

**«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**

з напрямку підготовки *133 – Галузеве машинобудування*

на тему: Гранулятор полімерної сировини з модернізацією головки

Студент групи IV к. ЛП-72 _____ **Бондар Роман Сергійович**
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник проекту: _____ **доцент, к.т.н. Чемерис А.О**
(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти

ТЕХ. МАШ. _____ **ст.викл. Борщик С.О.**

Модернізація _____ **д.т.н., проф. Щербина В.Ю.**

РЕЦЕНЗЕНТ _____

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

Студент **Бондар Р.С.**

(підпис)

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

Програма професійного спрямування - Інжиніринг, обладнання та технології виробництв полімерних та будівельних матеріалів і виробів.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

«__» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Бондарю Роману Сергійовичу

1. Тема проекту «Гранулятор полімерної сировини з модернізацією головки», керівник проекту Чемерис Андрій Олегович доцент, кандидат технічних наук, 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 – гранулятор; габаритні розміри: діаметр черв'яка D – 32 мм; відношення робочої довжини черв'яка до діаметра - $\frac{L}{D} = 30$; ступінь стискування черв'яка – $i = 2,3$; довжина черв'яка – $L=960$ мм; кількість заходів черв'яка - $\lambda = 1$; число обертів черв'яка - $n=1,25 \text{ с}^{-1} = 75$ об/хв; коефіцієнт форми для формуючого інструменту (голівки) - $K = 0,18 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$; зазор між гребенем черв'яка і циліндром - $\delta = 0,015$; потужність – $N = 18$ кВт; швидкість обертання черв'яка - $n = 75$ 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 гранулятора; 2 Технічні характеристики гранулятора; 3 Опис конструкції та призначення гранулятора; 4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації; 5 Охорона праці та навколишнього середовища; 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. Вузли та деталі машини А2; 4. Плакат з розрахунками на міцність.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Тех. машино будув.	Борщик С.О.		
Модернізація	Щербина В.Ю.		

Дата видачі завдання: 12.04.2021 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання на дипломне проектування.	13.04.2021	
2	Проходження переддипломної практики.	12.04-16.05. 2021	
3	Патентно-літературний пошук для здійснення модернізації вузла ролика. Обґрунтування модернізації.	20-23.04. 2021	
4	Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.	24-28.04. 2021	
5	Підготовка розділу «Пояснювальна записка».	29.04-5.05. 2021	
6	Виконання порівняльних розрахунків НДС вузла ролика з використанням програмних продуктів ANSYS.	5-15.05. 2021	
7	Підготовка розділу «Розрахунки».	16.05. 2021	
8	Підготовка розділу «Технологія машинобудування».	17-22.05. 2021	
9	Робота над кресленнями з використанням САД-системах .	23-05.06. 2021	
10	Захист дипломного проекту.	15.06. 2021	

Студент
Керівник проекту

Бондар Р.С.
Чемерис А.О.

Зміст дипломного проекту

Реферат (укр.)	1
Реферат (англ.).....	1
Перелік позначень	2
Пояснювальна записка	17
Розрахунки	31
Технологія машинобудування	14
Загальні висновки	2
Перелік посилань	2
Додатки	5

Реферат

Бакалаврський дипломний проект на тему «Гранулятор полімерної сировини з модернізацією головки», що в повному обсязі складається з пояснювальної записки та графічної частини: - 81 с., 24 - рисунків, 4- таблиць, 4 - додатків, 16 - джерел; 5 - креслень, 1 - плакату.

Об'єкт проектування - гранулятор полімерної сировини з модернізацією головки.

Мета роботи: розробка та проектування згідно технічному завданню гранулятора полімерної сировини для підвищення надійності і спрощення обслуговування гранулятора; здійснення модернізації головки.

У дипломному проекті розглянуто принцип роботи та конструкцію гранулятора, який використовується у технологічній лінії гранулювання. На основі аналізу технічних параметрів і характеристик роботи гранулятора, виконано параметричний та кінематичний розрахунок і розрахунок головки на міцність в системі ANSYS. Результати розрахунків підтверджують доцільність запропонованої модернізації.

Недолік базової конструкції гранулятора у високій енергоємності та складній конструкції гранулюючого пристрою, що ускладнює його обслуговування.

З метою підвищення терміну служби гранулятора проведено літературно-патентний пошук та запропоновано модернізацію головки, що полягає у наявності додаткових вставок для підвищення терміну служби гранулятора.

Ключові слова: ГРАНУЛЯТОР, ГОЛОВКА, ВСТАВКИ, ПРОЕКТУВАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, РОЗРАХУНКИ, ПАТЕНТНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.

Abstract

Bachelor's thesis project on "Granulator of polymer raw materials with modernization of the head", which consists in full of an explanatory note and a graphic part: 81 - p., 24 - drawings, 4- tables, 4 - appendices, 16 - sources; 5 - drawings, 1 - poster.

The object of design is a granulator of polymer raw materials with modernization of the head.

Purpose: development and design according to the technical task of the granulator of polymeric raw materials to increase the reliability and simplify maintenance of the granulator; implementation of the modernization of the head.

The diploma project considers the principle of operation and design of the granulator, which is used in the technological line of granulation. Based on the analysis of technical parameters and performance characteristics of the granulator, performed parametric and kinematic calculation and calculation of the head for strength in the ANSYS system. The results of the calculations confirm the feasibility of the proposed modernization.

The disadvantage of the basic design of the granulator in the high energy consumption and complex design of the granulating device, which complicates its maintenance.

In order to increase the service life of the granulator, a literature-patent search was conducted and the modernization of the head was proposed, which consists in the presence of additional inserts to increase the service life of the granulator.

Key words: GRANULATOR, HEAD, INSERTS, DESIGN, MODERNIZATION, CALCULATIONS, PATENT RESEARCH.

Перелік позначень

Умовні позначення:

D – діаметр черв'яка, м;

i – ступінь стискування черв'яка;

L – робоча довжина черв'яка, м;

t – крок гвинтової лінії, м;

e – ширина гребеня витка каналу черв'яка, м;

h – глибина гвинтового каналу черв'яка в зоні завантаження, м;

R – радіус, м;

δ_1/δ_2 – висота щілини на вході/виході матеріалу в кільцеву щілину, м;

Q – продуктивність черв'ячної машини, т/год;

K – коефіцієнт геометричної форми головки;

μ_e – ефективна в'язкість, Па · с;

P – тиск, Па;

S – швидкість зсуву, м/с;

α – коефіцієнт прямого потоку розплаву;

β – коефіцієнт зворотного потоку розплаву;

γ – коефіцієнт потоку витoku розплаву в зазорі між черв'яком і циліндром корпусу;

N – потужність приводного двигуна, Вт;

η – ККД, %;

n – частота обертання, об/с;

$M_{кр}$ – крутний момент, Н · м;

$P_{ос}$ – осьове зусилля, кН;

q – розподілене навантаження від власної ваги, Н/м;

l_p – довжина робочої частини, м;

G – маса черв'яка, кг;

W_x – осьовий момент опору, Н · м;

F – площа небезпечного перерізу, м²;

τ – дотичне напруження, Па;

W_p – полярний момент опору, Н · м;

$\sigma_{ст}$ – еквівалентне напруження, Па;

k_t – ефективний коефіцієнт концентрації напружень;

τ_ρ – розрахункове напруження кручення, Па;

W_{r0} – полярний момент опору крученню, Н · м;

E – модуль пружності, Па;

δ – максимальний прогин, мм;

$n_{ц}$ – коефіцієнт запасу міцності;

σ_a – амплітуда змінювання напружень;

σ_c – середнє напруження циклу, Вт;

$(k_\sigma)_d$ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень;

$C_{сум}$ – питома теплоємність для поліетилену високого тиску, $\frac{кДж}{кг \cdot ^\circ C}$;

$T_{вх}$ – вхідна температура полімеру, $^\circ C$;

$\hat{\alpha}$ – Коефіцієнт теплопровідності, $\frac{Вт}{м^2 \cdot K}$;

$T_{вих}$ – температура полімеру на виході, $^\circ C$;

t_n – температура охолоджувального повітря, $^\circ C$;

F – площа поверхні теплообміну, $м^2$;

$\sigma_{ст}$ – товщина тепловіддаючої стінки, м;

$\lambda_{ст}$ – коефіцієнт теплопровідності стінки, $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$;

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від стінки до повітря;

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

Π – змочуваний периметр охолоджувального каналу, м;

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Гранулятор полімерної сировини з
модернізацією головки»**

Київ – 2021 рік

Зміст

Вступ	2
1 Призначення і галузь застосування гранулятора	3
1.1 Призначення гранулятора полімерного	3
1.2 Застосування гранулятора полімерного для поліетилену низького тиску.....	3
2 Технічні характеристики гранулятора полімерного	5
3 Опис конструкції та принцип дії гранулятора полімерного	6
4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації	8
4.1 Літературно-патентний огляд.....	8
4.2 Обґрунтування вибору варіанту удосконалення головки.....	11
5 Охорона праці та навколишнього середовища	12
6 Очікувані механіко-економічні показники	16
Висновки	17

					<i>ЛП72.017246.01.70ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Пояснювальна записка</i>				
<i>Розробив</i>		Бондар							
<i>Перевірив</i>		Чемерис			<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>				

Вступ

Гранулювання – остання стадія при підготовці вторинної сировини перед наступною переробкою у виріб. Результатом процесу гранулювання є отримання форми дрібних шматків (гранул) речовиною.

Метою цього бакалаврського проекту стало проектування та модернізація гранулятора полімерної сировини, який допомагає отримати однорідний матеріал, який був утворений із вторинної сировини.

Для досягнення поставленої мети був проведений літературно-патентний пошук та обраний патент, що дозволяє покращити процес помелу гранулювання, та розроблена нова конструкція відомого гранулятора, яка допоможе підвищити ефективність його роботи.

									Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.017246.01.70ПЗ				

1 Призначення і галузь застосування гранулятора полімерного

1.1 Призначення гранулятора полімерного

Гранулятор – це певний механізм, який має змогу дозволити отримати однорідні грудки матеріалу, які при цьому є розмеленими. Черв'як – основний вузол даної машини, його призначення – транспортування матеріалу починаючи від завантажувальної воронки до формуючої головки.

Призначенням гранулятора полімерної сировини є отримання грануляту із вторинної сировини, даний результат можливий шляхом різкого гарячого різання матеріалу гранулятором.

Гранулятори мають широке застосування у виготовленні полімерних матеріалів, а також різноманітних комбікормів.

1.2 Застосування гранулятора полімерного у технологічній лінії підготовки поліетилену низького тиску

Поліетилен низького тиску (ПНТ) – різновид поліетилену, який виготовляється з нафтопродуктів. Широкого застосування набули в побутовій сфері (контейнери для продуктів харчування, всім відомі поліетиленові пакети і т.д.), у будівельній промисловості (виготовлення басейнів, трубопроводи які є хімічно стійкими), а також у медичній сфері (у пластичній хірургії використовується для скелетної та лицьової реконструкції).

Технологічна лінія підготовки ПНТ для подальшого його використання наводиться на рисунку 1.1.

Поліетилен низького тиску, що знаходиться в бункері потрапляє на екструдер 1, та обертовими рухами поступово переміщується до головки 2. Із даної головки зазвичай виходить до 20-25 полімерних стренг 7, які проходять через охолоджуючу ванну 3. За допомогою напрямних роликів 6 переміщуються проходячи через повітряну сушарку 4, і подаються до різучого обладнання роторного типу – дробарки 5. Після даного процесу готовий матеріал потрапляють до місткості для отриманих гранул 8.

											Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.017246.01.70ПЗ						

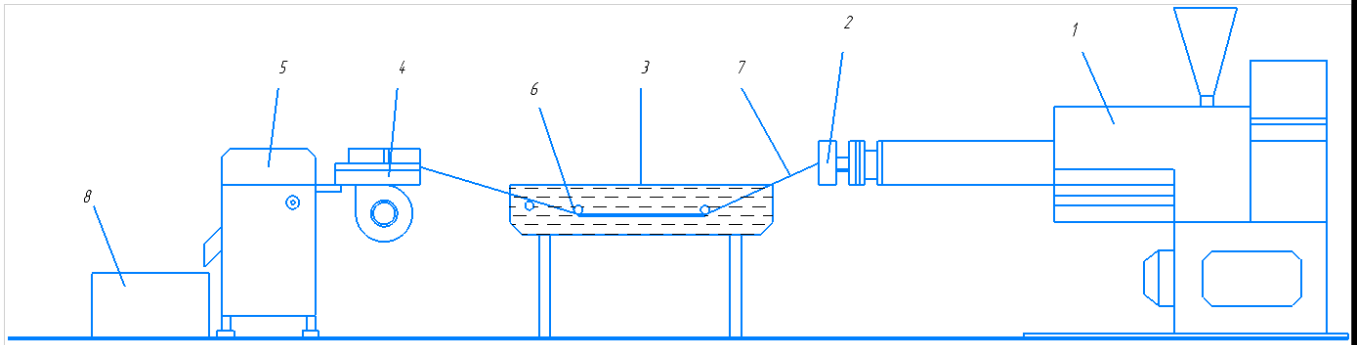


Рисунок 1.1 - Технологічна лінія підготовки поліетилену низького тиску

1 – екструдер; 2 – головка; 3 – охолоджувальна ванна; 4 – повітряна сушарка; 5- дробарка; 6- направляючі ролики; 7 – полімерні стренги; 8 – місткість для отриманих гранул.

