

**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 грануляції з модернізацією екструдера»

Студент групи IV к. ЛП-72 _____ **Коновал Андрій Петрович** _____
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник проекту: _____ **доцент Васильченко Г.М.** _____
(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 (-ка) _____

Київ 2021 рік

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

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 133 Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

« ____ » _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Коновалу Андрію Петровичу

1. Тема проекту «Агрегат для грануляції з модернізацією екструдера», керівник проекту доцент, Васильченко Геннадій Миколайович, затверджені наказом по університету від «24. 05» 2021 р. № 1071-с

2. Термін подання студентом проекту 08.06.2021р.

3. Вихідні дані до проекту

Діаметр черв'яка – $D=30\text{мм}$

Ступінь стискування черв'яка – $i=2,1\ 0,31$.

Відношення робочої довжини черв'яка до діаметра – $L/D=25$

4. Зміст пояснювальної записки

Пояснювальна записка містить текстові частини: «Пояснювальна записка», «Розрахунки» та «Технологія машинобудування». ПЗ включає такі розділи: «Зміст», «Вступ», «Призначення й галузь застосування виробу, що проєктується», «Технічна характеристика базової машини», «Опис конструкції, її основних частин і принципу дії», «Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування модернізованої (розроблюваної) конструкції», «Очікувані механіко-економічні показники», «Висновки», «Перелік використаних джерел інформації посилань»

5. Перелік графічного матеріалу

Технологічна схема виробництва А1 .

Загальний вид машини. А1 .

Креслення модернізації. А1

Креслення корпусу.А1

Загальний вигляд екструдера А1

Розрахунок на міцність черв'яка в програмному забезпеченні СолідВорк. А1

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання 24.05.2021

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ. Технічні характеристики машини. Опис конструкції і принципу дії машини	24.05.2021-26.05.2021	
2	Здійснення пошуку патентів	27.05.2021	
3	Обґрунтування модернізації	28.05.2021	
4	Виконання розділу «Пояснювальна записка»	29.05.2021-30.05.2021	
5	Виконання розділу «Розрахунки»	31.05.2021-01.06.2021	
6	Виконання розділу «Технологія машинобудування»	02.06.2021-03.06.2021	
7	Побудова креслень в графічному редакторі «AutoCad»	04.06.2021-05.06.2021	
8	Оформлення записки дипломного проекту	06.06.2021-07.06.2021	

Студент

Коновал А.П.

Керівник проекту

Васильченко Г.М.

ЗМІСТ

Реферат (українська мова).....	5
Реферат (іноземна мова).....	6
Перелік умовних позначень.....	7
Пояснювальна записка.....	8
Розділ «Розрахунки».....	26
Розділ «Технологія машинобудування».....	54
Перелік використаних джерел інформації.....	64
ДОДАТКИ.....	65
Додаток А. Таблиця розглянутих патентів.....	66
Додаток Б. Розрахунок екструдера в SolidWorks.....	68
Додаток В. Специфікації.....	69
Додаток Г. Особисті досягнення студента.....	72

					ЛП72.091243.01-70ПЗ					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Агрегат для грануляції з модернізацією екструдера					
Розроб.		Коновал						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перев.		Васильченко----						1	2	
Н. Контр.								НТУУ “КПІ”, ІХФ		
Затв.		Гондлях								

Реферат

Дипломний проєкт на тему: «Агрегат для грануляції з модернізацією екструдера». Виконавець – студент групи ЛП-72 Коновал А.П., керівник – доц. к.т.н Васильченко Г.М.

Дипломний проєкт (ДП) містить графічну та текстову частини. Текстова частина складається з трьох розділів та додатків, загальна кількість сторінок, __ ілюстрацій, __ таблиць, __ джерел посилань. Графічна частина складається __ креслень __ (загальна кількість __ аркушів креслень формату А1, __ плакати з вихідними розрахунками). Об'єктом розробки є екструдер ЧП30×20. Предметом розробки є черв'як екструдера ЧП30×20. Метою розробки є проектування та модернізація екструдера, а саме його черв'яка. У роботі представлені технічні характеристики, було розглянуто конструкцію і принцип дії агрегату для грануляції поліетилену, виконано кінематичні, параметричні, розрахунки на міцність, теплові розрахунки, які повністю підтверджують надійність та працездатність конструкції машини. У проєкті також було проведено літературно-патентний огляд конструкцій агрегату для грануляції поліетилену з ціллю обрання варіанту модернізації екструдера. Також у дипломному проєкті було розглянуто відповідність розроблюваного агрегату вимогам охорони праці та основні рекомендації щодо експлуатації та монтажу пристрою до виготовлення фланця.

МІЦНІСТЬ, АГРЕГАТ, ЧЕРВ'ЯК, ЕКСТРУДЕР, ВИРОБНИЦТВО ПОЛІЕТИЛЕНУ, ГРАНУЛИ, РОЗПЛАВЛЕННЯ.

Abstract

Bachelor's thesis project on the topic: "Installation for granulation with modernization of the extruder". Executor - student of group LP-72 Konoval AP, associate professor, candidate of technical sciences Vasilchenko Kh.M. .

Thesis project (DP) includes text and graphic parts. The text part has 3 sections and programs, the total volume - pages, illustrations, tables,

reference sources. The graphic part contains drawings (the total volume is sheets of drawings in A1 format, _ poster with the results of calculations).

The object of development is the extruder $WP30 \times 20$. The subject of development is the screw of the extruder.

The purpose of development is the design and modernization of the extruder, in particular its screw. The technical characteristics are presented in the work, the design and principle of operation of the unit for granulation of polyethylene are considered, parametric, kinematic, thermal and strength calculations of the worm are performed, which confirm the efficiency and reliability of the machine design.

The project carried out a literature-patent search of aggregate structures for granulation of polyethylene in order to select the option of modernization of the press.

Also in the diploma project of the bachelor the conformity of the developed car to requirements of labor protection was considered and recommendations concerning installation and operation of the device for manufacturing of a flange were given.

STRENGTH, AGGREGATE, WORM, EXTRUDER, PRODUCTION OF POLYETHYLENE, GRANULES, MELTING.

Перелік умовних позначень та скорочених термінів

Скорочені терміни:

ККД – коефіцієнт корисної дії. Умовні позначення:

S – площа, м²;

b – ширина, м;

H, h – висота, м;

D, d – діаметри, м;

m – маса, кг;

N – потужність, Вт;

n – частота обертання, с⁻¹;

G_p – продуктивністю, кг/с;

t – температура, К;

k – коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище, Вт/м²·град;

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/м²·град; Критерії:

Nu – критерій Нуссельта;

Re – критерій Рейнольдса;

Gr – критерій Гросгофа.

Пояснювальна записка
до дипломного проекту на тему:
«Агрегат для грануляції з модернізацією екструдера»

ЗМІСТ

ВСТУП	2
1.1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА.....	3
1.2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА.....	7
1.3 ОПИС ОСНОВНИХ ЧАСТИН БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ.....	8
1.4 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ, ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ.....	11
1.4.1 Літературно-патентний огляд.....	11
1.4.2 Обґрунтування запропонованої модернізації.....	16
1.5 «ОХОРОНА ПРАЦІ».....	18
1.5.1 Вступ.....	18
1.5.2 Повітря робочої зони.....	18
1.5.3 Електробезпека.....	20
1.5.4. Безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються.....	21
1.5.5. Шум і вібрації.....	22
1.5.6. Пожежна безпека.....	22
1.6 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	25
ВИСНОВКИ.....	26

					<i>ЛП72.091243.01-70ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб</i>	<i>Коновал</i>				<i>Агрегат для грануляції з модернізацією екструдера</i>	<i>Литера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров</i>	<i>Васильченко</i>						1	26
<i>Керівник</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утв</i>	<i>Гондляр</i>							

Вступ

В Україні досить високими темпами зростає виробництво полімерних, силікатних матеріалів . Кожен рік воно збільшується на 5%.

Сучасна промисловість виготовляє наступні різновиди продукції даного типу:

- Матеріали і поліетилен, виготовлені на його основі – 35 %;
- ПЕТ – 21 %;
- папір з ламінуванням – 18 %;
- ПВХ – 15 %;
- поліпропілен – 8 %;
- полістирол – 9 %.

Це пояснюється так. Полімерні вироби мають ряд плюсів. Серед головних є досить довгий строк експлуатації. Грануляція є основною підготовкою сировини для виготовлення полімерних виробів.

Гранулювання-це переробка матеріалів у гранули. Гранулювання використовують щоб покращити технологічні властивості, щоб зменшити злипання і збільшити сипучість, також для можливості використовувати матеріал в дрібних порціях, для легшого транспортування і т.д.

Мета проєкту: ознайомитися та проаналізувати конструкцію екструдера; знайти варіант та обґрунтувати його поліпшення. Щоб досягнути даної цілі, треба провести тепловий, параметричний розрахунок, провести розрахунок на міцність основних деталей і вузлів екструдера, які могли б підтвердити його роботоздатність, виконати графічну частину, що включає всі потрібні стадії для проєктування: основний вигляд технологічної лінії, де є прес-екструдер, загальний вигляд екст

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

1 – Черв'ячна машина, 2 – головка профілююча, 3 – ванна водяна, 4 – пристрій тягнучий, 5 – ротаційний ніж.

Рисунок 1.1 – Лінія для грануляції поліетилену

Черв'ячні преси призначені для формування пластичних матеріалів, змушуючи їх формувати за допомогою інструментів для профілювання. Полімер, який видавлюється шнеком, формується в формувальній гловці. Перед тим як подрібнити полімер, його потрібно охолодити. Для цього використовують водяну вану. Полімер протягують витяжним пристроєм через водяну вану, а потім подають його на подрібнення. За допомогою обертового ножа, полімер нарізають на відповідні довжини.

1.2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРВ'ЯЧНОГО ПРЕСА

Технічна характеристика містить в собі деяку інформацію про апарат. Виконується порівняння зразка з подібними йому саме за цими показниками для наступного вибору та обґрунтування вибраного варіанту. Загальні показники преса наведено в таблиці 2.1.

Технічна характеристика екструдера

Таблиця 2.1

Продуктивність машини, G_M	45кг/год
Відношення довжини до діаметра черв'яка, L/d	25
Діаметр черв'яка, мм	30мм
Потужність двигуна, N	12,26 кВт
Об'ємна маса матеріалу, ρ	950кг/м ³
Потужність нагрівників, P	39,43 кВт

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Початкова температура матеріалу, $T_{\text{поч}}$	12°C
Ступінь чорноти корпусу машини, с	0,72
Температура розплаву на виході, $T_{\text{кін}}$	190°C
Коефіцієнт тепловіддачі α_k	34,13 Вт/м ² · К
Площа зовнішньої головки, F	0,3м ²

1.3 ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ

Екструдер – це пристрій, який призначений для постійної переробки полімерів в однорідну масу і видавлювання так званого полімеру через профільюючу головку.

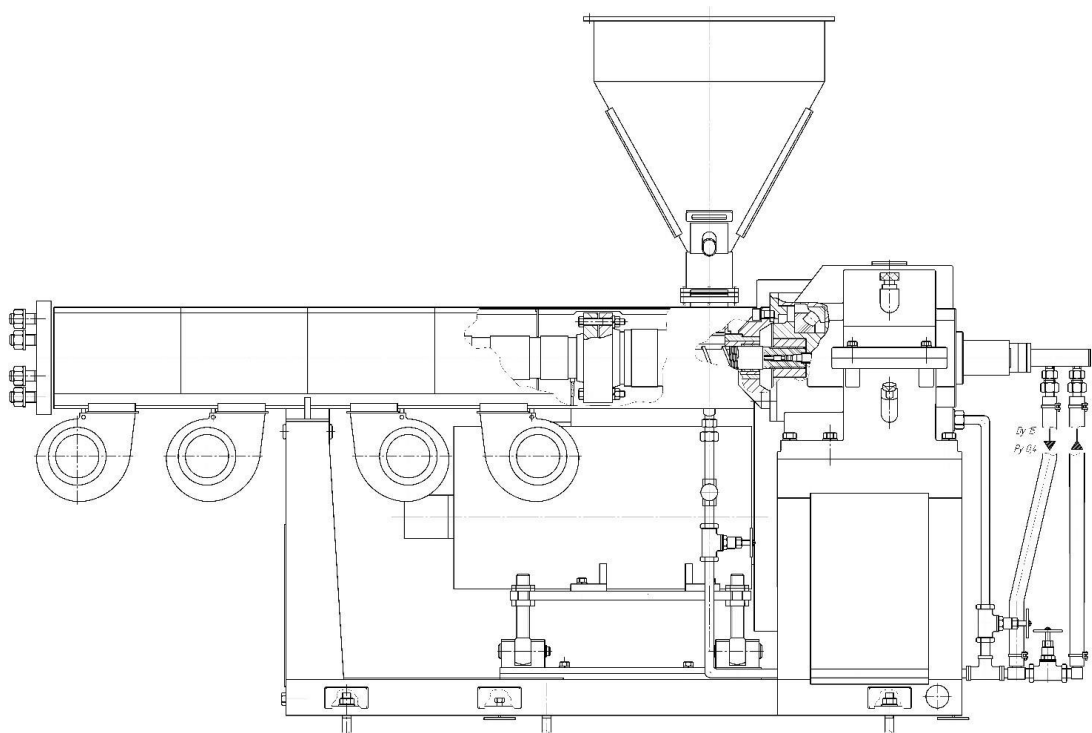


Рисунок 3.1-Схема екструдера

Екструдер складається з таких основних одиниць: привіда екструдера, станини, завантажувальної воронки, корпусу, черв'яка, системи нагрівання та системи охолодження.

Товстостінний циліндричний корпус являється основним робочим

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

органом екструдера, де обертається черв'як (шнек). Черв'яки, діаметром від 20 до 500 мм і більше, описуються довжиною нарізки, геометрією (профілем) поперечного перерізу каналу, кроком, числом заходів нарізки та ступенем стиску.

Під час руху черв'яка, матеріал проходить по гвинтовому каналу, який утворила внутрішня поверхня циліндру і нарізкою черв'яка.

Проходження матеріалу супроводжується зростанням тиску та інтенсивними деформаціями. Також одночасно відбуваються такі різноманітні процеси як нагрівання матеріалу, а саме за рахунок енергії, що підводиться від системи нагрівання циліндра та енергії дисипації; хімічні, фазові та інші перетворення, ініційовані зростаючою температурою та тиском ущільнення та монолітизація сипких матеріалів; змішування компонентів; вилучення газоподібних та інших компонентів з матеріалів.

Прийом матеріалу відбувається в зоні живлення, і його переміщення в напрямку зони ущільнення та плавлення. Для підвищення продуктивності, зона завантаження виготовляється з великим об'ємом гвинтового каналу черв'яка.

