсан А.Є., Швед М.П., Швед Д.М.	Мета:розробити каскадний ресурсоенергозберігаючий екструдер, з підвищеною точністю дозування , де створення тиску і дозування розплаву виконується шестеренним насосом. Виконання:черв'ячний екструдер оснащений дозволити вихідної сировини і шестеренним насосом для створення тиску і дозування розплаву.Всі три пристрої оснащені приводами з можливістю регулювання швидкості , також встановлюється шестеренний насос ,який знаходиться між черв'ячний екструдером і формуючою головою .
8	Черв'ячний екструдер для переробки термоелектричних матеріалів	Україна,патент 72031 МПКВ29С47/38, МПКВ29С47/58 10.08.2012 Швед М.П., Швед Д.М., Мікульонок І.О., Жернокльов О.С.	Мета: вдосконалити черв'ячний екструдер, у якому нове виконання розплавопроводу забезпечує подавання частини розплаву із зони гомогенізації саме в зону подавання незалежно від перероблюваного матеріалу і режиму роботи екструдера, а отже істотно розширює технологічні можливості екструдера. Виконання:в черв'ячному екструдері для перероблення термопластичних матеріалів, що містить корпус із завантажувальним і розвантажувальним отворами, а також розміщеним у ньому з можливістю обертання черв'яком, нарізка якого з внутрішньою поверхнею корпусу утворює робочий канал з послідовно розташованими зонами подавання, плавлення й

Арк.

ЛП71.097246.01-70ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

5. Охорона праці

Охорона праці вивчає причини нещасних випадків, пожеж, вибухів та створює безпечну умову для людини, також розробляє систему для уникнення нещасних випадків. 14 жовтня 1992 року був підписан документ «Про охорону праці», який був прийнятий Верховною Радою України.

Цей закон був спрямован для того , щоб громадяни мали права про охорону життя здоров'я в процесі роботи на підприємстві.Також цей закон встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Це робиться для того , щоб було зниження травматизму на виробництві..

Тема дипломного проекту «Екструзійний агрегат з модернізацією черв'яка».Для безпечної роботи персоналу на підприємстві , були зроблені умови , які відповідають всім стандартам та санітарним правилом.Усім імовірним виробничим аваріям і травмам можна й потрібно запобігати. Для створення здорових та безпечних умов праці аналізуються умови праці робітника у виробничому приміщенні площею $S=100\text{m}^2$ і об'ємом приміщення $V=1200\text{m}^3$, 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;
- електронезбезпека;
- пожежна небезпека;
- вплив частин, що рухаються та обертаються.

5.1 Повітря робочої зони

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЛП71.097246.01-70ПЗ

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[7].

Таблиця 5.1 Параметри повітря робочої зони

Сезон року	Категорія робіт	Допустима температура $^{\circ}\text{C}$	Фактична температура $^{\circ}\text{C}$	Допустима відносна вологість %	Фактична відносна вологість %	Допустима швидкість руху повітря, м/с	Фактична швидкість руху повітря, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
Холодний період року	Легка I	19-25	19-20	$V>75$	40-65	$V>0,2$	0,2
Теплий період року	Легка I	19-25	20-25	$V>75$	40-70	$V>0,2$	0,2

Величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочих приміщеннях вибирається за ДСН 3.36.042-19

Засобами захисту органів дихання можуть бути респіратори, протигази, для зменшення шкідливої дії, повітряні апарати МПА, в разі пожежі чи збільшеними викидами небезпечних речовин, при ліквідації витоків газу чи шкідливих рідин.

Для безпосереднього відводу шкідливого повітря чи газів від місця їх виникнення чи виділення під головкою черв'ячного екструдера

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП71.097246.01- 70ПЗ

Арк.

встановлюється вентиляційний ковпак закритого типу з фільтром продуктивністю 360 м²/год.

Видалення шкідливих речовин супроводжується подальшим очищенням повітря, що відповідає вимогам ГОСТ 12.1.005-88/98.

5.2 Виробничий шум та вібрація

Насичення виробництва машинами і механізмами супроводжується інтенсивним шумом та вібрацією, які справляють негативний вплив на працездатність і здоров'я працівників. Механічні коливання вузлів і деталей викликають коливання повітря і сприймаються органами слуху людини як звуки. Комплекс хаотичних звуків, різних за частотою та інтенсивністю, які викликають неприємні суб'єктивні відчуття, називається шумом. Шум як несприятливий чинник виробничого середовища наявний на виробництві.

Шум, який створюється при роботі екструдера та устаткувань лінії є постійним. Основними джерелами шуму є вали та черв'яки, що обертаються, електродвигуни, система охолодження, де шум досягає 90 дБА. За своєю природою шум у даному випадку механічний гідроаеродинамічний

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, необхідно слідкувати за рівнем мастила в вузлах. Потрібно використовувати протишумові навушники ПШН-Б, призначені для захисту

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.01-70ПЗ					

$\Phi=19000$ Лм; $E_{\text{факт}} = 300$ лк). Лампи мають бути розташовані так, щоб забезпечувати надійність їх закріплення, безпечність, зручність обслуговування при потребі. Лампи створюють світло, що за яскравістю наближається до природного. Для приміщення також передбачене бокове освітлення (крізь отвори в зовнішніх стінах)[6].

Дане освітлення відповідає вимогам ДБНВ 25.28-2006.

Характеристи ка зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнаванн я, мм	Розря д зоров ої робот и	Штучне освітлення Освітленість, лк		Природне освітлення КПО, %		Суміщене освітлення	
			при комбіновано му освітленні	при загально му освітленні	при верхньому чи комбіновано му освітленні	при боковом у освітленні	при верхньому чи комбіновано му освітленні	при боковом у освітленні
Високої точності	0,3-0,5	III	2000-400	500-200	5	2	3	1,2
Середньої точності	0,5-1,0	IV	750-300	300-150	4	1,5	2,4	0,9
Малої точності	1-5	V	300-200	200-100	3	1	1,8	0,6
Загальне спостереженн я за ходом виробничого процесу	-	VIII	-	75-30	1	0,3	0,7	0,2

Табл.5.2 Норми штучного та природного освітлення виробничих приміщень (ДБН В.2.5-28-2006)

5.4 Електробезпека

Електричні установки, з якими доводиться мати справу практично всім працюючим лінії для виробництва полімерних труб, виявляють для людини велику потенційну небезпеку, яка збільшується у зв'язку з тим, що органи чуття людини не можуть на відстані виявити присутність електричної напруги на обладнанні. Степінь ураження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини та тривалості протікання через неї струму, виду та частоти струму, індивідуальних властивостей людини та умов навколишнього середовища.

За класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом приміщення цеху, де встановлена дана лінія відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою. За характером навколишнього

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.01-70ПЗ				

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 $R = (108...1017) \text{ Ом} \cdot \text{см}$, 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.

У нормальному режимі роботи обладнання можливість ураження працівників електричним струмом виключена. Але на випадок аварії для запобігання ураження струмом людей передбачене захисне заземлення, опір якого не має перевищувати: у мережах до 1000В – 4 МОм, у мережах понад 1000В – не більше 0,5 МОм.

					ЛП71.097246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

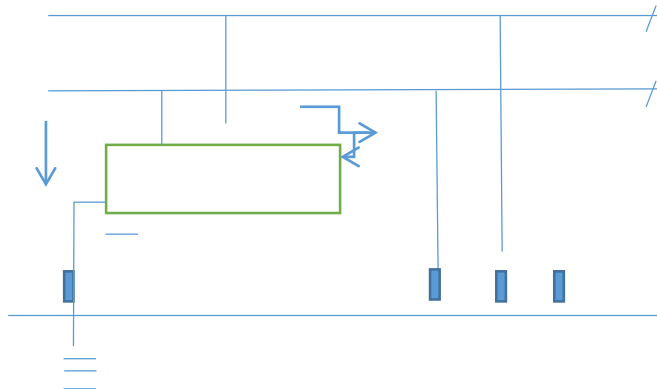


Рисунок. Схема захисного заземлення

Робітникам рекомендовано носити одягу з природних матеріалів або з комбінованих -природних і штучних волокон. Для зняття електростатичних зарядів з одяжі слід використовувати антистатика 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 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.

Безпека від впливу частин, що рухаються і обертаються

Небезпеку для працівника на даній лінії представляють обертова головка, муфти, зубчаті колеса, вали, вентилятори, пристрої приймання і намотування, які можуть затягнути робітника і нанести травму.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЛП71.097246.01- 70ПЗ

Для захисту від контакту частин тіла робітника з приводом головки і вентиляторами використовуються кожухи з конструкцією, яка повністю виключає доступ робітника до частин що обертаються .

Валки пристроїв приймання і намотування можуть затягнути робітника і нанести травму. Вони мають захисну ізоляцію загородженням з системою запобіжної автоматики у вигляді підйомної штанги навколо валків, які тягнуть труби. При підйомі загородження технологічний процес неможливий бо кінцевий вимикач, який приводиться в дію штангою знеструмлює пристрій і зупиняє його.

6. Очікувані мезаніко-економічні показники

В результаті проектування екструзійного агрегату для виробництва плівкового пластикату було проведена модернізація черв'яка.

В більшості випадків, за технічною сутністю є черв'ячний екструдер для переробки полімерних матеріалів, що містить корпус з зонами завантаження, стиснення і дозування, в якому виконані отвори для завантаження і розвантаження матеріалу, встановлений в корпусі черв'як, виконаний з внутрішньою порожниною по його поздовжній осі, повідомленої з гвинтовим каналом черв'яка за допомогою радіальних отворів, заповнених з боку гвинтового каналу пористим матеріалом, і механізм подачі інертного газу. Однак у відомому екструдері механізм подачі не забезпечує подачу інертного газу саме в ту частину зони стиснення, де матеріал вже перейшов в в'язкотекучий стан, незворушне для інертного газу, в результаті чого і створюється мастильний стійкий шар інертного газу в зоні дозування. Тому з метою зниження коефіцієнту тертя та енергоємності процесу запропоновано модернізацію черв'яка екструзійного агрегату.

Основною перевагою модернізації є можливість переміщати трубку для подачі газу з ущільнювальним поршнем вздовж осі черв'яка. Це дозволяє регулювати зони підведення інертного газу в залежності від використовуваного полімеру.

Використання даної модернізації черв'яка екструдера дає змогу знизити коефіцієнт тертя між матеріалом та поверхнею гвинтової нарізки черв'яка, а також зменшення енергоємність пристрою. Позитивний ефект досягається за

					ЛП71.097246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рахунок використання регульованої зони подачі інертного газу, а також тиску і температури газу, що подається. Більш тонке регулювання здійснюється за рахунок зміни аеродинамічного опору радіальних каналів.

ВИСНОВКИ

В ході роботи над дипломним проектом було спроектований екструзійний агрегат з модернізацією черв'яка.

В дипломному проекті розглянуто призначення та галузь використання лінії. Було проведено опис конструкції та принцип дії черв'ячного екструдера. Також був зроблений вибір типу екструдера, та описано стислу інформацію у вигляді технічної характеристики.

За літературно-патентним оглядом, була вибрана модернізація черв'яка в екструзійному агрегаті, яка найбільше підходила для використання.

Проведено розділ охорони праці, де розглянуто стандарти та норми безпеки громадян на виробництві, для запобігання небезпечних ситуацій.

В проекті виконані креслення: лінія для виробництва плівкового пластикату, екструзійний агрегат, та агрегат з модернізованим черв'яком.

Для того щоб переконатися в процесдатності модернізованого черв'яка, було виконано розрахунки в програмі ANSYS.

До креслень додається комплект специфікацій.