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.017246.01.70ПЗ

Аркуш

3 Опис конструкції та принцип дії гранулятора полімерного

Гранулятор полімерний, який знаходиться на рисунку 3.1 має наступну конструкцію: Полімерний матеріал 5, який знаходиться у бункері 3 та надходить в матеріальний циліндр 2. Після цього він захоплюється обертовим черв'яком 1 і переміщується до формуючої головки. Фрагмент головки показаний під позицією 7.

Полімер, який знаходиться у першій зоні черв'яка l_1 розм'якшується і перетворюється у щільну пробку. У зоні, де відбувається стиснення l_2 полімер розплавлюється, а у зоні для дозування l_3 – гомогенізується і відбувається подача до формуючої головки.

На матеріальному циліндрі встановлюються зоновані кільцеві нагрівачі 5, що мають індивідуальні вентиляційні пристрої; ділянка циліндра, яка розташована біля завантажувального отвору охолоджується водою за допомогою каналів 4, для контролю температури передбачені термомпари 6. Всі вище перераховані елементи пристрою необхідні для забезпечення необхідного теплового режиму та умов транспортування.

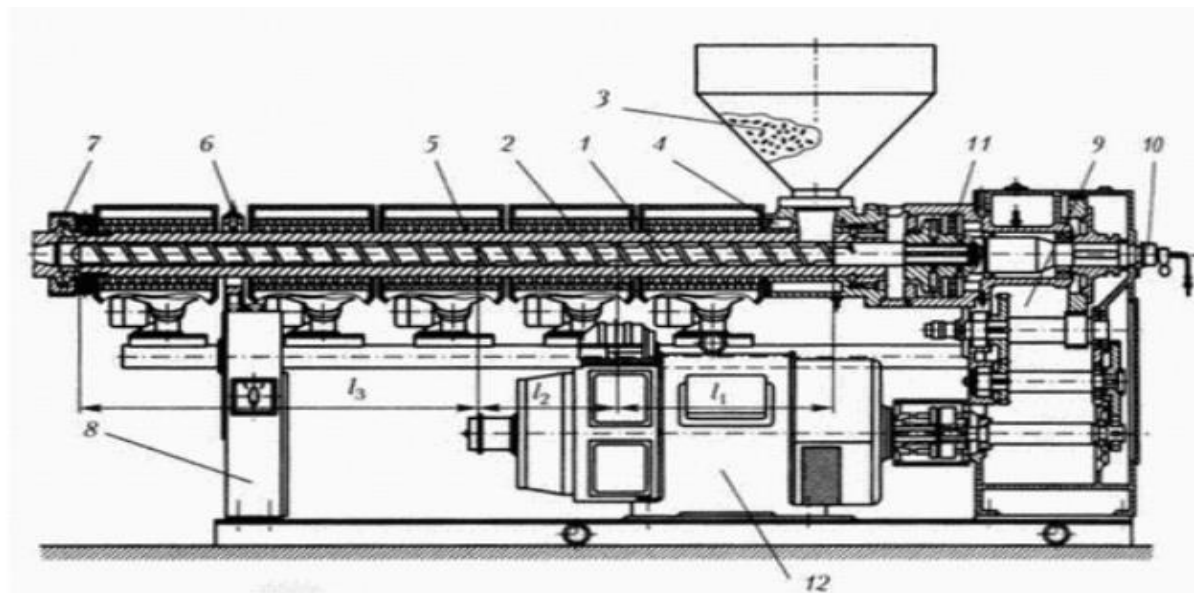


Рисунок 3.1 – Загальний вид гранулятора полімерного (пресу черв'ячного)
1-шнек; 2-матеріальний циліндр; 3-завантажувальний бункер; 4-охолоджуючі канали; 5-кільцеві зонні нагрівники; 6-термомпари; 7-формуюча головка; 8-корпус екструдера; 9-механічна передача; 10-патрубок для відводу охолоджуючої води;

					ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11-підшипниковий вузол; 12-електродвигун.

Зазвичай сама по собі конструкція черв'яка до своєї будови включає його внутрішнє охолодження водою. Вона подається і відводиться з машини за допомогою пристрою 10. Електромеханічний привід необхідний для отримання черв'яком обертання, і складається з електродвигуна 12 постійного або змінного струму, а також редуктивної механічної передачі 9. Осьове зусилля сприймає підшипниковий вузол, воно діє у зворотний проти транспортування бік. Всі робочі вузли екструдера знаходяться у корпусі 8.

					ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації

4.1 Літературно-патентний огляд

Метою проведення літературно – патентного пошуку став вибір технічного рішення та обґрунтування модернізації, яка зможе забезпечити найефективніше подрібнення та збільшити термін служби існуючого обладнання.

Нижче наведено типову конструкцію гранулятора полімерного, яку ми взяли за базову (рисунок 4.1). Гранулятор містить ріжучий ніж і фільтрну плиту, що закріплена гвинтами до переходника. Даний переходник з'єднаний з корпусом гвинтами. Фільтрна плита виконується з внутрішніми кільцевими проточками, де в кожній знаходиться зносостійка вставка з буртом і вкладиш для підтримки вставки до плити.

З метою вдосконалення головки полімерного гранулятора було здійснено патентний пошук для вирішення конструктивного рішення по удосконаленню пристрою головки гранулятора.

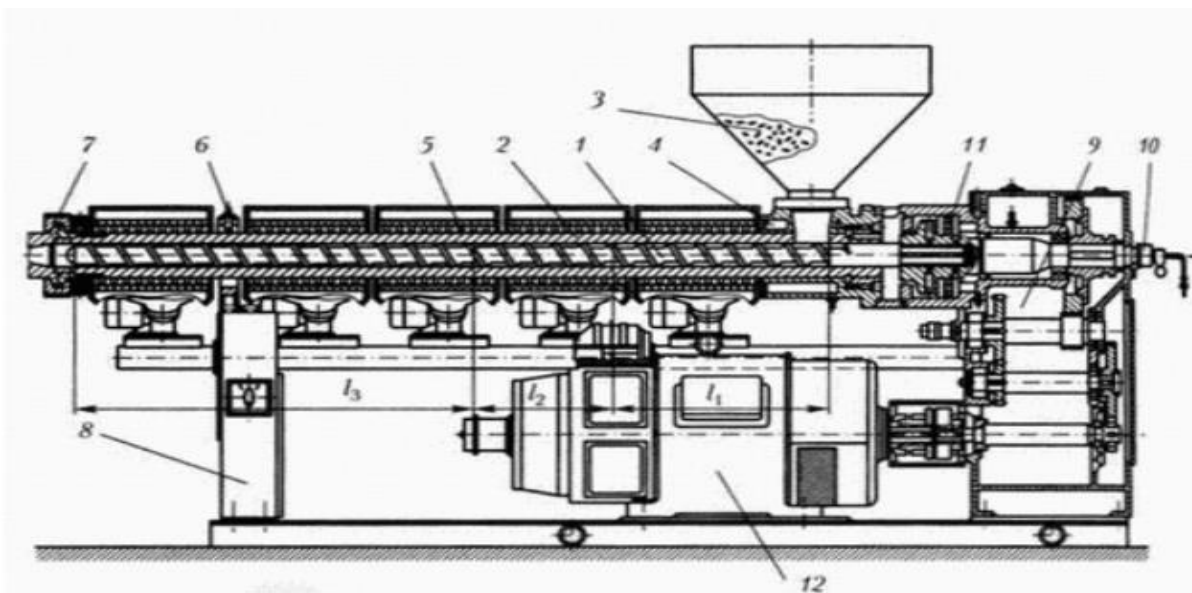


Рисунок 4.1 – загальний вид гранулятора полімерного

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.017246.01.70ПЗ

Аркуш

Головка гранулятора має недолік в тому, що через складну конструкцію та високе енергоспоживання, значно ускладнюється обслуговування пристрою.

Для вирішення цього недоліку було здійснено пошук та розгляд 10 патентів.

Результат літературно-патентного огляду наведено в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Таблиця розглянутих патентів

№	Предмет пошуку	Країна видачі, вид і номер документа	Сутність технологічного рішення та ціль його створення
1	Гранулятор	Україна, <u>63965</u> патент u201103816 Кл. В01J2/20, 2011 Крицький Денис Вікторович	Мета – підвищення щільності паливних паливних гранул, покращення вузла пресування. Досягається додаванням до робочої камери зовнішнього обігріву, в якій містяться тени, встановлені на корпусі.
2	Гранулятор	Україна, 90800 Патент a200812777 Кл. В01J2/20, 2010 Макаліш Арнольд Михайлович	Мета винаходу – підвищення якості гранул основного продукту за рахунок розподілу потоку основного продукту та відходу, а також спрощення конструкції, що дасть можливість знизити витрати електроенергії.
3	Гранулятор	Україна, 32982 Патент u200800731 Кл. В01J2/20, 2001 Дідух Володимир Федорович	Мета винаходу – збільшення продуктивності та ефективності роботи гранулятора. Досягається – зєднанням живильного шнека гранулятора із змішувачем, який має патрубок для подачі пару, а також матрицю яка має можливість робити обертові рухи. А також додатково обладнаний віброуючими лотками.
4	Гранулятор	Україна, патент 35758 Кл. В01J2/02, 2001 Заволодько Валерій Васильович	Мета винаходу – підвищення кількості одноманітних гранул шляхом додаткової дії імпульсного електромагнітного поля на струм плаву.
5	Гранулятор	Україна, 80464 Патент a200508319 Кл. В01J2/02, 2007 Павлюк Сергій Анатолійович	Мета винаходу – конструкція гранулятора, яка дозволила би гранулювати складні добрива та азотні добрива з різними домішками, без частого забивання отворів витікання, без налипання та погіршення рівномірності гранул.

										Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЛП72.017246.01.70ПЗ

6	Гранулятор	Україна, 5719 патент 2004080659 4 Кл. В01J2/12, 2005 Сергієнко Віктор Федорович	Мета винаходу – створення гранулятора, що має малі габарити по висоті, надійного і довговічного в експлуатації.
7	Гранулятор	Україна, 32982 патент u200800731 Кл. В01J2/12, 2008 Батраченко Олександр Вікторович	Мета винаходу – зміна конструкції відомого гранулятора, для забезпечення отримання нового технічного результату. Технічним результатом є збільшення продуктивності та ефективності роботи гранулятора. Досягається- ніж для відрізання гранул додатково обладнаний вібруючими приймальними лотками.
8	Гранулятор	Україна, 12205 патент u200508318 Кл. В01J8/02, 2006 Павлюк Сергій Анатолійович	Мета винаходу – створення конструкції гранулятора, яка дозволила би гранулювати складні добрива та азотні добрива з різними домішками, в тому числі суспензії, без частого забивання отворів витікання.
9	Гранулятор	Україна, 56002 Патент <u>2011107669</u> <u>/11</u> Кл. В01J2/20, 2010 Циганков Іван Юрійович	Мета винаходу – знешкодження утворення залежнів і шкода сипучому матеріалу, що транспортується, який не був захвачений. Досягається – додаванням до засобу для відрізання гранул, щонайменше одного НВЧ генератора.
10	Гранулятор	Україна, 47275 Патент u200907683 Кл. В01J2/20, 2010 Корнієнко Ярослав Микитович	Мета винаходу – вдосконалення конструкції гранулятора, в якому відсутні застійні зони.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.017246.01.70ПЗ

Аркуш

4.2 Обґрунтування вибору варіанту удосконалення головки

Головка гранулятора – робочий вузол, де відбувається пресування гранул. Основний недолік стає яскраво вираженим, коли підготовлена маса матеріалу поступає по каналах корпусу до отворів решітки. Під час цього процесу термопластичний матеріал застигає прям в отворах, через що якість гранулювання зменшується, тобто в кінцевому результаті отримуємо неякісний виріб.