Розплавлювання полімеру відбувається у зоні плавлення, також відбувається його ущільнення і дегазація. Канал черв'яка, а саме в зоні плавлення, виконується з поступово зменшуваним об'ємом, для ефективного проведення зазначених процесів, що досягається зменшенням глибини каналу або кроку гвинтової лінії.

Перемішування відбувається в зоні дозування розплаву, також зростає тиск, за допомогою якого через формуючий інструмент продавлюється розплав.

Довжина робочих зон екструдера може коливатися в відповідних межах у залежності від властивостей перероблюваного матеріалу та особливостей технології переробки.

Завантажувальна воронка являє собою товстостінний циліндр із водяною «рубашкою» та завантажувальним отвором. Воронка складається із

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

вставної гільзи та корпусу. На зовнішній поверхні корпусу завантажувальної воронки встановлено електродвигун.

Температура поверхні гільзи регулюється за допомогою перетворювача термоелектричного який йде в комплекті із вторинним пристроєм. Корпус має форму товстостінного циліндру. Він приєднаний фланцевим з'єднанням до завантажувальної воронки. Корпус містить чотири зони обігріву електронагрівачами опору.

Охолодження зон корпусу відбувається за допомогою чотирьох незалежних вентиляторів.

Щоб контролювати температуру корпусу, на ньому встановлюють термоелектричні перетворювачі. Зони розділені між собою перегородками. Ззовні корпус закритий теплоізоляційним кожухом.

Для охолодження завантажувальної воронки, масла в редукторі, черв'яка – призначена система охолодження

Корпус складається з плавильної та завантажувальної частини. Нагрівачі встановлюються на плавильну частину корпусу, завдяки яким нагрівається корпус і відбувається розплавлення матеріалу. Завантажувальна частина корпусу містить канали для подачі води, для охолодження екструдера.

1.4 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ, ОБГРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ

1.4.1 Літературно-патентний огляд

Було проведено огляд технічної літератури, під час дипломного проектування, з ціллю аналізу конструкцій та принципу дії черв'ячного преса. Проаналізувавши конструкцію черв'ячного пресу, було виявлено такий недолік. як відносно невисока змішувально-диспергувальна дія, оскільки в черв'яка незмінна геометрія робочого каналу. Виходячи з завдання переддипломної практики «Агрегат для грануляції з модернізацією екструдера», було прийняте рішення модернізувати черв'як. Для цієї модернізації було проведено літературно-патентний огляд конструкцій шнеку.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Було знайдено декілька технічних рішень для модернізації черв'яка.

В першому патенті наведено приклад покращення черв'ячного екструдера, гомогенізацією та зоною подавання, з'єднані між собою розплавопроводом, оснащеним шестеренним насосом. Метою цієї модернізації є пришвидшення процесу переробки вихідної сировини у високоякісну продукцію. Модель показано на (рис.4.1)

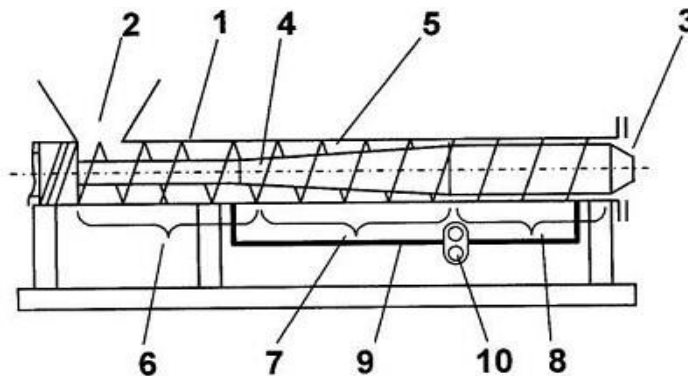


Рис. 4-1; 1 - корпус ,2 - завантажувальна горловина, 3 - розвантажувальний отвір, 4 – черв'як, 5 – робочий канал, 6 - зона подавання, 7 - зона плавлення ,8 - зона гомогенізації, 9 - розплавопровод ,10 - шестеренний насос.

В другому патенті поставлено задачу покращити черв'як екструдера, в якому нове доцільне виконання гребнів його нарізки, а саме в зоні дозування, буде підвищувати змішувально-диспергувальну спроможність черв'яка, а отже і покращить якість матеріалу, який переробляється.

Поставлена мета вирішується тим, що в черв'яку, який містить вал з послідовно розташованими хвостовиком, зонами подавання, спорядженими гвинтовою нарізкою, плавлення й дозування, наконечником - згідно з представленою корисною моделлю новим є те, що заплечник гребеня нарізки, який штовхає в зоні дозування, виготовлено опуклим з поздовжніми виступами, де бокові грані скошені в бік обертання черв'яка. У найбільш вигідному варіанті виконання черв'яка на повздовжніх виступах бокових граней зроблено поперечні пази. (Рис.4.2)

- під кутом до осі циліндричної втулки з таким же напрямом, що і нарізка черв'яка екструдера.

Виконання зазначеної геометрії унеможливило утворення застійних зон у пазах, також знижує витрати енергії під час проходження секцією перероблюваної маси, через те що бар'єрні витки, на відміну від найближчого аналога, не заважають перероблюваній композиції, а штовхальні гребні навіть сприяють проходженню зазначеної композиції через секцію.

Корисну модель зображено на рис.4-3

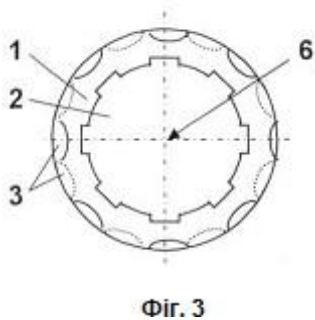
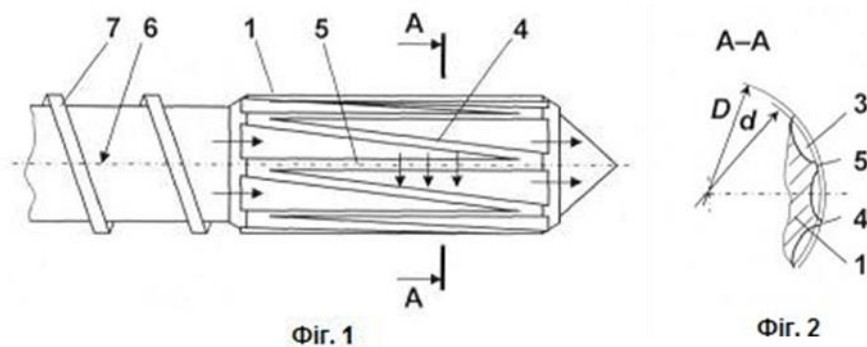


Рис.4-3 1 - циліндрична втулка, 2 - центральний шліцьовий отвір, 3 - поздовжні пази, 4 - вершини штовхальних витків, 5 - бар'єрні витки, 6 - ось циліндричної втулки, 7 - нарізка черв'яка екструдера.

В наступному патенті поставлена задача вдосконалити екструдер шляхом кінематичного об'єднання осьового руху черв'яка з заслінкою, яка регулює подачу перероблюваного полімеру, за допомогою керованого перетворювача переміщень.

Цю задачу можна вирішити тим, що черв'ячний екструдер для переробки полімерів, що містить завантажувальний отвір, оснащений

заслінкою регулювання подачі перероблюваного полімеру, корпус, всередині якого розташований черв'як, з можливістю переміщення відносно повздовжньої осі, виконаний в опорному підшипнику, новим є те, що черв'як пов'язаний із заслінкою кінематично, за допомогою важільного механізму.

Важільний механізм також може мати звичайну регульовану по довжині точку опори. Конструкцію зображено на (рис.4.4)

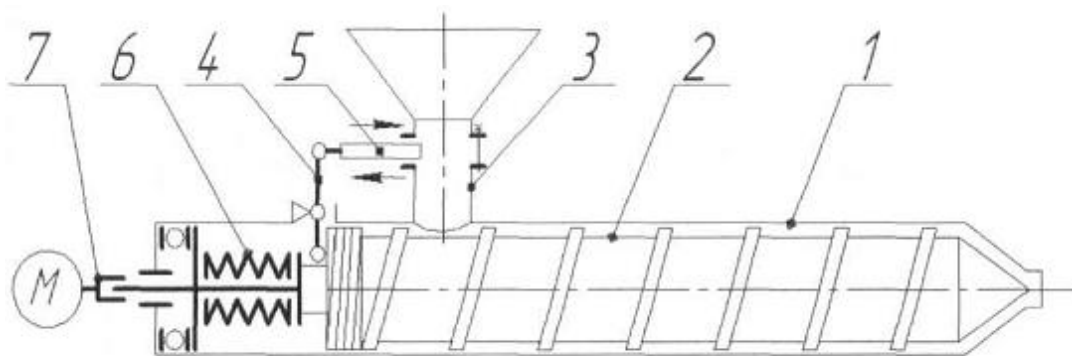


Рис.4-4 1 - корпус, 2 - черв'як, 3 - завантажувальна горловина,
4 - елемент важільного механізму, 5 - заслінка, 6 -
пружина, 7 - з'єднання

В наступному патенті поставлено задачу вдосконалити черв'як екструдера, у якому інше конструктивне розроблення гребнів його змішувального елемента підвищує змішувальну спроможність черв'яка, а значить і покращує якість перероблюваного матеріалу. Поставлена мета вирішується тим, що в черв'яку екструдера, в якому знаходиться осердя з послідовно розташованими хвостовиком, спорядженою гвинтовою нарізкою і змішувальною частиною, робочою частиною, а також наконечником, при тому, що змішувальний елемент виконаний у формі гвинтового гребня з поперечними прорізами, згідно з запропонованою корисною моделлю новим є те, що черв'як споряджено додатковим гвинтовим гребнем з поперечними прорізами та іншим, в порівнянні з основним гвинтовим гребнем, кроком. У найближчому прикладі виконання черв'яка змішувальна частина розташована між гребнями гвинтової нарізки.

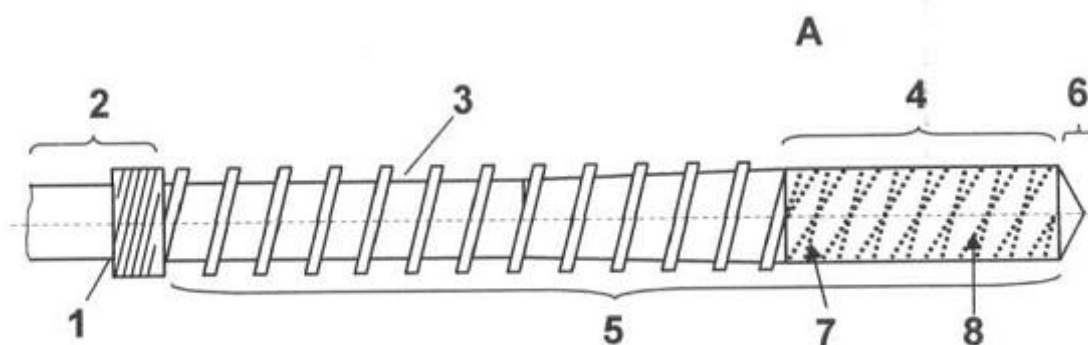
Спорядження змішувального елемента доповнюючим гвинтовим

										Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.091243.01-70ПЗ					

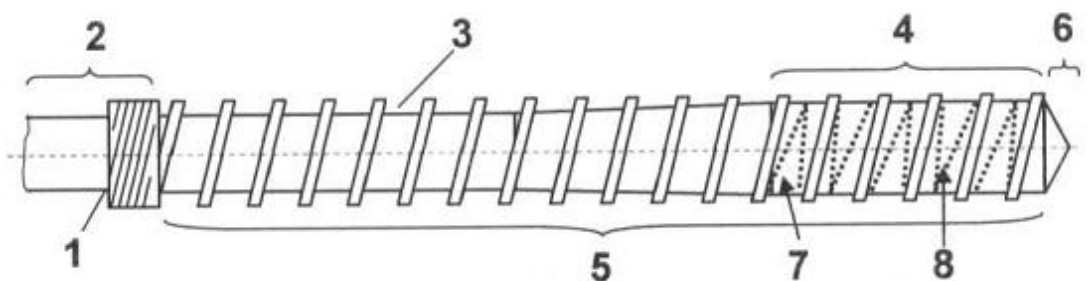
гребнем забезпечує безперервний розділення розплаву перероблюваного матеріалу на мікропотоки, їх перемішування між собою, інтенсивне змішування й диспергування його компонентів. Виконання обох гвинтових гребнів з різним інтервалом утворює по довжині змішувального елемента ділянки, на яких зазначені гвинтові гребні по черзі сходяться й розходяться. Це сприяє проходженню матеріалу крізь їхні прорізи, а отже й інтенсивному змішуванню й диспергуванню його частинок. Саме таке виконання змішувального елемента черв'яка унеможливорює утворення застійних зон, що покращує якість переробки.

Розміщення змішувального елемента між гребнями гвинтової нарізки підвищує ефективність перероблення полімерного матеріалу, через те, що його перерозподіл в межах змішувального елемента виконується в замкненому об'ємі, обмеженому з боків гребнями гвинтової навивки.

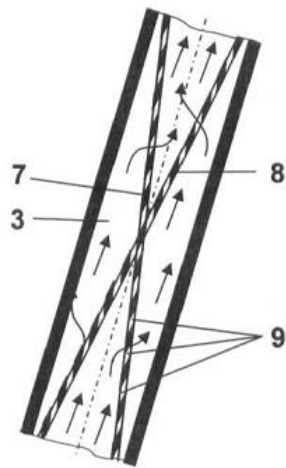
Конструкцію зображено на (рис.4-5).



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

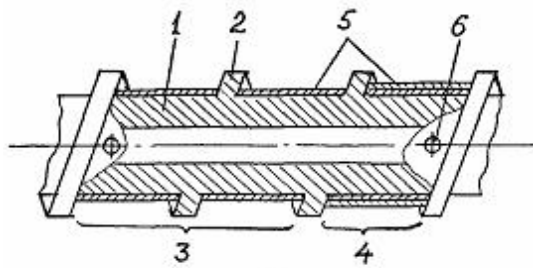
Рис.4-5 Фіг. 1 - загальний вигляд черв'яка, змішувальний елемент поза гвинтовою навивкою; Фіг. 2 - змішувальний елемент в межах гвинтової навивки; Фіг. 3 - розгортка 45 гвинтової навивки черв'яка на Фіг. 1 (стрілками показано рух розплаву).

1 - осердя, 2 - хвостовик, 3 - споряджена гвинтова нарізка, 4 - змішувальний елемент, 5 - робоча частина, 6 - наконечник, 7 і 8 - гвинтові гребні, 9 - поперечні прорізи.

В цьому патенті покладено задачу покращення черв'яка екструдера для переробки матеріалів, де його нове конструктивне виконання забезпечує регулювання розмірів між витками, а отже і розширює технологічні можливості черв'яка за допомогою переробки широкого класу матеріалів.