					ЛП71.097246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунки
До дипломного проекту
на тему:
«Екструзійний матеріал з модернізацією
чрв'яка»

Київ – 2021 року

Зміст

1 Параметричний розрахунок черв'ячного екструдера

1.1 Розрахунок геометричних параметрів черв'яка

1.2 Розрахунок черв'яка на міцність

1.3 Розрахунок потужності приводу екструдера

1.4 Розрахунок тиску, за заданим матеріалом

1.5 Розрахунок витрати потужності

2. Розрахунок модернізації

2.1 Розрахунок черв'яка на міцність і стійкість в ANSYS

2.2 Розрахунок модернізованого черв'яка на міцність і стійкість в ANSYS

					<i>ЛП71.097246.02-70PP</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Коротка			<i>Екструзійний агрегат з модернізацією черв'яка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Васильченко					1	
<i>Н. Контр.</i>						<i>КПІ ім.Ігоря Сікорського</i>		
<i>Затверд.</i>		Гондляр						

1.2 Розрахунок черв'яка на міцність

Момент обертання черв'яка:

$$M_{об} = \frac{9500 \times N}{n} = \frac{9500 \times 20}{100} = 1900 \text{ Нм}$$
$$P'_{ос} = \frac{2M_{об}}{D} \times \operatorname{tg} \varphi = \frac{2 \times 1900}{0.045} \times \operatorname{tg} (17.6^\circ) = 26.7 \times 10^3 \text{ Па}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{t}{\pi \times D} = \tan^{-1} \frac{0.045}{\pi \times 0.045} = 17.6^\circ$$
$$P''_{ос} = \frac{\pi D^2}{4} \times P = \frac{\pi \times 0.045^2}{4} \times 14 \times 10^6 = 222 \times 10^3 \text{ Па}$$

Обираємо P те, яке має більше значення. $P'_{ос} < P''_{ос}$. Отже, приймаємо $P''_{ос} = 222 \times 10^3 \text{ Па}$.

Вага гвинтової частини черв'яка:

$$G = \frac{\pi \times D^2}{4} \times \rho \times l = \frac{\pi \times 0.045^2 \times 7700 \times 1.44}{4} = 17.6 \text{ кг}$$

Осьовий момент опору:

$$W_x = \frac{\pi \times D^3 \times (1 - \alpha^4)}{32} = \frac{3.14 \times 0.045^3 \times (1 - 0.65^4)}{32} = 7.3 \times 10^{-6} \text{ Нм}$$

Стисне напруження:

$$\sigma_{ст} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{222 \times 10^3}{4.7 \times 10^{-4}} + \frac{1244}{7.3 \times 10^{-6}} = 170.4 \text{ МПа}$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \times q \times l_p^2 = \frac{1}{2} \times 12 \times (14.4)^2 = 1244 \text{ Нм}$$

$$q = \frac{9.81 \times G}{l_p} = \frac{9.81 \times 17.6}{14.4} = 12 \text{ Н/м}$$

Площа небезпечного перерізу:

$$F = \frac{\pi \times d_1^2}{4} \times (1 - \alpha^2) = \frac{\pi \times 0.0324^2}{4} (1 - 0.65^2) = 4.7 \times 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$\alpha = \frac{d_0}{d_1} = \frac{0.021}{0.0324} = 0.65$$

d_0 – діаметр осердя в зоні завантаження

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЛП71.097246.02-70PP

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{1583}{5.4 \times 10^{-6}} = 23.6 \text{ МПа}$$

$$W_p = \frac{\pi \times d_1^3 \times (1 - \alpha^4)}{16} = \frac{\pi \times 0.0324^3 \times (1 - 0.65^4)}{16} = 5.4 \times 10^{-6} \text{ м}^3$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4 \times \tau^2} = \sqrt{170.4^2 + 4 \times 23.6^2} = 355 \text{ МПа.}$$

1.3 Розрахунок екструдера

Розрахунок виконано за методикою [17], с. 167.

Вихідні дані:

Внутрішній діаметр гільзи $D_1 = 45$ мм

Зовнішній діаметр гільзи $D_2 = 49$ мм

Зовнішній діаметр корпусу $D_3 = 63$ мм

Межа плинності матеріалу гільзи $\sigma_{Тг} = 850$ МПа

Межа плинності матеріалу корпусу $\sigma_{Тк} = 250$ Мпа

Потужність приводу $N = 20$ кВт

Тиск розплаву $P = 14$ МПа

ККД розплаву $\eta = 0,92$

Осьові напруження, що виникають у корпусі:

$$Q_{ос} = \frac{\pi \times D^2}{4} \times P = \frac{\pi \times 0.045^2}{4} \times 14 \times 10^6 = 0.022 \times 10^6 \text{ Па}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.02-70PP				

Відношення діаметрів:

$$k_1 = \frac{D_1}{D_2} = \frac{45}{49} = 0.91$$

$$k_2 = \frac{D_2}{D_3} = \frac{49}{63} = 0.77$$

Контактний тиск:

$$\begin{aligned}\sigma_k &= \left(\frac{2 \times P_p \times K_1^2}{1 - K_1^2} + \mu \times \sigma_z \right) \times \left(\frac{(1 - K_1^2) \times (1 - K_2^2)}{2 \times (1 - K_1^2 \times K_2^2)} \right) \\ &= \left(\frac{2 \times 14 \times 10^6 \times 0.91^2}{1 - 0.91^2} + 0.25 \times 17.8 \times 10^6 \right) \\ &\quad \times \left(\frac{(1 - 0.91^2) \times (1 - 0.77^2)}{2 \times (1 - 0.91^2 \times 0.77^2)} \right) = 9.56 \times 10^6\end{aligned}$$

Тангенціальна напруга від дії контактної напруги:

$$\sigma_t = \sigma_k \times \frac{1 + K_2^2}{1 - K_2^2} = 9.56 \times 10^6 \times \frac{1 + 0.77^2}{1 - 0.77^2} = 37.4 \times 10^6$$

Еквівалентно напруга в шарі сполучення циліндра і гільзи:

$$\sigma'_{\text{екв}} = \frac{\sqrt{3} \times \sigma_k}{1 - K_2^2} = \frac{\sqrt{3} \times 9.56 \times 10^6}{1 - 0.77^2} = 40.7 \times 10^6$$

Еквівалентна напруга внутрішньої поверхні гільзи:

$$\sigma_r = 0$$

$$\sigma_T = -\sigma_k \times \frac{2}{1 - K_1^2} = -9.56 \times 10^6 \times \frac{2}{1 - 0.91^2} = -111.2 \times 10^6$$

Напруга від дії гідростатичного тиску розплаву на внутрішній поверхні гільзи:

$$\sigma_r^{\Gamma} = P_p = 14 \times 10^6$$

$$\sigma_t^{\Gamma} = P_p \times \frac{1 + K_1^2}{1 - K_2^2} = 14 \times 10^6 \times \frac{1 + 0.91^2}{1 - 0.77^2} = 62.8 \times 10^6$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.02-70PP				

