

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

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

«_____» _____ 2021 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності *133 – Галузеве машинобудування*

на тему: Екструзійний агрегат з модернізацією корпусу

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

Керівник проекту: _____ **асистент, к.т.н. Лелека С.В.**
(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти

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

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

РЕЦЕНЗЕНТ _____ **к.т.н доцент Коржик М.В.**

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

Студент **Грисюк В.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)
Спеціальність – 133 – Галузеве машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту
Грисюку Владиславу Сергійовичу

1. Тема проекту «Екструзійний агрегат з модернізацією корпусу», керівник проекту Лелека Сергій Володимирович асистент, кандидат наук, затверджені наказом по університету від 25.05.2020 р. № 1145-с
2. Термін подання студентом проекту _____.
3. Вихідні дані до проекту: діаметр черв'яка 45мм; частота обертів черв'яка 50 об/хв.; матеріал пластик; потужність приводу черв'яка $N = 11$ кВт; відстань від основи пресу до вісі черв'яка 1000 мм
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ, 1) Технологічна лінія для виробництва пластику, 2) Опис та обґрунтування вибраної конструкції, 3) Інженерні розрахунки, 4) Літературно – патентний огляд, 5) Вибір та обґрунтування модернізації, 6) Монтаж і експлуатація, 7) Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, 8) Очікувані механіко-економічні показники, Висновок.
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 запас міцність

6. Консультанти розділів проекту

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

Дата видачі завдання:

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Отримання завдання на дипломне проектування.		
2	Пошук модернізації		
3	Патентно-літературний пошук для здійснення модернізації корпусу. Обґрунтування модернізації.		
4	Виконання кінематичних та параметричних розрахунків щодо працездатності модернізації.		
5	Підготовка розділу «Пояснювальна записка».		
6	Виконання порівняльних розрахунків на міцність корпусу з використанням програмних продуктів ANSYS.		
7	Підготовка розділу «Розрахунки».		
8	Підготовка розділу «Технологія машинобудування».		
9	Робота над кресленнями з використанням САД-системах .		
10	Захист дипломного проекту.		

Студент
Керівник проекту

Грисюк В.С.
Лелека С.В.

ЗМІСТ

Реферат (українська мова)	6
Реферат (іноземна мова)	7
Перелік умовних позначень	9
Пояснювальна записка (ЛП72.037246.01-70ПЗ).....	10
Розділ «Розрахунки» (ЛП72.037246.02-70РР).....	23
Розділ «Технологія машинобудування» (ЛП72.037246.03-70ТЕ).....	34
Література.....	44
Додатки	
Додаток А Таблиця розглянутих патентів	45
Додаток Б Особисті досягнення студента	47
Додаток В Специфікації до креслень	48
Додаток Г Результати перевірки на плагіат.....	51

РЕФЕРАТ

"Екструзійний агрегат з модернізацією корпусу": Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» за напрямом підготовки 133-Галузеве машинобудування (програма професійного спрямування «Інжиніринг, обладнання та технології виробництв полімерних та будівельних матеріалів і виробів») / НТУУ «КПІ» ; Керівник Лелека С.В. - . Виконавець. – Грисюк В.С.

Робота складається з вступу і трьох розділів. Загальний обсяг роботи 67 аркушів основного тексту та 4 додатки.

Метою роботи є модернізація корпусу для переробки вторинного пластику. Спроектована лінія дозволить перероблювати полімери різного розміру без додаткового подрібнення.

У даній роботі був розглянутий черв'ячний прес ЧП-45 та виконана модернізація корпусу екструдера. Виконані всі необхідні параметричні розрахунки, теплові розрахунки і розрахунки на міцність.

ЕКСТРУДЕР, ВТОРИННИЙ ПОЛІМЕР, ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ЕКСТРУДЕР,
ПОЛІЕТИЛЕН, КОРПУС, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

ABSTRACT

"Extrusion unit with modernization of the case": a diploma project of the educational-qualification level "Bachelor" in the direction of preparation of 133-sectoral mechanical engineering (professional programming program "Engineering, equipment and technologies of production of polymeric and building materials and products") / NTUU "KPI"; Lesson Lalela S.V. -. Performer. - Grysyuk VS

The work consists of entry and three sections. Total work of main text sheets and 3 applications.

The purpose of the work is to modernize the housing for recycling secondary plastic. Designed line will allow processing polymers of different sizes without additional grinding.

In this work, the worm press PP-45 was considered and the extruder body was modernized. All necessary parametric calculations, thermal calculations and strength calculations are performed.

**EXTRUDER, SECONDARY POLYMER, SCREW EXTRUDER,
POLYETHYLENE, HOUSING, MODERNIZATION**

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ІНДЕКСІВ

Умовні позначення

- D - діаметр черв'яка, мм;
e - ступінь чорноти корпусу машини;
E – модуль пружності, Мпа.
F - площа зовнішньої головки, м²;
Gm - продуктивність машини, м³/год;
L - довжина черв'яка, мм;
n – кількість оборотів червяка, об/хв;
N - потужність двигуна, кВт;
p - об'ємна маса матеріалу, кг/ м³;
P - потужність нагрівників, кВт;
t_{поч} - температура води початкова, С;
t_{кін} - температура води кінцева, С;
T_{поч} - початкова температура матеріалу, С;
T_{кін} - температура розплаву на виході, С;
α - коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м²*К;

Скорочення

- ПЗ - пояснювальна записка;
РР – розділ розрахунки
ТЕ – технології машинобудування

Індекси

- max – максимальний;
min – мінімальний;

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Екструзійний агрегат з модернізацією корпусу»**

Київ 2021

Зміст

ВСТУП.....	2
1. Опис технологічної схеми виробництва пластику	4
2. Призначення й галузь застосування виробу, що проектується.....	6
3. Технічна характеристика базової машини.....	8
4. Опис конструкції та принцип роботи екструдера.....	9
5. Пошук технічних рішень та модернізація.....	15
6. Охорона праці й навколишнього середовища.....	20
7. Очікувані механіко-економічні показники.....	27

					ЛП72.037246.01-70ПЗ						
					<i>Екструзійний агрегат з модернізацією корпуса</i>						

ВСТУП

Екструзія являє собою безперервний технологічний процес, в результаті якого готові вироби виходять за допомогою продавлювання розплавленого матеріалу крізь формуючий інструмент (фільтру, екструзійну головку, отвір). Матеріал, який використовується в процесі екструзії, характеризується високим рівнем в'язкості, а вироби виходять з поперечним перерізом потрібної форми.

Екструзію, іншими словами, можна визначити як комплексний фізико-хімічний процес, що протікає під впливом механічних зусиль, високої температури і вологості. Переробляє сировину нагрівається за рахунок тепла, що виділяється в процесі подолання внутрішнього тертя і деформації матеріалу, а також завдяки зовнішньому нагріванню. Змінними параметрами процесу екструзії є склад і вологість матеріалу, що переробляється, а також тиск, температура, інтенсивність і тривалість впливу на сировину. До основних методів екструзії можна віднести холодне формування, теплову обробку і метод «гарячої екструзії» (формування). Метод екструзії, також як і лиття пластмас під тиском, відноситься до одного з найпопулярніших методів виробництва пластмасових виробів. Екструзійної обробці можуть піддаватися майже всі основні види полімерів: термопласти, еластомери, реактопласти.

Екструзія активно використовується в харчовій промисловості для виготовлення різних типів макаронів і локшини. В області переробки полімерних матеріалів екструзія використовується для виробництва труб, плівки, оболонки для кабелів, елементів оптичних систем, гумових сумішей, пластмас, феритових виробів і т.п. Крім цього, дана технологія широко використовується для виробництва теплових ізоляційних матеріалів. Матеріал пінополістирол, отриманий методом екструзії, застосовується для ізоляції фундаментів, бетону. Формування виробів здійснюється на екструзійних лініях, найпоширенішому типі обладнання для переробки

ЛП72.037246.01-70ПЗ

№ докум.

Підпис

1 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ПЛАСТИКОВИХ ТРУБ

Технологія виробництва полягає в гомогенізації, контрольованому розплавленні і розм'якшенні (пластикації) полімерної сировини в екструдері. Потім слідує формування готового виробу за допомогою робочої голівки екструдера(фільтри), подальше охолодження і остаточне калібрування. Виробництво труб ПНТ розпочинається із завантаження гранульованої сировини в приймальний бункер екструдера, звідки воно потрапляє в оснащений нагрівальними елементами робочий циліндр. Переміщаючись від зони завантаження, сировина послідовно проходить до гарячіших секцій циліндра.

Далі, в процесі калібрування, заготівля потрапляє у вакуумну ванну, де остаточне формування труби відбувається в результаті тиску, що притискає заготівлю до калібрувальної форми.

Завершальний етап виробництва поліетиленових труб - стандартна нарізка і укладання труб у бухти. Для цього, залежно від діаметру і товщини стінок труб, використовуються дискові пили.