Поставлена мета вирішується тим, що в черв'яку екструдера для переробки полумерів, що містить осердя з розташованим гребнем по гвинтовій лінії, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що осердя складається з щонайменше однієї ділянки із закріпленою на ньому в один або декілька слоїв стрічкою.

Корисну модель зображено на (рис.4-6).



Фіг.

Рис 4-6. 1 - осердя, 2 - гребінь, 3 і 4 - ділянки, закріпленні стрічкою 5.

В основу цієї корисної моделі було запропоновано модернізацію для забезпечення підвищеного тиску на виході з екструдера і високу змішувальну диспергувальну здатність, а значить і високу якість отриманої продукції.

Поставлена мета вирішується тим, що в черв'ячному екструдері, який містить порожнистий корпус, розміщений з можливістю обертання черв'як, що складає з порожниною корпуса робочий канал із як найменше однією ділянкою з розташованими між черв'яком і корпусом обертовими частинами, згідно з запропонованою корисною моделлю, новим є те, що окремо кожен ділянку робочого каналу з обертовими частинами розташовано в межах навивки черв'яка, при тому, що обертові елементи зроблено поздовжніми з циліндричними кінцевими ділянками, розташованими в пазах гребнів сусідніх витків навивки черв'яка. У найбільш прийнятнішому прикладі виготовлення екструдера центральна частина щонайменше одного обертового елемента виготовлена з поперечним перерізом, на відмінну від круглого.

Виготовлення екструдера із зазначеними відмітними від іншого ознаками забезпечує суцільну гвинтову навивку на черв'яку, а отже й ефективно формування тиску на виході з екструдера. Виконання ж обертових елементів в поздовжній формі забезпечує їх більш ефектну дію робочих органів екструдера матеріал який оброблюється, а отже й високу змішувально-диспергувальну здатність екструдера, а отже і в підсумку високу якість одержуваної продукції. А виконання центральної частини якнайменше одного обертового елемента, зробленого з поперечним перерізом, відмінним від круглого, створює імпульсивний вплив такого обертового елемента на перероблюваний матеріал, що підвищує змішувально-диспергувальну

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

здатність екструдера.(Рис.4.7)

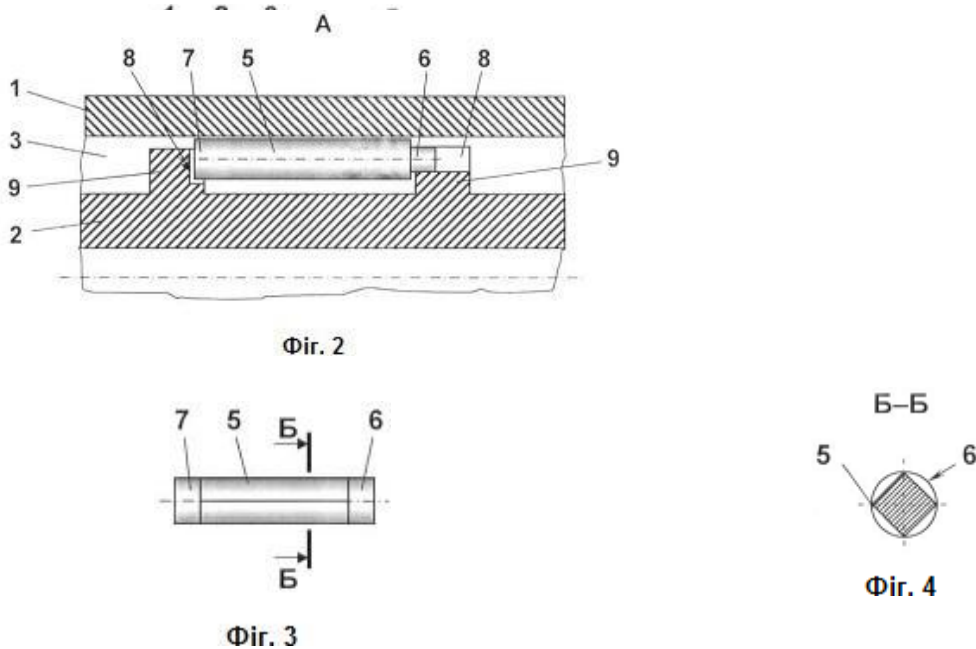


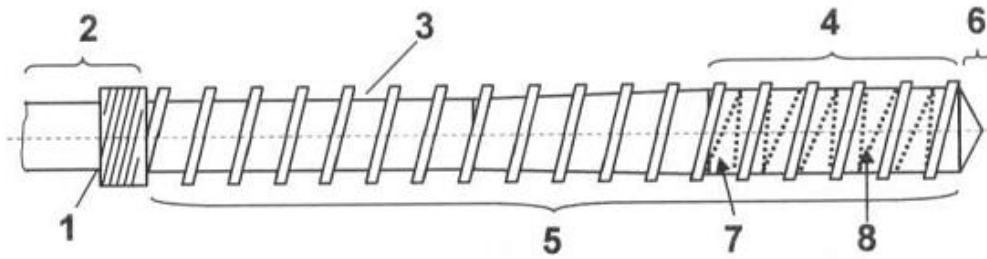
Рис.4-7 Фіг. 1 - поздовжній розріз черв'ячного екструдера;
 Фіг. 2 - виносний елемент А на Фіг. 1; Фіг. 3 - обертовий елемент
 центральна частина якого зроблена з квадратним поперечним
 перерізом; Фіг. 4 - розріз за Б - Б на Фіг. 3.

1 - корпус, 2 - черв'як, 3 - робочий канал, 4 - ділянка, 5 -
 обертові елементи, 6 і 7 - циліндричні кінцеві ділянки, 8 - паз, 9 -
 гребні.

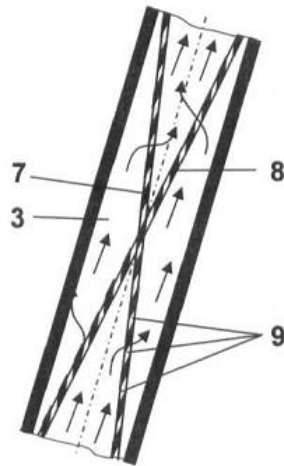
1.4.2 Обґрунтування запропонованої модернізації

Найблище доцільним вирішенням задачі модернізації з метою підвищення ефективності є використання додаткової наварки гребнів з поперечними прорізами. Використання саме цієї корисної моделі підвищує ефективність черв'ячного екструдера та забезпечує досить високу якість кінцевої продукції, через збільшення деформацій зсуву відбувається інтенсивне перемішування матеріалу. Поставлена мета вирішується тим, що в черв'яку екструдера, який містить осердя з послідовним розташованим

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15



Фіг. 2



Фіг. 3

Рис.4-5 Фіг. 1 - загальний вигляд черв'яка, змішувальний елемент поза гвинтовою нарізкою; Фіг. 2 - змішувальний елемент в межах гвинтової навивки; Фіг. 3 - розгортка 45 гвинтової навивки черв'яка на Фіг. 1 (стрілками показано рух розплаву).

1 - осердя, 2 - хвостовик, 3 - споряджена гвинтова нарізка, 4 - змішувальний елемент, 5 - робоча частина, 6 - наконечник, 7 і 8 - гвинтові гребні, 9 – поперечні прорізи.

1.5 «ОХОРОНА ПРАЦІ»

1.5.1 Вступ

Охорона праці досліджує причини нещасних випадків на виробництві, професійних захворювань, вибухів та пожеж, а також встановлення безпечного робочого середовища для людей та розробляє систему методів

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

вирішення цих проблем. Закон України "Про охорону праці", прийнятий Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року, є найважливішим законом у галузі охорони праці.

Тема дипломного проекту: Агрегат для грануляції з модернізацією екструдера.

Грануляційна машина використовується для виготовлення полімерних гранул, які згодом використовуються в якості сировини для подальшої переробки для створення готового продукту.

Під час експлуатації та технічного обслуговування оператор працює в цеху площею $S=100 \text{ м}^2$ та об'ємом $V=1200 \text{ м}^3$.

Встановлення здорових та безпечних умов праці на робочому місці передбачає раннє виявлення шкідливих та небезпечних змінних з метою вжиття заходів для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу на стадії проектування.

Під час експлуатації та обслуговування лінії такі виробничі елементи шкідливі та небезпечні:

- Робоча повітряна зона;
- Ураження електричним струмом;
- Вплив рухомих або обертових деталей чи механізмів, а також рухомого матеріалу ;
- Пожежна безпека;
- Виробничий шум і вібрація, що перевищують законодавчі межі.

1.5.2 Повітря робочої зони

У виробничому приміщенні є лише один працівник - оператор. Відповідно до ДСНЗ.3.6.042-99, завдання оператора підпадає під категорію 1б - легка фізична робота, яка включає працю, що виконується в сидячому або стоячому положенні або поєднану з ходьбою та

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

супроводжується легкими фізичними зусиллями з енергоспоживанням 121..150ккал/г (140..174 Вт).

Температура, відносна вологість та швидкість повітря у робочій зоні виробничого приміщення

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Фактична	Оптимальна*	Фактична	Оптимальна*	Фактична
Холодний період року	16	20-23	19-21	40-60	50-60	0.1	0.1
Теплий період року	16	22-24	22-25	40-60	50-60	0.1	0.2

У таблиці 5.1.1 показані показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення.

В зимову пору року робочий простір нагрівається батареями з теплоносіями, які нагріваються до температури 50 ÷ 60°C. В теплі пори року приміщення вентилується через верхні отвори в приміщенні.

Під час роботи лінії виділяються токсичні хімічні речовини, – включаючи газ та пил із відкритих резервуарів, витоки газу з технологічного обладнання та газ із завантажувального бункера.

Кількість небезпечних речовин, що виділяються машиною під час процесу плавлення поліетилену, утворюючи окис вуглецю, не граничні вуглеводні, органічні кислоти, альдегіди та інші небезпечні сполуки, визначає склад повітря в робочій зоні.

Вентиляційний ковпачок закритого типу з фільтром продуктивністю 360 м² / год підкладається під головку черв'ячного екструдера для безпосереднього видалення небезпечного повітря або газів з їх джерела або скиду. Постійна фільтрація і видалення шкідливих речовин із повітря відповідає вимогам ГОСТ 12.1.005-88.

1.5.3 Електробезпека

Під час роботи лінія грануляції зберігатиметься в сухій камері з регулярною температурою та вологістю. Підлога кімнати залізобетонна, і ПЕУ класифікує її як кімнату з підвищеною безпекою.

Для електродвигунів на лінії використовується напруга $U = 380$ В, частота $f = 50$ Гц, керування якими машиніст проводить за допомогою пульта. Тип електромережі – різноманітний із глухо заземленою нейтралю.

Засоби для електробезпеки:

а) в робочому режимі:

- забезпечено недоступність до частин які проводять струм (ізоляція, розташування на важкодоступній висоті, більш 2,5 м. за допомогою огорожі);
- подвійний шар ізоляції;
- наявність попереджувальних позначень, які присутні на всіх електричних частинах (фарбування, надписи, позначення);

б) в аварійному режимі:

- занулення за допомогою автоматичного вимикача.

Електрична безпека при розробці пристроїв для цієї лінії є найважливішим компонентом зниження смертності та травматизму серед службовців, які працюють у промислових умовах.

Всі заходи були проведені згідно ГОСТ 12.1.030 - 86.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

1.5.4. Безпека від впливу частин, що рухаються або обертаються

Муфти, шестерні та вали - приклади обертових пристроїв у лінії. Ці системи шкідливі, оскільки мають потенціал механічного поранення людей. Для запобігання травмуванню використовуйте огорожі, шестерні та вали, закриті корпусами. Лінію можна зупинити в екстреному випадку, натиснувши кнопки аварійної зупинки. Електродвигуни оснащені аварійними вимикачами.

1.5.5. Шум і вібрація

Основним джерелом шуму під час роботи лінії є:

- Електродвигуни;
- Редуктори;
- Вентилятори;
- Система охолодження.

Рівень шуму вимірювали під час роботи апарату і визначили, що рівень шуму $L_{вдж} = 100$ дБА,. Для захисту від промислового шуму це передбачає введення таких обмежень:

- змащування всіх поверхонь, що труться;
- наявність прокладочний матеріалів;
- використання захисних кожухів.

Це забезпечить пониження рівня шуму на $\Delta L = 30$ дБА.

Електродвигуни та деталі ліній, що обертаються, є джерелами вібрації. [11] Сила вібрації викликана неточностями в установці обертової деталі, а також слабким зв'язком між тілами деталей, що обертаються, та основою.

У цьому випадку існує технічна вібрація, яка передається оператору через несучі поверхні. Оскільки працівник знаходиться віддалений від основи машини, біля панелі управління, він трохи піддається вібрації. Як результат,

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

на організм оператора не впливає загальна вібрація. При частоті 4 Гц ступінь технологічної вібрації у приміщені де виробляється не перевищує 90 дБ, що відповідає ДСН 3.36.039 – 99.

Вібрація зменшується завдяки застосуванню таких заходів:

- методом установки лінії на фундамент;
- за рахунок використання амортизаторів;
- за рахунок доповнюючих ребер жорсткості.

Весь час перебування у контакті з вібрацією протягом робочої зміни не перевищує 2/3 часу. Безперервна вібрація не повинна тривати довше 15-20 хвилин. Обідня перерва становить у цьому режимі не менше 40 хвилин.

1.5.6. Пожежна безпека

В робочій зоні виробничого цеху, де знаходиться лінія переробки поліетилену може спалахнути:

Машинне масло, змащена ганчірка, електропроводка та електрообладнання Крім того, оскільки основним матеріалом для грануляції є поліпропілен, деякі його компоненти можуть загорітися, якщо перевищені певні температурні пороги:

- формальдегід, ацетальдегід, ацетон, метиловий спирт, кетони, оксиди та вуглекислий газ – понад 120 °С;
- кислоти, складні ефіри, альдегіди та пероксиди – вище 120 °С.

На основі цього: приміщення, де знаходиться лінія відноситься до категорії

„В” ОНТП 24-86, і класу зони П-ІІа (ПУЕ), ступінь вогнестійкості ІІІ згідноСниП 2.01.02-85.[12]

Це процес, який передбачає використання рідин з температурою спалаху більше 61 ° С, легкозаймистого пилу або волокон з нижчою межею займання понад 65 мг / м3, а також твердих речовин та легкозаймистих матеріалів, які можуть лише горіти, але не вибухати, коли вони знаходяться під впливом повітря, води або води.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Існують такі причини займання пожежі:

- струм, великі перехідні опори, перевантаження;
- несправність електрообладнання;
- іскри при електрозварювальних і газозварювальних роботах.

Запобіжні заходи по запобіганню пожежі передбачають вибір важкозаймистих матеріалів, а також проведення організаційних заходів.