Сумарні напруги:

$$\sigma_t^{\Sigma'} = \sigma_t^{\Gamma} + \sigma_t^H = 62.8 \times 10^6 - 111.2 \times 10^6 = -48.4 \times 10^6$$

$$\sigma_r^{\Sigma'} = \sigma_r^{\Gamma} + \sigma_r^H = 14 \times 10^6$$

Сумарна еквівалентна напруга по енергетичній теорії міцності:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{екв}} &= \sigma'_{\text{екв}} + \sigma''_{\text{екв}} = \frac{\sqrt{3} \times P_p}{1 - K_1^2} - \frac{2 \times \sigma_K}{1 - K_1^2} = \frac{\sqrt{3} \times 14 \times 10^6}{1 - 0.91^2} - \frac{2 \times 9.56 \times 10^6}{1 - 0.91^2} \\ &= 29.83 \times 10^6 \end{aligned}$$

Запас міцності по границі текучості:

$$n = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{\text{екв}}} = \frac{250 \times 10^6}{29.83 \times 10^6} = 8.38 > [n]$$

Робимо висновок, що корпус екструдера вибраний та розрахований вірно

1.4 Розразунок тиску екструдера за заданим матеріалом

Матеріал – ПВХ

$$t = 210^\circ\text{C}, \lg \eta = -A \times \lg \gamma + B$$

$$A = 0.742,$$

$$B = 4.483$$

- 1) Циліндрична кругла зона: 28 отвори, $d = 3.5$ мм, $L = 1.5$ мм, $K_1 = 68.71$ мм³

$$\gamma_1 = \frac{32 \times Q}{\pi \times d^3 \times 28} = \frac{32 \times 1040}{\pi \times 3.2^3 \times 28} = 11.55 \text{ c}^{-1}$$

$$\lg \eta = -0.742 \times \lg 31.8 + 4.483 = 3.4$$

$$\eta = 0.53 \text{ Па} \times \text{c}$$

$$\Delta P_1 = \frac{1040 \times 0.53}{11.55} = 47.7 \text{ Па}$$

- 2) Конічна кругла зона: $L = 2$ мм, $D = 4$ мм, $d = 3.5$ мм., $K = 0.54$ мм

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЛП71.097246.02-70PP

$$\lg \eta = -0.742 \times \lg 0.25 + 4.483 = 4.93$$

$$\eta = 0,69 \text{ Па} \times \text{с}$$

$$\Delta P_5 = \frac{1040 \times 0.73}{216} = 3.5 \text{ Па}$$

Визначаємо загальний перепад тиску

$$\begin{aligned} \Delta P &= \sum \Delta P = 47.7 + 5.2 \times 10^3 + 279.16 + 68.86 \times 10^3 + 3.5 \\ &= 74.3 \times 10^3 \text{ Па.} \end{aligned}$$

1.5 Розрахунок витрати потужності

Потужність N , яку споживає екструдер витрачається на переміщення маси вздовж каналу та зріз матеріалу в зазорі між гребнем шнека та внутрішньою стороною циліндра.

$$N = N_1 + N_2$$

$$\begin{aligned} N_1 &= 9.8 \times 10^{-7} \left[\frac{\pi^3 (t - e) L \times J \times \eta \times n^2}{t} + A \times \Delta P n \right] \\ &= 9.8 \\ &\times 10^{-7} \left[\frac{\pi^3 (0.045 - 0.0045) 1.44 \times 500 \times 0.92 \times 2^2}{0.045} + 1.62 \times 74.3 \right. \\ &\left. \times 10^3 \times 2 \right] = 3.14 \text{ кВт} \end{aligned}$$

A - постійна прямого потоку, см^3

n - частота обертання шнеку, с^{-1}

J - коефіцієнт, см^2

$$A = \frac{\pi^3 (t - \lambda e) \sigma}{\alpha + t^2 b} = \frac{\pi^3 (0.045 - 1 \times 0.004) \times 0.9}{0.7 + 0.045^2 \times 1.1} = 1.62 \text{ см}^3$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.02-70PP					

1.6 Тепловий розрахунок потужностей

Матеріал – ПВХ, $t_{пл} = 180^{\circ}\text{C}$

Для проведення теплового розрахунку необхідні значення теплофізичних властивостей полімеру. До них відносяться [2]:

- 1) Коефіцієнт температуропровідності $a = 187,6 \text{ м}^2/\text{с}$
- 2) Коефіцієнт теплопровідності $\lambda = 0,360 \text{ кДж}/\text{мчК}$
- 3) Теплоємність $C = 2,472 \text{ кДж}/\text{кгК}$
- 4) Густина розплаву полімеру $\rho = 776,5 \text{ кг}/\text{м}^3$

Тепловий баланс екструдера визначається рівнянням:

$$E_H + E_{ш} = E_M + E_O + E_{п}$$

E_H – теплова, що поступає від зовнішніх обігрівачів, кВт

$E_{ш}$ – теплота, що виділяється при роботі шнеку, кВт

E_M – теплота, що виходить з нагрітим матеріалом, кВт

E_O – теплота, що забирається системою охолодження, кВт

$E_{п}$ – втрати тепла в оточуюче середовище через кожух екструдера, кВт

Із рівняння теплового балансу можна розрахувати кількість теплоти, яку необхідно підвести до екструдера через систему обігріву:

$$E_H = E_M + E_O + E_{п} - E_{ш}$$

Визначаємо складові рівняння балансу:

$$E_M = G_M \times C_M \times (t_K - t_{п}) = 0.28 \times 1750 \times (543 - 113) = 210.7 \text{ Вт}$$

G_M – кількість матеріалу, що переробляється, кг/с

C_M – питома теплоємність полімеру, $C_M = 1750 \text{ кДж}/\text{кгК}$

$t_K, t_{п}$ – кінцева та початкова температура полімеру, К

$$G_M = \frac{Q}{3600} = \frac{1040}{3600} = 0.28 \text{ кг/с}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЛП71.097246.02-70PP

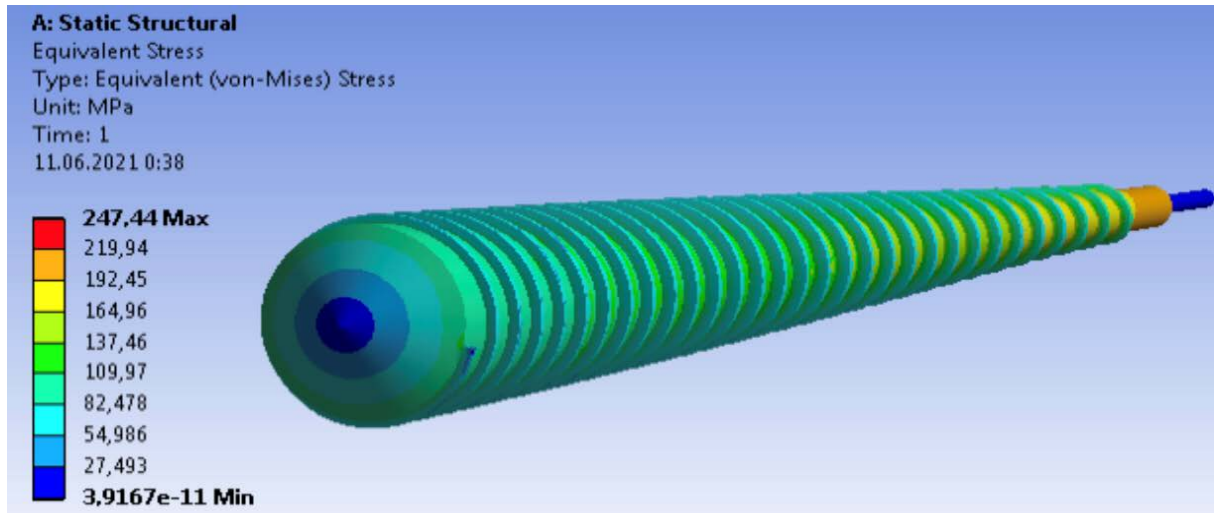


Рисунок 2.3 – Схема еквівалентного напруження

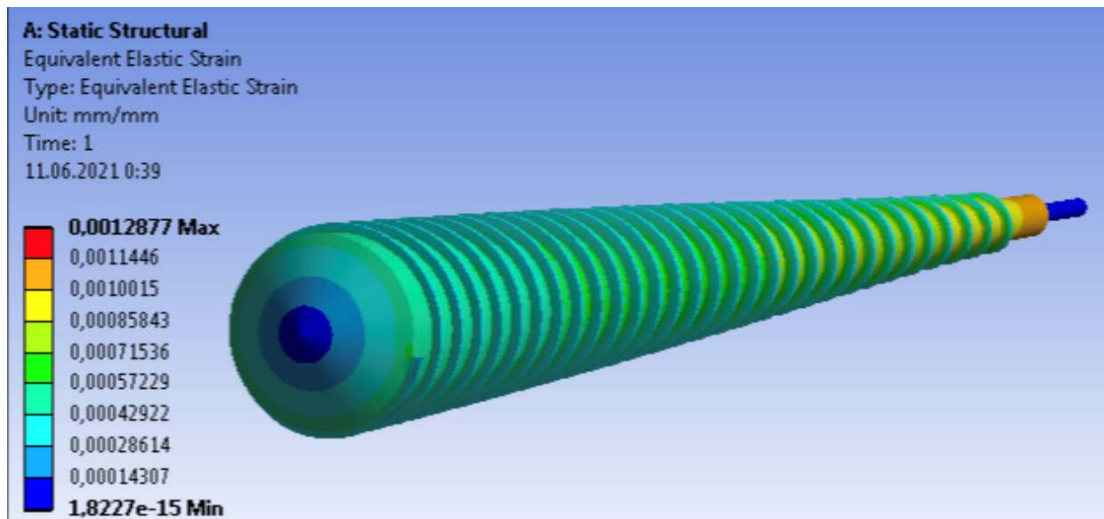


Рисунок 2.4 – Схема еквівалентної деформації

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.02-70PP					

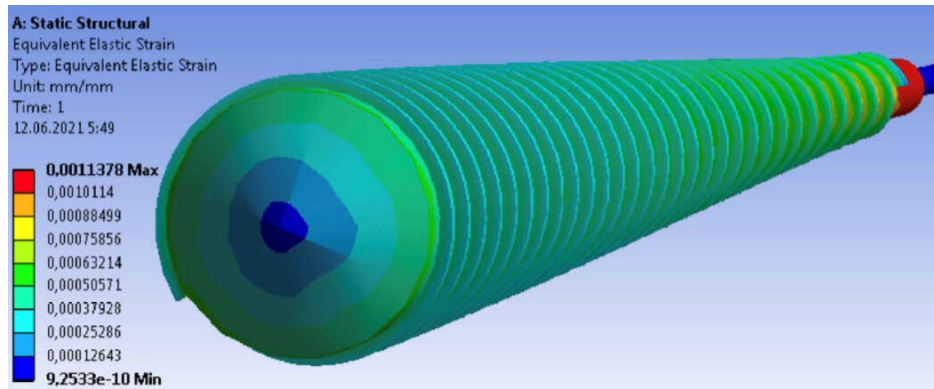


Рисунок 2.9 – Еквівалентного напруження модернізованого черв'яка

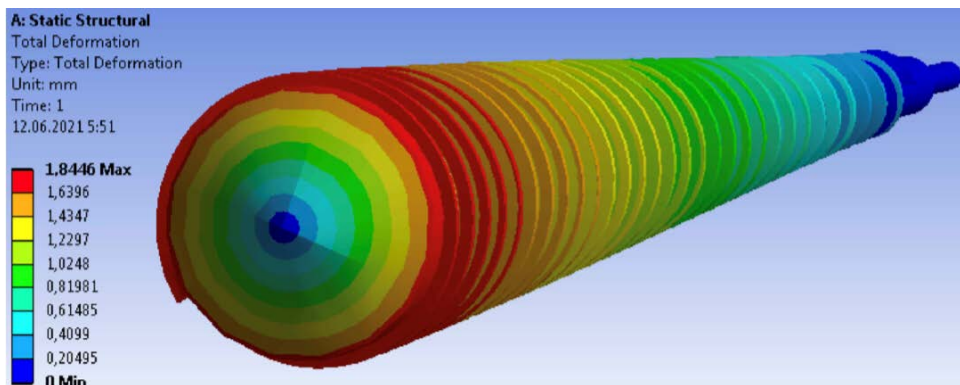


Рисунок 2.10 – Переміщення модернізованого черв'яка

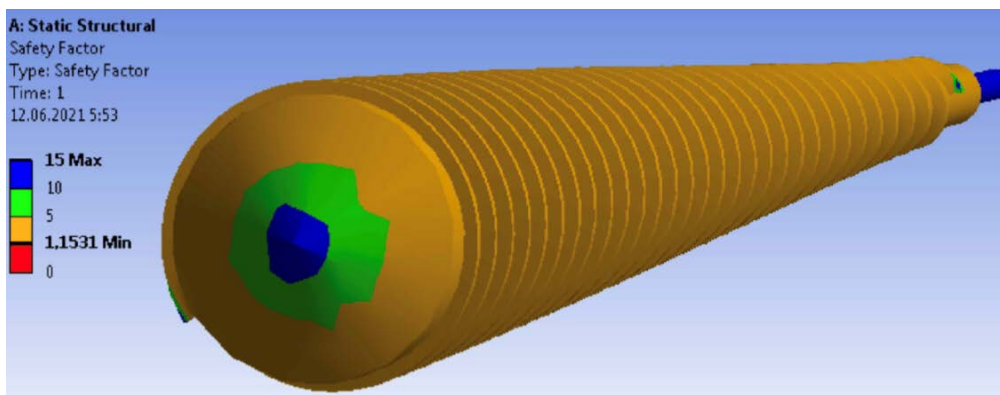


Рисунок 2.11 – Схема запасу міцності модернізованого черв'яка

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.02-70PP					

Висновки

В ході дипломного проекту були виконані розрахунки: параметричні, продуктивності екструдера, потужності привода, зусилля, яке розвиває черв'як, осьового зусилля, на міцність та на стійкість черв'яка, тепловий розрахунок потужності, розрахунок тиску за заданим матеріалом.

Також було проведено розрахунки в сучасній програмі ANSYS, для модернізованого черв'яка на визначення міцності напружено-деформованого стану. За результати розрахунків НДС черв'яка та модернізованого черв'яка можемо зробити висновки, що умова міцності виконується.

					ЛП71.097246.02-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологія машинобудування
до дипломного проекту
на тему:
«Екструзійний агрегат з модернізацією
черв'яка»

Київ – 2021 року

Зміст

Вступ

1. Технологія виготовлення деталі.
 - 1.1. Опис та призначення деталі
 - 1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі
 - 1.3. Технологічний процес виготовлення деталі (МК, КЕ, ОК)
2. Вибір та розрахунок пристосування для певної операції
 - 2.1. Розрахунок сил закріплення деталі.

					<i>ЛП71.097246.03-70TE</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Коротка			<i>Екструзійний агрегат з модернізацією черв'яка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Васильченко					1	
<i>Н. Контр.</i>						<i>КПІ ім.Ігоря Сікорського</i>		
<i>Затверд.</i>		Гондляр						

Вступ

Метою розділу є виготовлення деталі клапан, опис та призначення деталі.

В ході виконання роботи виконуються наступні потреби:

- огляд та розроблення технологічних схем та процесів виготовлення деталі клапан.

Клапан належить до деталей середнього машинобудування.

Клапан відносяться до класу круглих стержнів і може бути як підшипником так і кришкою.

Матеріал пред'являє високу поверхневу твердість, при невисокої міцності серцевини деталі, яка працює в умовах зносу при терті.

Матеріалом деталі є сталь 40 X

Деталь складається із стандартних деталей відповідної точності та ступеню шорсткості поверхні, що при хороших технологічних базах дозволяє використовувати стандартне обладання та оснастку для обробки.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.03-70TE				

1 Технологія виготовлення деталі

Метою розділу є розробка технологічного виготовлення деталі – клапан

Технологія виготовлення деталі складається з : вибору устаткування і інструментів для кодної операції , також важливим моментом є метод отримання заготовки .

Аналіз технологічності клапана дозволяє нам зробити такі висновки:що конструкція визначається високою жорсткістю і пропускає високі режими різання , так як деталь не має глухих отворів , вона не потребує підрізки торців. Ще можемо зробити висновок , що деталь пропускає без перешкод різальні та вимірювальні інструменти , це не тільки залежить від деталі, а також від матеріалу, який добре піддається різанню.

1.1 Опис та призначення деталі

Клапан виготовляється зі сталі 40Х, такий клапан може бути використаний в втулки, шестрені, гільзи, диски та інші деталі . Матеріал має такий хімічний склад та фізичні властивості:

Хімічний склад матеріалу 40Х

ГОСТ 4543 - 71

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.36 - 0.44	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8 до	0.3 до	0.035 до	0.035	0.8 - 1.1 до	0.3

Фізичні властивості

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁻⁶	λ	ρ	C	R 10 ⁻⁶
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.14			7820		210
100	2.11	11.9	46	7800	466	285
200	2.06	12.5	42.7	7770	508	346
300	2.03	13.2	42.3	7740	529	425
400	1.85	13.8	38.5	7700	563	528
500	1.76	14.1	35.6	7670	592	642
600	1.64	14.4	31.9	7630	622	780
700	1.43	14.6	28.8	7590	634	936
800	1.32		26	7610	664	1100
900			26.7	7560		1140
1000			28	7510		1170
1200				7430		1230

Фізичні властивості :

T - Температура, при якій отримані дані властивості, [Град]

E - Модуль пружності першого роду, [МПа]

α - Коефіцієнт температурного (лінійного) розширення (діапазон 20^o - T), [1 / Град]

λ - Коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу), [Вт / (м · град)]

ρ - Щільність матеріалу, [кг / м³]

C - Питома теплоємність матеріалу (діапазон 20^o - T), [Дж / (кг · град)]

R - Питомий електроопір, [Ом · м]

Арк.

ЛП71.097246.03-70TE

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

1.2 Вибір заготовки для виготовлення клапану

Для того щоб вибрати заготовку, потрібно провести аналіз конструкції до вимог креслення. Зробивши аналіз, робимо висновок, що для нашої деталі підходить штампована заготовка. Якість заготовки залежить від способу їх виготовлення.

Для нашого випадку, в якому клапан має певні розміри та свій матеріал, обираємо штамповку на кривошипно-шатунному горячо-штамповальному пресі з виштовхувачем.

Для кращого результату штамповка повинна мати один плоский рознім.

Вся штамповка формується в одній прес-формі, тому на деталі не буде дефектів, які виникають внаслідок прес-форм

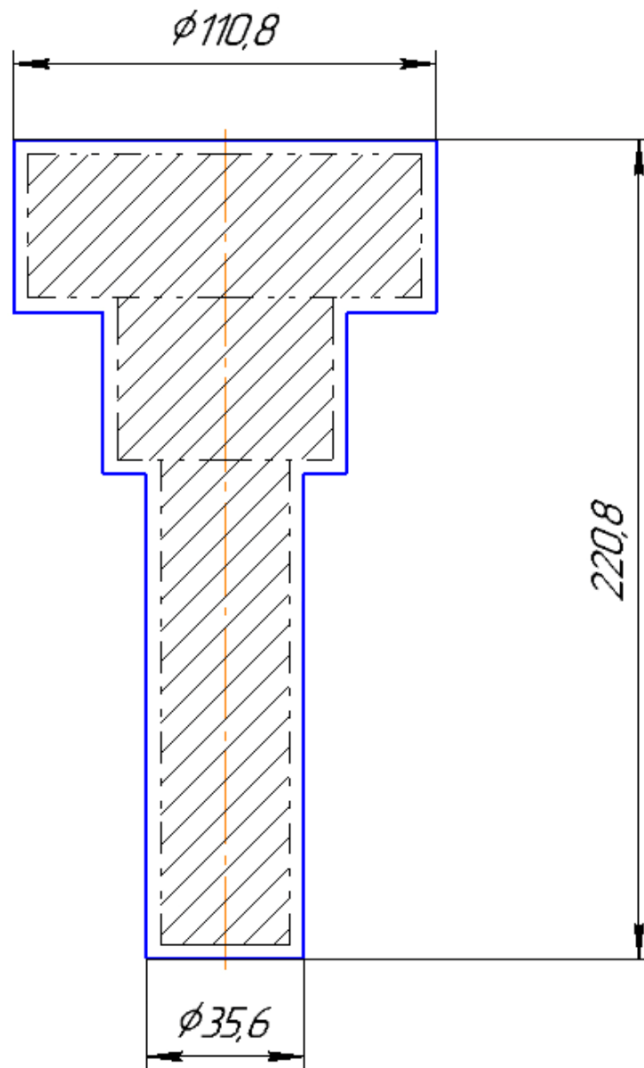


Рисунок 2. – Заготовка деталі

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.03-70TE				

1.3 Технологічний процес виготовлення клапана

Процес виготовлення клапану представлений в технологічній карті. Схема базування заготовки та тип монтажних елементів визначаються технологом.

					<i>ЛП71.097246.03-70TE</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2. Вибір та розрахунок пристосування для певної операції

Перші операції, що визначають постійні бази для обробки – підрізка торців і обробка центрових отворів.

Подальша обробка може виконуватись у наступному порядку:

- чорнова токарна обробка першої, потім другої половини деталі;
- чистова токарна обробка обох половин деталі;
- чорнова і чистова обробка фасонних поверхонь;
- свердління, розвертання і нарізання різьби у мілких отворах, нарізання різьби на шийках валу, фрезерування шпонкових канавок і лисок;
- термічна обробка усієї деталі або окремих її поверхонь;
- чистове шліфування фасонних зовнішніх поверхонь;
- доведення особливо точних поверхонь.

Виходячи із заданих на кресленні вимог до якості (точності і шорсткості) оброблюваних поверхонь і типового технологічного процесу, підбирають типові схеми їх обробки :

- поверхні Ø110, Ø35 – чорнове і чистове точіння;
 - конусна поверхня – чорнове та чистове точіння
 - підрізання прилеглих торців, зняття фасок 2x45.

2.1 Розрахунок сил закріплення клапана

Для того щоб інструменти які ріжуть деталь не намагалися перемістити клапан, так як є сили різання, потрібно заготовку зафіксувати

У випадку свердління отвору в кондукторі, величина сили затискання визначається із рівності:

де $M_{кр}$ - крутний момент свердла;

$$Q = \frac{M_{кр}}{f \cdot r},$$

f - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.097246.03-70TE				

Значення коефіцієнта запасу:

Підставляючи отримані значення у формулу для визначення сили затискання заготовки у пристосуванні:

$$Q = (2,7 \times 26303) / (0,25 \times 0,140) = 2029 \text{ Н}$$

Де r - відстань від точки прикладання сили затискання до місця свердління;

f - коефіцієнт тертя для гладких поверхонь.

Приймаємо силу затиску $Q = 2,1 \text{ кН}$.

					ЛП71.097246.03-70TE	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У розділі «Технологія машиннобудування» було виконано:

- опис та призначення клапана;
- вибір заготовки;
- зроблені технологічні карти (МК, ОК, КЕ);
- зроблені розрахунки сили закріплення;

					ЛП71.097246.03-70TE	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні висновки

Виконано дипломний проект на тему «Екструзійний агрегат з модернізацією черв'яка», метою проекту вивчення принципу роботи екструзійного агрегату для подальшої модернізації черв'яка.

Було визначено його технологічну лінію, також зроблені висновки які недоліки та переваги агрегату. Визначено, що недоліком екструзійного агрегату був великий коефіцієнт тертя та енергоємність самого процесу.

Щоб прибрати цей недолік, був проведений літературно-патентний огляд, після якого був обраний патент № 2069149, на основі чого була зроблена модернізація черв'яка. Даний вибір значно зменшує коефіцієнт тертя та зменшує енергоємність, за рахунок впровадження пустотілої шланги з ущільнюючим поршнем, яка встановлена у внутрішній порожнині черв'яка.

Також був розроблен розділ «Охорона праці», де було визначено норми праці з екструзійним агрегатом, а також проаналізований вплив шкідливих елементів на людину під час праці з екструдером.

Для того щоб підтвердити правильний вибір модернізації, було проаналізовано механіко-економічний показник, який показав, що обрана модернізація дійсно зменшує коефіцієнт тертя та енергоємність.

Виконано розрахунки екструдера та черв'яка на гапоужено-деформований стан в сучасній програмі ANSYS, за допомогою задачі статичної пружності.

У розділа «Технологія машиннобудування» була обрана деталь клапану, для якої зроблені технологічні карти, пораховані сили закріплення та проведений аналіз призначення клапану. Була вибрана операція для виготовлення деталі.

					ЛП71.097246.01-70ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Справочник технолога-машиностроителя В 2-х томах Т2. Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд. переработанное и дополненное – М.: Машиностроение. 1986г. – 496 с.

24. Справочник приспособления: Справочник. В 2-х томах. Под ред. Б.Н. Вардашкина, Т1 : М.: Машиностроение. 1984г. – 592 с.

25. Справочник приспособления: Справочник. В 2-х томах. Под ред. Б.Н. Вардашкина, Т2 : М.: Машиностроение. 1984г. – 656 с.

26. Справочник: Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М. А. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.

					ЛП71.097246.01-70ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

Екструзійний агрегат з модернізацією черв'яка

Коротка В. О., студ.

Федорова Е.Ф., студ.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропоновано модернізацію черв'яка екструзійного агрегату, що значно зменшує коефіцієнт тертя між перероблюваним матеріалом та навивкою черв'яка, а також зменшення енергоємності процесу виробництва. Це досягається за рахунок впровадження пустотілої штанги з ущільнюючим поршнем, яка встановлена у внутрішній порожнині черв'яка.

В більшості випадків, за технічною сутністю є черв'ячний екструдер для переробки полімерних матеріалів, що містить корпус з зонами завантаження, стиснення і дозування, в якому виконані отвори для завантаження і розвантаження матеріалу, встановлений в корпусі черв'як, виконаний з внутрішньою порожниною по його поздовжній осі, повідомленої з гвинтовим каналом черв'яка за допомогою радіальних отворів, заповнених з боку гвинтового каналу пористим матеріалом, і механізм подачі інертного газу. Однак у відомому екструдері механізм подачі не забезпечує подачу інертного газу саме в ту частину зони стиснення, де матеріал вже перейшов в в'язкотекучий стан, незворушне для інертного газу, в результаті чого і створюється мастильний стійкий шар інертного газу в зоні дозування. Тому з метою зниження коефіцієнту тертя та енергоємності процесу запропоновано модернізацію черв'яка екструзійного агрегату за патентом № RU2069149

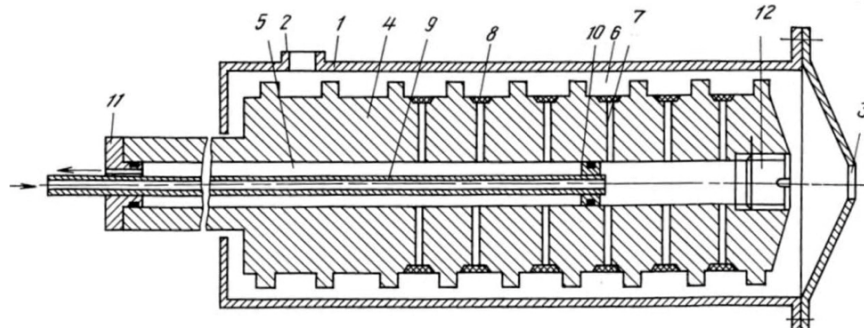


Рис. 1. Модернізований черв'як екструдера [1]

Це досягається наступним чином: черв'як 4, що виконаний з внутрішньою порожниною 5 по його повздовжній осі. Ця внутрішня порожнина з'єднана з гвинтовим каналом 6 між корпусом 1 і черв'яком радіальними отворами 7. Ці отвори з боку гвинтового каналу для проходження інертних газів закриті пробками, які заповнені пористим матеріалом 8. У внутрішній порожнині 5 встановлений механізм подачі інертного газу, який складається з пустотілої штанги 9, яка може переміщуватись по внутрішній порожнині черв'яка вздовж зони стиснення. На кінці цієї штанги розміщений ущільнюваний поршень 10. З іншого боку пустотіла штанга проходить через торцеву шайбу 11, яка заглушає вхід у внутрішню порожнину черв'яка. У торцевій шайбі є отвір для відводу інертного газу. З іншого боку внутрішня порожнину закрита заглушкою 12. Ущільнюючий поршень 10 розділяє внутрішню порожнину черв'яка на зону подачу газ, який правіше поршню та зону відведення, що знаходиться лівіше поршню. Таким чином, стислий в компресорі інертний газ надходить через трубку 10 в пустотілий канал між заглушкою 12 і ущільнюючою заглушкою 10. За рахунок надлишкового тиску газ проходить через радіальні отвори 7 у зону стиснення матеріалу. За рахунок наявного протидії тиску він переміщується в протилежному напрямку і відводиться в робочій зоні черв'яка в бік завантажувального пристрою 2. При цьому надлишок газу проходить через радіальні отвори в пустотілий канал 5, з якого відводиться через торцеву шайбу 11.

Основною перевагою модернізації є можливість переміщати трубку для подачі газу з ущільнювальним поршнем 10 вздовж осі

черв'яка. Це дозволяє регулювати зони підведення інертного газу в залежності від використовуваного полімеру.

Висновки

Використання даної модернізації черв'яка екструдера дає змогу знизити коефіцієнт тертя між матеріалом та поверхнею гвинтової нарізки черв'яка, а також зменшення енергоємність пристрою. Позитивний ефект досягається за рахунок використання регульованої зони подачі інертного газу, а також тиску і температури газу, що подається. Більш тонке регулювання здійснюється за рахунок зміни аеродинамічного опору радіальних каналів.

Література

1. Pat. № RU2069149 Russia, IPC B29C 47/38. Worm extruder for processing polymeric materials. Application Number 94000545/26. Application Date 06.01.1994. Publication Date 20.11.1996.