Обрана нами модернізація дасть змогу підвищити надійність і рівномірність закріплення внутрішніх проточок фільтрної плити, послабить закріплення вставок під час довгого використання і зносу робочих частин деталей фільтрної плити.

Даного результату можна досягти створивши наступну конструкцію наведену нижче. До гранулюючого пристрою, який включає в себе ріжучий ніж 1 і фільтрну плиту 2, прикріплену гвинтами 3 до переходника 4, з'єднаному з корпусом 5 гвинтами 6. Фільтрна плита 2 виконана з внутрішніми кільцевими проточками 1, в кожному з яких встановлена до упору в торцеву стінку 8 з боку ножа 1 зносостійка вставка 9 з буртами 10 і вкладиш 11 для підтиску своєю торцевою поверхнею вставки 9 до плити 2. При роботі гранулятора розплав пластмаси через вихідний канал 20 екструдера, канал 19 переходника 4 живить канали вкладишів 11 і через них - канали 18 для проходу пластмаси, з яких видавлюється у вигляді стренгів, що розрізають на гранули ріжучим ножем 1.

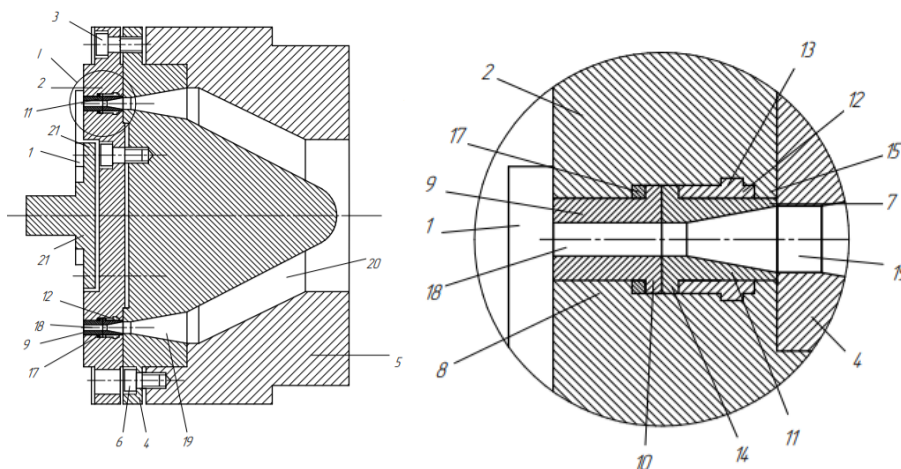


Рисунок 5.1 – Модернізація головки

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.017246.01.70ПЗ

Аркуш

- розташування струмоведучих частин на висоті більше 2 метрів;
- наявність надписів з певною інформацією на електричних частинах.

б) Аварійний режим

- наявність заземлення з опором 4 мОм для мереж до 1000В та не більше 5мОм в мережах понад 1000В (ДСТУ 7237:2011).

Об'єм приміщення в якому працюють оператори обладнання, що розглядається на кожного працівника має бути більшим 15 м³, а площа приміщення - не менше 4,5 м².

5.4. Пожежна безпека

Згідно з приміщенням для розроблюваного гранулятора воно відноситься до категорії пожежної безпеки В (за ДСТУ Б В.1.1 – 36:2016), клас П-Па зони пожежонебезпеки, II ступінь вогнестійкості (ДБН В.1.1-7:2016).

Можливі причини виникнення пожежі можуть бути:

- несправні електроприлади;
- коротке замикання внаслідок перевантаження кабелів живлення;
- несправні ізоляційні електропроводи;
- куріння в недозволених для цього місцях.

Щоб уникнути пожежі необхідно:

- дотримуватись технологічних норм і правил експлуатації;
- мати, добре розроблений протипожежний захист;
- засоби організації, системи ЕПС;
- засоби пожежогасіння в безпосередній близькості від обладнання;
- заземлення металевих елементів;

Щоб погасити невеликі ділянки спалаху застосовуються порошкові вогнегасники ОП-6 (3 шт.). Для гасіння включеної електромережі застосовуються порошкові вогнегасники ОП-10 (1 шт.).

Ширина дверей еваковиходу - 2 м. Кількість виходів повинна бути не меншою двох. Двері повинні відкриватися назовні (ДБН В.1.1-7:2016).

Висновки

Під час виконання дипломного проекту на тему «Гранулятор полімерної сировини з модернізацією головки» було вивчено призначення та конструкцію гранулятора, який використовується для помелу матеріалів на прикладі лінії підготовки полімеру низького тиску (ПНТ).

В ході виконання роботи проаналізовано технічні характеристики гранулятора. На основі аналізу виконано літературно-патентний пошук для подальшої модернізації головки. Обрано патент №1100, на основі нього було розроблено модернізацію головки гранулятора. Запропонована конструкція значно підвищує довгострокову надійність і виключає ослаблення кріплень вставок в процесі тривалої експлуатації, і зносу їх робочих площин, і робочої поверхні фільтрної плити. При даних покращеннях електрохімічна корозія деталей, що забезпечує якісне закріплення вставок також виключається.

У розділі «Охорона праці та навколишнього середовища» виявлено небезпечні фактори під час роботи гранулятора полімерного для персоналу, який обслуговує машину. На основі виявлених шкідливих факторів та небезпек розроблено шляхи їх подолання, що відповідають встановленим санітарним нормам.

Також розглянуто механіко-економічні показники обраної модернізації головки, які підтверджують доцільність обраного рішення та його ефективність під час роботи полімерного гранулятора.

					ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунки

ЗМІСТ

1	Параметричний розрахунок гранулятора полімерного.....	2
1.1	Розрахунок геометрії шнеку.....	2
1.2	Визначення коефіцієнта геометричної форми головки	3
1.3	Визначення продуктивності гранулятора полімерного	6
1.4	Визначення перепаду тиску в головці.....	8
1.5	Визначення потрібної потужності приводного двигуна.....	11
2	Розрахунки на міцність.....	13
2.1	Розрахунок черв'яка на стиск.....	13
2.2	Розрахунок черв'яка на кручення.....	15
2.3	Розрахунок черв'яка на жорсткість.....	16
2.4	Розрахунок черв'яка на витривалість.....	17
2.5	Розрахунок шліцьового з'єднання.....	17
2.6	Розрахунок матеріального циліндра, напруг від дії тиску.....	18
3	Тепловий розрахунок черв'ячного преса.....	20
3.1	Енергетичний баланс.....	20
3.2	Енергетичний баланс та тепловий розрахунок черв'ячної машини 32x30.21	21
4	Числове моделювання в системі ANSYS головки гранулятора під дією тиску.....	25
	Висновки.....	29

					<i>ЛП72.017246.02-70PP</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Гранулятор полімерної сировини з модернізацією головки КПІ ім. Ігоря Сікорського			
<i>Розробив</i>		<i>Бондар</i>						
<i>Перевірів</i>		<i>Чемерис</i>						
<i>Т.контр.</i>								
<i>Н.контр.</i>								
<i>Затв.</i>		<i>Гондляр</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>	
						1	29	

1. Параметричний розрахунок гранулятора полімерного.

1.1 Розрахунок геометрії шнеку

У представленій нижче роботі використовується гранулятор з черв'яком, який має діаметр $D = 32$ мм, відношення довжини робочої частини до його діаметра становить $L/D=30$.

Інші параметри черв'яка вибираються в залежності від матеріалу, що переробляється. У даному випадку матеріалом, що переробляється, є поліетилен низького тиску (ПНТ) і базові параметри черв'яка обчислюється виходячи з вихідних даних наведених нижче:

- діаметр черв'яка $D = 32$ мм;
- ступінь стискування черв'яка $i = 2,3$;
- відношення робочої довжини черв'яка до діаметра..... $\frac{L}{D} = 30$.

Розрахунок черв'яка проводимо:

Робоча довжина черв'яка:

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

$$L = 30 \cdot 0,032 = 0,96 \text{ м} = 96 \text{ см}.$$

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

Довжина зони дозування черв'яка при $L = 960$ мм:

$$L_H = 0,4L,$$

$$L_H = 0,4 \cdot 0,96 = 0,384 \text{ м} = 38,4 \text{ см}.$$

Довжина зони завантаження черв'яка:

$$L_3 = 0,25L,$$

$$L_3 = 0,25 \cdot 0,96 = 0,24 \text{ м} = 24 \text{ см}.$$

Довжина зони плавлення та стискання черв'яка:

					ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$L_C = 0,96 - 0,384 - 0,24 = 0,336 \text{ м} = 33,6 \text{ см}.$$

Визначаємо крок гвинтової лінії, якщо діаметр черв'яка $D=0,032$ м:

$$t = 1,03D,$$

$$t = 1,03 \cdot 0,032 = 0,033 \text{ м} = 3,3 \text{ см}.$$

Ширина гребеня витка каналу черв'яка:

$$e = 0,08D,$$

$$e = 0,08 \cdot 0,045 = 0,00256 \text{ м} = 0,256 \text{ см}.$$

Глибина гвинтового каналу черв'яка в зоні завантаження:

$$h_1 = 0,127D,$$

$$h_1 = 0,127 \cdot 0,032 = 0,0041 \text{ м} = 0,41 \text{ см}.$$

Глибина гвинтового каналу черв'яка у зоні дозування:

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

$$h_2 = 0,5 \left[0,032 - \sqrt{0,032^2 - \frac{4 \cdot 0,0041}{2,3}(0,032 - 0,0041)} \right] = 0,0016 \text{ м} = 0,16 \text{ см}.$$

Таким чином, геометричні параметри черв'яка визначені. Розміри можна нанести на креслення черв'яка .

1.2 Визначення коефіцієнта геометричної форми головки

Формули засновані на спрощеному аналітичному методі розрахунку коефіцієнта геометричної форми головки, дозволяють нам визначити характеристики каналів простих форм з достатньою для простих розрахунків точністю.

Весь шлях проходження розплаву через канал головки розбиваємо на декілька простіших складових і проводимо розрахунок:

1. Круглий циліндричний канал:

$$K_{\text{в}} = \frac{\pi \cdot d^4}{128 \cdot L'}$$

					ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де d – діаметр круглого циліндричного каналу;

L – довжина круглого циліндричного каналу;

$$K_1 = \frac{3,14 \cdot 2^4}{128 \cdot 34} = 0,012 \text{ см}^3$$

2. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною

$$K_{kk} = \frac{\pi(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)}{6 \cdot L \cdot m},$$

де R_1 – середній радіус отвору на вході;

R_0 – середній радіус отвору на виході;

δ_1 – висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;

δ_2 – висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини;

L – довжина конічного каналу з конічною щілиною;

$$m = \frac{2,3(R_0 - R_1)^2}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \delta_2}{R_1 \cdot \delta_1} - \frac{(R_0 - R_1) \cdot (\delta_1 - \delta_2)}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1) \cdot \delta_1 \cdot \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \cdot \delta_1^2 \cdot \delta_2^2}$$

$$m = \frac{2,3(0,35 - 4,7)^2}{(0,35 \cdot 1 - 4,7 \cdot 1)^2} \cdot \lg \frac{0,35 \cdot 1}{4,7 \cdot 1} - \frac{(0,35 - 4,7) \cdot (1 - 1)}{(0,35 \cdot 1 - 4,7 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 1} - \frac{1 - 1}{2 \cdot 1 \cdot 1} = -2,6 \frac{1}{\text{см}^2}$$

$$K_2 = \frac{3,14 \cdot (0,35 \cdot 1 - 4,7 \cdot 1)}{6 \cdot 8 \cdot (-2,6)} = 0,11 \text{ см}^3$$

3. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною:

$$K_{kk} = \frac{\pi(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)}{6 \cdot L \cdot m},$$

де R_1 – середній радіус отвору на вході;

R_0 – середній радіус отвору на виході;

δ_1 – висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;

δ_2 – висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини;

L – довжина конічного каналу з конічною щілиною;

$$m = \frac{2,3(R_0 - R_1)^2}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \delta_2}{R_1 \cdot \delta_1} - \frac{(R_0 - R_1) \cdot (\delta_1 - \delta_2)}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1) \cdot \delta_1 \cdot \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \cdot \delta_1^2 \cdot \delta_2^2}$$

$$K_5 = \frac{3,14(4,8 \cdot 0,1 - 7,8 \cdot 0,35)}{6 \cdot 21 \cdot (-8,2)} = 0,007 \text{ см}^3$$

Загальний коефіцієнт геометричної форми для всієї головки можна визначити, як суму опорів для окремих ділянок головки:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \frac{1}{K_4} + \frac{1}{K_5}},$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{0,012} + \frac{1}{0,11} + \frac{1}{0,001} + \frac{1}{0,34} + \frac{1}{0,007}} = 0,018 \text{ см}^3$$

Враховуючи вище розраховане, можемо зробити загальне креслення головки гранулятора.

1.3 Визначення продуктивності гранулятора полімерного

Розрахунок перепаду тиску:

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

Вихідні дані:

- кількість заходів черв'яка $\lambda = 1$;
- число обертів черв'яка $n = 1,25 \text{ с}^{-1} = 75 \text{ об/хв.}$;
- зазор між гребенем черв'яка і циліндром $\delta = 0,015 \text{ см}$;
- коефіцієнт форми для формуючого інструменту (голівки) ... $K = 0,18 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$.

Попередньо отримані дані: $D = 3,2 \text{ см}$; $L_H = 38,4 \text{ см}$; $t = 3,3 \text{ см}$; $e = 0,256 \text{ см}$; $h_2 = 0,16 \text{ см}$.

Визначальний і обмежувальний вплив на продуктивність машини має дозуюча зона черв'яка, у якій матеріал перебуває в стані розплаву. Тому розрахунок продуктивності екструзійної машини виконується по зоні дозування.

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

де α – коефіцієнт прямого потоку розплаву;

β – коефіцієнт зворотного потоку розплаву;

γ – коефіцієнт потоку витoku розплаву в зазорі між черв'яком і циліндром корпусу;

											Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.017246.01.70ПЗ						

Таким чином, продуктивність екструдера визначена.

1.4 Визначення перепаду тиску в головці

Розрахунок перепаду тиску проводимо враховуючи знайдену ефекту в'язкість:

Перепад тиску в головці при відомих значеннях продуктивності і коефіцієнта форми головки визначають по формулі:

$$\Delta P = \frac{Q \cdot \mu_e}{K},$$

де Q – продуктивність черв'ячної машини,

K – коефіцієнт геометричної форми головки;

μ_e – ефективна в'язкість (визначається з графічної залежності);

Падіння тиску в головці складається з втрат тиску на окремих ділянках.

При визначенні коефіцієнта геометричної форми головки були обрані окремі ділянки, що в основному створюють опір проходу розплаву в головці і сума яких дає загальний перепад тиску.

1. Для циліндричного круглого каналу швидкість зсуву визначається за формулою:

$$S = \frac{32 \cdot Q}{\pi \cdot d^3},$$

де Q – продуктивність черв'ячної машини,

d – діаметр циліндричного круглого перерізу.

$$S = \frac{32 \cdot 1,4}{\pi \cdot 2^3} = 1,8 \text{ с}^{-1}.$$

За графіком знаходимо ефективну в'язкість ПЕНТ при температурі розплаву 190°C і швидкості зсуву $1,8 \text{ с}^{-1}$

$$\mu_e = 720 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Перепад тиску в круглому циліндричному каналі складає:

$$\Delta P_1 = \frac{1,4 \cdot 720}{0,012} = 0,84 \text{ МПа}.$$

						ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

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

η – ККД, що враховує інші втрати потужності.

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

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

$$\dot{\gamma}_1 = \frac{\pi^2 0,032^2 \cdot 1,25}{0,00015 \cdot \sqrt{\pi^2 0,032^2 + 0,033^2}} = 131,4 \text{ c}^{-1}.$$

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

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

$$\mu_1 = 16200 \cdot 131,4^{(0,43-1)} = 2613 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Потужність, яка витрачається на подолання тертя маси у зазорі між гребнем черв'яка та корпусом визначаємо за рівнянням:

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

$$N_1 = \pi \frac{0,032^3 \cdot 0,00256 \cdot 0,384}{0,00015 \cdot 0,033} \cdot 1 \cdot 2613 \cdot 1,25^2 = 2607 \text{ Вт}.$$

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

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

$$\dot{\gamma}_2 = \frac{\pi^2 (0,032 - 0,0016)(0,032 - 2 \cdot 0,0016) \cdot 1,25}{0,0016 \sqrt{\pi^2 (0,032 - 2 \cdot 0,0016)^2 - 0,033^2}} = 124,2 \text{ c}^{-1}.$$

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

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

$$\mu_2 = 16200 \cdot 124,2^{(0,43-1)} = 2530,5 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

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

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

										Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЛП172.017246.01.70ПЗ

$$N_2 = \pi \frac{0,033 - 0,00256}{0,0033} (\pi^2 \cdot 0,032^2 - 4 \cdot 0,02^2) \cdot 1 \cdot 0,45 \cdot 2530,5 \cdot 1,25^2 + \frac{0,23 \cdot 10^{-4}}{0,18 \cdot 10^{-9}} \cdot 2530,5 \cdot 1,4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,25 = 4602 \text{ Вт}$$

Потрібна потужність приводного двигуна:

$$N = (2607 + 4602)/0,4 = 18022 \text{ Вт}$$

За розрахованим значенням N можна обрати відповідний двигун, який повинен забезпечити необхідну потужність.

Загальний вигляд гранулятор поліперний, з врахуванням розмірів двигуна наведено на кресленні.

					ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Розрахунки на міцність

2.1 Розрахунок черв'яка на стиск

Початкові дані: $D = 32$ мм, $N = 18$ кВт, $n = 75$ об/хв, $\sigma_t = 880$ МПа, $\alpha = 0,26$

На черв'як діють такі силові фактори:

- осьове зусилля $P_{ос}$;
- 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:

$$M_{кр} = \frac{9550 \cdot N}{n} = \frac{9550 \cdot 18}{75} = 22,8 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де $N = 18$ – потужність, яка споживається черв'яком, кВт;

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

Осьове зусилля:

$$P_{ос} = \frac{2 \cdot M_{кр}}{D} = \frac{2 \cdot 22,8 \cdot 10^3}{0,032} = 1425 \text{ кН}$$

де $D = 0,032$ - зовнішній діаметр черв'яка, м;

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

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{9,81 \cdot G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 12,1}{0,624} = 190 \text{ Н/м,}$$

де $l_p = 0,624$ - довжина робочої частини, м;

G – маса черв'яка, кг ;

$$G = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho \cdot l_p = \frac{3,14 \cdot 0,032^2 \cdot 7710 \cdot 0,0624}{4} = 12,1$$

									Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ЛП72.017246.01.70ПЗ

$$M_{max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_{\delta}^2 = \frac{1}{2} \cdot 190 \cdot 0,624^2 = 37 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

де W_x – осьовий момент опору:

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,032^3 \cdot (1 - 0,26^4)}{32} = 32 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

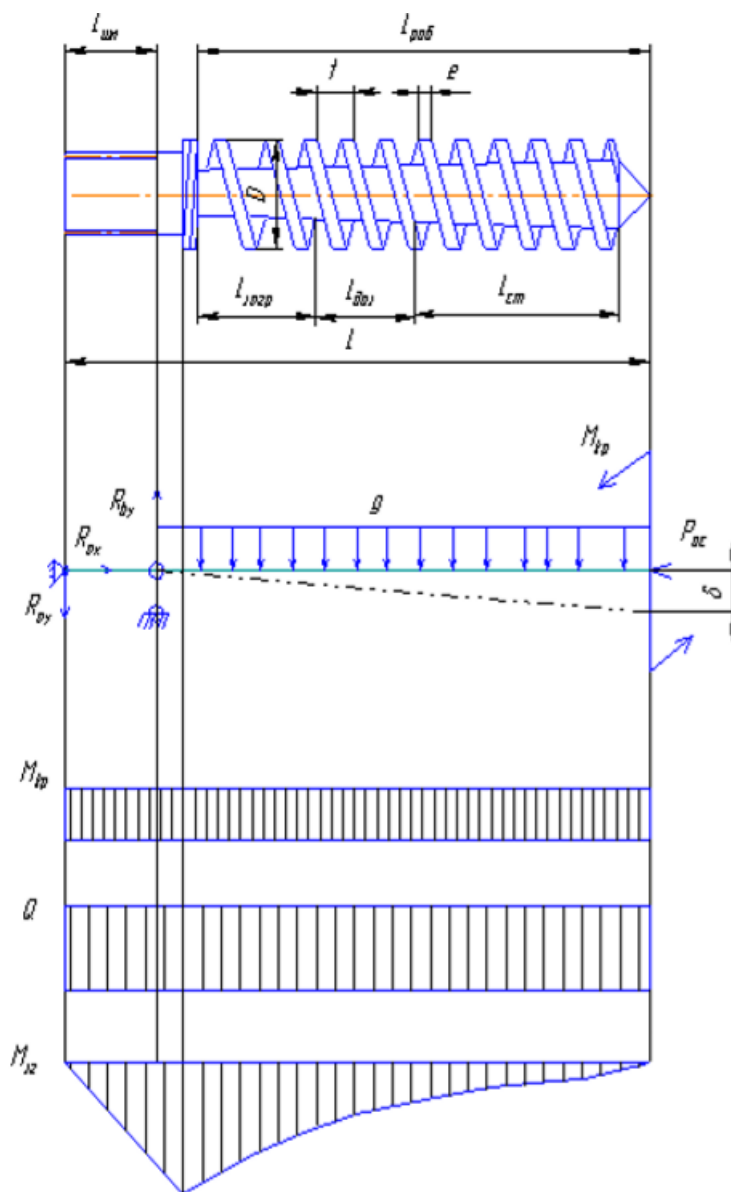


Рис. 4.1. Розрахункова схема шнека та епюри напружень.

Стискне напруження:

$$\sigma_{ст} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{1425 \cdot 10^3}{6,8 \cdot 10^{-3}} + \frac{37}{32 \cdot 10^{-4}} = 210 \text{ МПа}$$

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

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (1 - \alpha^2) = \frac{3,14 \cdot 0,41^2}{4} (1 - 0,26^2) = 6,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{22,8 \cdot 10^3}{2,7 \cdot 10^{-4}} = 84,4 \text{ МПа}$$

де W_p - полярний момент опору:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_1^3 (1 - \alpha^4)}{16} = \frac{3,14 \cdot 0,041^3 (1 - 0,26^4)}{16} = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{ст} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{210^2 + 4 \cdot 84,4^2} = 270 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу повинен перевищувати допустиме значення:

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

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

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

$$n = \frac{880}{270} = 3,26$$

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

2.2 Розрахунок черв'яка на кручення

Розрахунок черв'яка на кручення проводимо згідно з :

Перевіряємо найбільш слабкий переріз на кручення:

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

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;

									Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.017246.01.70ПЗ				

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

Розрахункове напруження кручення:

$$\tau_{\rho} = \frac{M_{кр}}{2 \cdot W_{ro}} = \frac{22,8 \cdot 10^3}{2 \cdot 4,4 \cdot 10^{-5}} = 56,35 \text{ МПа},$$

де W_{ro} – полярний момент опору крученню перерізу черв'яка з

урахуванням жорсткості витків

$$W_{ro} = 2 \cdot \frac{I}{R} = 2 \cdot \frac{3,8 \cdot 10^{-7}}{0,0175} = 4,4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3,$$

де $I = 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$ – полярний момент інерції перетину черв'яка;

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

Підставивши всі значення в формулу, отримуємо запас міцності $1,92$, що задовольняє умови.

2.3 Розрахунок черв'яка на жорсткість

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

Розрахунок черв'яка на жорсткість проводимо згідно з [6]:

Вихідні дані: матеріал черв'яка – сталь 38Х2МЮА, діаметр черв'яка $d=32$ мм, зазор між корпусом і черв'яком $\delta = 0,3125$ мм, модуль пружності $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, полярний момент інерції перетину черв'яка $I = 3,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$, $P_{oc} = 1425$ 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

$$k = \sqrt{\frac{P_{oc}}{E \cdot I}} = \sqrt{\frac{1425 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^{11} \cdot 3,8 \cdot 10^{-7}}} = 0,8$$

										Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ЛП72.017246.01.70ПЗ

$$A = \frac{q(l_p - \frac{1}{k} \cdot \sin(k \cdot l_p))}{k \cdot \cos(k \cdot l_p)} = \frac{2,35(0,624 - \frac{1}{0,8} \cdot \sin(0,8 \cdot 0,624))}{0,8 \cdot \cos(0,8 \cdot 0,624)} = 3,5$$

Максимальний прогин:

$$\delta_{\max} = \frac{1}{IE} \left(\frac{q}{k^2} \left(\frac{1}{k^2} + \frac{l_p}{2} \right) - \frac{1}{k} \left(\frac{q}{k^2} + A \cdot l_p \right) \cdot \cos(k \cdot l_p) - \frac{1}{k^2} \left(\frac{q \cdot l_p}{k} - A \right) \cdot \sin(k \cdot l_p) \right) = \frac{1}{2 \cdot 10^{11} \cdot 3,8 \cdot 10^{-7}} \left(\frac{2,35}{0,8^2} \left(\frac{1}{0,8^2} + \frac{0,624}{2} \right) - \frac{1}{0,8} \left(\frac{0,624}{0,8} + 3,5 \cdot 0,624 \right) \cdot \cos(0,8 \cdot 0,624) - \frac{1}{0,8^2} \left(\frac{2,35 \cdot 0,624}{0,8} - 3,5 \right) \cdot \sin(0,8 \cdot 0,624) \right) = 0,019 \text{ мм.}$$

Прогин в межах допустимого.

2.4 Розрахунок черв'яка на витривалість

Розрахунок черв'яка на витривалість проводимо згідно з [2]:

Оскільки черв'як витримує згинальний момент навантаження від циклічної дії власної ваги, доцільна 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:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x} = \frac{37}{32 \cdot 10^{-4}} = 1,15 \text{ МПа.}$$

$\sigma_c = 0$ – 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;

$$h = \frac{4-3,2}{2} = 0,4 \text{ см},$$

$$\sigma_{3M} = \frac{228000}{0,75 \cdot 28 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 0,065} = 27,1 \text{ МПа}.$$

2.6 Розрахунок матеріального циліндра, напруг від дії тиску

Розрахунок матеріального циліндра і напруг від дії тиску:

Вихідні дані: внутрішній радіус корпусу $R_b = 25$ мм, зовнішній радіус корпусу $R_H = 40$ 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.

$$\sigma_r^{p \max} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} \cdot \left(1 - \frac{R_H^2}{R_b^2}\right) = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 25^2}{40^2 - 25^2} \cdot \left(1 - \frac{40^2}{25^2}\right) = -20 \text{ МПа},$$

$$\sigma_r^{p \min} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} \cdot \left(1 - \frac{R_H^2}{R_H^2}\right) = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 25^2}{40^2 - 25^2} \cdot \left(1 - \frac{40^2}{40^2}\right) = 0 \text{ МПа}.$$

2. Тангенціальне напруження:

$$\sigma_\tau^{p \max} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} \cdot \left(1 + \frac{R_H^2}{R_b^2}\right) = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 25^2}{40^2 - 25^2} \cdot \left(1 + \frac{40^2}{25^2}\right) = 156,1 \text{ МПа},$$

$$\sigma_\tau^{p \min} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} \cdot \left(1 + \frac{R_H^2}{R_H^2}\right) = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 25^2}{40^2 - 25^2} \cdot \left(1 + \frac{40^2}{40^2}\right) = 62,1 \text{ МПа}.$$

3. Осьове напруження:

$$\sigma_z^{\max} = \frac{P \cdot R_b^2}{R_H^2 - R_b^2} = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 25^2}{40^2 - 25^2} = 32,05 \text{ МПа}.$$

					ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Тоді:

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

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.

3.2 Енергетичний баланс та тепловий розрахунок черв'ячної машини 32x30

Проводимо тепловий розрахунок черв'ячної машини:

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:

$$t_{\text{п}} = 25^\circ\text{C}$$

Охолодження корпусу 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:

										ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

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

Попередньо прийємо витрати повітря на одун секцію машини ЧП32х30 орієнтовно $700 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$.

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 .

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

$$23751 > 10000,$$

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:

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}}$$

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

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

Поверхня охолодження ЧП складається з наступних складових:

а) для машини ЧП32х30

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

де $D_H = 0,032$ м – зовнішній діаметр циліндра;

$L = 1,4$ м – довжина циліндра;

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

$$F_k = 3,14 \cdot 0,032 \cdot 1,4 \cdot 0,9 = 0,13 \text{ м}^2.$$

Кількість тепла, що відводиться з охолоджуючим повітрям:

$$N_{\text{охол}} = 4,5 \cdot 0,13 \cdot 71,8 = 42 \text{ кВт}.$$

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

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

$$\Delta t = \frac{N_{\text{охол}}^1}{\alpha_2 \cdot F_k} = \frac{58160}{59 \cdot 0,13} = 55^\circ\text{C}.$$

$$t_{\text{ст}} = \Delta t + t_{\text{п}} = 55 + 25 = 80^\circ\text{C}, \text{ що є задовільно.}$$

Остаточно приймаємо сумарну продуктивність вентиляторів $700 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$.

										ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

4. Числове моделювання в системі ANSYS

Вихідні дані.

Матеріал головки – Ст45;

– модуль пружності – $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;

– границя текучості – $\sigma_T = 355$ МПа;

– коефіцієнт Пуассона – $\nu = 0,299$;

– густина – $\rho = 7700$ кг/м³.

Матеріал, що завантажується – ПНТ

- насипна густина – 970 кг/м³

Розрахунок напружено-деформованого стану базової конструкції головки виконано з використанням програмних продуктів ANSYS (Static Structural – Design Modeler, Mechanical), які базуються на методі скінченних елементів. Результати розрахунків НДС головки базової конструкції наведено на рисунках 2.1–2.4, а модернізованої – на рисунках 2.5–2.9.



Рисунок 4. 1 - Скінченно-елементна сітка головки базової конструкції
(91278)

											Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП172.017246.01.70ПЗ						

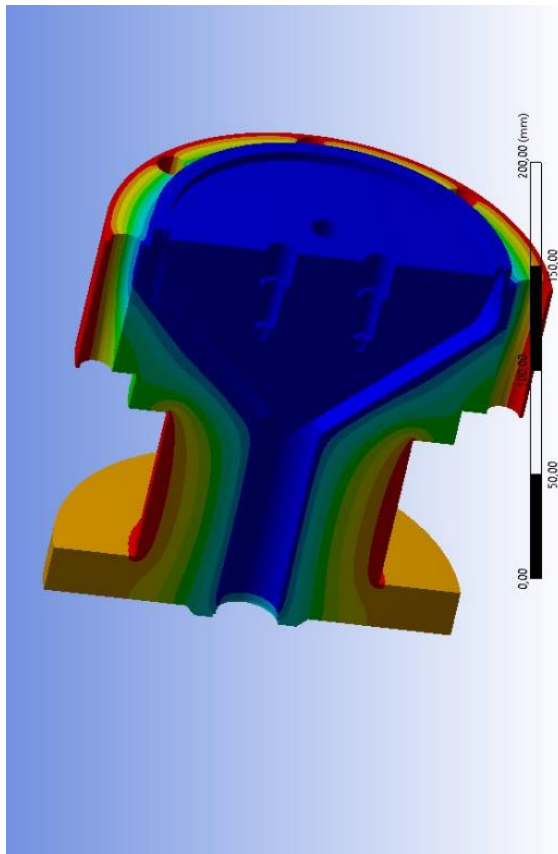


Рисунок 4. 2 – результати температурного навантаження головки базової конструкції

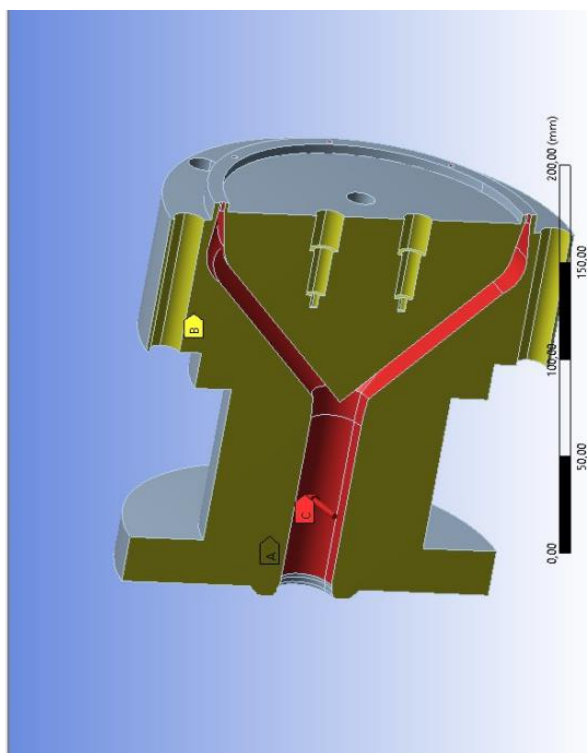


Рисунок 4. 3 Схеми навантажень та закріплень головки базової конструкції

					ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевіряємо значення еквівалентних напружень, деформацій та коефіцієнт запасу міцності:

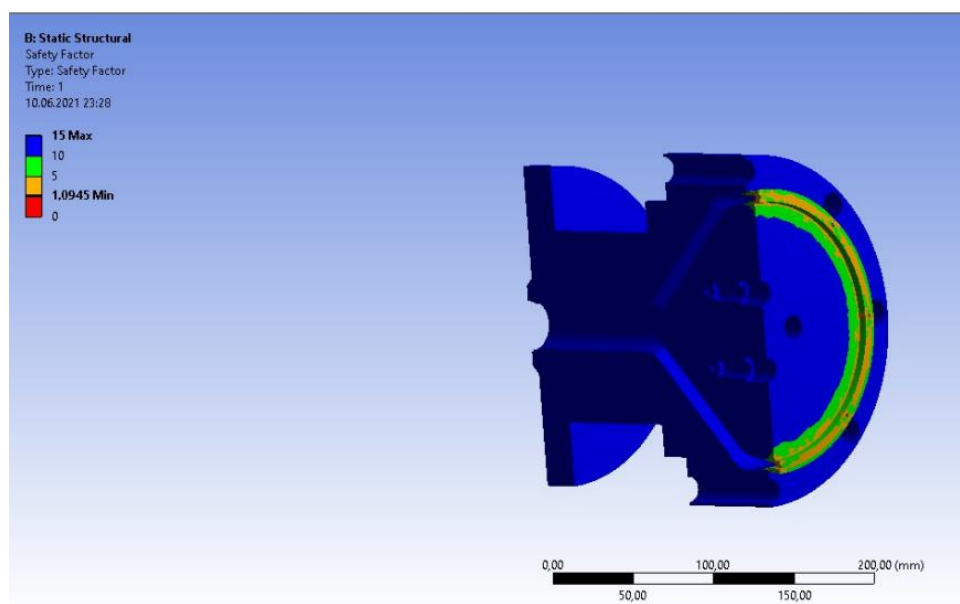


Рисунок 4.4 Коефіцієнт запасу міцності головки базової конструкції

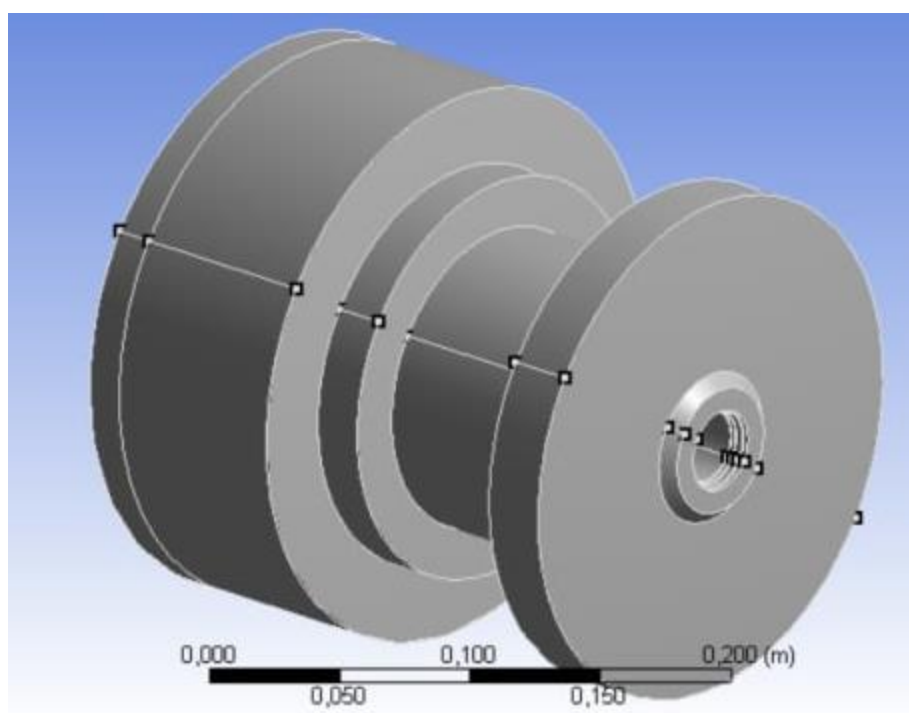


Рисунок 4.5 - Підготовка 3-Д моделі базової конструкції головки до розрахунку в ANSYS

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.017246.01.70ПЗ

Аркуш

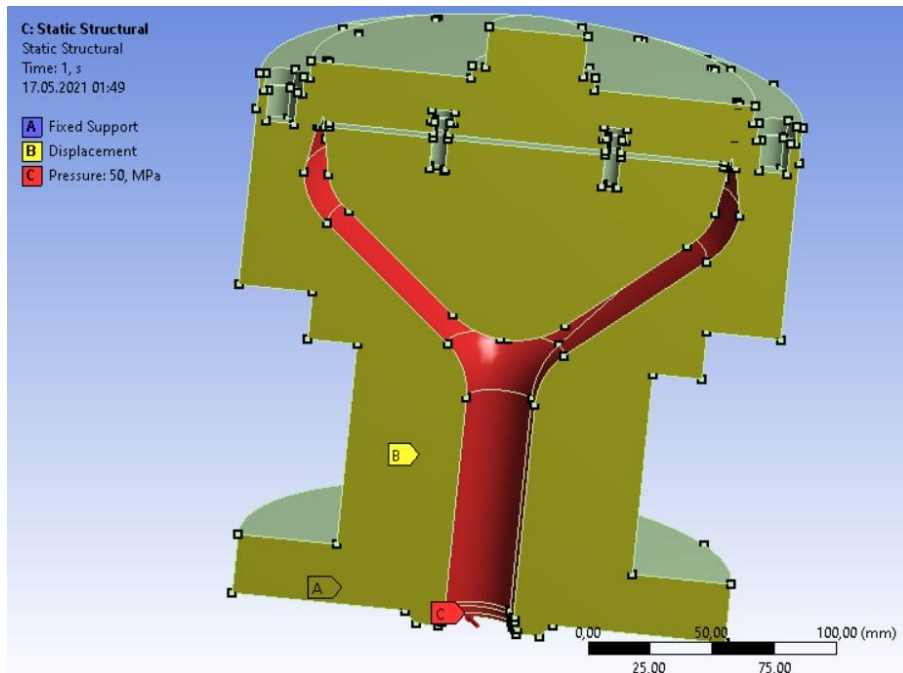


Рисунок 4. 8 Схеми навантажень та закріплень головки модернізованої конструкції

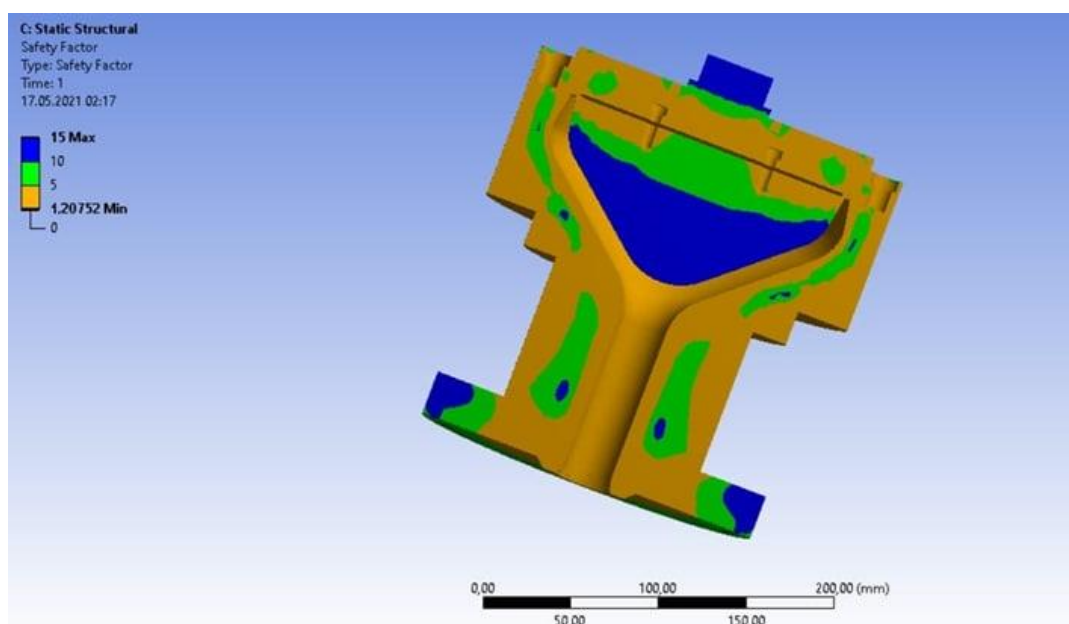


Рисунок 4. 9 Коефіцієнт запасу міцності головки модернізованої конструкції

Маючи аналіз результатів розрахунків НДС можна встановити, що умова міцності головки гранулятора виконується як для базової, так і для модернізованої конструкцій.

Висновки

Після виконання розділу «Розрахунки» дипломного проекту можна зробити такі висновки.

1) Щоб визначити основні характеристики машини, які підтвердять її працездатність, проведено розрахунок геометричних параметрів та розрахунок на міцність гранулятора .

2) Виконано розрахунки НДС головки гранулятора полімерного базової і модернізованої конструкцій. За результатами розрахунків встановлено, що умова міцності головки гранулятора виконується для обох конструкцій.

									Аркуш	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.017246.01.70ПЗ					

Технологія машинобудування

ЗМІСТ

1	Технологічний процес виготовлення деталі.....	3
1.1	Опис та призначення деталі.....	3
1.2	. Вибір заготовки для виготовлення деталі.....	4
1.3	Технологічний процес виготовлення деталі.....	5
2	Вибір та розрахунок пристосування для певної операції.....	10
2.1	Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії.....	10
	Висновок	15

					<i>ЛП72.017246.01.70ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розробив</i>		Бондар			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірив</i>		Чемерис					

1 Технологічний процес виготовлення деталі

1.1 Опис та призначення деталі

Метою розділу дипломного проекту стала розробка технологічного процесу виготовлення деталі «блок зубчастих колес» і проектування оснащення пристрою для одної з операцій виготовлення деталі.

Під час виконання роботи розробляється технологічний процес виготовлення деталі "блок зубчастих колес", що означає вибір методу виготовлення заготовки, призначення послідовності виконання операцій, вибір устаткування і інструмента для кожної операції технологічного процесу, розрахунок елементів режимів різання, сил різання і норм часу.

Блок зубчастих колес у машинобудуванні – обертова деталь машини, що передає крутний момент, може бути частиною диференціального (планетарного) редуктора. Блок зубчастих колес виготовляється з сталі 40, яка використовується для виготовлення відповідальних деталей.

Блок зубчастих колес є деталлю середнього машинобудування.

Хімічний склад у % матеріалу Ст40 ГОСТ 1050 - 88

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.37 - 0.45	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Механічні властивості при T = 20°C матеріалу Ст40

Сортамент	Размер	σ_b	σ_T	δ_5	ψ	Термообр.
-	мм	МПа	МПа	%	%	-
Труби холоднокатан.		580	320	17		Нормалізація
Труби горячекатан.		600	340	16		
Пруток каліброван., ГОСТ 10702-78		590			40	Відпал
Прокат, ГОСТ 1050-88	до 80	570	335	19	45	Нормалізація

					ЛП72.017246.01.70ПЗ				Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

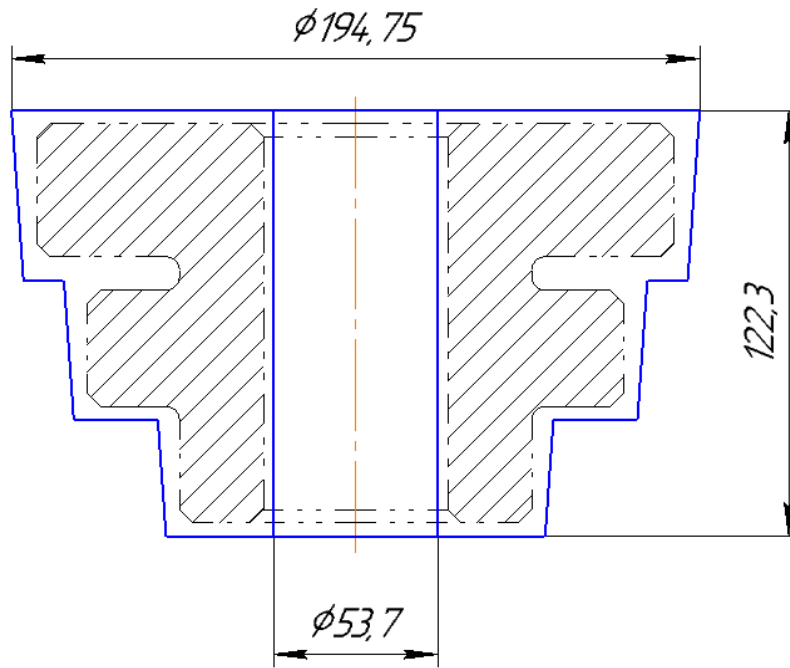


Рисунок 1.1 – Ескіз заготовки деталі

2.3 Технологічний процес виготовлення деталі

В маршрутній та операційних картах наводиться процес виготовлення поршня. Технологом визначаються схеми базування заготовки і типу елементів, що установлюються.

Технологічний процес виготовлення втулки наведено в МК, КЕ та ОК.

									Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП172.017246.01.70ПЗ				

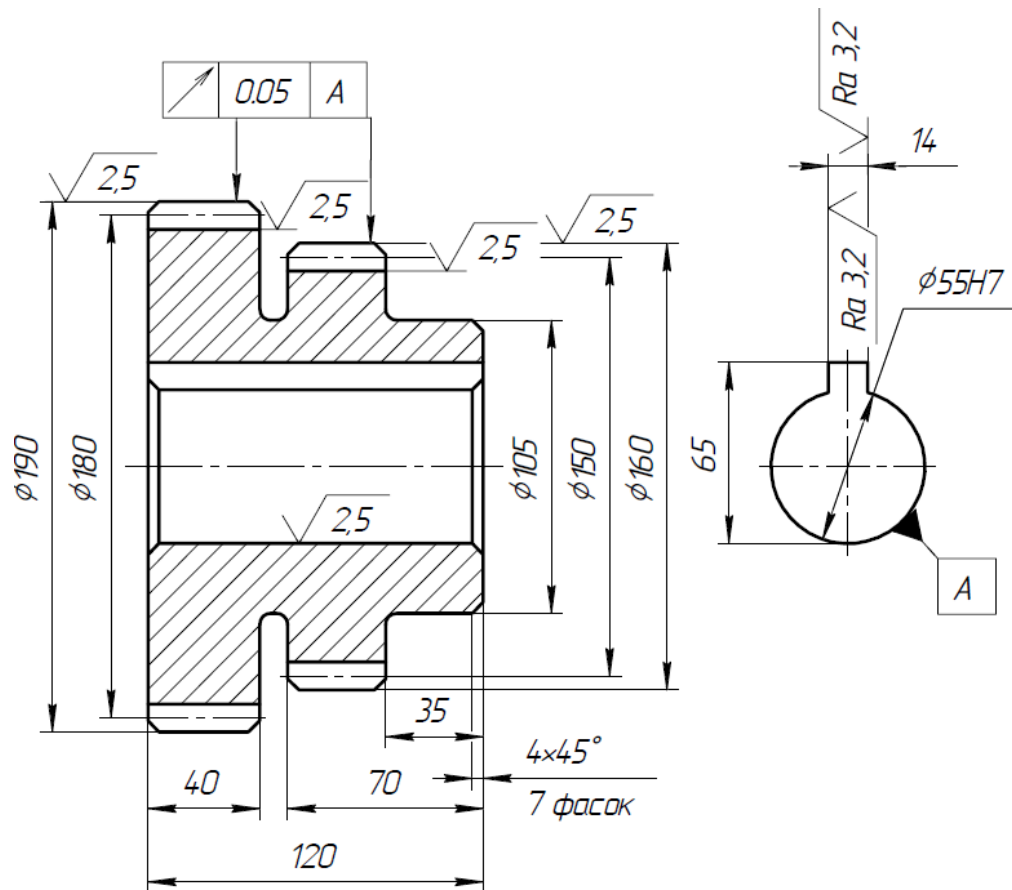


Рисунок 1. 2 – Креслення блоку зубчастих коліс

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

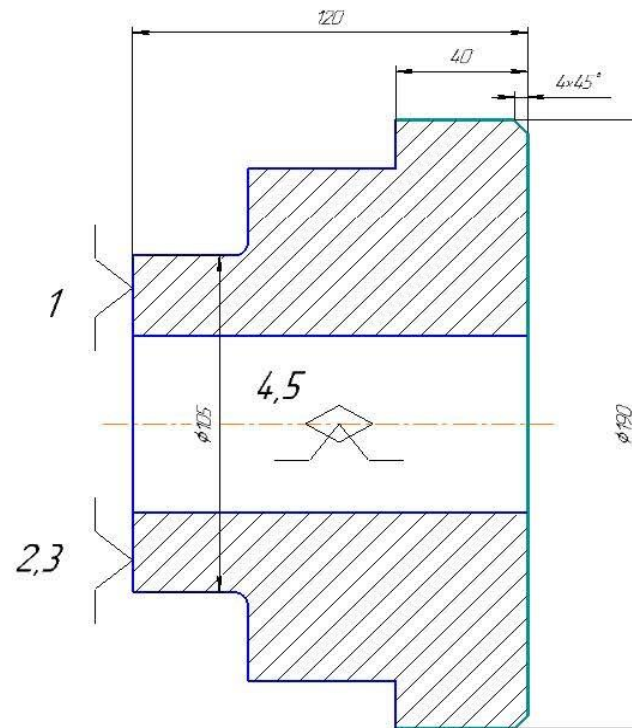
ЛП72.017246.01.70ПЗ

Аркуш

ГОСТ 3.555-84 Форма 7

Дубл.										
Взамін.										
Підпис								Зм	Ар	Недок.
								Підпис	Дата	

Розробив	Бондар			НТУУ "КПІ",							
Перевірів	Чемерис			ІХФ						005	
Н. контр.				БЛОК ЗУБЧАСТИХ КОЛЕС					Н		



KE

Обробка різанням

2. Вибір та розрахунок пристосування для певної операції

2.1. Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії

На основі креслення деталі і описаного в підрозділі 1.6 типового технологічного процесу вибирають технологічні бази і розроблюють маршрут обробки деталі. При цьому необхідно намагатися мінімізувати кількість операцій, установ та переходів.

Операція 005. Токарна

Заготовка встановлюється у токарний трикулачковий патрон діаметром $\varnothing 105$, при цьому торець $\varnothing 105$ виступає установочною базою і забезпечує три опорні точки, а зовнішня поверхня $\varnothing 105$ являється напрямною базою і забезпечує дві опорні точки.

1. Точити $\varnothing 190$ начорно, начисто;
2. Підрізати торець $\varnothing 190$.
3. Зняти фаску $4 \times 45^\circ$.

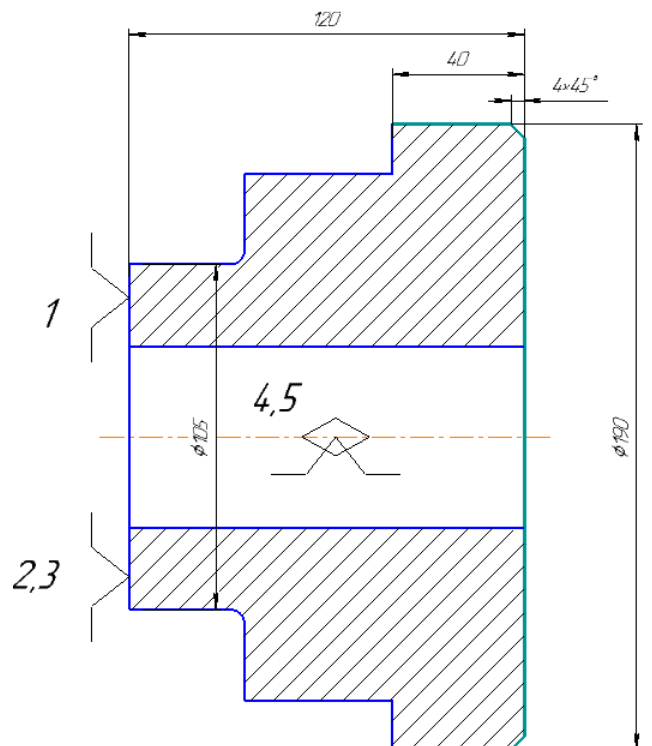


Схема базування при операції 005

Операція 010. Токарна

Заготовка встановлюється у токарний трикулачковий патрон діаметром $\varnothing 190$, при цьому торець $\varnothing 190$ виступає установочною базою і забезпечує три опорні точки, а зовнішня поверхня $\varnothing 190$ являється напрямною базою і забезпечує дві опорні точки.

1. Точити $\varnothing 160$ начорно, начисто, одночасно із отриманням канавки;

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.017246.01.70ПЗ

Архив

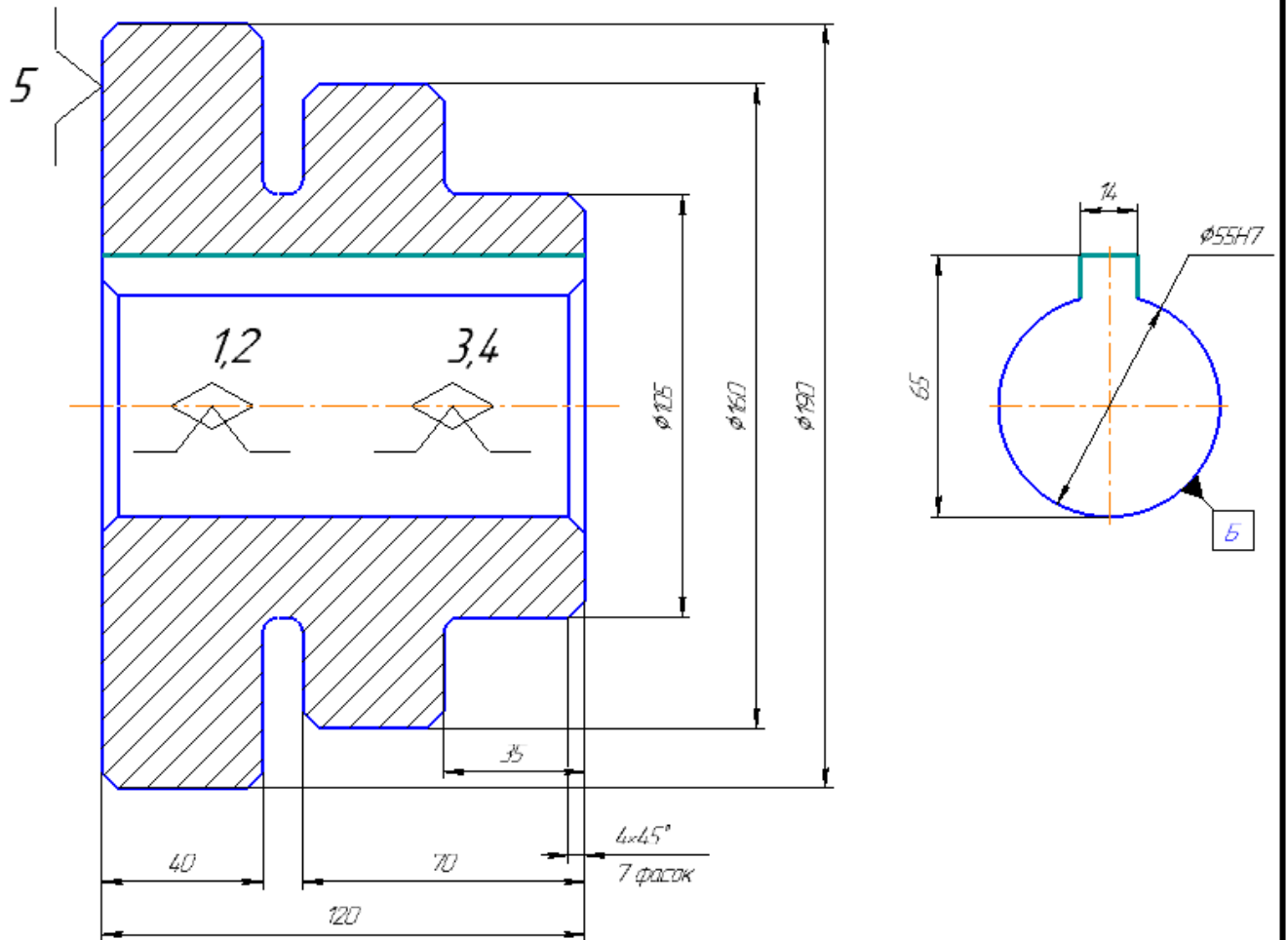


Схема базування при операції 015

020. Зубофрезерна (вертикально-зубофрезерний)

Заготовка встановлюється на столі верстату діаметром $\text{Ø}190$, при цьому торець $\text{Ø}190$ виступає установочною базою і забезпечує три опорні точки, зовнішня поверхня $\text{Ø}190$ виступає направляючою базою і забезпечує дві опорні точки, а шпонкова канавка виступає опорною базою і забезпечує одну опорну точку.

1. Фрезерувати зубці.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.017246.01.70ПЗ

Аркуш

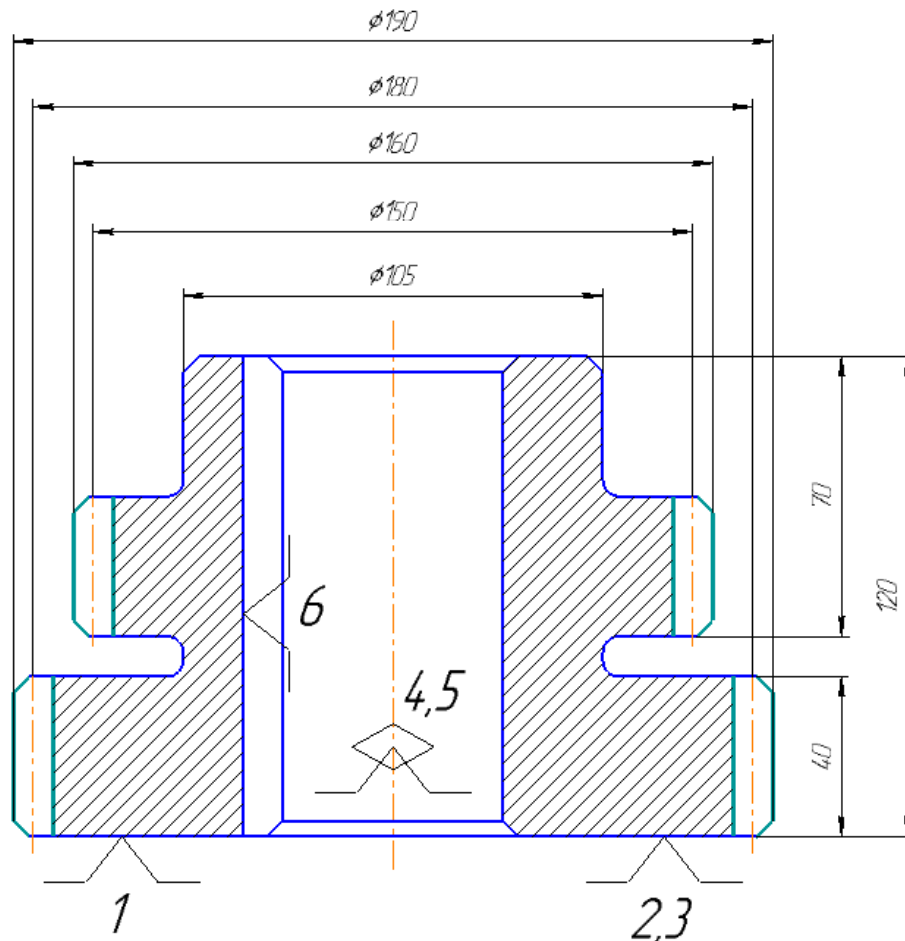


Схема базування для операцій 020

025. Термообробка

1. Закалити зубці до HRC = 30...35.

030. Зубошліфувальна

Заготовка встановлюється на столі верстату діаметром Ø190, при цьому торець Ø190 виступає установочною базою і забезпечує три опорні точки, зовнішня поверхня Ø190 виступає направляючою базою і забезпечує дві опорні точки, а шпонкова канавка виступає опорною базою і забезпечує одну опорну точку.

1. Шліфувати зубці.

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.017246.01.70ПЗ

Аркуш

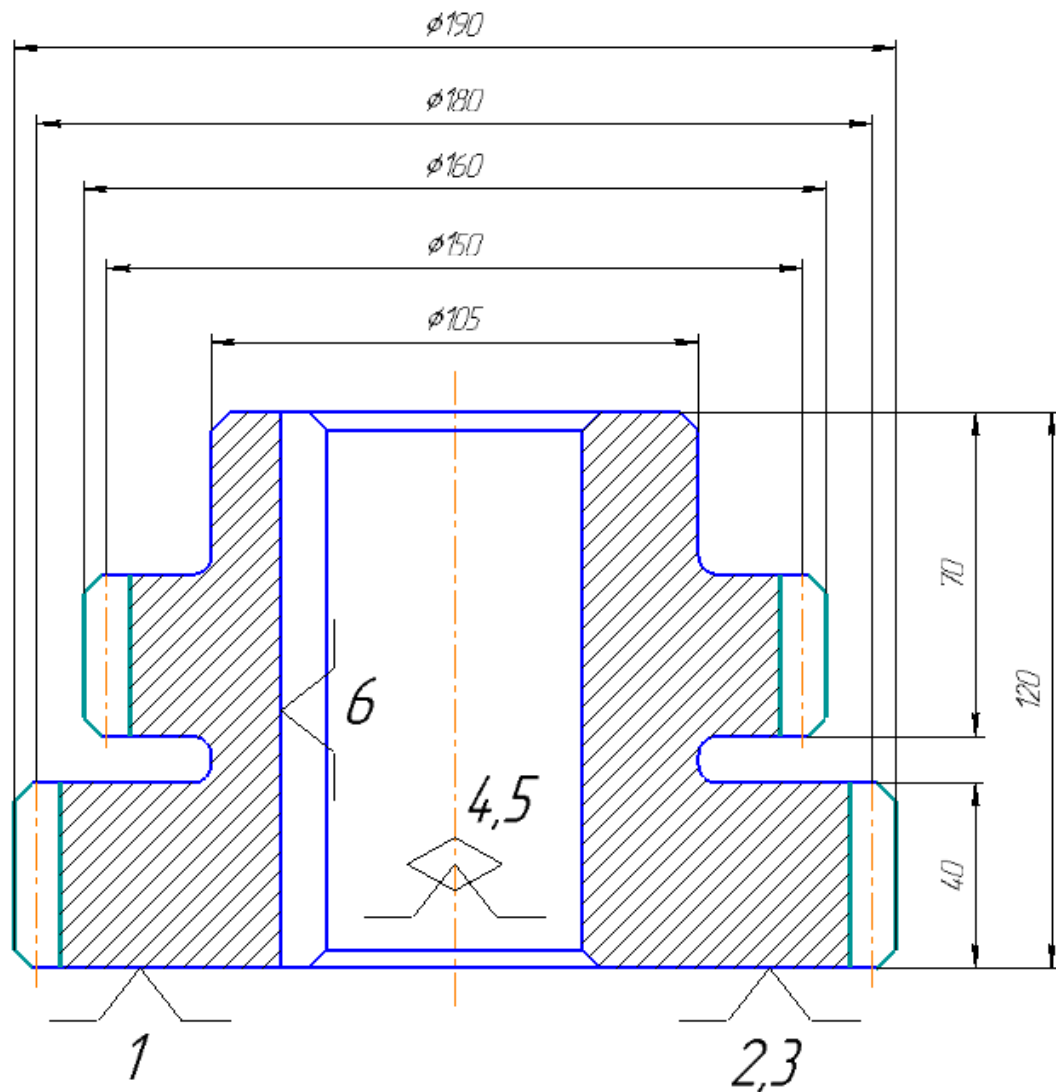


Схема базування для операцій 030

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.017246.01.70ПЗ

Аркуш

Висновки

У розділі дипломного проекту «Технологія машинобудування» ми розробили процес виготовлення блоку зубчастих коліс. Також обрали пристосування для однієї з можливих операцій виготовлення деталей.

Під час виконання роботи були вирішені такі важливі завдання:

- розробка технології виготовлення деталі «Блок зубчастих коліс»;
- вибір методу отримання заготовки;
- вибір необхідного обладнання й інструментів для всіх операцій.

Результатом виконаної роботи є розроблена операційна карта, маршрутна карта та специфіка.

Можна виділити, що додавши дане пристосування зменшиться час налагодження обладнання, в наслідку чого терміни та собівартість підготовки виробництва стануть значно меншими.

					ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні висновки

У даній роботі був представлений виконаний проект на тему «Гранулятор полімерної сировини з модернізацією головки». Метою даного проекту було вивчення початкової (базової) конструкції, призначення та принцип роботи полімерного гранулятора для проведення його модернізації.

Принцип роботи гранулятора полімерного було розглянуто на прикладі його використання в технологічній лінії підготовки полімеру низького тиску. Проведено аналіз технологічних характеристик та параметрів роботи гранулятора полімерного, в ході даного дослідження було визначено переваги та недоліки машини під час її використання. Визначено, що при роботі базової конструкції присутня висока енерговитратність, низька якість гранул, складна конструкція гранулятора, що потребує часте обслуговування.

Щоб вирішити недолік, який зазначили вище було проведено літературно-патентний огляд та обрано патент №1100, на основі якого запропоновано модернізацію головки гранулятора полімерної сировини. Дане рішення дозволяє значно підвищити надійність і спростити обслуговування даної машини.

Розроблено розділ «Охорона праці та навколишнього середовища» де проведений аналіз шкідливих факторів та небезпеки для життя та здоров'я персоналу під час експлуатації гранулятора та визначено шляхи їх усунення.

Проаналізовано механіко-економічні показники, що остаточно підтверджують ефективність та доцільність модернізації, яка була обрана, оскільки якість роботи гранулятора стала якіснішою та ефективнішою.

Виконано певні розрахунки гранулятора полімерного, які підтверджують працездатність обраної модернізації головки. В системі ANSYS виконано розрахунок напружено-деформованого стану головки за допомогою задачі статичної пружності. Для ілюстрування доцільності модернізації виконано розрахунок головки гранулятора до та після модернізації.

										Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.017246.01.70ПЗ					

У розділі «Технологія машинобудування» був детально розроблений технологічний процес виготовлення блоку зубчастих колес, під час якого розроблено операційні та маршрутні карти та карти ескізів процесу, де підібрано обладнання та металорізальні верстати для її виготовлення.

Розглянуто призначення блоку зубчастих колес, конструктивні особливості даної деталі. Обрано пристосування для виконання однієї з операцій виготовлення блоку зубчастих колес,.

За темою дипломного проекту підготовлено та опубліковано тезу XIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки» кафедри ХПСМ, ІХФ.

					ЛП72.017246.01.70ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модернізація гранулюючого пристрою

Бондар Р. С., студент, Чемерис А.О., к.т.н., доц.
 Національний технічний університет України
 «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Мета винаходу – підвищення надійності і спрощення обслуговування.

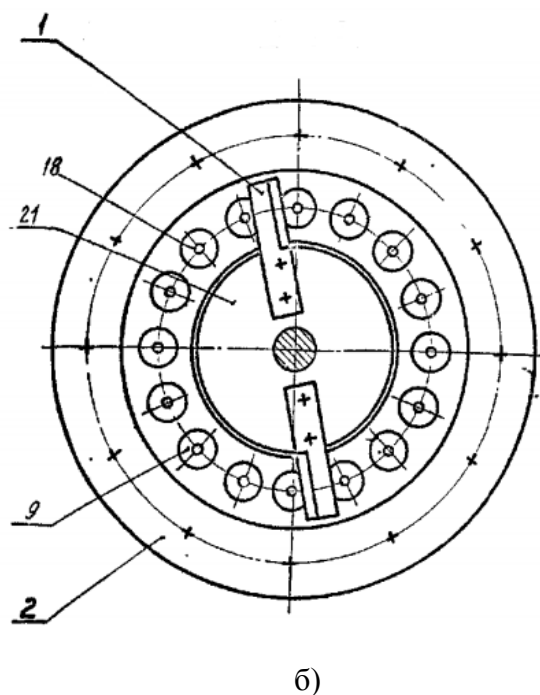
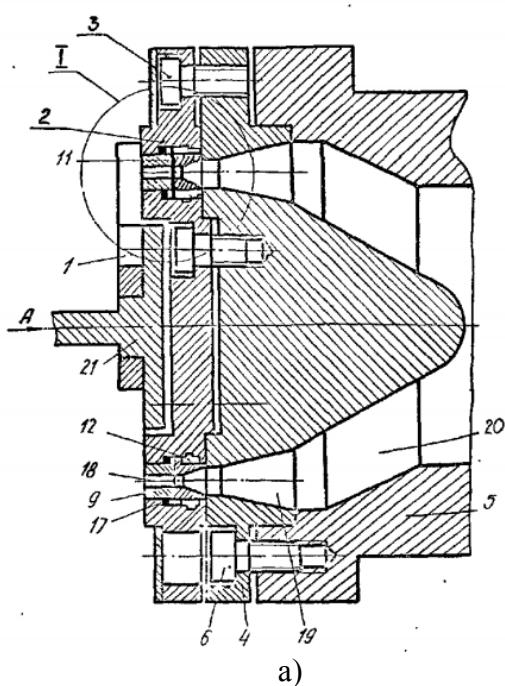
Гранулятор – це пристрій для отримання з подрібненого полімерного матеріалу гранул. Гранулятори широко застосовуються в хімічній, металургічній, будівельній, харчовій та інших галузях промисловості. Перевагами гранулятора є: висока продуктивність, розміри гранул приблизно однакові, а форма не має гострих кутів, що сприяє їх подальшій переробці в виробі. Серед недоліків гранулятора - висока енерговитратність, низька якість гранул, складна конструкція гранулятора, що потребує часте обслуговування.

Для усунення вищевказаних недоліків було проведено літературно-патентний огляд та прийнято рішення застосувати модернізацію запропоновану в патенті [1], який є найбільш відповідним для вирішення проблеми.

Поставленою задачею в даній корисній моделі стало підвищення надійності і спрощення обслуговування.

Це завдання можна вирішити гранулятором, який міститиме ріжучий ніж 1 і фільтрну плиту 2, прикріплену гвинтами 3 до перехідника 4, з'єднаному з корпусом 5 гвинтами 6. Фільтрна плита 2 виконана з внутрішніми кільцевими проточками 1, в кожену з яких встановлено до упору в торцеву стінку 8 з боку ножа 1 зносостійка вставка 9 з бурти 10 і вкладиш 11 для підтиску своєю торцевою поверхнею вставки 9 до плити 2.

При роботі гранулятора розплав пластмаси через вихідний канал 20 екструдера, канал 19 перехідника 4 живить канали вкладишів 11 і через них - канали 18 для проходження пластмаси, з яких видавлюється у вигляді джгутів, що розрізають на гранули ріжучим ножом 1, що прилягає до робочої поверхні фільтрної плити 2 і робочим площинам вставок 9.



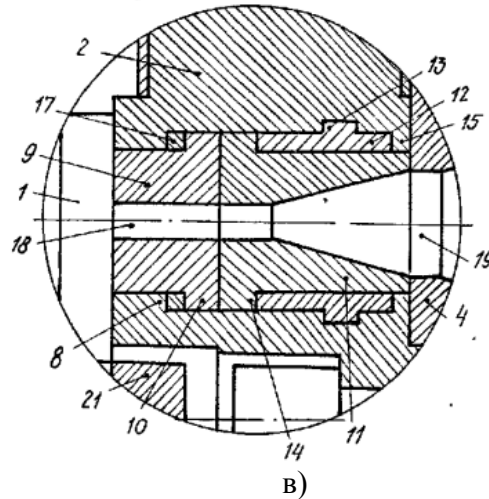


Рис – 1 Гранулятор для полімерної сировини з модернізацією головки; а) – повздовжній переріз гранулятора; б) – вид на ніж; в) – зона І на рис.а).
 1 – ріжучий ніж; 2 – фільтерна плита; 3 – гвинти; 4 – перехідник; 5 – корпус;
 6 – гвинти; 7 – кільцеві проточки; 8 – торцева стінка; 9 – зносостійка вставка;
 10 – бурт; 11 – вкладиш; 12 – втулки; 13 – кільцевий виступ; 14 – бурт; 15 – торцева стінка;
 16 – бічна поверхня; 17 – компенсуюче кільце; 18,19 – канали; 20 – вихідний канал; 21 – ножова головка.

Після удосконалення конструкції, що проводилось, описаний гранулятор пластмас забезпечує підвищення довгострокової надійності і рівномірності закріплення кожної вставки у внутрішніх кільцевих проточках фільтрної плити, виключає можливість ослаблення закріплення вставок в процесі тривалої експлуатації внаслідок зносу їх робочих площин і робочої поверхні фільтрної плити, усуває можливість розхитування вставок з подальшими пошкодженнями їх з боку робочих площин і порушенням процесу гранулювання. Одночасно виключається електрохімічна корозія деталей, що забезпечують якісне закріплення вставок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патент СССР - «Гранулятор» А.с. № 1100. В29В9/02. Заявл. 22.03.1990. Опубл. 30.12.1993.
2. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Червячные машины для переработки пластмасс резиновых смесей. М., Машиностроение, 1965, 349 с.
3. Сівецький В. І. Комп'ютерне проектування екструзійного полімерного устаткування. Навч. пос. К.: «Політехніка», 2003. – 96 с.