При разі виявлення пожежі використовують порошкові вогнегасники САМ – 9 (5 шт.). Порошкові вогнегасники ОП-10 (10 шт.) використовуються для гасіння включених електричних мереж.[12]

Верхня сферична секція кожного циліндра повинна бути належним чином позначена наступною інформацією:

- Товарний знак заводу-виробника;
- Номер балона по системі нумерації підприємства-виробника;
- Робочий тиск та пробний гідравлічний тиск;
- Дата виготовлення(випробування) і рік наступного випробування;
- Вид термообробки;
- Об'єм балона;
- Клеймо ОТК.
- Маса балона;

На момент пожежі є пожежна сигналізація - пристрої теплового попередження - пристрої типу ДТП. Приймальна станція отримує дані від детекторів. Всі люди повинні покинути приміщення, при виникненні пожежі. Відповідно до СН.П 2.09.02-85 в будь якому приміщенні повинно бути два евакоходи. Приміщення в якому знаходиться виробничий цех розташоване на першому поверсі.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

1.6 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

У технічній літературі, присвяченій конструкції черв'ячного пресу, висвітлено такі недоліки, як низька продуктивність та погані можливості змішування-диспергування.

Для усунення цих вад дипломного проекту було проведено літературно-патентне дослідження, і було обрано тип модернізації черв'яка.

На основі запропонованої конструкції змішувальної частини черв'яка, розглянутого патенту, виконується краща гомогенізація, значно більше розширюються можливості черв'яка і екструдера в цілому. Пояснюється це тим, що в даній запропонованій модернізації вироблення обертових елементів в повздовжній формі, забезпечує їх більш покращувальну дію робочих органів екструдера на матеріал який оброблюється, а значить й високу змішувально-диспергувальну здатність екструдера і потім в підсумку високу якість кінцевої продукції.

Отже обране дане технічне рішення модернізації екструдера, дає змогу підвищити тиск при виході з екструдера та змішувально-диспергувальну здатність.

Підсумовуючи, можемо зробити висновок, що дана модернізація, яка представлена у роботі є досить доцільною і виправданою.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

ВИСНОВКИ

Було розроблено дипломний бакалаврський проєкт на тему: “Агрегат для грануляції з модернізацією екструдера”.

Бакалаврський дипломний проєкт містить в собі пояснювальну записку і графічну частину, які в повній мірі описують суть модернізації екструдера.

У пояснювальній записці описано технологічну лінію виробництва гранул, в якій міститься екструдер.

Також представлено технічні характеристики екструдера, виконано принцип роботи та опис конструкції машини.

Проведено патентно-літературний пошук та розглянуто цілий ряд патентних описів відносно технічного завдання на дипломне проектування.

Обраний патент направлений на покращення змішувально-диспергувальної здатності.

Пояснювальна записка містить в собі відомості про те чи відповідає розроблена конструкція вимогам техніки безпеки. Виконані креслення технологічної лінії, гранулятора в цілому і також його окремих вузлів.

Міцнісні та параметричні розрахунки довели, що даний екструдер придатний для роботи в поставлених умовах та цілком витримує прикладені навантаження.

В проєкті розроблені креслення: технологічна лінія грануляції, черв'як до модернізації, модернізований, корпус, загальний вид черв'ячного преса та плакат.

З кресленнями вкладається комплект специфікацій.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Розрахунки
до дипломного проекту
на тему: «Агрегат для грануляції з модернізацією
екструдера»

Київ – 2021 рік

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

2.1 РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ТА ОСНОВНІ ГЕОМЕТРИЧНІ РОЗМІРИ ЕКСТРУДЕРА

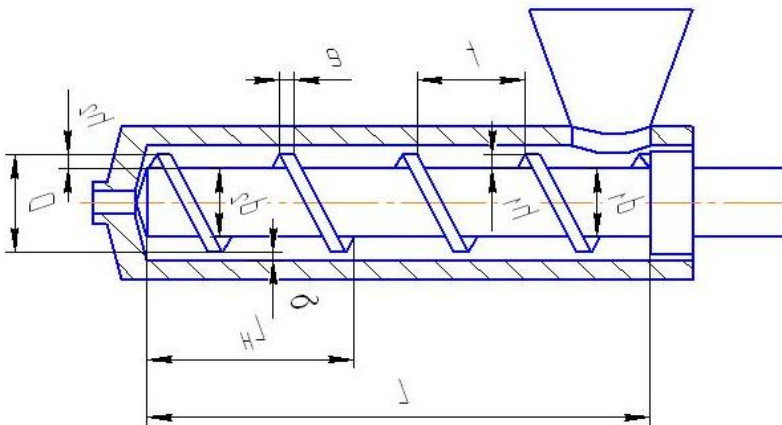
2.1.1 Параметричні розрахунки екструдера

Черв'як являється основним вузлом черв'ячної машини. Він призначений для транспортування матеріалу від завантажувальної горловини до формуючої головки, а ще для пластикації гранул, набору необхідного тиску для видавлювання з головки, ретельного перемішування розплаву.

Діаметр черв'яка являється одним із основних параметрів, що характеризують продуктивність черв'ячної машини.

У представленій роботі використовується екструдер з черв'яком діаметром $D = 30$ мм, відношення робочої частини(саме довжини) до його діаметра $L/D=25$.

Параметри черв'яка можна вибрати в залежності від матеріалу, що переробляється. У даному випадку – це поліетилен низького тиску і базові параметри черв'яка обчислюються виходячи з початкових даних:



Початкові дані:

- діаметр черв'яка $D = 30$ мм;
- ступінь стиснення черв'яка $i = 2,1$
- відношення робочої довжини черв'яка до діаметра..... $\frac{L}{D} = 25$.

Робоча довжина черв'яка:

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

$$L = \left(\frac{L}{D}\right)D,$$

$$L = 25 \cdot 0,03 = 0,75 \text{ м} = 75 \text{ см}.$$

Робоча частина черв'яка складається: з довжини зони дозування, довжини зони плавлення, довжини зони завантаження та стискання.

Довжина зони дозування черв'яка при $L = 750$ мм:

$$L_H = 0,4L,$$

$$L_H = 0,4 \cdot 0,75 = 0,3 \text{ м} = 30 \text{ см}.$$

Довжина зони завантаження черв'яка:

$$L_3 = 0,25L,$$

$$L_3 = 0,25 \cdot 0,75 = 0,1875 \text{ м} = 18,75 \text{ см}.$$

Довжина зони плавлення та стискання черв'яка:

$$L_C = L - L_H - L_3,$$

$$L_C = 0,75 - 0,3 - 0,1875 = 0,2625 \text{ м} = 26,25 \text{ см}.$$

Визначаємо крок гвинтової лінії, якщо діаметр черв'яка $D=0,03$ м:

$$t = 1,03D,$$

$$t = 1,03 \cdot 0,03 = 0,0309 \text{ м} = 3,09 \text{ см}.$$

Ширина гребня витка каналу черв'яка:

$$e = 0,08D,$$

$$e = 0,08 \cdot 0,03 = 0,0024 \text{ м} = 0,24 \text{ см}.$$

Глибина гвинтового каналу черв'яка в зоні завантаження:

$$h_1 = 0,127D,$$

$$h_1 = 0,127 \cdot 0,03 = 0,00381 \text{ м} = 0,381 \text{ см}.$$

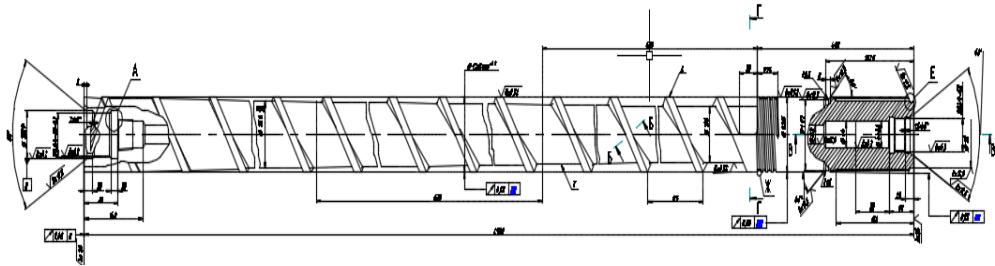
Глибина гвинтового каналу черв'яка у зоні дозування:

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

$$h_2 = 0,5 \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4h_1}{i}(D - h_1)} \right],$$

$$h_2 = 0,5 \left[0,03 - \sqrt{0,03^2 - \frac{4 \cdot 0,00381}{2,1}(0,03 - 0,00381)} \right] = 0,0015 \text{ м} = 0,15 \text{ см} .$$

Отже, геометричні параметри черв'яка пораховані. Розміри наносимо на креслення (рисунок) черв'яка.



2.1.1.1 Визначення продуктивності екструзійної машини

Продуктивність екструзійної машини Q загалом визначають в технічних одиницях виміру $[Q] = \frac{\text{см}^3}{\text{мін}}$.

Вихідні дані:

- кількість заходів черв'яка $\lambda = 1$;
- число обертів $n = 1,25 \text{ с}^{-1} = 75 \text{ об/хв.}$;
- зазор між гребнем і циліндром $\delta = 0,015 \text{ см}$;
- коефіцієнт форми формуючого інструменту (саме голівки)..... $K = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$.

Отримані дані попередньо: $D = 4,5 \text{ см}$; $L_H = 45 \text{ см}$; $t = 4,6 \text{ см}$;

$e = 0,36 \text{ см}$; $h_2 = 0,2 \text{ см}$.

Обмежувальний і визначальний вплив на продуктивність машини має зона дозування черв'яка, де матеріал перебуває в стані розплаву. Тому розрахунок продуктивності машини виконується по зоні дозування.

$$Q = \frac{\alpha K n}{K + \beta + \gamma},$$

де α – коефіцієнт прямого потоку розплаву;

β – зворотного потоку розплаву;

									Арк.
									5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.091243.01-70ПЗ				

γ – коефіцієнт потоку витіку розплаву між черв'яком і циліндром корпусу;

K – коефіцієнт форми формуючого інструменту (голівки).

Знаходимо коефіцієнти, що входять в дану формулу.

Коефіцієнт прямого потоку розплаву:

$$\alpha = \frac{\pi(t - \lambda e)C}{A + t^2 B}.$$

де A, B, C – константи форми шнеку.

Для черв'яка з суцільною глибиною каналу в зоні дозування, константи рахуються за залежностями:

$$A = \frac{\pi}{h_2^2} \left(\frac{D}{h_2} - 1 \right); \quad B = \frac{h_2 + D}{D^2 h_2^3}; \quad C = 1 + \frac{D^2}{2h_2^2}.$$

Числові значення (дані підставлено в см):

$$A = \frac{\pi}{0,2^2} \left(\frac{4,5}{2} - 1 \right) = 1687,75 \text{ см}^{-2}; \quad B = \frac{0,2 + 4,5}{4,5^2 \cdot 0,2^3} = 5,8 \text{ см}^{-4}; \quad C = 1 + \frac{4,5^2}{2 \cdot 0,2^2} = 254,125.$$

Тоді коефіцієнт прямого потоку розплаву буде мати наступне значення:

$$\alpha = \frac{\pi(4,6 - 1 \cdot 0,36) \cdot 254,125}{1687,75 + 4,6^2 \cdot 5,8} = 1,87 \text{ см}^2.$$

Коефіцієнт зворотного потоку розплаву:

$$\beta = \frac{\pi \cdot t \cdot (t - \lambda \cdot e)}{12 \cdot L_H \cdot (A + t^2 B)},$$

$$\beta = \frac{\pi \cdot 4,6 \cdot (4,6 - 1 \cdot 0,36)}{12 \cdot 45 \cdot (1687,75 + 4,6^2 \cdot 5,8)} = 0,000063 \text{ см}^3.$$

Коефіцієнт потоку витіку розплаву в між черв'яком і циліндром корпусу визначається за формулою:

$$\gamma = \frac{\pi \cdot D \cdot \delta^3 \cdot t^2}{10 \cdot e \cdot L_H \cdot \sqrt{\pi^2 D^2 + t^2}},$$

$$\gamma = \frac{\pi \cdot 4,5 \cdot 0,015^3 \cdot 4,6^2}{10 \cdot 0,36 \cdot 45 \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot 4,5^2 + 4,6^2}} = 0,42 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3$$

Визначимо продуктивність екструдера в технічних одиницях виміру:

$$Q = \frac{1,87 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 75}{0,2 \cdot 10^{-3} + 0,063 + 0,42 \cdot 10^{-6}} = 115,8 \frac{\text{см}^3}{\text{хв}}.$$

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Продуктивність екструдера у одиницях виміру Сі:

$$Q = 115,8 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} = 1,97 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Отже, продуктивність екструдера визначено.

2.1.1.2 Визначення потрібної потужності приводного двигуна

Вихідні дані: константи степеневого закону в'язкості : $m = 0,43$; $\mu_0(T) = 16200 \text{ Па} \cdot \text{с}^m$; ККД, враховує витрати потужності в механічній частині, дисипативні втрати та інші: $\eta = 0,4$.

Попередньо отримані дані: $\lambda = 1$; $n = 1,25 \text{ с}^{-1}$; $D = 0,03 \text{ м}$; $L_H = 0,3 \text{ м}$; $t = 0,046 \text{ м}$; $e = 0,0036 \text{ м}$; $\delta = 0,00015 \text{ м}$; $Q = 1,97 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$; $h_2 = 0,002 \text{ м}$; $K = 0,2 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$; $\alpha = 1,87 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$.

Потужність двигуна витрачається на зсувне деформування перероблюваного матеріалу, у гвинтовому каналі черв'яка, між гребнем черв'яка та циліндром корпусу та з інших втрат потужності:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta},$$

де N – потужність приводного двигуна;

N_1 – потужність, яка витрачається у зазорі між гребнем черв'яка та циліндром корпусу;

N_2 – потужність, яка витрачається у гвинтовому каналі черв'яка;

η – ККД, який враховує інші втрати потужності.