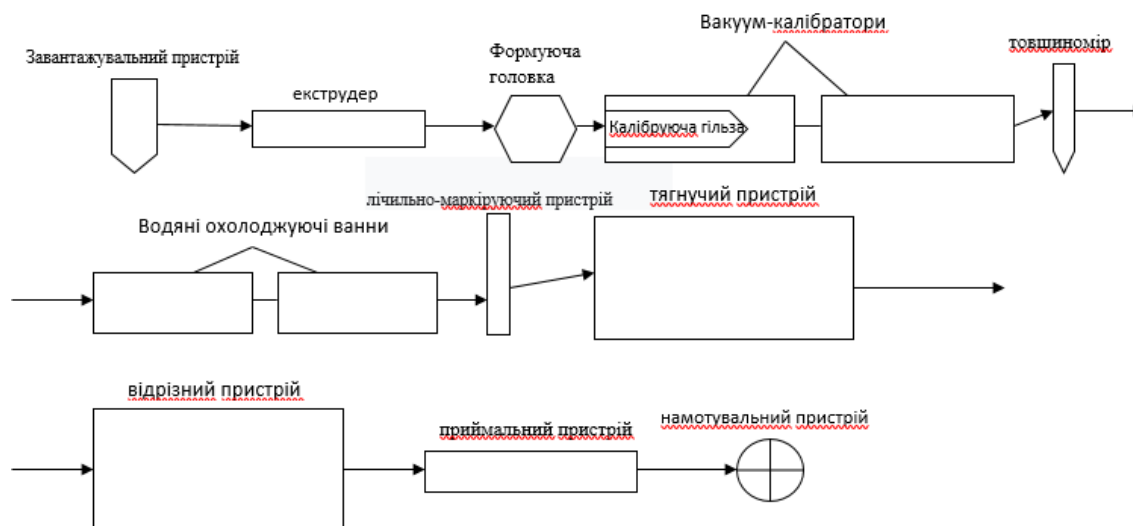


Рис. 1.1 – Схема екструзійної лінії для виробництва пластикових труб

ПНТ труби застосовуються для систем теплої підлоги, дренажних систем, гідрозахисту теплових ліній, транспортування хімічно агресивних рідин.

Їх основні переваги:

- Широкий діапазон робочих температур(- 60.+60 °С).
- Екологічність. Поліетиленові вироби не токсичні, не роблять згубного впливу на довкілля.
- Антикорозійні якості.

4. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ЕКСТРУДЕРА

Черв'ячний екструдер 45 × 20 використовується для безперервної обробки термопластичних частинок до однорідного розплавленого стану та рівномірного видавлювання їх через формуючий канал.

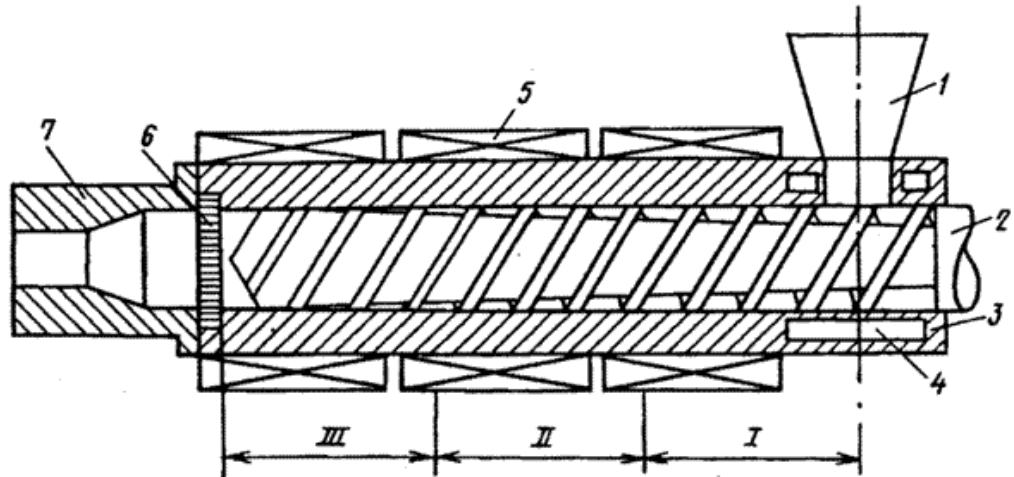


Рис 4.1 – Схема одношнекового екструдера

- 1- бункер
- 2- шнек
- 3- циліндр
- 4- порожнина для циркуляції води
- 5- нагрівач
- 6- решітка з сітками
- 7- формуюча головка

Процес екструзії включає послідовне переміщення матеріалу по обертовій спіралі в зоні (див. Рисунок 3.1): подача (I), пластифікація (II), дозування розплаву (III), а потім прошовування розплаву в канал формувальна голова.

Поділ шнека на зони I -III базується на технології і вказує, які операції в основному виконуються в цій частині шнека. Розділення шнека на кілька областей є умовним, оскільки відповідно до природи полімеру, що переробляється, температурно-швидкісного стану процесу та інших факторів, початок і кінець певних операцій може рухатися вздовж

гвинтового конвеєра, щоб захопити різну Площу або переходити з однієї частини в іншу. Балон також має певну довжину зони нагрівання. Довжина цих ділянок визначається положенням нагрівача на його поверхні та його температурою. Межа зони шнека I-III та площа нагрівання балона можуть не збігатися.

Розглянемо поведінку матеріалу по черзі на кожному етапі екструзії.

Завантаження сировини.

Початковою сировиною, що надходить у бункер для екструзії, може бути порошок, гранули або стрічки. Рівномірне дозування матеріалу в бункері може забезпечити хорошу якість екструдата.

Переробка полімеру у формі гранул - найкращий вибір для подачі екструдера. Це пов'язано з тим, що частинки полімеру мають менше шансів утворити «зведення» в бункері, ніж порошок, тому рух потоку на виході з екструдера виключається.

Навантаження міжобертового простору під бункер відбувається на довжину гвинта, що дорівнює (1-1,5) D. Коли на стінці бункера утворюється "зведення", матеріал перестає подавати гвинт. Для усунення цієї ситуації необхідно помістити вібратор в бункер.

Плинність матеріалу значною мірою залежить від вологості: чим більше води, тим менше плинність. Тому спочатку матеріал потрібно висушити. Для підвищення продуктивності машини пелети можна попередньо нагріти.

Застосування пристрою, який примусово передає матеріали з бункера до гвинта, також може значно підвищити продуктивність машини (в 3-4 рази). Коли матеріал ущільнюється в обертовому просторі шнека, відведене повітря скидається через бункер. Якщо повітря не видаляється повністю, він залишатиметься в розплаві і утворюватиме порожнину у виробі після формування, що є нестачею продукту. Зміна висоти наповнювального бункера також вплине на цілісність наповнення шнека. Тому силос обладнаний спеціальним автоматичним показником рівня, згідно з яким матеріал у силосі завантажується до необхідного рівня. Завантаження силосу

ЛП72.037246.01-70ПЗ

№ докум.

Підпис

екструдера здійснюється пневматичною трансмісією. Під час тривалої роботи екструдера бункер під бункером і ствол самого бункера можуть перегрітися. У цьому випадку частинки почнуть злипатися і перестануть подавати шнек. Для запобігання перегріву цієї частини балона в циліндрі відкривається порожнина циркуляції охолоджуючої води. (див. рис. 1, поз. 4).

Зона живлення (I).

Частинки розташовані в бункер заповнюють обертовий простір зони I шнека і герметично закриваються. Ущільнення та стиснення частинок в зоні I зазвичай здійснюється за рахунок зменшення глибини різання h шнека. Просування частинок відбувається за рахунок різниці тертя між полімером на внутрішній поверхні циліндра і поверхнею шнека. Оскільки контактна поверхня між полімером і поверхнею шнека більше поверхні контакту з поверхнею циліндра, коефіцієнт тертя між полімером і шнеком повинен бути зменшений, інакше матеріал перестане рухатися вздовж осі. Вкрутіть шнек і починайте обертатись. Це досягається за рахунок підвищення температури стінки циліндра (нагрівання) та зменшення температури шнека (шнек охолоджується водою зсередини).

Нагрів полімеру в зоні I відбувається за рахунок диссипативного тепла, що виділяється при терті матеріалу і за рахунок додаткового тепла від нагрівачів, розташованих по периметру циліндра.

При оптимальній температурі процесу полімер спресований, ущільнений і утворює в міжвитковому просторі тверду пробку (див. рис. 3.2). Краще всього, якщо така ковзаюча пробка утворюється і зберігається на межі зон I і II. Властивості пробки багато в чому визначають продуктивність машини, стабільність транспортування полімеру, величину максимального тиску і т. д.

ЛП72.037246.01-70ПЗ

№ докум.

Підпис

по шнеку: в зоні I це твердий матеріал, що в зоні II- плавиться. Наявність цього затору і створює основний внесок у підвищення тиску розплаву. Також збільшення тиску відбувається за рахунок зменшення глибини нарізки шнека. Запасений на виході з циліндра тиск витрачається на подолання опору сіток, течії розплаву в каналах головки і формування виробу.

Зона дозування (III).

Просування гетерогенного матеріалу (розплав, частинки твердого полімеру) продовжує супроводжуватися виділенням внутрішнього тепла, яке є результатом інтенсивних зрушених деформацій у полімері. Розплавлена маса продовжує гомогенізуватися, що проявляється в остаточному плавленні залишків твердого полімеру, усередненні в'язкості і температури розплавленої частини. У міжвітковому просторі розплав має ряд потоків, основними з яких є поздовжній і циркуляційний. Величина поздовжнього (вздовж осі шнека) потоку визначає продуктивність екструдера Q , а циркуляційного - якість гомогенності полімеру або змішування компонентів.

У свою чергу поздовжній потік складається з трьох потоків розплаву: прямого, зворотного і потоку витоків.

Продуктивність Q екструдера з урахуванням розподілу швидкостей різних потоків становить

$$Q = Q_{\text{пр}} - Q_{\text{обр}} - Q_{\text{ут}},$$

де $Q_{\text{пр}}$, $Q_{\text{обр}}$, $Q_{\text{ут}}$ - продуктивності екструдера від прямого потоку, протипотоку і витоків розплаву відповідно.

$$Q = \alpha n - \beta \cdot (\Delta P) / (\mu \cdot L),$$

де n - частота обертання шнека; ΔP - тиск на виході з шнека (в кінці зони III); α - ефективна в'язкість розплаву; L - довжина шнека; β - константа швидкості прямого потоку; γ - константа швидкості зворотного потоку, які залежать від геометричних параметрів шнека.

ЛП72.037246.01-70ПЗ

№ докум.

Підпис

5. ПОШУК ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ТА МОДЕРНІЗАЦІЙ

Поставивши за мету вдосконалення корпусу екструзійного агрегата (екструдера) проведемо літературно-патентний аналіз майбутньої модернізації.

1.RU162449U1

Відомий екструдер для переробки термопластів (патент UA №5779, опубл. 15.03.2005, Бюл. №3), вибраний в якості прототипу. Екструдер містить корпус, захватний пристрій, шнек, зону живлення, зону стискування, яка складається з бар'єрної секції і секції декомпресії, зону дозування, виконану з послідовних конічної і циліндричної секції.

Відмінністю заявленого рішення є виконання шнека в зоні стискування у вигляді бар'єрної секції і чотирьохзаходної змішуючої секції з чотирма зубчастими витками змішування, причому геометрія витка виконана у вигляді п'ятикутної зірки і подальший виток зміщений відносно попереднього на один зуб.

Використання заявленого екструдера при переробці крупнодисперсних вторинних сумішей дозволяє поєднувати підготовчі операції (наповнення, пресування, змішування, гранулювання) і операцію отримання нових якісних виробів методом екструзії, а також використати комбіновані вторинні суміші.

2.RU167651U1

Екструдер для переробки біологічних відходів, включаючий корпус, що складається із зони живлення, зони стискування, зони дозування, захватний пристрій, шнек, виконаний збірним, в зоні стискування шнек виконаний у вигляді бар'єрної секції і секції декомпресії, в зоні дозування містить конічну секцію і циліндричну секції, що відрізняється тим, що шнек циліндричної секції зона дозування виконаний з вісім переривчастий виток, а в зоні живлення виконаний у вигляді конічної секції.

3. RU162271U1

Екструдер для переробки будівельних і полімерних матеріалів, включаючий корпус, що складається із зони живлення, зони стискування, зони дозування, захватний пристрій, шнек, виконаний збірним, в зоні живлення шнек

ЛП72.037246.01-70ПЗ

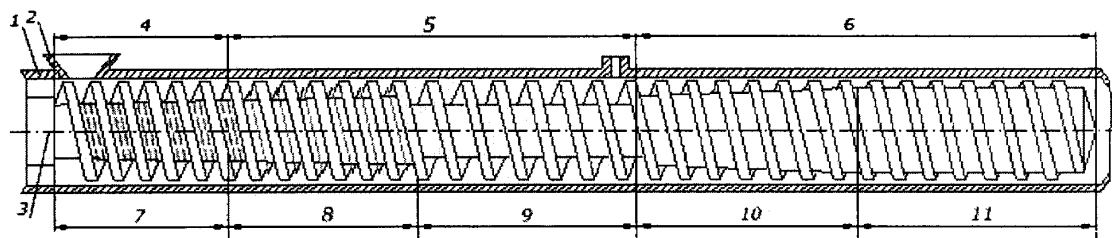
№ докум.

Підпис

виконаний у вигляді конічної секції, в зоні дозування, шнек виконаний з двох послідовно розташованих конічної і циліндричної секцій, відрізняється те, що шнек в зона стискування містить чотири безперервні лопаті змішування, розміщені уздовж гвинта, причому висота лопатей збільшується від 0,015 діаметр шнека на початку секції до 0,03 діаметра шнека у кінці секції, і утворює вхідний канал з низької здвигною деформацією, вихідний канал з високою деформацією і проміжком лопатей.

Модернізація

З усіх представлених варіантів, для модернізації було обрано патент RU156859U1 «Екструдер для переробки вторинних полімерів»



Екструдер, що використовується для обробки термопластів, включаючи оболонку, затискний пристрій, гвинтовий шнек, зону подачі, зону стиснення та дозувальну зону. зона декомпресії. Секції вони утворюють зону стиснення, а зона вимірювання складається послідовно з конічної та циліндричної частин. Технічне рішення відноситься до галузі обробки полімерних матеріалів під тиском і може бути використано для переробки полімерних відходів для отримання високоякісної продукції. Відомий екструдер для обробки термопластів, який включає корпус, затискний пристрій, шнек, зону подачі, зону стиснення, зону змішування з перемішувачем та зону дозування [1] (прототип).

Недоліком цієї конструкції є те, що при використанні для переробки комбінованих відходів термопластичного полімеру ця конструкція екструдера не може забезпечити високоякісну продукцію через недостатні можливості змішування та дегазації (оскільки відходи можуть містити різні

ЛП72.037246.01-70ПЗ

Не докум.

Підпис

газоподібні домішки). Крім того, через наявність зони змішування екструдер не може виробляти високий і стабільний тиск екструзії, а обладнання для змішування розташоване перед зоною дозування. Це технічне рішення спрямоване на проблему вдосконалення екструдера, оскільки зона змішування приймає бар'єрну секцію, за якою йде секція декомпресії, щоб сформувати зону стиснення. Композиція розплаву. Якість змішування компонентів, видалення летких сполук та отримання розплавленого полімерного потоку зі стабільним тиском та характеристиками на виході з екструдера можуть поліпшити якість продукції.

Пояснити технічну сутність та принцип роботи екструдера а також використання для переробки комбінованих термопластичних вторинних полімерних матеріалів на нові високоякісні вироби можна за допомогою ілюстративних матеріалів. (Рис. 4.2).

Запропонований екструдер для переробки термопластів містить корпус 1, захватний пристрій 2, шнек 3, зону живлення 4, зону стиснення 5, що складається з бар'єрної секції 6, секції декомпресії 7, зону дозування 8, виконану послідовно з конічної 9 і циліндричної 10 секцій

Екструдер для переробки термопластів працює таким чином. Полімерна суміш, що містить вторинну комбіновану сировину, заливається в затискний пристрій 2, захоплюється обертовим шнеком 3, транспортується і міцно ущільнюється в каналі зони подачі 4, а потім у каналі стиснутої бар'єрної секції 6, зона 5 - це повне плавлення полімерної суміші. Коли канал основної катушки вводиться в додаткову (бар'єрну) катушку зі змінною довжиною кроку, бар'єрна секція 6 використовується для отримання розплаву з рівномірною температурою і рівномірним перемішуванням по всьому об'єму Корпус відокремлений від полімерної пробки і забезпечує інтенсивне перемішування компонентів при протіканні через розплав. Леткі сполуки (водяна пара або розчинений або поглинений газ), що містяться у відходах, видаляються в секції декомпресії 7 зони стиснення, завдяки використанню конструкції з частково заповненим проточним каналом і випускним отвором у корпусі 1, конічна частина 9 і циліндрична частина 10

ЛП72.037246.01-70ПЗ

№ докум.

Підпис

6 ОХОРОНА ПРАЦІ Й НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Безпека регулює можливі причини нещасних випадків на виробництві, професійних захворювань, вибухів, пожеж та створення безпечних умов праці для людей, а також сформулювала систему методів щодо усунення цих причин. Основним законодавчим документом у галузі охорони праці є український Закон про охорону праці, прийнятий Верховною Радою 14 жовтня 1992 року. Закон передбачає основні положення конституційних прав громадян користуватися медичною допомогою під час роботи, регулює взаємозв'язок між безпекою праці та виробничим середовищем за участю відповідних державних органів та встановлює єдиний порядок для українських організацій з охорони праці. Дотримання законодавства про охорону праці може зменшити виробничий травматизм.

У відповідності до теми дипломного проекту – Екструзійний агрегат з модернізацією корпусу для безпечної роботи обслуговуючого персоналу лінії для підприємств хімічної промисловості забезпечено умови, що відповідають державним та галузевим стандартам, а також санітарним нормам та правилам.

Виробничі аварії, професійні захворювання та інші нещасні випадки на підприємствах часто спричинені порушенням відповідних правил техніки безпеки, виробничої гігієни та пожежної безпеки при проектуванні, технологічному процесі, виробничій базі та допоміжному обладнанні підприємства. Зазвичай особисті дефекти або помилки в проекті стають непрямыми або прямими причинами нещасних випадків, пожеж, вибухів, нещасних випадків, професійних захворювань та професійних захворювань. Тому сформульовано набір обов'язкових вимог з питань охорони праці.

З метою зменшення виробничого травматизму було проведено науковий аналіз умов праці та визначено небезпечні виробничі фактори, що виникли під час роботи одношнекової екструдерної лінії для виробництва ПВХ-профілів.

ЛП72.037246.01-70ПЗ

№ докум.

Підпис

12.1.005-88/98 відносяться до категорії середньої тяжкості (енерговитрати

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

150...200 ккал/год).

Склад повітря в робочій зоні залежить від метеорологічних умов: Температура ($t = 19-21^{\circ}\text{C}$ в холодний період, $t = 21-24^{\circ}\text{C}$ в теплий період), відносна вологість (60-40%) і кількість шкідливих речовин, що виділяються машиною. У процесі плавлення ПВХ виділяє окис вуглецю, вуглеводні, токсичні речовини, такі як органічні кислоти та альдегіди.

Таблиця 5.2 Параметри повітря робочої зони

Температура, відносна вологість та швидкість потоку повітря на робочому місці визначаються ЛТО 3.36.042-19

Респіратори та протигази, щоб зменшити шкідливий вплив, повітряні пристрої ІРА, у разі пожежі або підвищеного викиду небезпечних речовин, можуть використовуватися як засоби захисту органів дихання для усунення витоку газу або небезпечних рідин.

Для безпосереднього видалення шкідливого повітря або газів з місця їх джерела або місця випуску під головкою екструдера черв'яка встановлюється закрита вентиляційна кришка з фільтруючою потужністю $360 \text{ м}^2 / \text{год}$.

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

		№ докум.	Підпис				

ЛП72.037246.01-70ПЗ

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ

**до дипломного проекту на тему «Екструзійний агрегат з
модернізацією корпуса»**

ЛП72.037246.01-70ПЗ

		№ докум.	Підпис			

Зміст

1. Розрахунок геометрії шнека і частоти його обертання.....	2
2. Розрахунок продуктивності одношнекових екструдерів.....	4
3. Визначення коефіцієнта геометричної форми головки.....	8
4. Розрахунки в системі Ansys.....	6

		№ докум.	Підпис			

1. Розрахунок геометрії шнека і частоти його обертання

Об'ємна продуктивність

$$Q = 0,68D^{2,5} = 0,68 \cdot 45^{2,5} = 9237 \text{ мм}^3/\text{с}$$

$$t = (0,8 \dots 1,2)D = 1 \cdot 4,5 = 4,5$$

Глибина гвинтового каналу шнеків h для переробки пластичних мас приймається рівною:

1) в зоні живлення(завантаження)

$$h_1 = (0,12 \dots 0,16)D = 0,15 \cdot 4,5 = 0,675 \text{ см}$$

$$i = 4$$

2) в зоні дозування

$$h_3 = \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4h_1}{i}(D - h_1)} \right] = \left[4,5 - \sqrt{4,5^2 - \frac{4 \cdot 0,675}{4}(4,5 - 0,675)} \right] = 0,3$$

3) в зоні пластикації(стискування)

$$h_2 = h_1 - \frac{h_1 - h_3}{L} L_0 = 0,675 - \frac{0,675 - 0,3}{900} 450 = 4,8$$

$$L_0 = L - L_H = 900 - 450 = 450 \text{ см}$$

$$L_H = (0,4 \dots 0,6)L = 0,5 \cdot 900 = 450 \text{ см}$$

$$e = (0,06 \dots 0,1)D = 0,1 \cdot 4,5 = 0,45 \text{ см}$$

Радіальний проміжок між внутрішньою поверхнею матеріального циліндра і зовнішньою поверхнею витка шнека рекомендується приймати:

$$\delta = (0,002 \dots 0,005)D = 0,003 \cdot 4,5 = 0,0135$$

Критична частота обертання шнека в зоні завантаження шнекової машини може бути визначена по наступному співвідношенню($c-1$):

$$n_{e0} = \frac{42,2}{60\sqrt{D}} = \frac{42,2}{60\sqrt{0,45}} = 1,04$$

Робоча частота обертання шнека рівна:

$$n_p = (0,2 \dots 0,7) n_{кр} = 0,4 \cdot 1,04 = 0,416$$

2. Розрахунок продуктивності одношнекових екструдерів

		№ докум.	Підпис		

Визначальний вплив на продуктивність машини надає дозуюча зона шнека. Ефективність дозуючої зони сильно залежить від геометричних параметрів самого шнека. Віддача ж шнекового екструдера в цілому залежить не тільки від геометричних розмірів шнека і числа обертів, але і в значній мірі від конструкції формуючої головки.

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)..... $K = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$.

Попередньо отримані дані: $D = 4,5 \text{ см}$; $L_H = 45 \text{ см}$; $t = 6,5 \text{ см}$; $e = 0,5 \text{ см}$; $h_2 = 0,35 \text{ см}$.

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, згідно з [1].

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

де α – коефіцієнт прямого потоку розплаву; β – коефіцієнт зворотного потоку розплаву; γ – коефіцієнт потоку витіку розплаву в зазорі між черв'яком і циліндром корпусу; K – коефіцієнт форми для формуючого інструменту (голівки).

Знаходимо коефіцієнти, які входять в цю формулу.

Коефіцієнт прямого потоку розплаву, згідно з [1]:

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

де A , B , C – константи форми шнеку.

Для черв'яка з постійною глибиною каналу у зоні дозування ці константи розраховуються за залежностями, згідно з [1]:

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

Числові значення (вихідні дані підставлено в сантиметрах):

$$A = \frac{\pi}{0,35^2} \left(\frac{4,5}{0,35} - 1 \right) = 435,76 \text{ см}^{-2}; \quad B = \frac{0,35 + 4,5}{4,5^2 \cdot 0,35^3} = 5,5 \text{ см}^{-4}; \quad C = 1 + \frac{4,5^2}{2 \cdot 0,35^2} = 83.$$

Тоді коефіцієнт прямого потоку розплаву матиме наступне значення:

$$\alpha = \frac{\pi(4,5 - 1 \cdot 0,5) \cdot 83}{435,76 + 4,5^2 \cdot 3,91} = 4,17 \text{ см}^2.$$

Коефіцієнт зворотного потоку розплаву:

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

$$\beta = \frac{\pi \cdot 4,5 \cdot (4,5 - 1 \cdot 0,5)}{12 \cdot 80 \cdot (435,76 + 4,5^2 \cdot 3,91)} = 0,21 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3.$$

Коефіцієнт потоку витoku розплаву в зазорі між черв'яком і циліндром корпусу машини визначається за формулою:

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

$$\gamma = \frac{\pi \cdot 4,5 \cdot 0,015^3 \cdot 6,5^2}{10 \cdot 0,5 \cdot 80 \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot 4,5^2 + 6,5^2}} = 0,33 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3$$

Визначаємо продуктивність екструдера у технічних одиницях виміру:

$$Q = \frac{5,11 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 75}{0,3 \cdot 10^{-3} + 0,21 \cdot 10^{-3} + 0,33 \cdot 10^{-6}} = 225,3 \frac{\text{см}^3}{\text{хв}}. \quad [1];$$

Продуктивність екструдера у одиницях виміру Сі:

$$Q = 225,3 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} = 3,85 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с} \quad [1];$$

Таким чином, продуктивність екструдера визначена.

		№ докум.	Підпис		

3. Визначення коефіцієнта геометричної форми головки

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

Весь шлях проходження розплаву через канал головки розіб'ємо на декілька простіших складових і проведемо розрахунок.

1. Круглий циліндричний канал, згідно з [1];

$$K_{\sigma} = \frac{\pi \cdot d^4}{128 \cdot L},$$

де d -діаметр круглого циліндричного каналу,
 L -довжина круглого циліндричного каналу

$$K_1 = \frac{3,14 \cdot 3,6^4}{128 \cdot 60} = 0,1 \text{ см}^3. \quad [1];$$

2. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною:

$$K_{kk} = \frac{\pi(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)}{6 \cdot L \cdot m}, \quad [1];$$

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.

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

$$m = \frac{2,3 \cdot (0,7 - 9,5)^2}{(0,7 \cdot 1 - 9,5 \cdot 1)^2} \cdot \lg \frac{0,7 \cdot 1}{9,5 \cdot 1} - \frac{(0,7 - 9,5) \cdot (1 - 1)}{(0,7 \cdot 1 - 9,5 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 1} - \frac{1^2 - 1^2}{2 \cdot 1^2 \cdot 1^2} = -2,6 \frac{1}{\text{см}^2}, \quad [1];$$

$$K_2 = \frac{3,14 \cdot (0,7 \cdot 1 - 9,5 \cdot 1)}{6 \cdot 16 \cdot (-2,6)} = 0,11 \text{ см}^3., \quad [1];$$

4. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною:

$$K_{kk} = \frac{\pi(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)}{6 \cdot L \cdot m}, \quad [1];$$

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.

$$m = \frac{2,3(R_0 - R_1)^2}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \delta_2}{R_1 \cdot \delta_1} - \frac{(R_0 - R_1) \cdot (\delta_1 - \delta_2)}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1) \cdot \delta_1 \cdot \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \cdot \delta_1^2 \cdot \delta_2^2}, \quad [1];$$

$$m = \frac{2,3 \cdot (9,4 - 9,8)^2}{(9,4 \cdot 0,4 - 9,8 \cdot 1)^2} \cdot \lg \frac{9,4 \cdot 0,4}{9,8 \cdot 1} - \frac{(9,4 - 9,8) \cdot (1 - 0,4)}{(9,4 \cdot 0,4 - 9,8 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 0,4} - \frac{1^2 - 0,4^2}{2 \cdot 1^2 \cdot 0,4^2} = -2,6 \frac{1}{\text{см}^2}.$$

$$K_4 = \frac{3,14 \cdot (9,4 \cdot 0,4 - 9,8 \cdot 1)}{6 \cdot 1 \cdot (-2,6)} = 1,17 \text{ см}^3. \quad [1];$$

5. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною, згідно з [1];:

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

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.

$$m = \frac{2,3(R_0 - R_1)^2}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \delta_2}{R_1 \cdot \delta_1} - \frac{(R_0 - R_1) \cdot (\delta_1 - \delta_2)}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1) \cdot \delta_1 \cdot \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \cdot \delta_1^2 \cdot \delta_2^2}, \quad [1];$$

$$m = \frac{2,3 \cdot (9,5 - 15,8)^2}{(9,5 \cdot 0,2 - 15,8 \cdot 0,73)^2} \cdot \lg \frac{9,5 \cdot 0,2}{15,8 \cdot 0,73} - \frac{(9,5 - 15,8) \cdot (0,73 - 0,2)}{(9,5 \cdot 0,2 - 15,8 \cdot 0,73) \cdot 0,73 \cdot 0,2} - \frac{0,73^2 - 0,2^2}{2 \cdot 0,73^2 \cdot 0,2^2} = -14,72 \frac{1}{\text{см}^2}.$$

$$K_4 = \frac{3,14 \cdot (9,5 \cdot 0,2 - 15,8 \cdot 0,73)}{6 \cdot 8 \cdot (-14,72)} = 0,43 \text{ см}^3.$$

Загальний коефіцієнт геометричної форми для всієї головки можна визначити, як суму опорів окремих ділянок головки, згідно з [1];

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\hat{E}_1} + \frac{1}{\hat{E}_2} + \frac{1}{\hat{E}_3} + \frac{1}{\hat{E}_4} + \frac{1}{\hat{E}_5}},$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{0,07} + \frac{1}{0,11} + \frac{1}{0,35} + \frac{1}{1,17} + \frac{1}{0,043}} = 0,0199 \text{ см}^3.$$

1.1. 3.3 Визначення перепаду тиску в головці

Перепад тиску в головці при відомих значеннях продуктивності і коефіцієнта геометричної форми головки визначають по формулі, згідно з [1];

		№ докум.	Підпис		

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

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, згідно з [1]:

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

де Q - продуктивність черв'ячної машини;

d-діаметр циліндричного круглого каналу.

$$S_1 = \frac{32 \cdot 57,26}{3,14 \cdot 3,6^3} = 12,5 \text{ c}^{-1}.$$

За графіком знаходимо ефективну в'язкість ПВХ при температурі розплаву 190°C и швидкості зсуву 12,5 c⁻¹

$$\mu_{y1} = 16 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}., \quad [1];$$

Перепад тиску в круглому циліндричному каналі складає :

$$\Delta P_1 = \frac{57,26 \cdot 16 \cdot 10^3}{0,07} = 13,1 \text{ МПа}, \quad [1];$$

2. Для конічного каналу швидкість зсуву визначається за формулою:

$$S = \frac{2,32 \cdot Q}{\pi \cdot (R_0 + R_1) \cdot (\delta_1 + \delta_2)^2}, \quad [1];$$

де R1-середній радіус кола на виході;

R₀-середній радіус кола на вході;

δ_1 - висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;

δ_2 - висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини.

$$S_2 = \frac{2,32 \cdot 57,26}{3,14 \cdot (0,7 + 9,5) \cdot (1+1)^2} = 1,04 \text{ c}^{-1}., \quad [1];$$

За графіком знаходимо ефективну в'язкість поліетилену при температурі розплаву 190°C и швидкості зрушення 1,04 c⁻¹ :

$$\mu_{e3} = 25 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}., \quad [1];$$

Перепад тиску в конічному каналі:

		№ докум.	Підпис		
					ЛП72.037246.02-70PP

$$\Delta P_2 = \frac{57,26 \cdot 25 \cdot 10^3}{0,11} = 13,0 \text{ МПа.}, \quad [1];$$

3. Для конічного кільцевого каналу з конічною щілиною швидкість зрушення визначається за формулою:

$$S = \frac{22,32 \cdot Q}{\pi \cdot (R_0 + R_1) \cdot (\delta_1 + \delta_2)^2}, \quad [1];$$

де R1-середній радіус кола на виході;

R₀-середній радіус кола на вході;

δ₁ - висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;

δ₂ - висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини.

$$S_3 = \frac{22,32 * 57,26}{3,14 * (9,4 + 9,8) * (1 + 0,4)^2} = 10,82 \text{ с}^{-1}, \quad [1];$$

За графіком знаходимо ефективну в'язкість поліетилену при температурі розплаву 190°C і швидкості зсуву 10,82 с⁻¹:

$$\mu_{e3} = 18 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с.}, \quad [1];$$

Перепад тиску в конічному каналі:

$$\Delta P_3 = \frac{57,26 * 18 * 10^3}{1,17} = 0,88, \quad [1];$$

4. Для конічного кільцевого каналу з конічною щілиною швидкість зрушення визначається за формулою, згідно з [1]:

$$S = \frac{22,32 \cdot Q}{\pi \cdot (R_0 + R_1) \cdot (\delta_1 + \delta_2)^2},$$

де R1-середній радіус кола на виході;

R₀-середній радіус кола на вході;

δ₁ - висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;

δ₂ - висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини.

$$S_4 = \frac{22,32 * 57,26}{3,14 * (9,5 + 15,8) * (0,73 + 0,2)^2} = 18,6 \text{ с}^{-1}$$

За графіком знаходимо ефективну в'язкість ПВХ при температурі розплаву 190°C і швидкості зсуву 18,6 с⁻¹:

$$\mu_{в4} = 20 * 10^3 \text{ Па} * \text{с.}, \quad [1];$$

Перепад тиску в конічному каналі:

		№ докум.	Підпис		

$$\Delta P_4 = \frac{57,26 * 20 * 10^3}{0,043} = 9,6 \text{ МПа}, \quad [1];$$

Загальний тиск у головці:

$$\sum \Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 = 13,1 + 13 + 0,88 + 9,6 = 36,5, \quad [1];$$

		№ докум.	Підпис			

3. Розрахунки в системі Ansys

Для розрахунку та визначення напружень, що виникають при експлуатації завантажувального пристрою екструдера, в даній роботі було використано програму під назвою «ANSYS». ANSYS, Inc., у тому числі продукт Mechanical, дозволяє вирішити практично будь-яке завдання механіки твердого тіла, що деформується, або отримати зв'язане рішення задачі механіки з рішенням завдань інших галузей фізики, наприклад гідрогазодинаміки, теплопереноса або електромагнетизму. Ця програма дає можливість створення єдиної фундаментальної (мультифізичною) матриці взаємодії полів, підтримуючи акустичний, п'єзоелектричний, термопрочностной і термоелектричний типи аналізу. Також можна провести аналіз взаємодії конструкції з різними плинними середовищами або електромагнітними полями відповідно. Подібні розрахунки допомагають інженерам краще оцінити реакцію їх моделей на всілякі комбінації явищ.

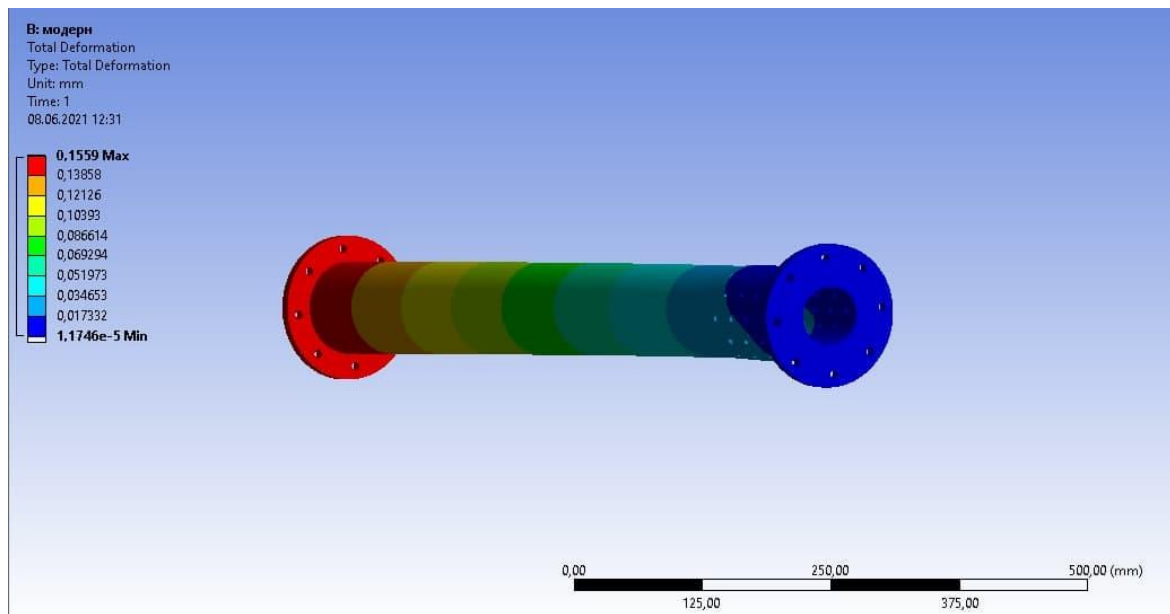


Рис. 3.2 – Скріншот Total Deformation

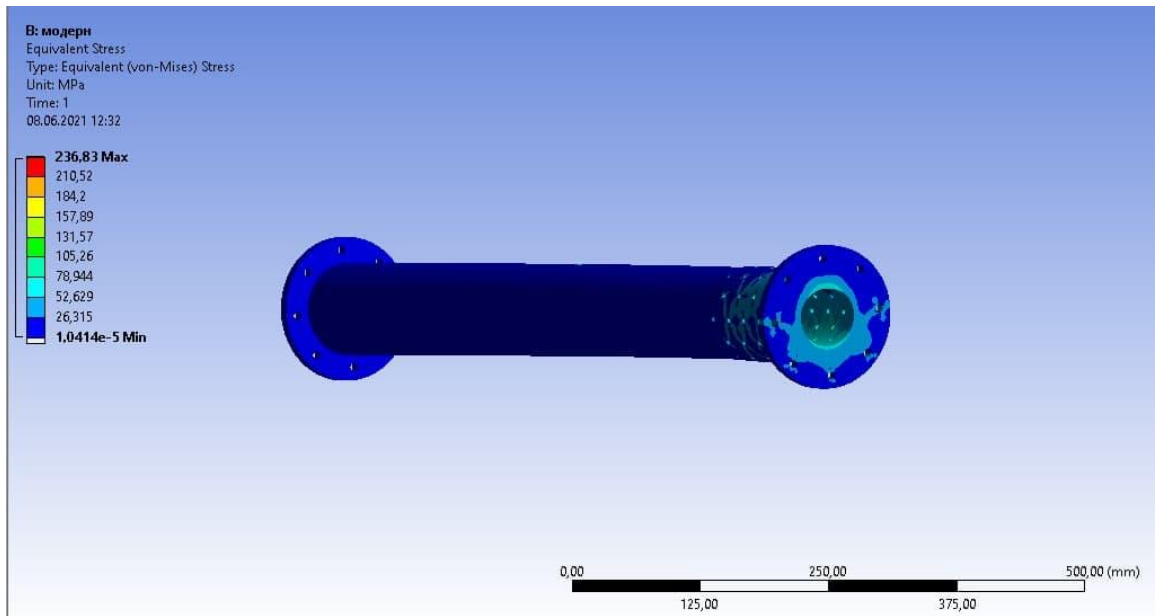


Рис. 3.2 – Скріншот Equivalent Stress

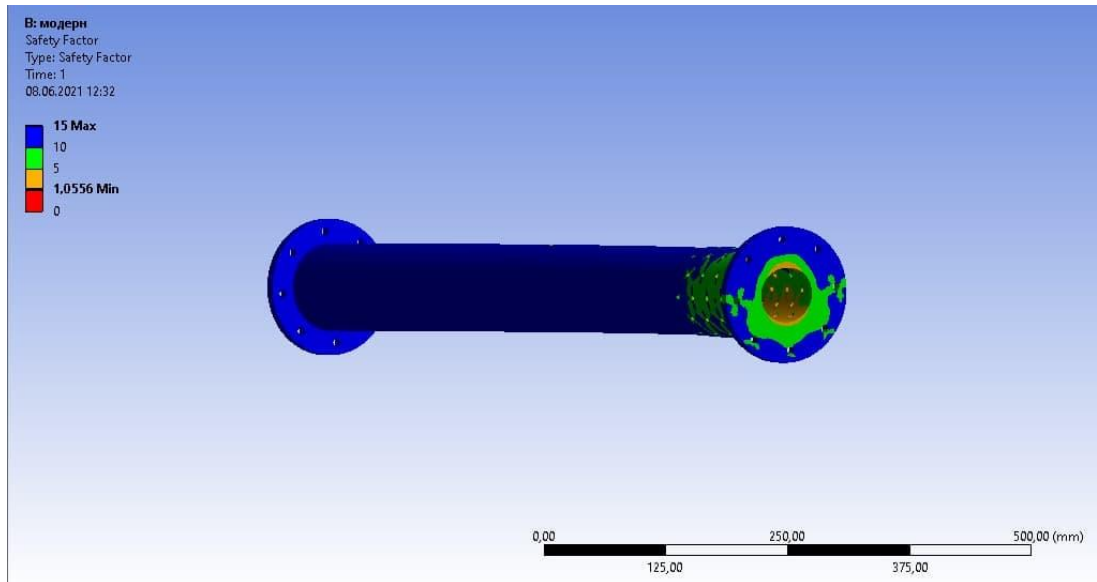


Рис. 3.3 Скріншот Safety Factor

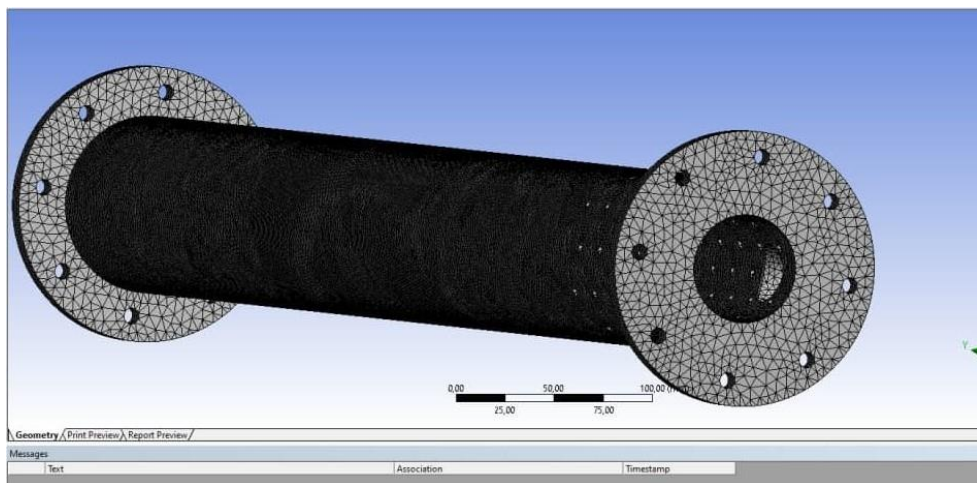


Рис. 3.4 – Скріншот Mapped Mesh

Висновок: За результатами розрахунків в програмі ANSYS статичної постановки задачі ми отримали наступні результати: За навантаження у розмірі 50 МПа, приведені напруження становлять 236,8 Мпа, що не перевищує границю міцності металу. Тому конструкцію можна вважати працездатною. Максимальна деформація конструкції при даних напруженнях становить 0,15 мм.

		№ докум.	Підпис			

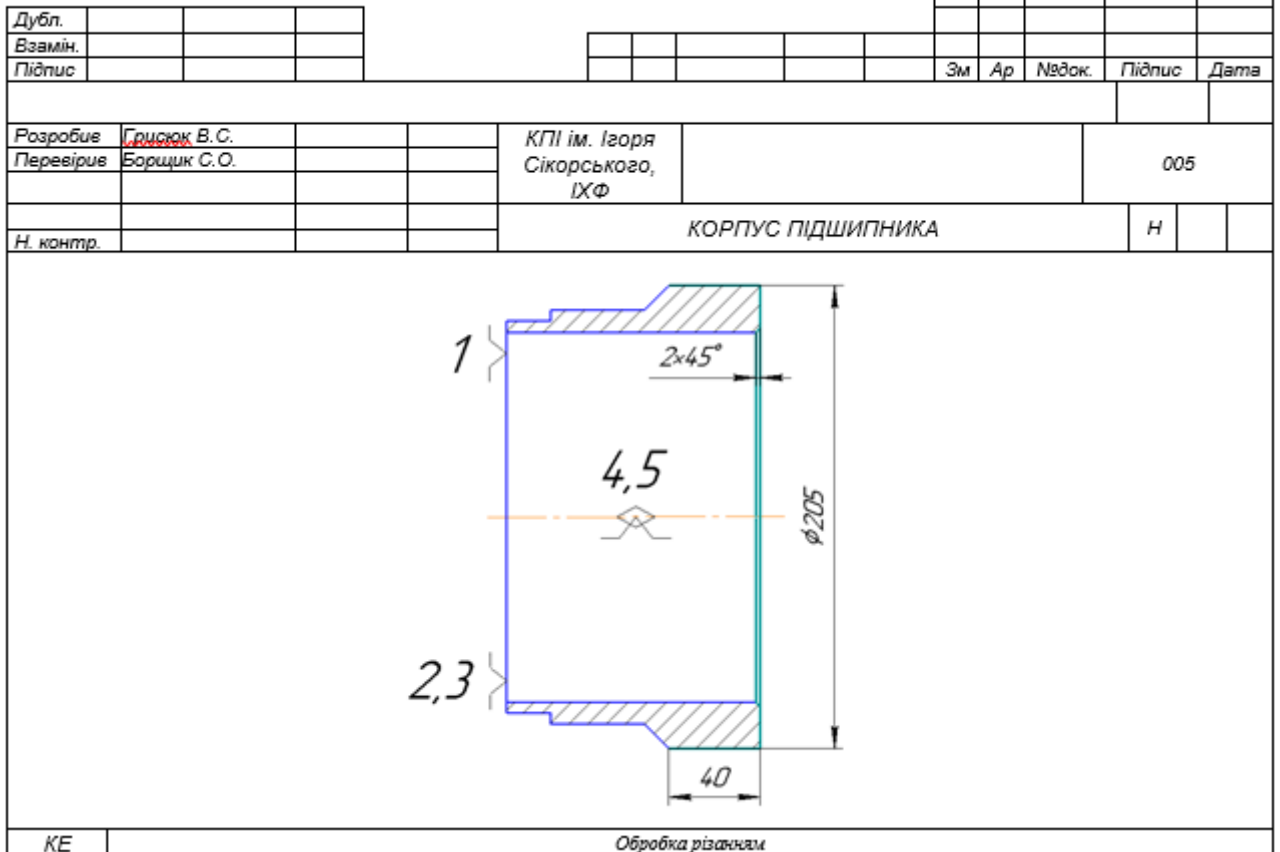


Рис.2.2 – Карта ескізів

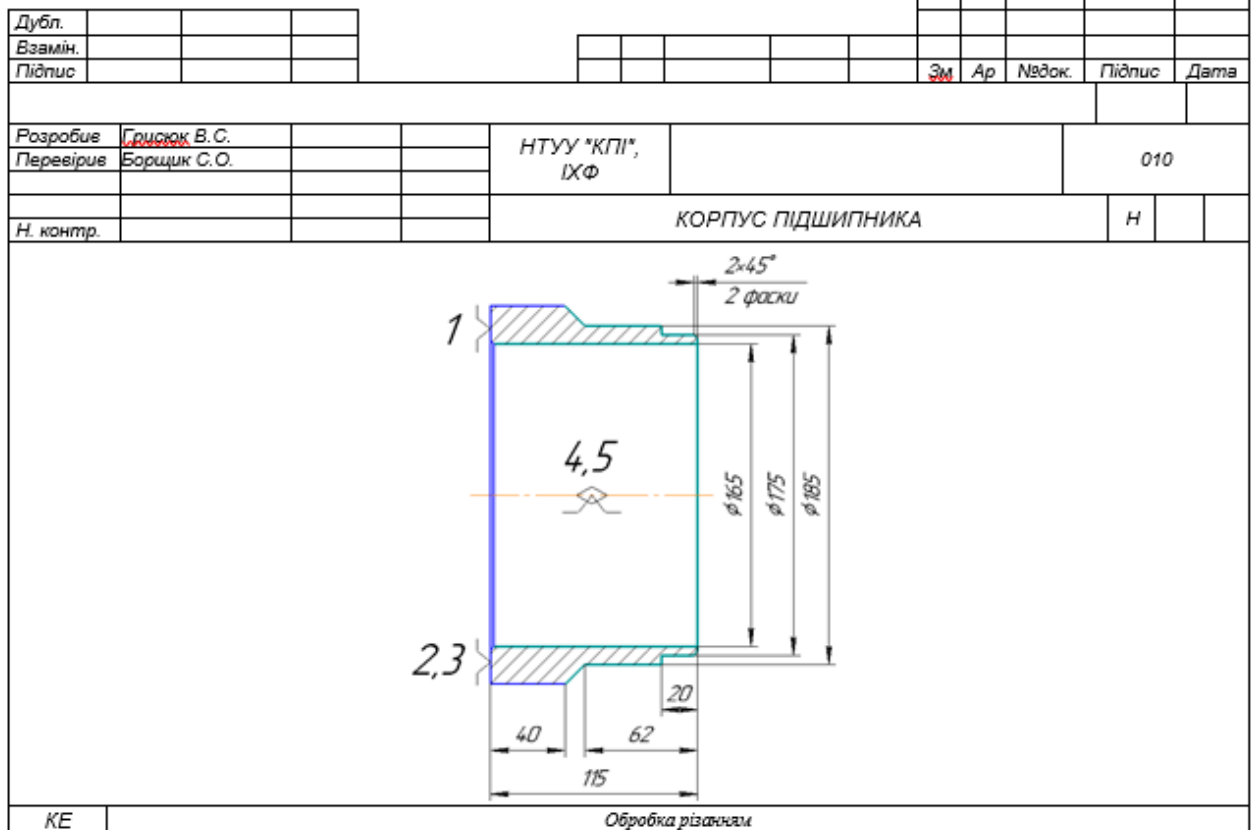


Рис. 2.3 – Карта ескізів

поверхнею деталі і кулачків; $W_{\text{сум}} = W \cdot 3$ - сила затискання деталі трьома кулачками патрона.

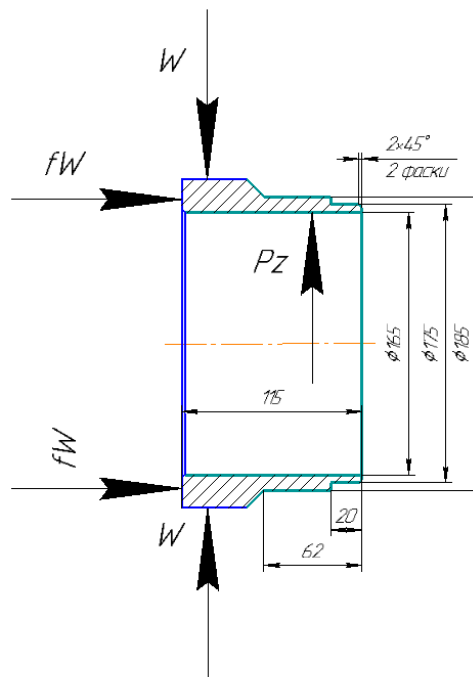


Рисунок 3.3 – Система сил, що діють на деталь у процесі обробки

Із рівності цих моментів визначимо необхідне зусилля затиску, що перешкоджає повороту заготовки у кулачках:

$$W_{\text{сум}} = \frac{K \cdot Pz \cdot r_1}{f \cdot r},$$

де K - коефіцієнт запасу:

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

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

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

$K_2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив сил різання від прогресуючого затушення інструменту;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,4$ – коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, яка створюється приводом пристосування;

$K_5 = 1$ - коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть повернути оброблювану деталь навколо її осі.

Остаточно, коефіцієнт запасу:

$$K = 1,5 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 = 2,1.$$

Зусилля затиску у трьохкулачковому патроні, що перешкоджає провороту деталі при обробці:

$$W_{\text{сум}} = \frac{2,1 \cdot 850 \cdot 0,165}{0,35 \cdot 0,1646} = 5112 \text{ Н},$$

де $r_1 = 165 \text{ мм}$; $r = 164,6 \text{ мм}$;

$f = 0,35$ - коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і кулачків для кулачків із рифленою поверхнею.

Приймаємо зусилля затиску $W_{\text{сум}} = 5,2 \text{ кН}$.

		№ докум.	Підпис		ЛП72.037246.03-70ТЕ	

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурвич С.Г. Ильяшенко Г.А., Свириденко С.Х. Машины для переработки термопластических материалов. М., Машиностроение, 1965.
2. Красовский В.Н., Вознесенский А.М. Сборник примеров и задач по технологии переработки полимеров. Учебное пособие. – Минск: Высшая школа, 1975, 313 с.
3. Лукач Р.Э., Петухов А.Д., Сенатос В.А., Оборудование для производства полимерных плёнок., М., Машиностроение, 1981., с. 222.
4. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Червячные машины для переработки пластмасс резиновых смесей. М., Машиностроение, 1965, 478 с.

					ЛП72.037246.03-70ТЕ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

ЛН72.037246.03-70TE

		№ докум.	Підпис			

3	<p>RU178123U1, 23.03.2018, B29B</p> <p>Экструдер для переработки строительных и разнородных полимерных материалов</p>	<p>Валерий Владиславович Дядичев Андрей Валерьевич Колесников Александр Валерьевич Дядичев</p>	<p>виправки в штоку.</p> <p>Екструдер для переробки будівельних і полімерних матеріалів, що включає корпус, що складається із зони харчування, зони стиснення, зони дозування, захоплене пристрій, шнек, виконаний збірним, в зоні харчування шнек виконаний у вигляді конічної секції, в зоні дозування шнек виконаний з двох послідовно розташованих конічної і циліндричної секцій, що відрізняється тим, що шнек в зоні стиснення виконаний у вигляді чотирьох лопатей змішування, розміщених поперек гвинта, причому кожна лопасть вигнута у формі синусоїди вздовж своєї висоти і складається з одного підйому і однієї западини, мінімум синусоїди вздовж висоти лопаті дорівнює 0,015 діаметра шнека, максимум синусоїди вздовж висоти лопаті дорівнює 0,1 діаметра шнека, висота лопаті дорівнює 0,3 діаметра шнека при ширині лопаті, що дорівнює 0,35 діаметра шнека, і утворюють вхідний канал з низькими зрушеними деформаціями, вихідний канал з високими зрушеними деформаціями і зазор лопаті.</p>
4	<p>2636080 20.11.2017, B29B 7/84 B29B 7/46</p> <p>Вентилируемая двухшнековая перемешивающая экструзионная машина и способ экструзии</p>	<p>СИМИДЗУ Йохэй , КАКИДЗАКИ Дзюн , ХАНДА Кийоси</p>	<p>Винахід відноситься до вентильованої двошнекової перемішуючої екструзійної машини і способу екструзії. У вентильованій двошнековій перемішуючій екструзійній машині і способі екструзії згідно справжнього винаходу агент для видалення летючих речовин, інжектований через сопло (7с) для інжекції агента для видалення летючих речовин заднього по ходу потоку кінця, виконане на циліндрі заднього по ходу потоку кінцевої ділянки, утвореної циліндром (1g) ділянки, розташованої на задньому по ходу потоку кінці циліндра (1), диспергують і вводять в розплавлену смолу в циліндр (1g) заднього по ходу потоку кінцевої ділянки, а потім перемішують за допомогою мішалки (6с) заднього по ходу потоку кінця таким чином, що відбувається спінювання розплавленої смоли під</p>

ЛП72.037246.03-70TE

		№ докум.	Підпис			

			дією агента для видалення летючих речовин, а потім відбувається її екструзія. Забезпечується можливість поліпшення видалення летючих речовин з синтетичної смоли, отриманої на основі полімеру або синтетичного каучуку, і можливість спінювання синтетичної смоли при низькій температурі.
--	--	--	---

ЛП72.037246.03-70TE

		№ докум.	Підпис		

ДОДАТОК Б ОСОБИСТІ ДОСЯГНЕННЯ СТУДЕНТА(ТЕЗИ)

Вторинна переробка полімерних матеріалів

Грисюк В.С., студент

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

Актуальність. Від початку масового виробництва пластику у 50-х роках минулого століття було вироблено понад 8,3 млрд тонн цього матеріалу в усьому світі, що згодом перетворилось у майже 6 млрд тонн пластикових відходів, з яких лише близько 9% було перероблено. Масштаб проблеми вражає. Саме тому я звернув увагу на переробку пластику методом екструзії.

Сьогодні в Україні майже 96% усіх відходів, у тому числі пластик, відправляється на полігони, де роками продовжує "жити" у ґрунті. Наприклад, поліетиленовий пакет розкладається 500 років, звичайна пляшка з-під води – шіле тисячоліття. На жаль, наша боротьба дуже часто залишається внутрішньою. Кожен ніби і розуміє, що є проблема, треба вирішувати, а коли настає час діяти - більшість просто залишається осторонь. У нас відсутня культура сортування сміття, а переробляється лише 7% утворених побутових відходів.

Мета дослідження. Покращення процесу переробки вторинних полімерів шляхом модернізації корпусу екструдера.

Сутність дослідження. В основу корисної моделі, описаної в [1], поставлена задача удосконалення екструдера за рахунок того, що зона змішування використана бар'єрна секція, з якою розташовано секцію декомпресії, що утворюють зону стиснення, зона дозування виконана послідовно з конічної і циліндричної секцій, що приведе до поліпшення якості одержуваних виробів за рахунок підвищення якості змішування компонентів розплаву, видалення з нього

35

XIII Всеукраїнська конференція «Ефективні процеси та обладнання хімічного виробництва та галузвальної техніки»

летючих з'єднань і створення на виході екструдера розплавленого полімерного потоку із стабільно високим тиском і продуктивністю.

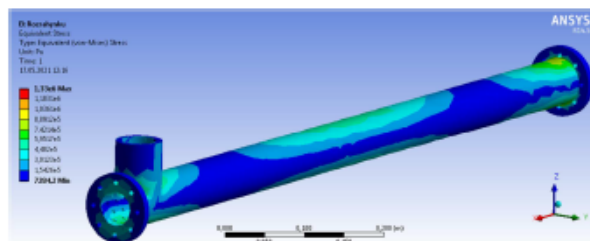
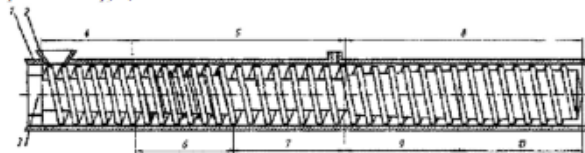
Поставлена задача досягається тим, що екструдер для переробки термопластів, що містить корпус, завантажувальний шнек, зону живлення, зону стиснення, зону дозування, згідно корисної моделі, в якості зони змішування пристрій забезпечений бар'єрною секцією і секцією декомпресії, які створюють зону стиснення, зона дозування виконана послідовно з конічної і циліндричної секцій.

В подальшому може бути розглянута модернізація як корпусу, так і шнека, завдяки даній конструкції.

Використання завантажувального екструдера при переробці полімерних комбінованих вторинних сумішей дозволяє поєднувати в екструдері підготовчу змішувальну операцію і операцію остаточного отримання нових виробів з використанням вторинної полімерної сировини.

Технічна суть і принцип дії екструдера для переробки комбінованих термопластичних вторинних полімерних матеріалів в нові якісні вироби пояснюється ілюстраційним матеріалом.

Зображена в Ansys деталь дає можливість побачити як виглядають еквівалентні напруження на корпус в 50 МПа на модернізовану конструкцію. В точці максимуму напруження досягає 1,33 МПа, в точці мінімуму 7284,2 Па. Це демонструє достатню міцність і жорсткість конструкції.



Література

1. Патент України №60258А МПК 7 В29С47/00, 2003., боп. №9.
2. <https://www.stnvasia.com.ua/rn/columns/201903/15/646133/>
3. https://biz.censor.net/columns/3140277/chomu_v_ukrain_boroeba_z_plastikom_pere_tvorena_na_mtai_syuh--text

36

ЛП72.037246.03-70TE

№ докум.

Підпис

ЛН72.037246.03-70TE

		№ докум.	Підпис			

ЛН72.037246.03 70TE

		№ докум.	Підпис			