Для розрахунку N_1 розраховуємо швидкість зсуву для матеріалу, що знаходиться між гребнем черв'яка та циліндром корпусу.

$$\dot{\gamma}_1 = \frac{\pi^2 D^2 n}{\delta \sqrt{\pi^2 D^2 + t^2}},$$

$$\dot{\gamma}_1 = \frac{\pi^2 0,045^2 \cdot 1,25}{0,00015 \cdot \sqrt{\pi^2 0,045^2 + 0,046^2}} = 119,66 \text{ с}^{-1}.$$

Ефективна в'язкість розплаву при цій швидкості зсуву буде складати:

$$\mu_1 = \mu_0(T) \cdot \left(\dot{\gamma}_1 \right)^{m-1},$$

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\mu_1 = 16200 \cdot 119,66^{(0,43-1)} = 1059,46 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Потужність, що витрачається для подолання тертя маси у зазорі між гребенем черв'яка та корпусом розраховуємо за рівнянням:

$$N_1 = \pi \frac{D^3 \cdot e \cdot L_H}{\delta \cdot t} \cdot \lambda \cdot \mu_1 \cdot n^2,$$

$$N_1 = \pi \frac{0,045^3 \cdot 0,0036 \cdot 0,45}{0,00015 \cdot 0,046} \cdot 1 \cdot 1059,46 \cdot 1,25^2 = 78,7 \text{ Вт}.$$

Для розрахунку N_2 визначимо швидкість зсуву матеріалу, що знаходиться у гвинтовому каналі черв'яка за рівнянням:

$$\dot{\gamma}_2 = \frac{\pi^2 (D - h_2)(D - 2h_2)n}{h_2 \sqrt{\pi^2 (D - 2h_2)^2 - t^2}},$$

$$\dot{\gamma}_2 = \frac{\pi^2 (0,045 - 0,002)(0,045 - 2 \cdot 0,002) \cdot 1,25}{0,002 \sqrt{\pi^2 (0,045 - 2 \cdot 0,002)^2 - 0,046^2}} = 112,16 \text{ с}^{-1}.$$

Ефективна в'язкість розплаву при цій швидкості зсуву буде складати:

$$\mu_2 = \mu_0(T) \cdot \left(\dot{\gamma}_2 \right)^{m-1},$$

$$\mu_2 = 16200 \cdot 112,16^{(0,43-1)} = 1099,28 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Потужність, що витрачається на подолання тертя маси у гвинтовому каналі черв'яка визначаємо за рівнянням

$$N_2 = \pi \frac{t - e}{t} \left(\pi^2 D^2 - 4h_2^2 \right) \cdot \lambda \cdot L_H \cdot \mu_2 \cdot n^2 + \frac{\alpha}{K} \mu_2 \cdot Q \cdot n,$$

$$N_2 = \pi \frac{0,046 - 0,0036}{0,0046} \left(\pi^2 \cdot 0,045^2 - 4 \cdot 0,02^2 \right) \cdot 1 \cdot 0,45 \cdot 1099,28 \cdot 1,25^2 + \frac{1,87 \cdot 10^{-4}}{0,2 \cdot 10^{-9}} \cdot 1099,28 \cdot 1,97 \cdot 10^{-6} \cdot 1,25 = 1728 \text{ Вт}$$

Потрібна потужність приводного двигуна:

$$N = (78,7 + 1728) / 0,4 = 4516,75 \text{ Вт}$$

За розрахованим значенням N можна обрати відповідний двигун, який повинен забезпечити необхідну потужність. Перелік позначень вихідних даних:

D – діаметр черв'яка;

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

$\frac{L}{D}$ – відношення робочої довжини черв'яка до діаметра;

i – ступінь стискування черв'яка;

λ – кількість заходів черв'яка;

n – кількість обертів черв'яка за секунду;

δ – зазор між гребенем черв'яка і циліндром;

K – коефіцієнт форми для формуючого інструменту (голівки);

$m, \mu_0(T)$ – константи степеневого закону в'язкості;

η – ККД, що враховує втрати потужності в механічній частині, дисипативні та інші втрати.

2.1.2 Кінематичні розрахунки черв'ячного преса

Початкові дані: $D = 30$ мм, $N = 4,5$ кВт, $n = 75$ об/хв, $\sigma_t = 880$ МПа, $\alpha = 0,26$

На черв'як діють такі силові фактори:

- осьове зусилля P_{oc} ;
- рівномірно розподілене навантаження від власної ваги q ;
- обертальний момент $M_{об}$.

Схема навантаження черв'яка та епюри напружень зображені на рисунку 4.1.

Розраховуємо крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{9550 \cdot N}{n} = \frac{9550 \cdot 4,5}{75} = 5,7 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де $N = 4,5$ – потужність, яка споживається черв'яком, кВт;

$n = 75$ – швидкість обертання черв'яка, об/хв.

Осьове зусилля:

$$P_{oc} = \frac{2 \cdot M_{кр}}{D} = \frac{2 \cdot 5,7 \cdot 10^3}{0,045} = 253 \text{ кН}$$

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

де $D = 0,045$ - зовнішній діаметр черв'яка, м;

$\phi = 16,5^\circ$ - кут підйому нарізки.

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{9,81 \cdot G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 13,8}{1,125} = 120,4 \text{ Н/м,}$$

де $l_p = 4$ - довжина робочої частини, м;

G – маса черв'яка, кг ;

$$G = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho \cdot l_p = \frac{3,14 \cdot 0,045^2 \cdot 7710 \cdot 1,125}{4} = 13,8$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_p^2 = \frac{1}{2} \cdot 120,4 \cdot 1,125^2 = 76,2 \text{ Н} \cdot \text{м,}$$

де W_x – осьовий момент опору:

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,045^3 \cdot (1 - 0,26^4)}{32} = 10^{-4} \text{ м}^3$$

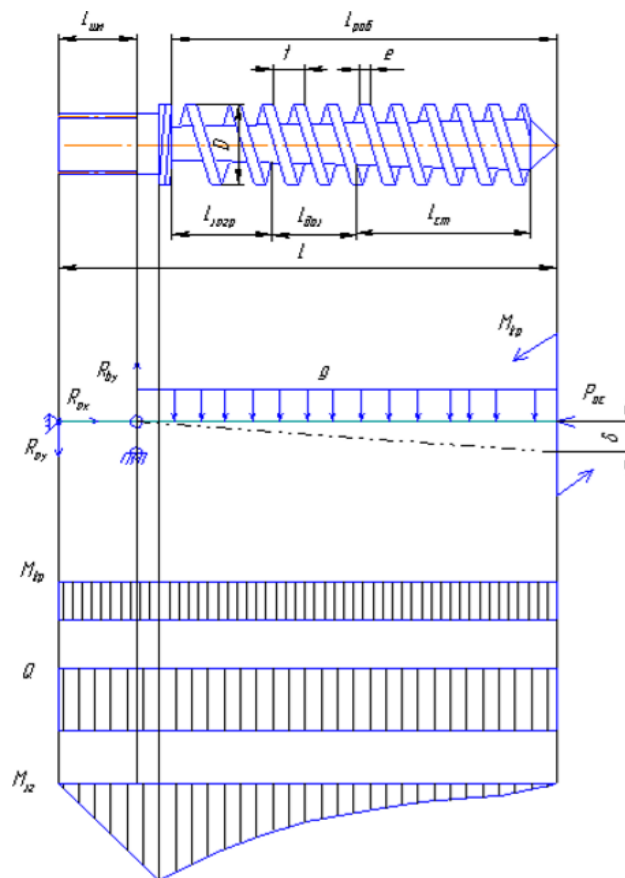


Рис.4.1 Розрахункова схема шнека та епюри напружень.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Стискне напруження:

$$\sigma_{ст} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{253 \cdot 10^3}{6,8 \cdot 10^{-3}} + \frac{76,2}{10^{-4}} = 37,9 \text{ МПа}$$

де F- площа небезпечного перерізу (під завантажувальною воронкою в місці початку нарізки, де найбільші навантаження і найменша площина, без урахування площі перерізу витків):

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (1 - \alpha^2) = \frac{3,14 \cdot 0,4^2}{4} (1 - 0,26^2) = 6,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{5,7 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^{-4}} = 19 \text{ МПа}$$

де W_p - полярний момент опору:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_1^3 (1 - \alpha^4)}{16} = \frac{3,14 \cdot 0,045^3 (1 - 0,26^4)}{16} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{ст} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{37,9^2 + 4 \cdot 19^2} = 53,67 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу повинен перевищувати допустиме значення:

$$n = \frac{\sigma_t}{\sigma_{екв}} \geq [n]$$

Матеріал черв'яка сталь 38Х2МЮА , для якої $\sigma_t = 880$ МПа

Значення допустимого коефіцієнта запасу зазвичай 1,6...2:

$$n = \frac{880}{53,67} = 16,4$$

Умова міцності черв'яка виконується (у разі необхідності можна змінити матеріал черв'яка)

2.1.2.1 Розрахунок черв'яка на кручення

Перевіряємо найбільш слабкий переріз на кручення:

$$N_t = \frac{\tau_1}{\tau_{\rho} \left(\frac{k_t}{\beta \cdot \varepsilon_t} + \xi \right)} = \frac{252}{19 \cdot 10^6 \left(\frac{1,9}{0,9 \cdot 0,59} + 0,05 \right)} = 3,6$$

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

де $\tau_1 = 252 \cdot 10^6$ – межа втоми при крученні для сталі 38Х2МЮА, Па;

$\beta = 0,9$ – коефіцієнт стану поверхні;

$k_t = 1,9$ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень;

$\xi_t = 0,59$ – коефіцієнт, що враховує вплив змінної складової напруження;

$\xi = 0,05$ – коефіцієнт, що враховує вплив постійної складової напруження.

Розрахункове напруження кручення:

$$\tau_\rho = \frac{M_{кр}}{2 \cdot W_{ro}} = \frac{5,7 \cdot 10^3}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-5}} = 71,25 \text{ МПа},$$

де W_{ro} – полярний момент опору крученню перерізу черв'яка з урахування м жорсткості витків

$$W_{ro} = 2 \cdot \frac{I}{R} = 2 \cdot \frac{4,5 \cdot 10^{-7}}{0,0225} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3,$$

де $I = 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$ – полярний момент інерції перетину черв'яка;

$R = 0,0225 \text{ м}$ – радіус сердечника черв'яка.

Підставивши всі значення в формулу, отримуємо запас міцності 1,66, що задовольняє умови.

2.1.2.2 Розрахунок черв'яка на жорсткість

Важливим є забезпечення умов жорсткості - максимальний прогин черв'яка повинен бути меншим конструкційного зазору.

Вихідні дані: матеріал черв'яка – сталь 38Х2МЮА, діаметр черв'яка $d=45 \text{ мм}$, зазор між корпусом і черв'яком $\delta = 0,3125 \text{ мм}$, модуль пружності $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$, полярний момент інерції перетину черв'яка $I = 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$, $P_{oc} = 253 \text{ кН}$.

Максимальний прогин дорівнює :

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

де

$$k = \sqrt{\frac{P_{oc}}{E \cdot I}} = \sqrt{\frac{253 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^{11} \cdot 4,5 \cdot 10^{-7}}} = 0,3$$

									Арк.
									12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.091243.01-70ПЗ				

$$A = \frac{q \left(l_p - \frac{1}{k} \cdot \sin(k \cdot l_p) \right)}{k \cdot \cos(k \cdot l_p)} = \frac{2,35 \left(1,12 - \frac{1}{0,3} \cdot \sin(0,3 \cdot 1,125) \right)}{0,3 \cdot \cos(0,3 \cdot 1,125)} = 3,8$$

Максимальний прогин:

$$\delta_{\max} = \frac{1}{E} \left(\frac{q}{k^2} \left(\frac{1}{k^2} + \frac{l_p}{2} \right) - \frac{1}{k} \left(\frac{q}{k^2} + A \cdot l_p \right) \cdot \cos(k \cdot l_p) - \frac{1}{k^2} \left(\frac{q \cdot l_p}{k} - A \right) \cdot \sin(k \cdot l_p) \right) = \frac{1}{2 \cdot 10^{11} \cdot 4,5 \cdot 10^{-7}} \left(\frac{2,35}{0,3^2} \left(\frac{1}{0,3^2} + \frac{1,125}{2} \right) - \frac{1}{0,3} \left(\frac{1,125}{0,3} + 3,8 \cdot 1,125 \right) \cdot \cos(0,3 \cdot 1,125) - \frac{1}{0,3^2} \left(\frac{2,35 \cdot 1,125}{0,3} - 3,8 \right) \cdot \sin(0,3 \cdot 1,125) \right) = 0,026 \text{ мм.}$$

Прогин в межах допустимого.

2.1.2.3 Розрахунок черв'яка на витривалість

Так як черв'як витримує згинальний момент навантаження від циклічної дії власної ваги, правильна буде його перевірка на витривалість. Розраховуємо коефіцієнт запасу міцності під час циклічного навантаження:

$$n_{\text{ц}} = \frac{\sigma_{-1}}{(k_{\sigma})_d \cdot \sigma_a + \psi_{\delta} \cdot \sigma_c} = n_{\text{ц}} = \frac{0,4 \cdot 880}{4,64 \cdot 7,6 + 0,25 \cdot 0} = 9,98$$

де $\sigma_{-1} = 0,4 \cdot \sigma_B$ – допустиме навантаження під час циклічного навантаження ($\sigma_B = 1200 \dots 1400$ МПа),

σ_a – амплітуда змінювання напружень, у даному випадку дорівнює σ_{\max} – найбільші напруження від дії згинального моменту:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{76,2}{10^{-4}} = 7,6 \text{ МПа.}$$

$\sigma_c = 0$ – середнє напруження циклу, оскільки цикл симетричний, $\psi_{\delta} = 0,25$,

$(k_{\sigma})_d$ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень, який можна знайти за формулою:

$$(k_{\sigma})_d = \frac{k_{\sigma}}{(\beta \cdot \varepsilon)} = \frac{1,95}{1 \cdot 0,42} = 4,64$$

де $k_{\sigma} = 1,9 \dots 2$ – коефіцієнт концентрації напружень;

$\beta = 1$ – коефіцієнт, який враховує якість поверхні деталі;

$\varepsilon = 0,42$ – коефіцієнт, який враховує розмір перерізу деталі і обирається в залежності від діаметра з таблиць.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Всі умови розрахунку черв'яка на витривалість виконуються.

2.1.2.4 Розрахунок шліцьового з'єднання

Черв'як з валом вузла упорного підшипника з'єднується шліцьовим евольвентним з'єднанням 40x1,5x6 ГОСТУ 6033-80.

Розрахунок шліцьового з'єднання проводять на зм'яття втулки в місці її зіткнення з бічними поверхнями зубців.

$$\sigma_{зм} = \frac{M_{кр}}{\psi \cdot z \cdot h \cdot l \cdot r_{ср}} \leq [\sigma] \text{ см}$$

де $M_{кр} = 5,7$ кН·м – крутний момент, що діє на валу черв'яка;

$[\sigma] = 60$ МПа – напруга зім'ягання, що допускається на бічних поверхнях зубцешліцевих з'єднань;

$\psi = 0,75$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по зубцях;

$z = 28$ – число зубців;

h – робоча висота контактуючих зубців в радіальному напрямі;

$L = 8,5$ см – робоча довжина уздовж осі валу;

$r_{ср}$ – середній радіус, тобто відстань від осі обертання валу до середини висоти зубця

$$r_{ср} = \frac{D_b + D_a}{4}, \quad h = \frac{D_b - D_a}{2}$$

де $D_b = 6$ см – зовнішній діаметр;

D_a – внутрішній діаметр (кола виступів для отворів);

$m = 0,3$ см – модуль.

При центруванні по боковим поверхням зубців:

$$D_a = D - 2 \cdot m = 6 - 2 \cdot 0,3 = 5,7 \text{ см},$$

$$r_{ср} = \frac{6,3 + 5,7}{4} = 3 \text{ см},$$

$$h = \frac{6 - 5,7}{2} = 0,3 \text{ см},$$

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

$$\sigma_{3M} = \frac{5700}{0,75 \cdot 28 \cdot 0,3 \cdot 3} = 15,1 \text{ МПа.}$$

2.1.2.5 Розрахунок матеріального циліндра, напруг від дії тиску

Вихідні дані: внутрішній радіус корпусу $R_b = 30$ мм, зовнішній радіус корпусу $R_H = 50$ мм, тиск лиття $P = 50$ МПа.

1. Радіальний тиск:

$$\sigma_r^p = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} \cdot \left(1 - \frac{R_H^2}{r^2}\right),$$

де r – поточний радіус,

$r = R_b$ – при максимальному значенні радіального тиску.

$$\sigma_r^{p \max} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} \cdot \left(1 - \frac{R_H^2}{R_b^2}\right) = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 30^2}{50^2 - 30^2} \cdot \left(1 - \frac{50^2}{30^2}\right) = -50 \text{ МПа,}$$

$$\sigma_r^{p \min} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} \cdot \left(1 - \frac{R_H^2}{R_H^2}\right) = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 50^2}{50^2 - 30^2} \cdot \left(1 - \frac{50^2}{50^2}\right) = 0 \text{ МПа.}$$

2. Тангенціальна напруга:

$$\sigma_\tau^{p \max} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} \cdot \left(1 + \frac{R_H^2}{R_b^2}\right) = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 30^2}{50^2 - 30^2} \cdot \left(1 + \frac{50^2}{30^2}\right) = 106,25 \text{ МПа,}$$

$$\sigma_\tau^{p \max} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} \cdot \left(1 + \frac{R_H^2}{R_H^2}\right) = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 30^2}{50^2 - 30^2} \cdot \left(1 + \frac{50^2}{50^2}\right) = 56,25 \text{ МПа.}$$

3. Осьова напруга:

$$\sigma_z^{max} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 30^2}{50^2 - 30^2} = 28,125 \text{ МПа.}$$

2.1.2.6 Тепловий розрахунок черв'ячного преса

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Тепловий розрахунок даної машин зводиться до розрахунку найбільш відповідального за температурні характеристики елементу – корпусу і черв'яка, до яких підводиться як тепло, так і охолодження.

В даних елементах машини протікають найбільш важливі температурні процеси.

Вихідні дані:

Потужність встановленого електродвигуна – $N = 4,5$ кВт;

Початкова температура матеріалу – $t_{\text{поч}} = 20^{\circ}\text{C}$;

Кінцева температура матеріалу - $t_{\text{кін}} = 200^{\circ}\text{C}$.

2.1.2.7 Енергетичний баланс

Кількість тепла, що необхідно відвести з охолоджувальною водою, визначається рівнянням енергетичного балансу:

$$N_{\text{охол.}} = N_{\text{дв.}} - (N_{\text{сум.}} - N_{\text{втр.}}),$$

де $N_{\text{дв.}}$ – встановлена потужність електродвигуна приводу;

$N_{\text{сум.}}$ – потужність, що витрачається на нагрівання полімерної суміші;

$N_{\text{втр.}}$ – втрати потужності в навколишній простір та в приводі машини.

$$N_{\text{сум.}} = Q_{\text{сум.}} \cdot 1,16 \cdot 10^{-3},$$

де $Q_{\text{сум.}}$ – кількість теплоти, що необхідна для нагріву перероблюваної полімерної суміші від $t_{\text{поч}}$ до $t_{\text{кін}}$:

$$Q_{\text{сум.}} = G \cdot C_{\text{сум.}} \cdot (t_{\text{кін}} - t_{\text{поч}})$$

або $N_{\text{сум.}} = G \cdot C_{\text{сум.}} \cdot (t_{\text{кін}} - t_{\text{поч}}) \cdot 1,16 \cdot 10^{-3}$

$$N_{\text{сум.}} = 5 \cdot 1,5 \cdot 10^3 \cdot (200 - 20) \cdot 1,16 \cdot 10^{-3} = 1,1 \text{ кВт.}$$

Для визначення втрат енергії загальний ККД черв'ячної машини $\eta = 0,7 \dots 0,9$ – коефіцієнт, що враховує втрати енергії в приводі ЧМ.

Втрати потужності

$$N_{\text{втр.}} = N \cdot (1 - \eta) = 4,5 \cdot (1 - 0,88) = 0,54 \text{ кВт}$$

Тоді:

$$N_{\text{охол.}} = 4,5 - (1,1 - 0,54) = 2,86 \text{ кВт.}$$

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

В перерозрахунку на теплову енергію:

$$Q_{\text{охол.}} = N_{\text{охол.}} \cdot 860 = 2,86 \cdot 860 = 2460 \frac{\text{ккал}}{\text{год}}$$

Отримане значення теплової енергії потрібно відвести від перероблюваної полімерної суміші, щоб підтримувати потрібний температурний режим по зонах ЧМ при заданих розмірах охолоджуючих поверхонь.

2.1.2.8 Енергетичний баланс та тепловий розрахунок черв'ячної машини 30x20

Теплофізичні властивості полімерних сумішей, що перероблюються:

Питома теплоємність для поліетилену високого тиску:

$$C_{\text{сум}} = 0,59 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Коефіцієнт теплопровідності:

$$\hat{\alpha} = 0,157 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Вхідна температура полімеру:

$$T_{\text{вх}} = 20^\circ\text{C}$$

Температура полімеру на виході з машини:

$$T_{\text{вих}} \leq 200^\circ\text{C}$$

Температура охолоджувального повітря:

$$t_n = 25^\circ\text{C}$$

Охолодження корпуса преса – повітряне, від індивідуальних вентиляторів.

Максимальна температура нагріву у вторинному контурі – 80°C .

Кількість тепла, що передається від полімерної суміші до охолоджувального повітря через розділяючі поверхні, знаходимо за основним рівнянням теплопередачі:

$$N_{\text{охол}} = K \cdot F \cdot \Delta t_{\text{сер}}$$

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

де K – коефіцієнт теплопередачі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

F – площа поверхні теплообміну, м^2 ;

$\Delta t_{\text{сер}}$ – середньо логарифмічний температурний напір між полімерною сумішшю та охолоджувальним повітрям.

Коефіцієнт тепловіддачі визначаємо за формулою:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\sigma_{\text{СТ}}}{\lambda_{\text{СТ}}} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

де α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від полімерної суміші до стінки (орієнтовно

$$\alpha_1 = 2200 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}});$$

$\sigma_{\text{СТ}} = 0,019 \text{ м}$ – товщина тепловіддаючої стінки;

$\lambda_{\text{СТ}} = 65 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ – коефіцієнт теплопровідності стінки;

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від стінки до повітря;

$$\alpha_2 = \frac{Nu \cdot \lambda_n}{d_{\text{екв}}}$$

де $\lambda_n = 2,689 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$ – коефіцієнт теплопровідності повітря при 40°C ;

$d_{\text{екв}}$ – еквівалентний діаметр охолоджувального каналу, м;

$$d_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot f_k}{\Pi},$$

де $f_k = 0,0098 \text{ м}^2$ – площа перетину охолоджувального каналу,

Π – змочуваний периметр охолоджувального каналу (в поперечному перетині),

$$\Pi = \pi \cdot d_2 + \pi \cdot d_1 = 3,14 \cdot 0,15 + 3,14 \cdot 0,1 = 0,785 \text{ м},$$

$$d_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot 0,0098}{0,785} = 0,05 \text{ м}.$$

Для вибору критеріального рівняння, що визначає значення Nu , знайдемо режим руху охолоджувального повітря в рубашці-секції ЧМ.

При вимушеній течії:

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

$$Re = V_{\text{сер}} \cdot d_{\text{екв}} \cdot \frac{\rho}{\mu} = V_{\text{сер}} \cdot \frac{d_{\text{екв}}}{\nu},$$

де $V_{\text{сер}}$ – середня швидкість руху повітря в охолоджувальних каналах.

Попередньо прийємо витрати повітря на одун секцію машини ЧП160x25 орієнтовно $800 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$.

Тоді швидкість повітря в рубашці охолодження складатиме:

$$V_B = \frac{G_B}{3600 \cdot f_k} = \frac{275}{3600 \cdot 0,0098} = 7,8 \text{ м/с.}$$

$\nu = 16,42 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$ – коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря при 40°C .

$$\text{Тоді } Re = V_B \cdot \frac{d_{\text{екв}}}{16,42 \cdot 10^{-6}} = 7,8 \cdot \frac{0,05}{16,42 \cdot 10^{-6}} = 23751$$

$$23751 > 10000,$$

тобто маємо турбулентний режим руху, при якому для визначення Nu рекомендується наступне рівняння:

$$Nu = 0,76 \cdot Re^{0,5} Pr_{\text{рід}}^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_{\text{рід}}}{Pr_{\text{ст}}}\right)^{0,25},$$

де $Pr_{\text{ст}}$ та $Pr_{\text{рід}}$ – критерії Прандтля для рідини при температурі стінки та температурі охолоджувального повітря відповідно ($Pr_{\text{рід}} = 0,68442$ при температурі 40°C).

Для визначення $Pr_{\text{ст}}$ приймаємо попередньо:

$$t_{\text{ст.}} = t_{\text{в.сер.}} + 15^\circ\text{C} = 40 + 15 = 55^\circ\text{C}; Pr_{\text{ст}} = 0,7,$$

$$Nu = 0,76 \cdot 23751^{0,5} \cdot 0,68442^{0,43} \cdot \left(\frac{0,68442}{0,7}\right)^{0,25} = 109$$

$$\alpha_2 = \frac{109 \cdot 2,689 \cdot 10^{-2}}{0,05} = 59 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{2200} + \frac{0,019}{65} + \frac{1}{59}} = 56,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$$

Середньологарифмічний температурний напір визначимо з наступного рівняння:

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}}$$

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Враховуючи те, що $\Delta t_6 = 200 - 40 = 160^{\circ}\text{C}$ та $\Delta t_m = 60 - 36 = 24^{\circ}\text{C}$, маємо

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{160-24}{2,3 \cdot 19 \frac{160}{24}} = 71,8^{\circ}\text{C}.$$

Поверхня охолодження ЧП складається з наступних складових:

а) для машини ЧП45х32

$$F_k = \pi \cdot D_H \cdot L \cdot \varphi, \text{ м}^2,$$

де $D_H = 0,045$ м – зовнішній діаметр циліндра;

$L = 1,4$ м – довжина циліндра;

$\varphi = 0,9$ м – коефіцієнт, що враховує поверхню, зайняту фланцями.

$$F_k = 3,14 \cdot 0,045 \cdot 1,4 \cdot 0,9 = 0,18 \text{ м}^2.$$

Кількість тепла, що відводиться з охолоджуючим повітрям:

$$N_{\text{охол}} = 4,5 \cdot 0,18 \cdot 71,8 = 58,16 \text{ кВт}.$$

Перевіримо зовнішню $t_{\text{ст}}$ поверхні тепло передаючій стінки ЧМ:

$$N_{\text{охол}}^1 = \alpha_2 \cdot F_{\text{сум}} \cdot (t_{\text{ст}} - t_{\text{в}}) = \alpha_2 \cdot F_{\text{сум}} \cdot \Delta t,$$

$$\Delta t = \frac{N_{\text{охол}}^1}{\alpha_2 \cdot F_k} = \frac{58160}{59 \cdot 0,18} = 54^{\circ}\text{C}.$$

$$t_{\text{ст}} = \Delta t + t_{\text{п}} = 54 + 25 = 79^{\circ}\text{C}, \text{ що є задовільно.}$$

Остаточно приймаємо сумарну продуктивність вентиляторів $800 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологія машинобудування
до дипломного проекту
на тему:
«Агрегат для грануляції з модернізацією екструдера»

Київ – 2021 рік

3.1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

3.1.1 Опис та призначення фланця

Метою цього розділу є розробка технологічного процесу виготовлення деталі, а саме фланець і проектування оснастки для одної з операцій виготовлення деталі. [9, 5] Під час виконання роботи вирішуються деякі завдання, як: розробка технології виготовлення деталі "фланець" куди входить вибір способу отримання заготовки, вибір інструментів для кожної операції і вибір устаткування. Фланець (рис 1.2) об'єднує корпус циліндра, де розміщений черв'як, з завантажувальним отвером. Фланець сприймає зусилля від тиску, котрий виникає в зоні завантаження, а потім передає ці сили на корпус. Фланець працює в умовах досить підвищених температур. Ця деталь є відповідальною і напруженою. Дефекти зовнішні і внутрішні не допускаються.

Матеріал деталі має досить значну пластичність для обробки тиском. Заготовка за розмірами та формою близька до форми та розмірів готової деталі, а саме це є ознакою технологічності.

Матеріал деталі сталь 45. Ця сталь добре піддається різанню, якщо використовувати стандартні ріжучі матеріали (швидкоріжуча сталь, твердий сплав). Всі поверхні деталі повинні бути доступні для ріжучого інструменту. Ступені самих поверхонь обертання значно зменшуються в одному напрямку - це є технологічно.

В іншому напрямку деталь складається з універсальних конструкційних елементів оптимального ступеню шорсткості поверхні та точності. Саме це дозволяє використовувати стандартну оснастку та високопродуктивне обладнання при добрих технологічних базах.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.3 Вибір пристосування

Розглянемо деяке пристосування для токарних станків, передбачаючи наперед токарні операції.

В серійному виробництві мета підвищення виробництва й полегшення праці робочих є головною, тому пристосування повинні бути швидкодіючим, тобто по максимуму обладнаними механізованими силовими приводами, а інколи напівавтоматичними.

Водночас з цим, в серійному виробництві до конструкцій пристосувань додається ряд додаткових вимог, що впливають із специфіки даного виробництва:

1) Значне скорочення собівартості підготовки виробництва та термінів, що в умовах великої номенклатури та досить часті зміни об'єктів виробництва має кінцеве вирішальне значення;

2) Значне скорочення часу на переналагодження та перезапуск устаткування. Це є дуже важливо при організації групових потоків та впровадженні групових технологічних процесів у серійному машинобудуванні;

3) Значна економічність пристосувань.

Більшою мірою зазначеним вимогам відповідають переналагоджувані (універсальні та групові) і універсально-збірні [система УСП] пристосування, а ще спеціальні налагоджувальні пристосування система [СНП].

В середньо-серійному виробництві широкого застосування набули швидкодіючі спеціальні й спеціалізовані пристрої з гідро та пневмоприводом.

Задовольняючи умовами отриманого завдання, вибираємо пристосування для такого процесу виготовлення як торне. Кондуктор оснащено швидкодіючим діафрагменним пневматичним приводом і зма прихватами.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.4 Опис принципу роботи і конструкції

Для свердління отворів діаметром 18 мм в торцях фланця було розроблено універсальний кондуктор, який оснащений швидкодіючим діафрагменним пневматичним приводом.(рис 1-3)

Стиснене повітря, яке необхідне для роботи кондуктора, надходить під тиском [$P = 4 \text{ кг/см}^2$] від мережі у верхню порожнину пневмо-привода. В цей час шток 3 рухається донизу (див. креслення кондуктора), і опускає станину пневмоприводу 4, до котрої приєднані затискні лапи 7, які за допомогою плити 2 придавлюють деталь до корпуса 1 кондуктора. Саме так відбувається закріплення оброблюваної деталі. В час, коли шток 3 рухається вниз, відбувається стиснення пружин 9. Після того як закінчується процес свердління, тиск повітря, який знаходиться в робочій порожнині пневмо-привода понижується до 0. В цей час, під дією стиснених пружин 9, шток направляючий 3 рухається ввєрх, при цьому звільняючи деталь. При закріпленні іншої нової деталі весь цикл повторюється.

При свердлінні отворів з використанням кондукторів, зазвичай застосовують при масовому виробленні однакових деталей. Кондуктор - шаблон з деякими відповідними отворами. Цей шаблон накладають на оброблювану заготовку і міцно закріплюють разом з нею. Він використовується в машинобудуванні для того, щоб спростити процес обробки деталей. Заготовку встановлюють на столі верстата разом з кондуктором і, застосовуючи отвори кондуктора як напрямні для свердла, просвердлюють самим звичайним способом. Через те що свердло направляється загартованими сталевими втулками кондуктора, точність роботи досить підвищується.

Складається кондуктор із станини 1, де за допомогою болтів 9 прикріплено палець 2, де базується деталь 3. Кондукторна плита 4, яка містить швидкопереставні втулки 6, встановлюється зверху деталі, базуючись по шпильці 4. Придавлення відбувається за допомогою гайки 8.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

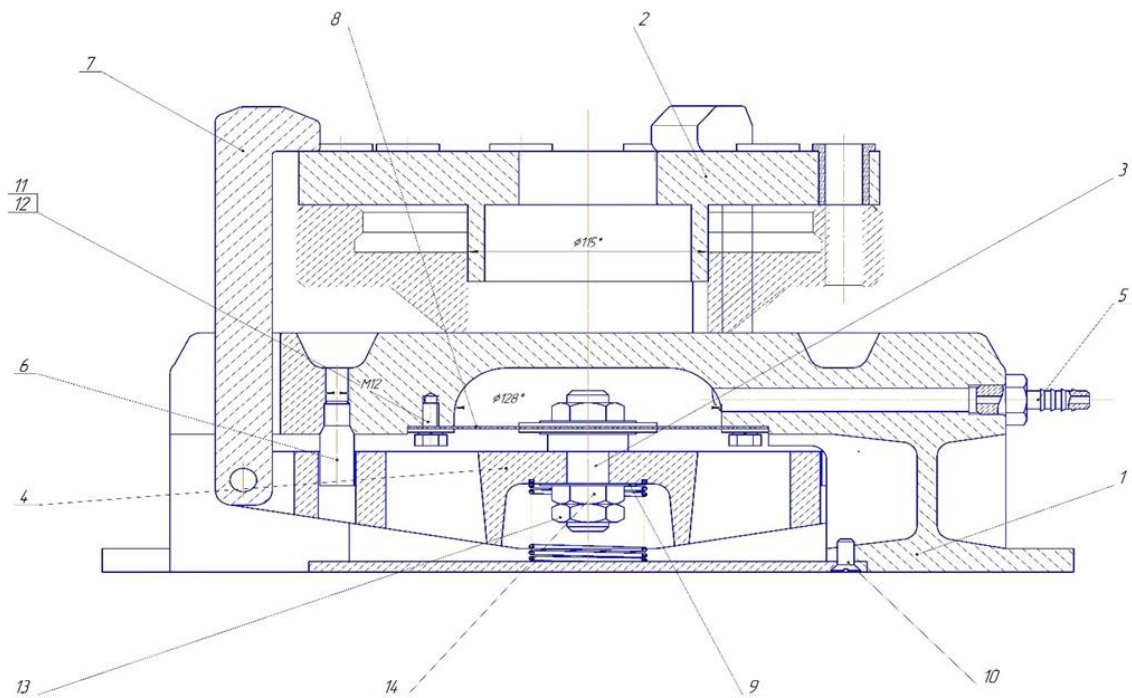


Рисунок 1-2. Кондуктор оснащений швидкодіючим діафрагменним пневматичним приводом і 3ма прихватами.

3.1.5 Розрахунок сил закріплення в пристосуванні

В самому процесі обробки, з боку ріжучого інструменту на заготовку діють сили різання, прагнучи зрушити її з установочних елементів. Заготовку необхідно закріпити, для того щоб цього не відбулося.

У випадку свердління отвору у кондукторі [Рис. 3-3], що розглядається, величина сили затиснення визначається із рівності:

$$Q = \frac{M_{кр}}{f \cdot r},$$

де $M_{кр}$ - крутний момент свердла;

f - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях.

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.091243.01-70ПЗ				

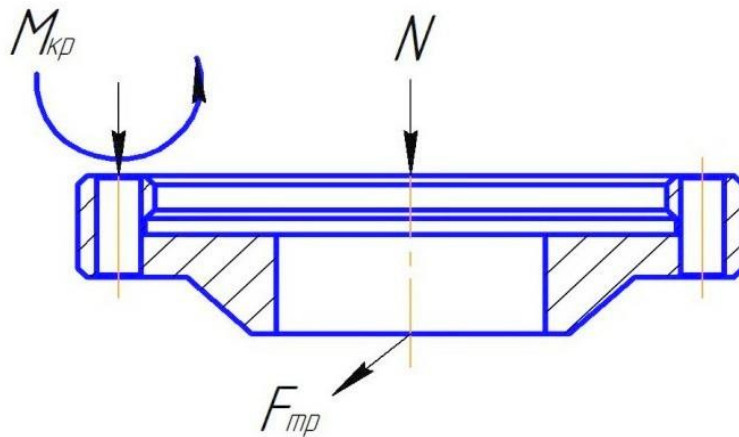


Рисунок. А-3 Схема сил, які діють у пристрої

Щоб забезпечити надійність, силу затискання дещо збільшують на величину коефіцієнту запасу K , тоді формула знаходження сили затиснення набуває ось такого остаточного вигляду:

$$Q = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot r}$$

Обертний момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де коефіцієнти $C_M = 0,0345$, $q = 2$, $y = 0,8$;

$S = 0,15$ мм/об - подача свердла;

K_p - коефіцієнт, який враховує фактичні умови обробки, у даному випадку він залежить лише від матеріалу оброблюваної заготовки і визначається так:

$$K_p = K_{_mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n$$

$$K_p = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,35} = 0,62.$$

Остаточно:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,62 = 3 \text{ Нм};$$

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Коефіцієнт запасу К:

$$K=K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

де $K_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу усіх пристроїв;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує стан поверхні оброблюваної заготовки;

$K_2 = 1$ – коефіцієнт, який враховує вплив сил різання від прогресуючого затуплення інструменту;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, який враховує збільшення сили різання при перебіжному різанні;

$K_4 = 1,5$ – коефіцієнт, який враховує сталість сили затиску, що створюється приводом пристосування;

$K_5 = 1$ - коефіцієнт, який враховує зручність положення рукояток у затискному пристрої;

$K_6 = 1$ коефіцієнт, який враховує наявність моментів, які намагаються повернути заготовку.

Значення коефіцієнта запасу:

$$K=1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1=2,7.$$

Підставляючи значення які отримали у формулу для визначення сили затиснення заготовки у пристосуванні (кондуктор для свердління):

$$Q = \frac{2,7 \cdot 3}{0,25 \cdot 0,140} = 231Н,$$

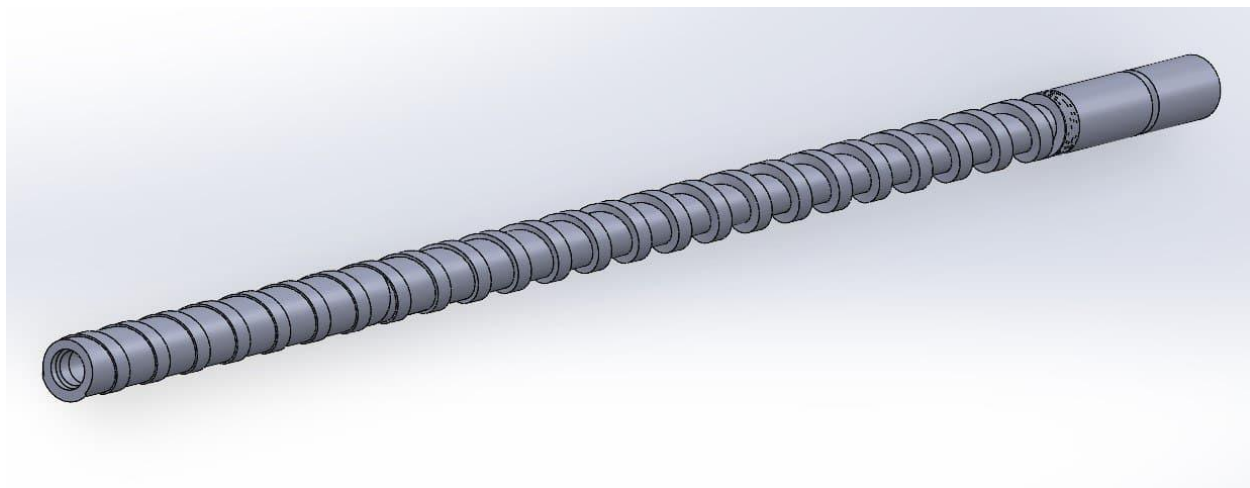
де $r = 0,140 м$ - відстань від точки місця свердління до прикладання сили затискання;

$f = 0,25$ - коефіцієнт тертя гладких поверхонь.

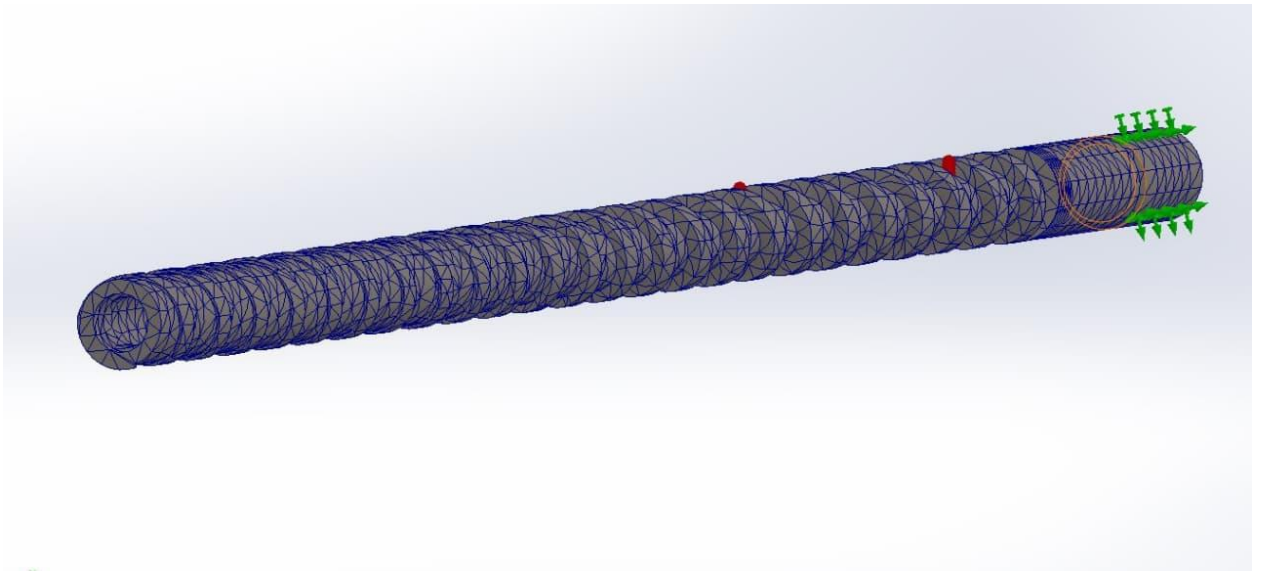
Прийmemo силу затиску не меншу, ніж $Q = 25 кН$.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

РОЗРАХУНКИ ЧЕРВ'ЯКА В СИСТЕМІ SOLIDWORKS

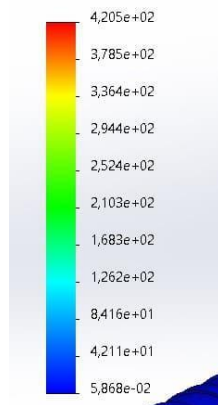


					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

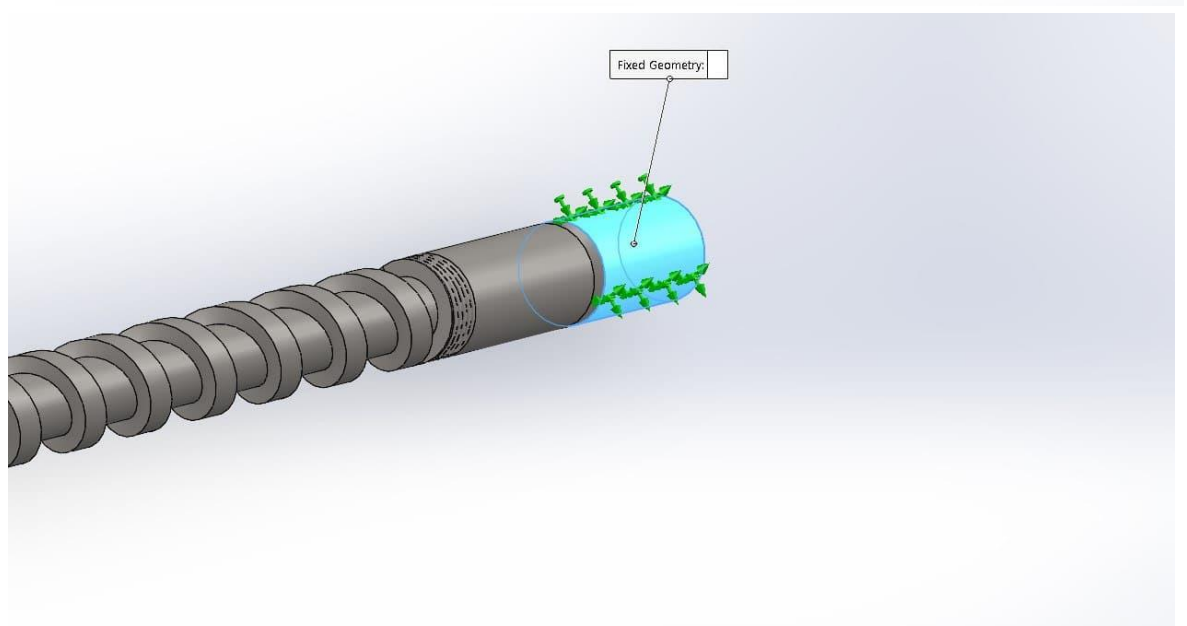
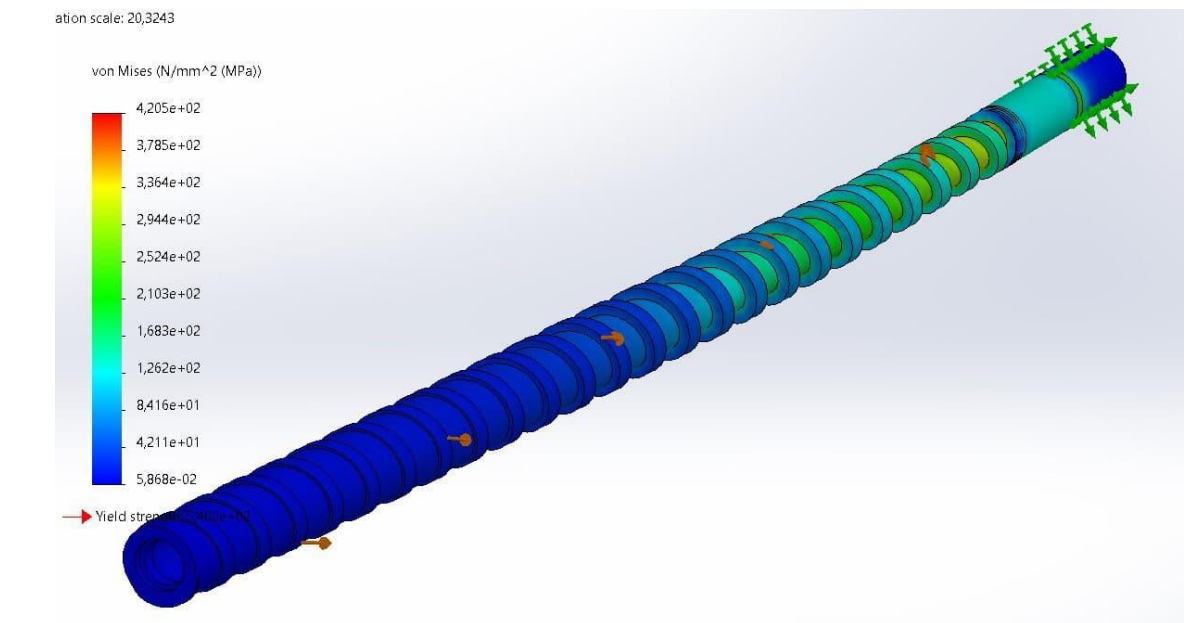


ation scale: 20,3243

von Mises (N/mm² (MPa))



→ Yield strength



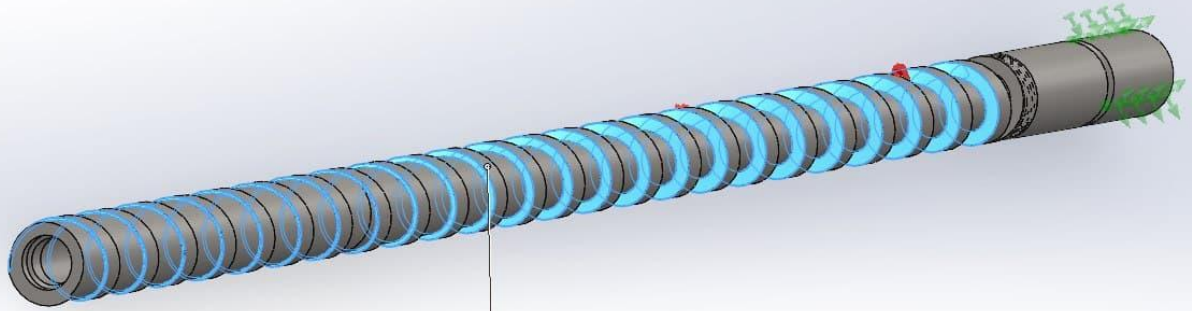
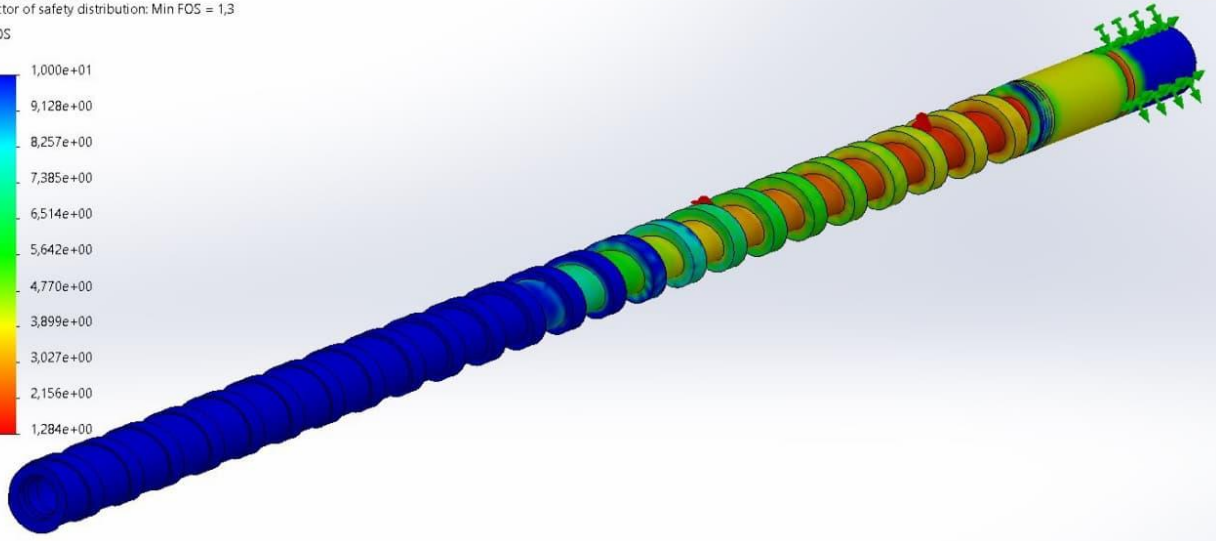
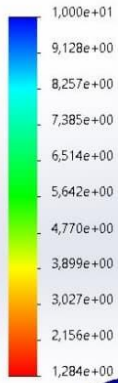
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.091243.01-70ПЗ

Арк.

10

Model name: шнек А
 Study name: Static 1(-Default-)
 Plot type: Factor of Safety Factor of Safety1
 Criterion: Automatic
 Factor of safety distribution: Min FOS = 1,3
 FOS



Pressure Value (N/mm² (MPa)): 11

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.091243.01-70ПЗ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Отже, при виконанні дипломного бакалаврського проекту на тему:

«Агрегат для грануляції з модернізацією екструдера» ми отримали деякі наступні результати проектування і розробки черв'ячного пресу.

Було вивчено принципи конструкції і роботи екструдера. Проаналізовано деякі технічні характеристики і параметри екструдерів; визначено їх деякі технічні недоліки і переваги. На основі виконаних літературно-патентних досліджень, ми модернізували головний робочий орган екструдера – черв'як. Виконали розрахунки деяких основних параметрів екструдера, за допомогою яких було розраховано корпус та визначено геометрію робочого органу. Проведені такі розрахунки: міцнісні й кінематичні, які забезпечують надійність і працездатність конструкції.

У даному бакалаврському дипломному проекті, а саме в пояснювальній записці було розроблено такі розділи як: охорона праці, технології машинобудування.

В розділі, а саме, технологія машинобудування, розроблено технологічний процес по виготовленню деталі фланця і вибрано деяке пристосування для деякої з операцій виготовлення деталі.

В процесі виконання роботи було вирішено такі завдання: розроблено технологію виготовлення деталі „Фланець”, куди входить вибір способу отримання заготовки, вибір інструментів і устаткування для всіх операцій.

В процесі розроблено креслення пристосування «Кондуктор оснащений діафрагменним швидкодіючим пневматичним приводом і трьома прихватами, виконано операційні карти, маршрутну карту і специфікації. Зменшиться час налагодження устаткування, за допомогою пристосування, та як наслідок зменшиться собівартість і терміни підготовки виробництва.

					ЛП72.091243.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учеб. пособие для техникумов. М., "Выш. школа", 1974. - 263с.
4. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.
5. . М. Базаров. Основы технологии машиностроения. - М.:Машиностроение,2005.
6. А. Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. Курсовое проектирование по технологии машиностроения
7. М. А. Ансеров. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975. - М.: Машиностроение, 2007
8. Добрянський С.С. Методичні вказівки до виконання курсової роботи (проєкту) з дисципліни “Технологія машинобудування”. К., 2002 р. 80 стор.
9. В.Ю. Щербина, Конструкторське проектування обладнання. Конспект лекцій [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2018. 83с. URL:<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25669>

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Таблиця А.1. Таблиця розглянутих патентів

№ п. п	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, організація, автор	Суть заявленого технологічного рішення та ціль його створення
1	Черв'як екструдера	UA, № 90401 (2013); МПК: B29B7/60, Автори: Сівецький В.І. Мікульонок І.О Сокольский О.Л. Кушнір М.С.	Екструдер відрізняється тим, що між основними гвинтами наварені додаткові гвинти з прорізями, із-зі яких краще перемішується матеріал. Мета винаходу - створення корисної моделі, вдосконалюючи черв'як екструдера, де нове конструктивне вироблення гребнів його змішувального елемента значно підвищує змішувальну диспергувальну здатність черв'яка, а отже і покращує якість перероблюваного матеріалу.
2	Черв'як екструдера	UA, №98878 (2014); МПК: B29C45/46; Автори: Сівецький В.І. Мікульонок І.О Сокольский О.Л. Куриленко В.М. Івіцкий І.І Крот А.О.	Машина для лиття під тиском містить матеріальний циліндр. У ньому розташований пластикаційний шнек з можливістю обертання, у порожнині якого знаходиться плунжер з можливістю зворотно- поступального руху і циліндр інжекційний з нагромаджувальною камерою і випускним соплом. Зворотним клапаном споряджено плунжер. Мета винаходу – це вдосконалити машину для лиття під тиском, де її нове конструктивне вироблення забезпечує одночасно виконання зворотного ходу плунжера з операцією набору потрібної порції розплаву, а також і постійність підготовки розплаву в машині, таким чином, підвищення її продуктивності..

Продовження додатку А

3	Черв'як екструдера	DE, № 53479 (2009); МПК:В29В7/00; Автори: Возна А.С Мікульонок І.О. Швед Д.М. Швед М.П.	<p>Черв'як відрізняється тим, що виконані поперечні пази на скошених бокових гранях поздовжніх виступів.</p> <p>Метою винаходу є вдосконалення черв'яка екструдера, де нове конструктивне виконання гребнів його нарізки, саме в зоні дозування значно підвищує змішувально-диспергувальну спроможність черв'яка, а отже і покращує якість перероблюваного матеріалу.</p>
---	--------------------	---	---

ДОДАТОК Б

Модернізація черв'ячного екструдера

Коновал А.П., студент, Васильченко Г.М., к.т.н., доцент Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м.Київ

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити черв'як екструдера, у якому нове конструктивне виконання гребенів його змішувального елемента істотно підвищує змішувально-диспергувальну спроможність черв'яка, а отже і поліпшує якість перероблюваного матеріалу.

Виходячи з патента №90401, поставлена задача вирішується тим, що в черв'яку екструдера, що містить осердя з послідовно розташованими хвостовиком, спорядженою гвинтовою нарізкою і змішувальним елементом робочою частиною, а також наконечником, при цьому змішувальний елемент має форму гвинтового гребеня з поперечними прорізами, згідно з пропонованою корисною моделлю новим є те, що змішувальний елемент споряджено додатковим гвинтовим гребенем з поперечними прорізами та іншим, порівняно з основним гвинтовим гребенем, кроком. У найприйнятнішому прикладі виконання черв'яка змішувальний елемент розташовано між гребенями гвинтової нарізки. Спорядження змішувального елемента додатковим гвинтовим гребенем із зазначеними ознаками забезпечує безперервний розділення потоку розплаву перероблюваного матеріалу на мікропотоки, їх перерозподіл між собою, інтенсивне змішування й диспергування його компонентів. Виконання обох гвинтових гребенів з різним кроком утворює по довжині змішувального елемента послідовні ділянки, на яких зазначені гвинтові гребені по черзі сходяться й розходяться, що сприяє проходженню розплаву крізь їхні прорізи, а отже інтенсивному змішуванню й диспергуванню його компонентів. Крім того, таке виконання змішувального елемента черв'яка запобігає утворенню застійних зон, що поліпшує якість переробки.

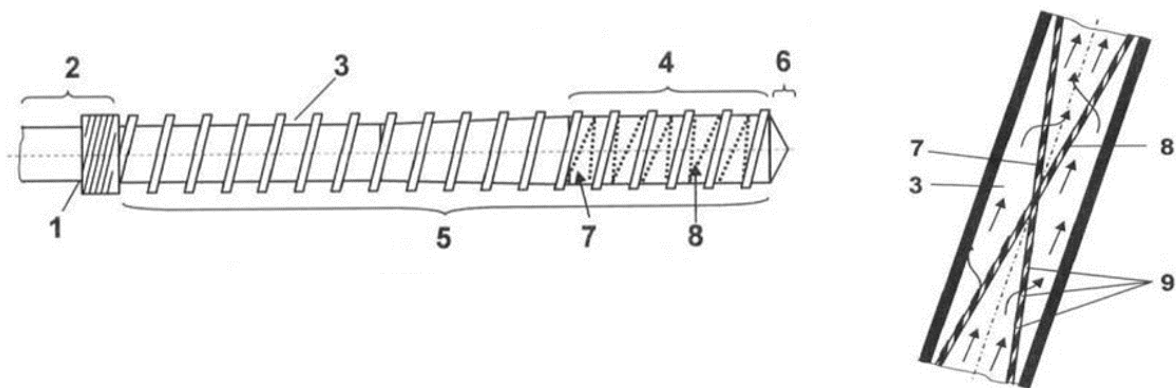


Схема корисної моделі

Використання пропонованої корисної моделі підвищує ефективність черв'ячного екструдерата забезпечує високу якість одержуваної продукції.

Література

1. Патент №90401 Україна, МПК В29В7/60 ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР