

**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: **Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера**

Студент групи *IV к.ЛП-71 Бойчук Ярослав Ігорович*

(шифр групи)

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник проекту:

_____ **ст. викл. Борщик С.О.**

(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти з питань

МОДЕРНІЗАЦІЇ _____ **Щербина В.Ю.**

ТЕХ. МАШ. _____ **Борщик С.О.**

РЕЦЕНЗЕНТ _____

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

Студент (-ка) _____

Київ 2021 рік

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

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 133- *Галузеве машинобудування*

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Бойчуку Ярославу Ігоровичу

1. Тема проекту «Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера», керівник проекту Борщик Сергій Олександрович, ст. викл., затверджені наказом по університету від 26.04.2021 р. № 1071-с
2. Термін подання студентом проекту 10.06.2021р.
3. Вихідні дані до проекту: Діаметр черв'яка $D=0,036\text{м}$, відношення довжини черв'яка до діаметра $L/D=30$, продуктивність машини $Q=275\text{ кг/год}$
4. Зміст пояснювальної записки: Розділ «Пояснювальна записка» включає: Вступ. 1 Призначення та галузь застосування лінії для виготовлення плівки. 1.1 Технологічна лінія. 2 Технічна характеристика лінії. 3 Опис конструкції, її основних частин та принципу дії екструдера. 4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації геометрії черв'яка. 5 Охорона праці та навколишнього середовища. 6 Очікувані механіко-економічні показники. Висновки. Розділ «Розрахунки». Розділ «Технології машинобудування». Загальні висновки. Перелік посилань. Додатки.
5. Перелік графічного матеріалу: Екструдер для виготовлення плівки – формат А1, технологічна схема виробництва плівки – формат А1, Формуюча головка екструдера – формат А1, Екструдер модернізований – формат А1, Патрон трикулачковий - формат А1, Результати розрахунків черв'яка на міцність в системі ANSYS– формат А1.

6. Консультанти розділів проекту*

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

Дата видачі завдання 17.05.2021 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вступ. Опис призначення, принципу дії екструдера. Опис технологічної лінії виробництва плівки	17.05.2021-18.05.2021	
2.	Літературно – патентний огляд	19.05.2021-21.05.2021	
3.	Виконання параметричних розрахунків	22.05.2021-24.05.2021	
4.	Виконання креслень	25.05.2021-29.05.2021	
5.	Виконання розділу технології машинобудування	30.05.2021-01.06.2021	
6.	Виконання розділу охорони праці та навколишнього середовища	02.06.2021-03.06.2021	
7.	Загальні висновки. Перелік посилань. Оформлення додатків	05.06.2021-10.06.2021	

Студент

Я.І. Бойчук

Керівник проекту

С.О. Борщик

ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

1. ТИТУЛЬНИЙ ЛИСТ
2. ЗАВДАННЯ ТА КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН
3. ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ
4. РЕФЕРАТ УКРАЇНСЬКОЮ МОВОЮ
5. РЕФЕРАТ РОСІЙСЬКОЮ МОВОЮ
6. РЕФЕРАТ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ
7. ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ
8. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
9. РОЗРАХУНКИ
10. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ
11. ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ
12. ДОДАТКИ

Реферат

Об'єктом розробки даного дипломного проекту є екструдер 36х30 мм. Метою роботи є модернізація шнека для збільшення її продуктивності та якості.

З метою покращення роботи екструдера, було проведено літературно-патентний пошук, згідно з яким було обрано патент № 185 812, суть якого полягає у зміні базової геометрії черв'яка на ускладнену геометрію. Згідно проведених розрахунків у середовищі ANSYS ця модернізація дозволяє збільшити величину оброблювального матеріалу, збільшити продуктивність та зменшити час виготовлення певної норми готового матеріалу. Окрім цього завдяки пелюсткоподібній геометрії черв'яка збільшується його термін служби .

Під час роботи було проведено кінематичні та параметричні розрахунки екструдера та розрахунки на міцність окремих його елементів. Виконані креслення загального вигляду. Розроблено правила з техніки безпеки на виробництві.

Даний екструдер можна використовувати для змішування суміші при виробництві плівки.

Виконані розрахунки можна використовувати для подальшої роботи з удосконаленням екструдерів.

Ключові слова: Екструдер, ANSYS, черв'як, міцність , суміш, подрібнення.

The abstract

The object of development of this diploma project is an extruder 36x30 mm. The purpose of the work is to modernize the auger to increase its productivity and quality.

In order to improve the operation of the extruder, a literature patent search was conducted, according to which a patent № 185,812 was selected, the essence of which is to change the basic geometry of the worm to a complex geometry. According to the calculations performed in the ANSYS environment, this modernization allows to increase the size of the processing material, increase productivity and reduce the manufacturing time of a certain norm of the finished material. In addition, the worm's petal geometry increases its lifespan.

During the work, kinematic and parametric calculations of the extruder and calculations of the strength of its individual elements were performed. The drawings of the general look are executed. Industrial safety rules have been developed.

This extruder can be used to mix the mixture in the production of the film.

The calculations can be used for further work to improve the extruders.

Keywords: Extruder, ANSYS, worm, strength, mixture, grinding.

Реферат

Объектом разработки данного дипломного проекта является экструдер 36х30 мм.

Целью работы является модернизация шнека для увеличения ее производительности и качества.

С целью улучшения работы экструдера, было проведено литературно-патентный поиск, согласно которому был избран патент № 185812, суть которого заключается в изменении базовой геометрии червя осложненной геометрию. Согласно проведенных расчетов в среде ANSYS эта модернизация позволяет увеличить величину обрабатываемого материала, увеличить производительность и уменьшить время изготовления определенной нормы готового материала. Кроме этого благодаря лепесткообразной геометрии червя увеличивается его срок службы.

Во время работы было проведено кинематические и параметрические расчеты экструдера и расчеты на прочность отдельных его элементов. Выполнены чертежи общего вида. Разработаны правила по технике безопасности на производстве.

Данный экструдер можно использовать для перемешивания смеси при производстве пленки.

Выполнены расчеты можно использовать для дальнейшей работы по усовершенствованию экструдеров.

Ключевые слова: Экструдер, ANSYS, червь, прочность, смесь, измельчения.

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ

D – діаметр черв'яка

t – крок нарізки витків черв'яка

l_p – загальна довжина черв'яка

l_d – довжина зони дозування

l_z – довжина зони завантаження

l_n – довжина зони пластикації

e – ширина витка

h_1 – глибина нарізки в зоні завантаження

i – ступінь стиску

h_2 – глибина нарізки в зоні дозування

δ – зазор між гребнем черв'яка і корпусом

φ – кут нахилу нарізки

Q – об'ємна секундна продуктивність

Π – вагова продуктивність

N – потужність

R – радіус

η – ККД

$K_{\text{заг}}$ – коефіцієнт геометричної форми головки

γ – швидкість зсуву

μ – в'язкість

$Q_{\text{втр}}$ – втрати тепла в оточуюче середовище

α_k – коефіцієнт тепловіддачі

Nu – критерій Нуссельта

Gr – критерій Грасгофа

λ_m – коефіцієнт теплопровідності

$M_{\text{кр}}$ – крутний момент

P_{oc} – осьове зусилля

q – розподілене навантаження

W_x – осьовий момент опору

σ – напруження

τ – дотичне напруження

n – коефіцієнт запасу міцності

ЗМІСТ

ВСТУП	2
1. Призначення та галузь застосування агрегата для виготовлення плівки.	5
2. Технологічна лінія	6
3. Технічна характеристика лінії	7
4. Опис конструкції, її основних частин та принципу дії.....	8
5. Літературно-патентний огляд.....	13
6. Охорона праці.....	17
6.1. Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів.....	17
6.2. Повітря робочої зони.....	17
6.3. Електробезпека	18
6.4. Шум.....	20
6.5. Промислове освітлення.....	20
6.7. Пожежна безпека.....	20
7. Очікувані механіко-економічні показники.....	23
Висновки.....	24

					ЛП71.037246.01-70ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Бойчук Я.І.			Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера	Літ.		Арк.	Аркушів	
Перевір.								1	28	
Керівник		Борищук С.О.				НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»				
Н. Контр.										
Затверд.		Гондляр О.В.								

ВСТУП

Швидкий розвиток виробництва полімерних матеріалів призвів до збільшення досліджень теорії та практики переробки таких матеріалів у вироби. У наш час виробництво полімерних матеріалів значно прискорилося, що призвело до великої кількості вдосконалень та нових відкриттів, які призвели до виробництва подібних матеріалів із природної сировини. У цій галузі виробництву рукавних плівок приділяється значна увага. Безумовне вдосконалення виробничого процесу.

Для покращення та підвищення продуктивності виробництва плівки було внесено багато змін. Це, у свою чергу, надає компаніям майже необмежені можливості виробництва фільмів. Тому одним із найбільш часто використовуваних способів обробки полімерних матеріалів є екструзія.

У свою чергу, екструзійне обладнання широко використовується у промисловості. Екструдер - машина, яка примусово (екструдує) пластмасові матеріали шляхом формування інструментів (екструзійних голів).

Екструдер включає: корпус з нагрівальним елементом; робочий механізм, розташований у корпусі; екструзійну головку; завантажувальний вузол оброблюваного матеріалу; силовий привід; систему налаштування та підтримки температурного стану та інші контрольні вимірювання та пристрої регулювання.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Залежно від конструкції робочого органу екструдери підрозділяються:
- плунжерні (поршневі);
- однечерв'ячні;
- многочервячні;
- шестерні;
- дискові.

Найбільшого поширення набули одно- і багаточерв'ячні екструдери.

Класифікація екструзійних головок

За напрямом виходу виробу:

- прямоточні, в яких напрям виходу розплаву співпадає з віссю черв'яка;
- кутові, частіше за все напрям виходу розплаву повернений на 90° відносно осі черв'яка;
- офсетні, є різновидом кутових, в яких здійснюється подвійний оберт, внаслідок чого виріб формується в напрямі, паралельному осі екструдера. Такі головки можуть застосовуватися при багатострумінній екструзії, при виробництві деяких видів кабелів або профілів з сердечником.

За конфігурацією формуючої щілини:

- плоскощілинні;
- кільцеві;
- гранулюючі;
- профільні.

За призначенням:

- головки для грануляції;
- головки для рукавної плівки;
- плоскощілинні головки для плоскої плівки і листів;
- головки для виробництва труб, рукавів і армованих шлангів;
- профільні головки;

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- головки для виготовлення порожнистих профільних виробів;
- головки для виробництва бікомпонентних волокон (останні – со-екструзією).

Геометричні параметри формуючого каналу та конструкція головки залежать від реологічних властивостей розплаву та вимог до виробу.

Гідравлічний опір головного каналу повинен знаходитися в межах найкращих характеристик екструдера. Це означає, що розмір машини, геометрія черв'яка та технічна модель повинні відповідати геометрії виробу, головного каналу та необхідним характеристикам.

Розподіл швидкості розплаву на виході з головки повинен бути якомога рівномірнішим. Недотримання цієї умови призведе до різних ущільнювальних властивостей виробу, що призведе до складки та вигинів у напрямку повільнішої області.

Кришка заповнення не повинна перевищувати певного значення -10-20% (хоча іноді більше, до 100%), щоб уникнути деформацій та деформацій, викликаних появою руйнування профілю та появою залишкових напружень.

Розмірна конструкція формуючого каналу повинна враховувати розтягнення, усадку і розширення екструдата.

При високих швидкостях екструзії внаслідок високої пружної деформації з'являються дефекти поверхні, що досягають граничної міцності на зсув та міцності зчеплення. Це явище прогнозується шляхом досягнення критичної швидкості зсуву, визначеної теоретично або експериментально. Слід уникати очевидних відмінностей у перерізах каналів, коли критична швидкість зсуву буде зменшена: кут переходу повинен бути якомога меншим або поступово зменшуватися. Форма поперечного перерізу каналу повинна гарантувати відсутність зони застою (мертвої зони). Тому кут звуження та розширення каналу спереду назад не повинен перевищувати 45-60 °.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСТРУДЕРА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛІВКИ

Екструдер, який був створений в даній курсовій роботі, має на меті випуск рукавної плівки. Поліетилен високого тиску – матеріал, котрий використовується для виробництва плівки.

Основним завданням екструдера є неперервне перетворення гранульованих або порошкоподібних полімерів в однорідний розплав і рівномірне видавлювання його крізь сопло та створення форми за рахунок валів представлених на рисунку 1.1.

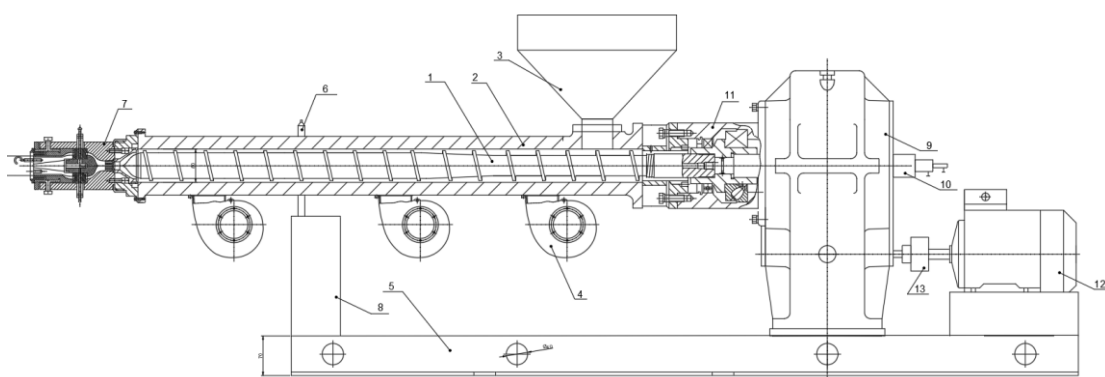


Рисунок 1.1 – Екструдер.

Розплав надходить крізь формуючу головку, котра створює заготовку, в екструдер. Повітря шляхом потрапляння у формувальну головку через отвори наповнює створену заготовку. В рукаві утримується деякий об'єм повітря, який надуває його. Потім збільшений і охолоджений повітрям рукав переходить у плоскість завдяки пластинам і далі переходить в тягову машину. Валик направляє плівку в пристрій обмотки.

Структура виготовлення плівки з витяжкою донизу, тому що у лінії застосовується фільтрувально-рідке охолодження втулки, яке надає можливість досить вагомо зменшити габарити системи охолодження та підвищити продуктивність.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ

Технологічна лінія зображена на креслені ЛП72.101115.000-70 ТС

Лінію для виготовлення плівки можна розглянути на рис.2.1.

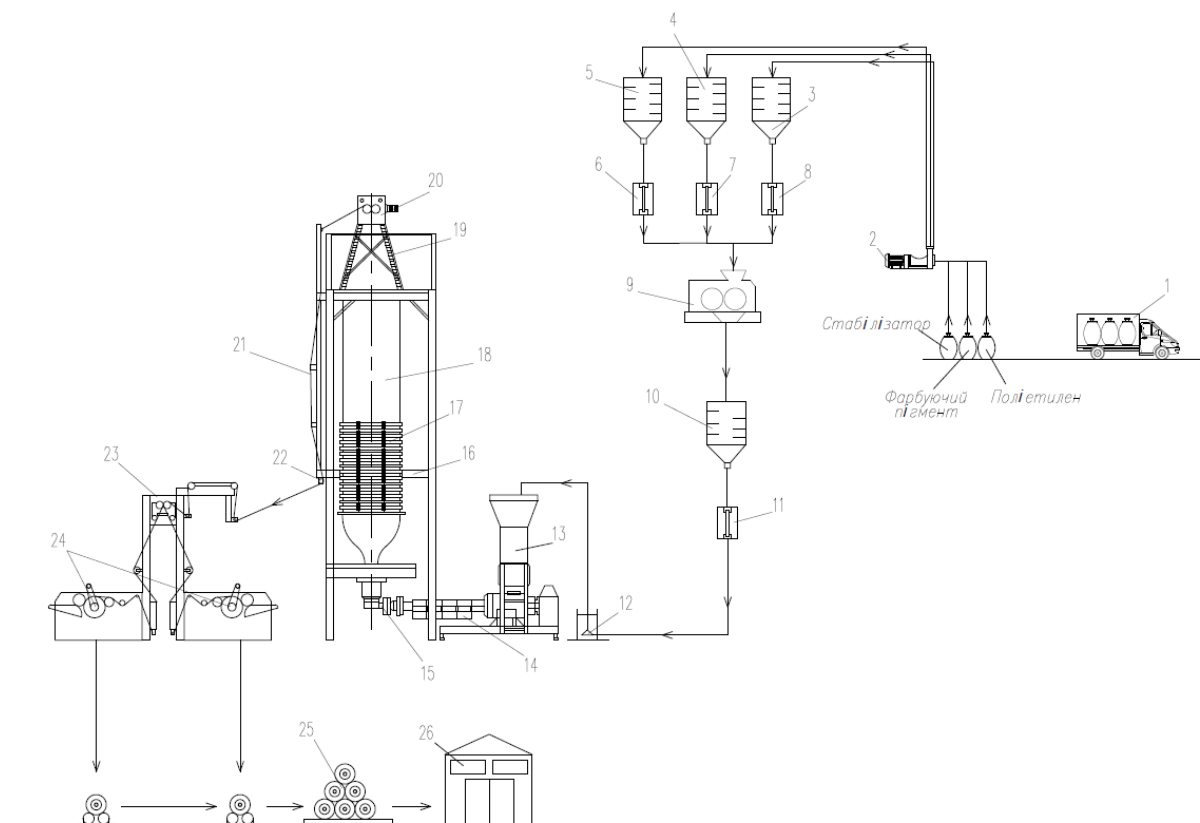


Рисунок 2.1 – Технологічна схема

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

3. ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІНІЇ

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика млина

Найменування параметра	Значення
Максимальна продуктивність при екструзії плівки з номінальною товщиною 0,100 – 0,120 мм і шириною рукава 1500±5 мм, кг/год, не менше	130
Максимальна шарина плівки в розгорнутому вигляді, мм, не більше	3000
Граничні відхилення по ширині полотна, мм	±5
Номінальна товщина плівки, мм	0,03 – 0,2
Максимальна ширина рулону з плівкою, мм, не більше	1500
Зовнішній діаметр рулону з плівкою, мм, не більше	500
Лнійна швидкість прийому плівки, м/с	0,067 – 0,67
Електропостачання: 1) трифазна чотирипровідна мережа із глухозаземленою нейтраллю: напруга, В частота, Гц 2) Напруга кіл управління та сигналізації, В частота, Гц	 380 50 220 50
Споживана потужність електрообладнання, кВт, не більше	100
Об'ємна витрата води мережі оборотного промислового водопостачання тиском 0,4 – 0,6 МПа і з температурою не більше 20 ° С, м³/год, не більше	1,0
Об'ємна витрата стиснутого повітря тиском 0,4 – 0,6 МПа, м³/год, не більше	1,0
Габаритні розміри, мм, не більше довжина ширина висота	 7700 3500 6700
Маса, кг, не більше	7325

4. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ

Дана машина працює таким чином: із бункера 3 полімерний матеріал, який подається в матеріальний циліндр 2, далі перехоплюється обертовим черв'яком 1 і надходить до формуючої голівки 7. Під час даного процесу в живильній зоні черв'яка полімер стає м'яким та перетворюється в пробку, зона стищення розтоплює його, отримує однорідні властивості, а також налаштовується до переходу в формуючу голівку в зоні дозування. Зони охолодження 4 закріплені на матеріальному циліндрі для того, щоб надати потрібні температурні значення та вимоги до переміщення. Термопари 6 призначені для моніторингу температурних показників. Будова черв'яка, зазвичай, містить систему остиудження за рахунок подачі води через пристрій 10. Електромеханічний привід, який обертає черв'як, формується з електричного двигуна 12 з постійним або змінним струмом, муфти 13 і редуктора 9. Сила, яка створює діяльність на черв'як, спрямована в іншу сторону переходу розплаву, приймається вузлом підшипника 11 подовж осі. На рисунку 4.1. представлено усі працюючі вузли екструдера знаходяться в корпусі 8, який розміщено на станині 5.

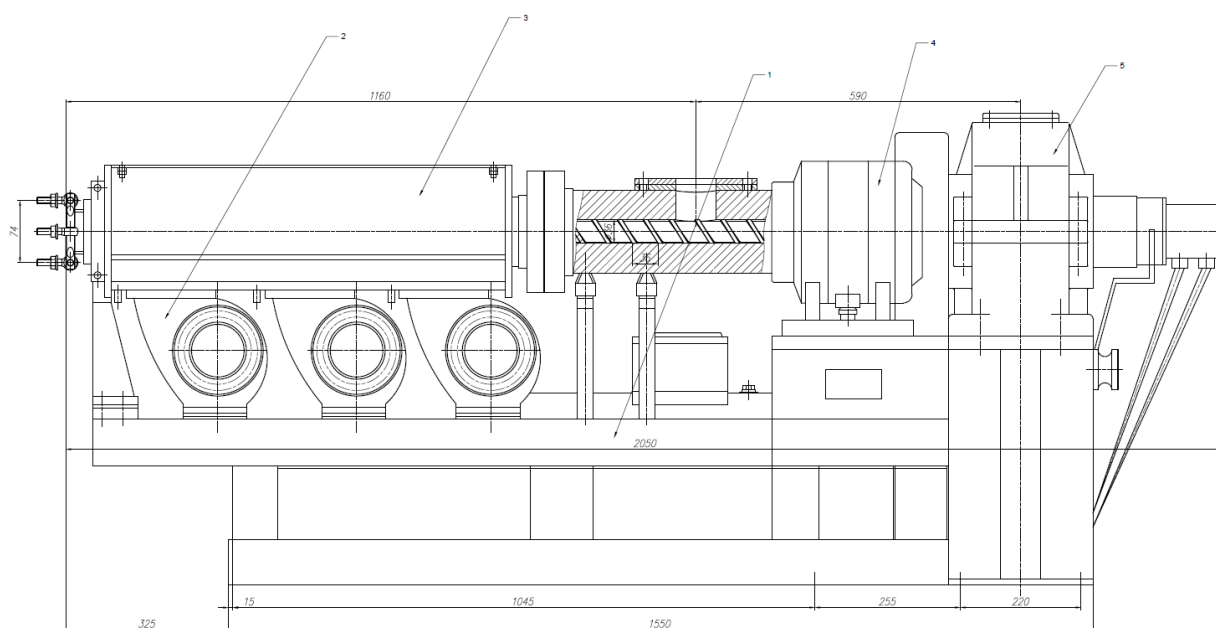


Рисунок 4.1 – екструдер

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Бункер

Основне завдання бункера в здобуванні зернистого матеріалу, який подається ручною силою, а також в транспортуванні його в завантажувальний бункер екструдера. Бункер – бокс, який виконаний з металу і об'ємом більшим за пів метра кубічного, в комплекті зі фланцем, призначеним затискування з завантажувальним бункером екструдера та оглядовими вікнами для видимої оцінки кількості зернистого матеріалу. Затвор, який входить до складу фланця, надає можливість припинення потрапляння зернистого матеріалу в завантажувальний бункер екструдера.

Прес однокерв'ячний ЧП 36х25

Однокерв'ячний прес має на меті безкінечне перетворення зернистого матеріалу в гомогенізований розплав та плавна його екструзія крізь кільцевий провідний гвинт. Центральні елементи преса це: привод преса, рама, завантажувальний бункер, корпус, черв'як, система охолодження, система опалення. Привід преса черв'ячного.

Електродвигун постійного струму

Циліндрична коробка передач із вбудованим упорним підшипником, з відчуттям осьового черв'ячного передача. Шестерня змащує натуральний льон. Рекомендується, щоб рама, встановлена на ній, була основною конструкцією, внутрішнім пресом. Ліжко призначене для зварювання та прокатки. Бункер завантажує обсяг даних, необхідних для завантаження, у друкарський верстат та обробку. Лійка поміщається в куртку з водяним охолодженням, і ви можете використовувати рукава. Воронка встановлена в електричному пристрої на зовнішньому захисному корпусі. Температурний стан лійки відповідає за регуляцію жиру. Оболонка є однією з основних складальних одиниць преса, і тут відбувається основний процес термопластичної обробки. Він має форму циліндра і з'єднаний з бункером фланцем. Оболонка має чотири нагрівальні зони з опорними нагрівачами. Зона охолодження шасі охолоджується 3 незалежними вентиляторами. Ділова зона поділена на район. Зовні основний корпус закритий кришкою.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система охолодження призначена для охолодження бункера, черв'яка та масла в корпусі редуктора. Охолодження здійснюється очищеною водою та циркулюючою водою із мережі зберігання. Регулювання подачі води - ручне, через клапанний клапан. Для видалення хробака з преса передбачений викидач черв'яка. фільтр. Фільтр призначений для видалення сторонніх речовин до того, як розплав полімеру потрапить в головку кільця. Фільтр розплаву складається з двох оболонок, затиску та дверцят, виконаних у вигляді перегородки. Він має два кубики для встановлення фільтруючих елементів. Ефективна площа поверхні фільтра не менше 0,005 м². Замініть фільтруючий елемент вручну. У процесі плавлення полімеру через фільтр через різницю тисків між входом і виходом затиску втулки і переданим тиском зусилля, яке закриває з'єднання між оболонкою без сорочки і ковзання, а також між ковзанням і куртка Проведіть кільце до кінця затискної гільзи. Перехід жалюзі з одного крайнього положення в інше крайнє положення для заміни фільтруючого елемента може бути здійснений лише на лінії зупинки.

Головка плівкова кільцева гвинтова

Головка мембранного кільцевого гвинта призначена для формування втулки полімерної композиції із розплаву оброблюваного матеріалу. Головка складається з таких основних компонентів: оболонка, прес-форма, оправка, проміжна оправка, решітка, кронштейн оправки, торпеда, нагрівач опору та кронштейн. Основа і оправка утворюють кільцевий зазор. Так працює голова. Полімерний розплав надходить у торпеду через вхідний канал обертового вузла, а обертовий вузол розподіляє його по периферії кільцевої щілини. Після того, як розплав полімеру проходить через спиці тримача оправки, сітка видаляє сліди з розплаву полімеру. Далі кільцевий потік розплаву стабілізується на проміжній оправці, на оправці формується заготовка для втулки для подальшої закачки її в плівку. Регулювання ширини формуючого кільцевого зазору здійснюється шляхом зміщення матриці з регульовальними болтами, розташованими радіально і встановленими в матриці головки з акцентом на корпус. Нагрівання голови здійснюється нагрівачами електричного опору. Контроль та

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регулювання температури є автоматичним. Підставка призначена для встановлення головки та поєднання осі головки з віссю екструдера ЧП 36x30. Охолоджуюче кільце призначене для подачі охолоджуючого повітря на зовнішню поверхню втулки плівки. Охолоджуюче кільце складається з верхньої губки і нижньої губки. Охолоджуюче повітря продувається вентилятором. Його подача регулюється ступенем відкриття заслінки на вході вентилятора. Потім повітря потрапляє в камеру, утворену верхньою і нижньою губками. Повітря, рівномірно розподілене по периферії кільцевої щілини, направляється до зовнішньої поверхні полімерної трубчастої заготовки, що виходить від головки фігурної кільцевої щілини. Стабілізуючий пристрій призначений для фіксації розширювальної втулки плівки щодо вертикальної лінії між центром кільцевого зазору, утвореного головкою, і стиком тягового вала. Принцип роботи стабілізатора такий. Оператор встановлює планки вручну так, щоб освітлювальне вікно забезпечувало необхідну деформацію втулки плівки. Отже, втулка плівки не може вібрувати і відхилятися від поздовжньої осі пристрою.

Складний пристрій призначений для переведення циліндричної форми втулки в плоску

Складний пристрій складається з двох складаних стрижнів, виконаних у вигляді каркасної металевої конструкції, на якій закріплені планки. Кут між щокими регулюється вручну за допомогою гвинтового механізму.

Пристрій тягнучий, призначений для здійснення процесу витяжки плівкового рукава в зоні формування і для простягання його через пристрої стабілізуюче і складаюче. Пристрій тягнучий складається з рами, двох обрешинених валів, приводу і двох пневмоциліндрів. Рама є двома плитами, жорстко скриплячих між собою стягуваннями. На плитах закріплені опори валів, привід і пневмоциліндри. Один з валів встановлюється стаціонарно і обертається від приводу з безступінчастим регулюванням частоти обертання в діапазоні 1:10, другий – рухомий, притискуваний до стаціонарного валу двома пневмо-

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

циліндрами. Застосування двох пневмоциліндрів забезпечує рівномірний розподіл сили притиснення по довжині робочої частини валів. Пристрій обрізання кромки, призначено для розрізання плівкового рукава на полотна. Обладнання для різання та видалення країв складається з двох валів, трьох притискних роликів та трьох ножів, встановлених на рамі та встановлених на es-takad. Пристрій працює так. Різець вставляється в плівкову гільзу, натягнуту між двома валами, а ріжуча кромка затягується під притискний ролик для забезпечення зняття. Намотувальна машина використовується для накручування плівки у вигляді тканини шириною не більше 2000 мм на паперову, пластикову або металеву котушку, встановлену на стрижні периферійним способом. Швидкість прийому плівки становить від 0,5 до 17 м / хв. До намоточної машини входять: ложе, зовнішня обмотка, привід, система управління приводом. Рама являє собою дві пластини, які жорстко хрустять між самозатягуванням, використовуються для фіксації всіх механізмів намоточної машини. Пристрій периферичної обмотки - це механізм, який забезпечує намотування плівки в рулон. Це пара з двох деталей, встановлених на рамі в кронштейні підшипника та оснащених зірочками для передачі крутного моменту.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД

Шнек екструдера для переробки полімерних матеріалів

Пристрій винаходу відноситься до галузі обладнання для переробки полімерів, зокрема до шнекових пластифікаційних машин, таких як екструдери. Основною метою цього обладнання є підвищення ефективності екструдера за рахунок мінімізації зворотного потоку розплаву. Шнек має зону подачі, зону стиснення та зону дозування. Довжина зони дозування вздовж зони визначається змінною кількістю витків спірального каналу. Принаймні одна спіральна канавка виконана вздовж різбового коника в зоні дозування або по всій довжині штока. Канавка паралельна боці ріжучого коника. Спіральна порожнина канавки - це додатковий гідравлічний опір зворотному потоку розплаву. Це зменшує його і, отже, збільшує продуктивність екструдера.

Екструдер для переробки термопластичних

Запропонована конструкція дозволяє здійснити поступове відділення розплаву від нерозплавлених гранул та подачу його в зону змішування без помітної втрати тиску на дроселюю чому елементі, що дозволяє підвищити якість розплаву.

Черв'як

Розглянемо змішувальний черв'як, встановлений в екструдері, щоб збільшити обсяг обробки термопластичних матеріалів. Черв'як має бар'єрний черв'ячний тип і має змішаний переріз із збільшеним діаметром і розташований у центральній частині стовбура. По зовнішній периферії цієї частини проходить безліч западин. При обертанні черв'яка матеріал рухається у напрямку, протилежному валу, впадає в паз і робить кругові рухи, завдяки чому матеріал рухається у двох напрямках, що покращує якість змішування.

Екструдер для переробки різнорідних вторинних полімерних матеріалів

Корисна модель відноситься до області обробки полімерних матеріалів тиском і може бути використана при переробці полімерних відходів з отри-

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

манням якісних виробів. Пристрій містить корпус, що складається із зони харчування, зони стиснення, зони дозування, захватний 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, а шнек в зоні стиснення виконаний у вигляді бар'єрної секції і змішує секції з чотирьохзахідними безперервними пелюсткоподібними лопатями змішування, де з одного боку кожна лопать має округлий опуклий ділянку, а з іншого боку виступ у вигляді ступені, причому нижня частина пелюстки розташоване на відстані 0,01-0,05 діаметра шнека від поверхні гвинта шнека, а висота верхньої частини пелюстки 0,15 -0,25 діаметра шнека, при довжині підстави пелюстки рівної 0,45-0,55 діаметра шнека, довжині прямої ділянки пелюстки 0,15-0,2 діаметра шнека і радіусі дугообразного зрізу рівного 0,3 діаметра шнека.

Патент № 185 812, МПК В29С 47/38 (2006.01) був обраний для модернізації в дипломному проекті тому, що дана конструкція забезпечить необхідні умови роботи та експлуатації.

Технічним результатом є забезпечення якісного змішування компонентів шляхом створення додаткового стиснення розплаву в межах допустимого діапазону деформації зсуву.

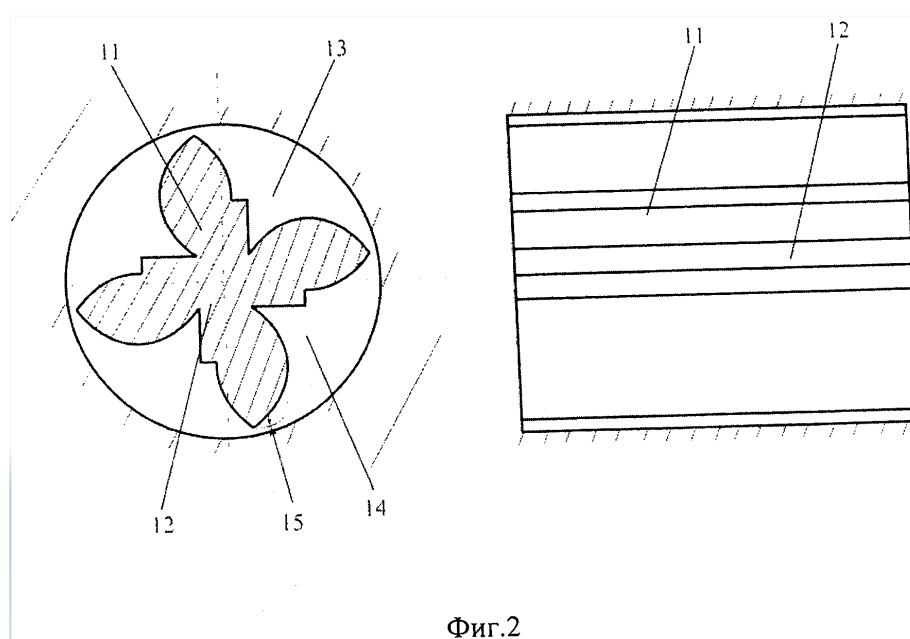


Рисунок 5.1 – Частина шнека (модернізація)

На рисунку 5.1 представлена частина шнека 3 з виконаними чотирьохзахідними пелюсткоподібними безперервними лопатями 11, розташованого в зоні стиснення 5. Причому пелюсткоподібні безперервні лопаті змішування 11, де з одного боку кожна лопать має округлий опуклий ділянку, а з іншого боку виступ у вигляді ступені розміщені вздовж гвинта 12, при це матеріал переходить з вхідного каналу з низькими зсувними деформаціями 13 у вихідний канал з високими зсувними деформаціями 14 через зазор пелюсткоподібної безперервної лопаті 15.

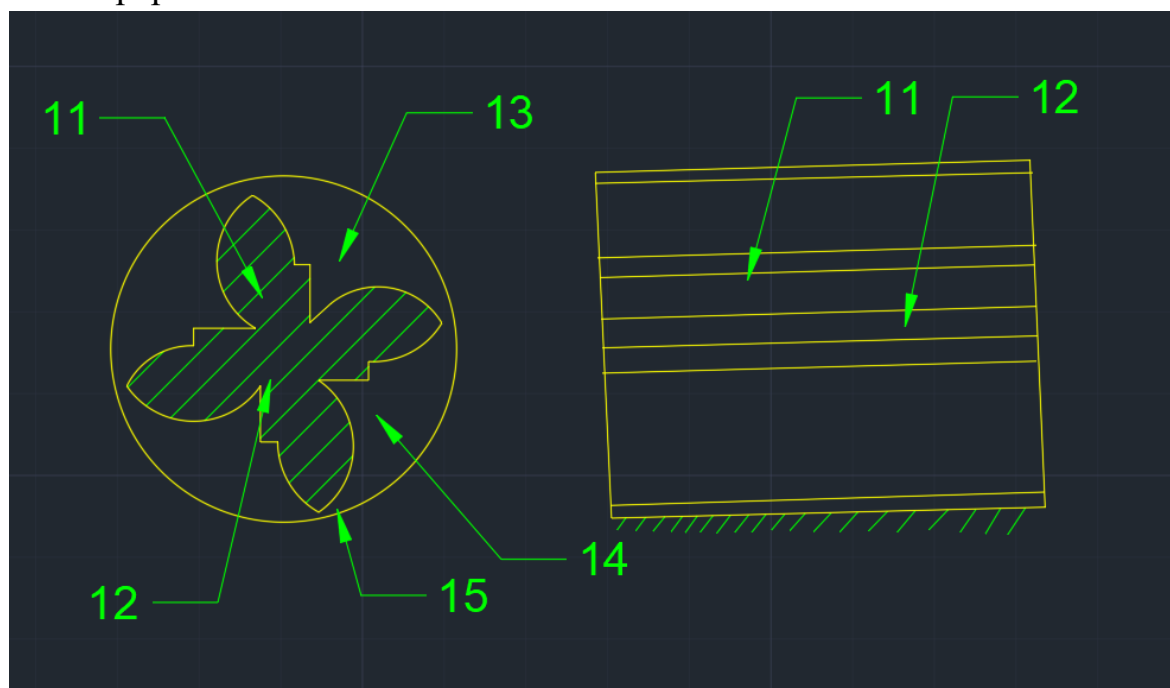


Рисунок 5.2 – Частина шнека (модернізація в AutoCad)

Корисна модель відноситься до галузі переробки полімерних матеріалів під тиском і може бути використана для переробки полімерних відходів для отримання високоякісних продуктів. Пристрій включає оболонку, що складається з зони подачі, зони стиснення, дозуючої зони, затискного пристрою та збірного гвинта. У зоні подачі гвинт виконаний у конічному перерізі. складається з двох суцільних конусних і циліндричних секцій. Склад, шнек у зоні стиснення має форму бар'єрної секції, змішувальної секції та чотирьохходових безперервних пелюсткових змішувальних лопатей, де з одного боку кожна лопать має округлий опуклий ділянку, а з іншого боку виступ у вигляді ступені, причому нижня частина пелюстки розташоване на відстані 0,01-0,05 діаметра

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

шнека від поверхні гвинта шнека, а висота верхньої частини пелюстки 0,15 - 0,25 діаметра шнека, при довжині підстави пелюстки рівної 0,45-0,55 діаметра шнека, довжині прямої ділянки пелюстки 0,15-0,2 діаметра шнека і радіусі дугообразного зрізу рівного 0,3 діаметра шнека.

Технічний результат полягає в забезпеченні якісного змішування компонентів шляхом створення додаткового стиснення розплаву в межах допустимих зсувних деформацій.

Відмінними ознаками пристрою є: шнек в зоні стиснення виконаний з чотирма безперервними пелюсткоподібними лопатями змішування, де з одного боку кожна лопать має округлий опуклий ділянку, а з іншого боку виступ у вигляді ступені.

Після модернізації шнек забезпечує якісне змішування компонентів, створюючи додаткове стиснення розплаву в межах допустимого діапазону деформації зсуву. Ця модернізація підвищила ефективність використання та збільшила кількість можливих продуктів.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці містить у собі питання безпеки праці, попередження травматизму і професійних захворювань; пожеж і вибухів на виробництві; питання правової охорони праці.

Згідно закону про охорону праці України на нові машини, механізми, обладнання необхідно розробити нешкідливі і безпечні умови їх експлуатації обслуговуючим персоналом.

Тема дипломного проекту “Лінія для виготовлення плівки з модернізацією екструдера”. Установку параметрів технологічного процесу і контроль здійснює оператор в спеціальному відведеному місці, операторській кімнаті, загальною площею 10 м². Охорона праці і оточуючого середовища включає в себе питання безпеки праці, усунення причин травматизму і попередження професійних захворювань, аварійних ситуацій на виробництві; питання правової охорони праці.

6.1. ВИЯВЛЕННЯ І АНАЛІЗ ШКІДЛИВИХ І НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ

Автоматизована лінія призначена для змішування суміші.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при роботі і обслуговуванні машини являються:

- повітря робочої зони;
- ураження електричним струмом;
- виробничий шум;
- пожежна безпека;
- промислове освітлення;

6.2. ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ

Процес помелу в млині проводиться при температурі до 200 ° С, але завдяки теплоізоляції максимальна температура робочої поверхні не перевищує 50 ° С. Вузли лінії інтенсивно охолоджуються водою, щоб температура не перевищувала 40 ° С. Фактичні параметри температури робочої зони, відносної вологості, швидкості вітру тощо наведені в таблицях 1.1 та 6.1.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1.

Період року	Категорія роботи – легка Іа		
	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
	Фактична	Фактична	Фактична
Холодний або перехідний	24÷28	60 ÷ 50	0,2
Теплий	28 ÷ 30	60 ÷ 40	0,2

Фактичні параметри умов відповідають нормам і забезпечуються наступними заходами:

- в холодну пору року підігрів приміщення батареями з теплоносіями води, яка нагріта до температури 50÷60°C;
- в теплу пору року – вентиляцією через верхні отвори.

Робота оператора по обслуговуванню лінії відноситься до категорії легких фізичних робіт. Енерговитрати людини в цеху досягають 150 ккал/год (172 Дж/с) по ДСН 3.3.6.042-99.

6.3. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

Відповідно до діючих правил, згідно з ДСТУ 7237: 2011, виробниче приміщення, де встановлений пункт управління екструдером, відноситься до приміщення, де підвищений ризик ураження електричним струмом.

Трифазна напруга становить 220/380 В, частота - 50 Гц, а ізольований нульовий провід використовується для живлення пристрою.

Причини враження обслуговуючого персоналу можуть бути наступні:

- помилкове вмикання установки;
- пробій на корпус;
- дотик людей до відкритих струмопровідних частин електроустановування;

Небезпека враження для людини визначається опором ланцюга людини. Зі зменшенням цих опорів ця небезпека збільшується.

Як довготривале значення електричного удару в нормальних умовах, застосовувана інтенсивність струму $I = 0,01$ А.

Безпека експлуатації устаткування забезпечується поруч організаційних і технічних мір захисту: застосуванням малих напруг, захисним поділом мереж, контролем і профілактикою ушкодження ізоляції, подвійною ізоляцією, забезпеченням неприступності струмоведучих частин, захисним заземленням, захисним зануленням, захисним відключенням, застосуванням засобів індивідуального захисту й ін.

З метою запобігання травм рекомендується вживати наступних заходів охорони праці:

- рубильники включення установки знаходитися в спеціальній шафі;
- силові кабелі помістити в спеціальні захисні металеві рукава;
- передбачити спеціальне захисне відключення установки у випадку влучення людини під напругу;

Тому що еквівалентний опір заземлення $R_e = 1,05$ Ом менше припустимого значення $R_g = 4$ Ом, та умова виконується.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.4. ШУМ

Механічні коливання машин приводять до коливань повітряного середовища, які є причиною шумів.

Сильний і тривалий шум негативно впливає на стан здоров'я. Крім загального стомлення, ослаблення уваги й загальмовування реакції, шум є причиною головного болю, запаморочення, виникнення глухоти, захворювання нервової системи.

Основними джерелами шуму є черв'як преса, і конвеєри, установлені на установці.

В результаті перерахованих заходів фактичний рівень шуму на виробництві та на території підприємства не перевищує 70 дБА, що відповідає ДСН 3.3.6.077-90.

6.5. ПРОМИСЛОВЕ ОСВІТЛЕННЯ

Важливу роль у справі створення безпечних умов праці грає освітлення. Розрізняють природне, штучне і сполучене освітлення. Санітарні норми вимагають максимально можливого використання природного освітлення приміщень, тому що останнє підвищує захисні функції організму, стимулює і нормалізує роботу різних його систем.

У денний час виробниче приміщення освітлюється природним світлом. Для цього вибирається бічне освітлення, через світлові прорізи в зовнішніх стінах.

Санітарні норми вимагають максимально можливого використання природного освітлення приміщень, тому що останнє збільшує захисні функції організму, стимулює й нормалізує роботу різних його систем.

В денний час виробниче приміщення освітлюється природним світлом. Для цього вибирається бокове освітлення, через світлові пройоми в зовнішніх стінах.

Робота з обслуговування обладнання відноситься до VI ряду підряду «а», а саме загальне спостереження за технологічним процесом. При цьому робоче

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

місце оператора повинно мати освітленість робочої зони в межах $E_n = 220$ лк., згідно з санітарними нормами ДБНВ 2.5.28-2018.

6.6. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

У виробництві може горіти: електроізоляція, суміші переробки, горючі речовини. Категорія пожежної небезпеки цеху - В (згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016).

Ступінь вогнестійкості II (згідно ДБН В.1.1-7:2016), клас зони пожежо-небезпеки П-II а.

Основними причинами виникнення пожеж при виробництві є:
несправність електроустаткування (коротке замикання, великі перехідні опори, перевантаження);

розряд атмосферної і статичної електрики;

самозаймання промасленого устаткування.

Заходи щодо пожежної безпеки підрозділяються на організаційні, технічні й експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають: правильну експлуатацію устаткування, правильний зміст приміщення, протипожежний інструктаж робітників.

У приміщенні, де розташовується установка, на відстані 30 метрів друг від друга повинні бути встановлені пожежні гідранти з рукавами довжиною до 10 метрів. Відстань до пожежного виходу повинна бути не більш 30 метрів. Кількість виходів - не менш двох. Ширина прорізу двері евакуиходу - 2 метри. Двері евакуиходу повинні відкриватись назовні за правилами безпеки.

Для гасіння пожежі застосовуються вуглекислові вогнегасники ОУ-8 (4 шт). Вуглекислотні вогнегасники застосовуються для гасіння легкозаймистих та горючих рідин, твердих горючих речовин та матеріалів, електропроводок, що знаходяться під напругою до 1000 В, а також інших предметів. Діючою речовиною є вуглекислота.

Будівля обладнана запасним виходом (1 м) згідно ДБН В.1.1-7:2016.

При виникненні пожежі, люди повинні залишити приміщення.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

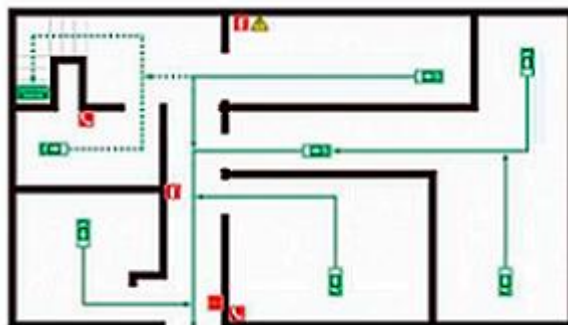


Рисунок 6.1 – План пожежної евакуації

Сам цех – це приміщення, яке розташоване на першому поверсі. Шляхи евакуації (проходи, коридори) повинні мати рівні вертикальні огорожувальні конструкції без будь-яких виступів, що звужують виходи по ширині; природне освітлення або штучне, що працює від звичайної електромережі або від аварійної. Мінімальна ширина проходу має становити не менше 1 м, а висота – 2 м. Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися, як правило, у напрямку виходу з будівлі.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Завдяки модернізації геометрії гвинта, тобто геометрія гвинта виконана у вигляді конічного перетину в зоні дозування. Гвинт виготовлений з двох суцільних конічної та циліндричної секцій, а гвинт у зоні стиснення виконаний Технічним результатом є забезпечення якісного змішування компонентів шляхом додаткового стиснення розплаву в межах допустимого діапазону деформації зсуву.

Отже, ця модернізація покращить геометрію шнека для кращого змішування суміші, збільшуючи тим самим кількість готової продукції, покращуючи тим самим технічні можливості екструдера.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Метою цієї роботи є модернізація екструдера, що використовується для виготовлення поліетиленової плівки. Для отримання результатів були виконані наступні етапи роботи: Спочатку детально проаналізовано базову конструкцію, а інформація, отримана під час огляду, використана для вибору обраного оновлення. Огляд літератури та патентів. Були проведені дослідження альтернативних конструкцій екструдера з модернізацією шнека та безліч способів вдосконалення різних компонентів та механізмів у виробничих лініях плівки. В результаті було обрано найбільш ефективну зміну екструдера, що остаточно підтвердило сучасний тип та тип. У базовій конструкції було запропоновано наступні вдосконалення: розроблено нову геометрію шнека; вони були ознайомлені з чинним законодавством, чинними стандартами та нормами, що стосуються охорони праці, безпеки та охорони навколишнього середовища.

Виходячи з цього, були визначені заходи безпеки при використанні ліній з виробництва плівки для обробки полімерів, особливо поліетилену ПНГ. Отже, розроблена машина може бути повністю експлуатаційною та більш вигідною у використанні. Покращена конструкція дозволяє змішувати оброблені суміші, а завдяки впровадженню певних модернізацій вона також може збільшити кількість готових продуктів. Одночасно підвищується продуктивність екструдера, підвищується ефективність використання перероблених матеріалів, тобто зменшення відходів виробництва та збільшення готової продукції.

					ЛП71.037246.01-70ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВИХІДНІ ДАНІ	2
1. ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ	3
1.1. РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРІЇ ЧЕРВ'ЯКА.....	3
1.2. КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЕКСТРУДЕРА	4
1.3. РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ ЧЕРВ'ЯЧНОЇ МАШИНИ..	4
1.4. РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ ПРИВОДУ ЕКСТРУДЕРА	4
2. КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ГОЛОВКИ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЕКСТРУДЕРА.....	6
2.1. РОЗРАХУНОК КОЕФІЦІЄНТА ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ ГОЛОВКИ.....	9
2.2. РОЗРАХУНОК ПЕРЕПАДУ ТИСКУ В ЕКСТРУЗІЙНІЙ ГОЛОВЦІ.....	9
3. ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК.....	12
4. РОЗРАХУНОК ЧЕРВ'ЯКА НА СТИСК.....	14
5. РОЗРАХУНОК ЧЕРВ'ЯКА НА КРУЧЕННЯ.....	18
6. РОЗРАХУНОК ЧЕРВ'ЯКА НА ВИТРИВАЛІСТЬ.....	19
ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ:.....	20
7. РОЗРАХУНОК БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЧЕРВ'ЯКА	20
7.1. ВИБІР РОЗРАХУНКОВОЇ СХЕМИ.....	20
7.2. РОЗРАХУНКОВА МОДЕЛЬ.....	20
7.3. РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ТЕРМОПРУЖНОГО СТАНУ ЧЕРВ'ЯКА.....	22
7.4. РОЗРАХУНОК МОДЕРНІЗОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЧЕРВ'ЯКА.	26
ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ	26
7.5. ВИСНОВКИ ПО МОДЕРНІЗАЦІЇ ЧЕРВ'ЯКА.....	33

					<i>ЛП71.037246.01-70РР</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Бойчук Я.І.			Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера		
Перевір.							
Керівник		Борищук С.О.					
Н. Контр.							
Затверд.		Гондляр О.В.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						1	61
					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»		

ВИХІДНІ ДАНІ

Вихідні дані:

- діаметр черв'яка $D = 36$ мм;
- загальна довжина черв'яка $30D$;
- крок нарізки черв'яка $t = 36$ мм;
- матеріал, що перероблюється – поліетилен низької густини.

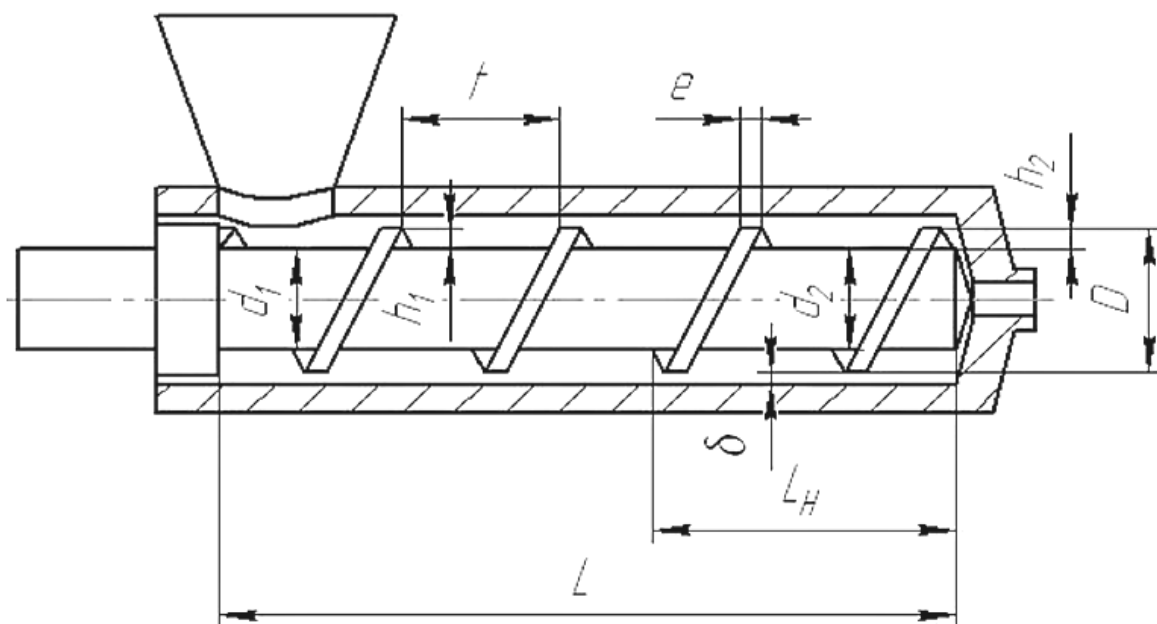


Рисунок. 1 – Схема черв'ячного преса

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП71.037246.01-70PP

Арк.

2

1. ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ

1.1. Розрахунок геометрії черв'яка

1. Загальна довжина черв'яка:

$$l_p = D \cdot 30 = 36 \cdot 30 = 1080 \text{ мм.}$$

2. Довжина зони дозування l_d :

$$l_d = (0,4 \div 0,6) \cdot l_p = 0,5 \cdot 1080 = 540 \text{ мм.}$$

3. Довжина зони завантаження l_z :

$$l_z = (0,25 \div 0,35) \cdot l_p = 0,30 \cdot 1080 = 324 \text{ мм.}$$

4. Довжина зони пластикації l_{Π} :

$$l_{\Pi} = 0,35 \cdot l_p = 0,35 \cdot 1080 = 378 \text{ мм.}$$

5. Крок нарізки витків t (в середньому $t = D$):

$$t = (0,8 \div 1,2) \cdot D = 1,2 \cdot 36 = 43,2 \text{ мм.}$$

6. Ширина витка e :

$$e = (0,08 \div 1,2) \cdot D = 0,12 \cdot 36 = 4,32 \text{ мм.}$$

7. Глибина нарізки в зоні завантаження h_1 :

$$h_1 = (0,1 \div 0,14) \cdot D = 0,1 \cdot 36 = 5,04 \text{ мм.}$$

8. Глибина нарізки в зоні дозування h_2 :

$$i = 1,5 \dots 4;$$

$$h_2 = 0,5 \cdot \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4 \cdot h_1}{i} (D - h_1)} \right] = 0,5 \cdot \left[36 - \sqrt{36^2 - \frac{4 \cdot 5,04}{4} (36 - 5,04)} \right] = 1,2 \text{ мм.}$$

9. Зазор між гребнем черв'яка і корпусом:

$$\delta = (0,002 \dots 0,003) \cdot D;$$

$$\delta = 0,003 \cdot D = 0,003 \cdot 36 = 0,108 \text{ мм.}$$

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Кінематичний розрахунок черв'ячного екструдера

1.3. Розрахунок продуктивності черв'ячної машини

1. Кут нахилу лінії нарізки:

$$\varphi = \arctg \frac{t}{\pi D} = \arctg \frac{43,2}{3,14 \cdot 36} = 0,382 \text{ рад}$$

2. Коефіцієнт прямого потоку:

$$\alpha = \frac{\pi D h_2 (t - e) \cos^2 \varphi}{2} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 1,2 \cdot (43,2 - 4,32) \cdot \cos^2(0,382)}{2} = 2636,38 \text{ мм}^3$$

3. Коефіцієнт зворотного потоку:

$$\beta = \frac{h_2^3 (t - e) \sin 2\varphi}{24 l_d} = \frac{1,2^3 \cdot (43,2 - 4,32) \cdot \sin(2 \cdot 0,382)}{24 \cdot 540} = 0,000119 \text{ мм}^3$$

4. Коефіцієнт потоку витіку:

$$\gamma = \frac{\pi^2 D^2 \delta^3 \cdot \tg \varphi \cdot \sin \varphi}{10 e \cdot l_d} = \frac{3,14^2 \cdot 36^2 \cdot 0,108^3 \cdot \tg(0,382) \cdot \sin(0,382)}{10 \cdot 4,32 \cdot 540} = 0,0001033 \text{ мм}^3$$

5. Об'ємна секундна продуктивність:

$$Q = \frac{\alpha K n}{K + \beta + \gamma} = \frac{2636 \cdot 0,249 \cdot 2}{0,249 + 0,000119 + 0,0001033} = 5267,29 \text{ мм}^3/\text{с}$$

6. Вагова продуктивність:

$$\Pi = 3600 \cdot Q \cdot \rho \cdot 10^{-9} = 3600 \cdot 5267,29 \cdot 940 \cdot 10^{-9} = 17,82 \text{ кг/год.}$$

1.4. Розрахунок потужності приводу екструдера

Визначити потужність, що витрачається на переробку поліетилену.

1) Потужність, споживана в гвинтовому каналі:

$$I = \frac{\pi^2 \cdot D^2 - 4 \cdot t^2}{\pi^2} + \frac{\pi^2 \cdot D^5}{t^2 + \pi^2 \cdot D^2} = \frac{3,14^2 \cdot 36^2 - 4 \cdot 43,2^2}{3,14^2} + \frac{3,14^2 \cdot 36^5}{43,2^2 + 3,14^2 \cdot 36^2} = 41249,12 \text{ мм}^2$$

$$\gamma_k = \frac{\pi^2 \cdot D^2 \cdot n}{60 h_2 \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot D^2 + 2 \cdot t^2}} = \frac{3,14^2 \cdot 36^2 \cdot 140}{60 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot 36^2 + 2 \cdot 43,2^2}} = 193,365$$

при $\gamma_k = 121$, $\mu_k = 1318$

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_1 = \frac{\pi^3 \cdot (t - e) \cdot l_d \cdot I \cdot \mu_k \cdot n^2}{136 \cdot t} \cdot 10^{-13} + \frac{\alpha \cdot \Delta P \cdot n}{6} \cdot 10^{-5} =$$

$$= \frac{3,14^3 \cdot (43,2 - 4,32) \cdot 540 \cdot 41249,12 \cdot 1318 \cdot 140^2}{136 \cdot 43,2} \cdot 10^{-13} +$$

$$+ \frac{2636 \cdot 9,1508 \cdot 140}{6} \cdot 10^{-5} = 6,834 \text{ кВт}$$

2) Потужність, споживана в зазорі між гребнем і корпусом:

$$N_2 = \frac{\pi^3 \cdot D^3 \cdot e \cdot l_d \cdot \mu_3 \cdot n^2}{136 \cdot t \cdot \delta} \cdot 10^{-13} = \frac{3,14^3 \cdot 36^3 \cdot 4,32 \cdot 360 \cdot 186 \cdot 120^2}{136 \cdot 36 \cdot 0,108} \cdot 10^{-13} = 0,948 \text{ кВт}$$

3) Потужність, споживана в зоні дозування:

$$N_d = N_1 + N_2 = 6,834 + 0,948 = 7,782 \text{ кВт}$$

4) Потужність, споживана черв'яком:

$$N_r \approx 2N_d = 2 \cdot 7,782 = 15,56 \text{ кВт}$$

5) Потужність двигуна:

ККД приводу приймаємо $\eta = 0,7 \div 0,8$;

$$N_{дв} = \frac{N_r}{\eta} = \frac{15,56}{0,8} = 19,45 \text{ кВт}$$

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ГОЛОВКИ ЧЕРВ'ЯЧНОГО ЕКСТРУДЕРА

2.1. Розрахунок коефіцієнта геометричної форми головки

$$K_{\text{зар}} = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \frac{1}{K_4} + \frac{1}{K_5} + \frac{1}{K_6} + \frac{1}{K_7}}$$

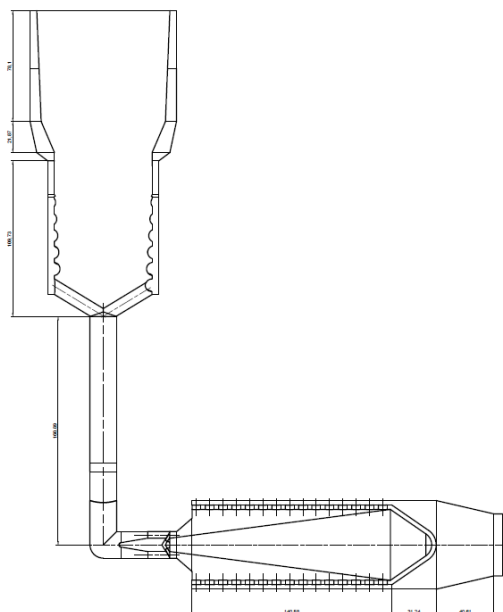
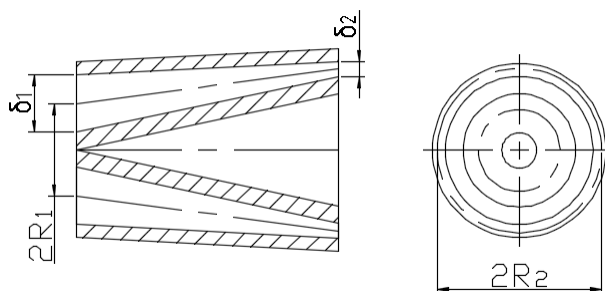


Рисунок. 2.1 – Схема розрахунку коефіцієнта геометричної форми головки

1. Конічний кільцевий з конічною щілиною:

$L = 78,1 \text{ мм}; R_1 = 14,7 \text{ мм}; R_2 = 15,15 \text{ мм}; \delta_1 = 1,2 \text{ мм}; \delta_2 = 0,3 \text{ мм}.$



$$\omega = \left(\frac{R_1 - R_2}{R_1 \delta_2 - R_2 \delta_1} \right)^2 \ln \left(\frac{R_1 \delta_2}{R_2 \delta_1} \right) - \frac{(R_1 - R_2)(\delta_1 - \delta_2)}{(R_1 \delta_2 - R_2 \delta_1) \delta_1 \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \delta_1^2 \delta_2^2}$$

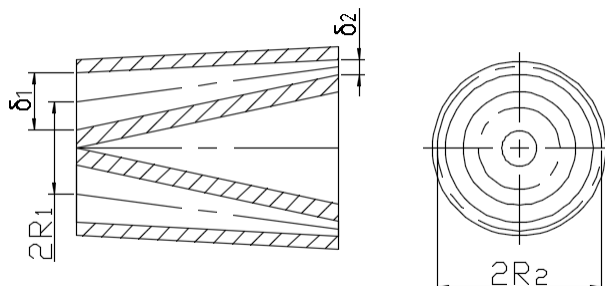
$$\omega = \left(\frac{14,7 - 15,15}{14,7 \cdot 0,3 - 15,15 \cdot 1,2} \right)^2 \ln \left(\frac{14,7 \cdot 0,3}{15,15 \cdot 1,2} \right) -$$

$$- \frac{(14,7 - 15,15)(1,2 - 0,3)}{(14,7 \cdot 0,3 - 15,15 \cdot 1,2) \cdot 1,2 \cdot 0,3} - \frac{1,2^2 - 0,3^2}{2 \cdot 1,2^2 \cdot 0,3^2} = -0,12248704$$

$$K_2 = \frac{\pi(R_1\delta_2 - R_2\delta_1)}{6L\omega} = \frac{3,14 \cdot (14,7 \cdot 0,3 - 15,15 \cdot 1,2)}{6 \cdot 15 \cdot (-0,12248)} = 10,26 \text{ мм}^3$$

2. Конічний кільцевий з конічною щілиною:

$L = 21,87 \text{ мм}$; $R_1 = 12 \text{ мм}$; $R_2 = 14,7 \text{ мм}$; $\delta_1 = 0,6 \text{ мм}$; $\delta_2 = 1,2 \text{ мм}$.



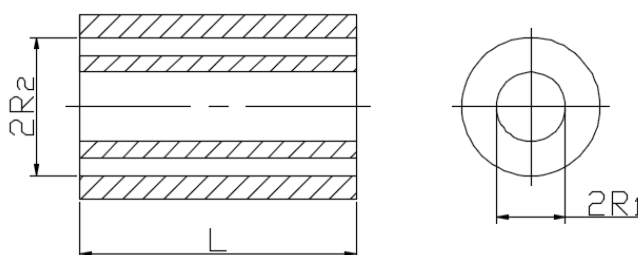
$$\omega = \left(\frac{R_1 - R_2}{R_1\delta_2 - R_2\delta_1} \right)^2 \ln \left(\frac{R_1\delta_2}{R_2\delta_1} \right) - \frac{(R_1 - R_2)(\delta_1 - \delta_2)}{(R_1\delta_2 - R_2\delta_1)\delta_1\delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2\delta_1^2\delta_2^2}$$

$$\omega = \left(\frac{12 - 14,7}{12 \cdot 1,2 - 14,7 \cdot 0,6} \right)^2 \ln \left(\frac{12 \cdot 1,2}{14,7 \cdot 0,6} \right) - \frac{(12 - 14,7)(0,6 - 1,2)}{(12 \cdot 1,2 - 14,7 \cdot 0,6) \cdot 0,6 \cdot 1,2} - \frac{0,6^2 - 1,2^2}{2 \cdot 0,6^2 \cdot 1,2^2} = 0,01$$

$$K_3 = \frac{\pi(R_1\delta_2 - R_2\delta_1)}{6L\omega} = \frac{3,14 \cdot (12 \cdot 1,2 - 14,7 \cdot 0,6)}{6 \cdot 8,4 \cdot (-0,01)} = 24,6 \text{ мм}^3$$

3. Круглий кільцевий

$L = 109,73 \text{ мм}$; $d_1 = 23,4 \text{ мм}$; $d_2 = 24,6 \text{ мм}$.



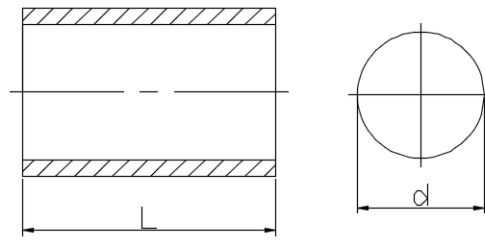
$$R_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{23,4}{2} = 11,7 \text{ мм}; R_2 = \frac{d_2}{2} = \frac{24,6}{2} = 12,3 \text{ мм}.$$

$$K_4 = \frac{\pi(R_1 + R_2)(R_2 - R_1)^2}{12 \cdot L} = \frac{3,14 \cdot (11,7 + 12,3)(12,3 - 11,7)^2}{12 \cdot 21} = 0,652 \text{ мм}^3$$

4. 120 круглих циліндричних отворів:

$L = 160,89 \text{ мм}$; $d = 6 \text{ мм}$.

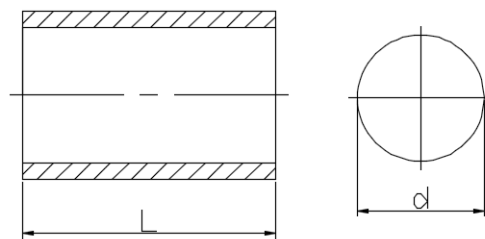
					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$K = \frac{\pi d^4}{128L} \cdot 120 = \frac{3,14 \cdot 6^4}{128 \cdot 28,975} \cdot 120 = 68,383 \text{ мм}^3$$

5. 140 круглих циліндричних отворів:

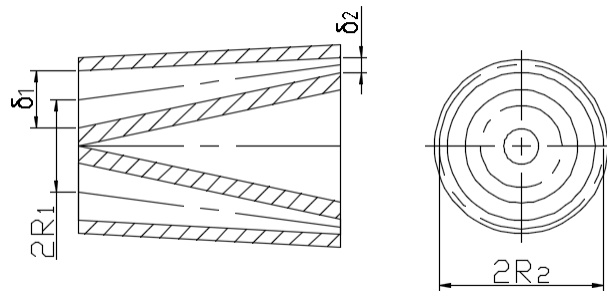
$L = 140,58 \text{ мм}; d = 1 \text{ мм}.$



$$K_1 = \frac{\pi d^4}{128L} \cdot 120 = \frac{3,14 \cdot 1^4}{128 \cdot 7,5} \cdot 140 = 0,458 \text{ мм}^3$$

6. Конічний кільцевий з конічною щілиною:

$L = 31,24 \text{ мм}; R_1 = 10,5 \text{ мм}; R_2 = 27,75 \text{ мм}; \delta_1 = 5 \text{ мм}; \delta_2 = 4,5 \text{ мм}.$



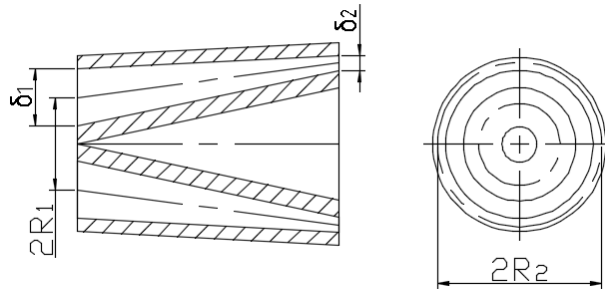
$$\omega = \left(\frac{R_1 - R_2}{R_1 \delta_2 - R_2 \delta_1} \right)^2 \ln \left(\frac{R_1 \delta_2}{R_2 \delta_1} \right) - \frac{(R_1 - R_2)(\delta_1 - \delta_2)}{(R_1 \delta_2 - R_2 \delta_1) \delta_1 \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \delta_1^2 \delta_2^2}$$

$$\omega = \left(\frac{10,5 - 27,75}{10,5 \cdot 4,5 - 27,75 \cdot 5} \right)^2 \ln \left(\frac{10,5 \cdot 4,5}{27,75 \cdot 5} \right) - \frac{(10,5 - 27,75)(5 - 4,5)}{(10,5 \cdot 4,5 - 27,75 \cdot 5) \cdot 5 \cdot 4,5} - \frac{5^2 - 4,5^2}{2 \cdot 5^2 \cdot 4,5^2} = -0,0472$$

$$K_6 = \frac{\pi(R_1 \delta_2 - R_2 \delta_1)}{6L\omega} = \frac{3,14 \cdot (10,5 \cdot 4,5 - 27,75 \cdot 5)}{6 \cdot 142 \cdot (-0,0472)} = 7,1445 \text{ мм}^3$$

7. Конічний кільцевий з конічною щілиною:

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$L = 40,61 \text{ мм}; R_1 = 19,5 \text{ мм}; R_2 = 27,75 \text{ мм}; \delta_1 = 21 \text{ мм}; \delta_2 = 4,5 \text{ мм}.$

$$\omega = \left(\frac{R_1 - R_2}{R_1 \delta_2 - R_2 \delta_1} \right)^2 \ln \left(\frac{R_1 \delta_2}{R_2 \delta_1} \right) - \frac{(R_1 - R_2)(\delta_1 - \delta_2)}{(R_1 \delta_2 - R_2 \delta_1) \delta_1 \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \delta_1^2 \delta_2^2}$$

$$\omega = \left(\frac{19,5 - 27,75}{19,5 \cdot 4,5 - 27,75 \cdot 21} \right)^2 \ln \left(\frac{19,5 \cdot 4,5}{27,75 \cdot 21} \right) - \frac{(19,5 - 27,75)(21 - 4,5)}{(19,5 \cdot 4,5 - 27,75 \cdot 21) \cdot 21 \cdot 4,5} - \frac{21^2 - 4,5^2}{2 \cdot 21^2 \cdot 4,5^2} = -0,02699$$

$$K_7 = \frac{\pi(R_1 \delta_2 - R_2 \delta_1)}{6L\omega} = \frac{3,14 \cdot (19,5 \cdot 4,5 - 27,75 \cdot 21)}{6 \cdot 27,79 \cdot (-0,02699)} = 345,376 \text{ мм}^3$$

8. Розраховуємо коефіцієнт геометричної форми головки:

$$K_{\text{заг}} = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3} + \frac{1}{K_4} + \frac{1}{K_5} + \frac{1}{K_6} + \frac{1}{K_7}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{0,458} + \frac{1}{10,26} + \frac{1}{24,6} + \frac{1}{0,652} + \frac{1}{68,383} + \frac{1}{7,1445} + \frac{1}{345,376}} = 0,249 \text{ мм}^3$$

2.2. Розрахунок перепаду тиску в екструзійній головці

Для кожної ділянки постійної геометрії визначають швидкість зсуву γ , після якої з графіка, формули або табличних даних визначають в'язкість μ .

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

Матеріал: ПЕВТ; $t = 150^\circ$; $\mu = 4030 \cdot \gamma^{-0,532}$.

1. 140 круглих циліндричних отворів:

$d_1 = 1 \text{ мм}, K_1 = 0,458 \text{ мм}^3$.

$$\gamma_1 = \frac{32Q}{\pi d^3} \cdot \frac{1}{120} = \frac{32 \cdot 6222,34}{3,14 \cdot 1^3} \cdot \frac{1}{120} = 528,4 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 4030 \cdot \gamma^{-0,532} = 4030 \cdot 528,4^{-0,532} = 143,446 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП71.037246.01-70PP				

$$\Delta P_1 = \frac{Q \cdot \mu}{K_1} = \frac{6222,34 \cdot 143,446}{0,458} = 1,949 \text{ МПа}$$

2. Конічний кільцевий з конічною щілиною:

$$R_1 = 73,5 \text{ мм}; R_2 = 75,75 \text{ мм}; \delta_1 = 6 \text{ мм}; \delta_2 = 1,5 \text{ мм}; K_2 = 11,35 \text{ мм}^3.$$

$$\gamma_2 = \frac{22,32Q}{\pi(R_1 + R_2)(\delta_1 + \delta_2)^2} = \frac{22,32 \cdot 6222,34}{3,14 \cdot (73,5 + 75,75)(6 + 1,5)^2} = 5,268 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 4030 \cdot \gamma^{-0,532} = 4030 \cdot 5,268^{-0,532} = 1664,91 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_2 = \frac{Q \cdot \mu}{K_2} = \frac{6222,34 \cdot 1664,91}{11,35} = 0,913 \text{ МПа}$$

3. Конічний кільцевий з конічною щілиною:

$$R_1 = 60 \text{ мм}; R_2 = 73,5 \text{ мм}; \delta_1 = 3 \text{ мм}; \delta_2 = 6 \text{ мм}; K_2 = 57,9 \text{ мм}^3.$$

$$\gamma_2 = \frac{22,32Q}{\pi(R_1 + R_2)(\delta_1 + \delta_2)^2} = \frac{22,32 \cdot 6222,34}{3,14 \cdot (60 + 73,5)(3 + 6)^2} = 4,09 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 4030 \cdot \gamma^{-0,532} = 4030 \cdot 4,09^{-0,532} = 1904,883 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_3 = \frac{Q \cdot \mu}{K_2} = \frac{6222,34 \cdot 1904,883}{57,9} = 0,205 \text{ МПа}$$

4. Круглий кільцевий:

$$R_1 = 58,5 \text{ мм}; R_2 = 61,5 \text{ мм}; K_3 = 1,994 \text{ мм}^3.$$

$$\gamma_3 = \frac{5,58Q}{\pi(R_1 + R_2)(R_2 - R_1)^2} = \frac{5,58 \cdot 6222,34}{3,14 \cdot (58,5 + 61,5)(61,5 - 58,5)^2} = 10,2385 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 4030 \cdot \gamma^{-0,532} = 4030 \cdot 10,2385^{-0,532} = 1169,121 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_4 = \frac{Q \cdot \mu}{K_3} = \frac{6222,34 \cdot 1169,121}{1,994} = 3,648 \text{ МПа}$$

5. 1 круглих циліндричних отворів:

$$d = 30 \text{ мм}; K_1 = 137,989 \text{ мм}^3.$$

$$\gamma_1 = \frac{32Q}{\pi d^3} \cdot \frac{1}{120} = \frac{32 \cdot 6222,34}{3,14 \cdot 30^3} \cdot \frac{1}{120} = 0,0196 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 4030 \cdot \gamma^{-0,532} = 4030 \cdot 0,0196^{-0,532} = 32645,6 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_5 = \frac{Q \cdot \mu}{K_1} = \frac{6222,34 \cdot 32645,6}{137,989} = 1,472 \text{ МПа}$$

6. Конічний кільцевий з конічною щілиною:

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_1 = 10,5 \text{ мм}; R_2 = 27,75 \text{ мм}; \delta_1 = 5 \text{ мм}; \delta_2 = 4,5 \text{ мм}; K_4 = 7,1445 \text{ мм}^3.$$

$$\gamma_4 = \frac{22,32Q}{\pi(R_1 + R_2)(\delta_1 + \delta_2)^2} = \frac{22,32 \cdot 6222,34}{3,14 \cdot (10,5 + 27,75)(5 + 4,5)^2} = 12,813 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 4030 \cdot \gamma^{-0,532} = 4030 \cdot 12,813^{-0,532} = 1037,612 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_6 = \frac{Q \cdot \mu}{K_4} = \frac{6222,34 \cdot 1037,612}{7,1445} = 0,904 \text{ МПа}$$

7. Конічний кільцевий з конічною щілиною:

$$R_1 = 19,5 \text{ мм}; R_2 = 27,75 \text{ мм}; \delta_1 = 21 \text{ мм}; \delta_2 = 4,5 \text{ мм}; K_4 = 345,376 \text{ мм}^3.$$

$$\gamma_4 = \frac{22,32Q}{\pi(R_1 + R_2)(\delta_1 + \delta_2)^2} = \frac{22,32 \cdot 6222,34}{3,14 \cdot (19,5 + 27,75)(21 + 4,5)^2} = 1,4396 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = 4030 \cdot \gamma^{-0,532} = 4030 \cdot 1,4396^{-0,532} = 3319,86 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_7 = \frac{Q \cdot \mu}{K_4} = \frac{6222,34 \cdot 3319,86}{345,376} = 0,0598 \text{ МПа}$$

Загальний перепад тиску в головці розраховується за формулою:

$$\Delta P = \sum \Delta P_i = 1,949 + 0,913 + 0,205 + 3,648 + 1,472 + 0,904 + 0,0598 = \\ = 9,1508 \text{ МПа}$$

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

3. ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК

Визначаємо кількість тепла, яку необхідно підвести електронагрівачами.

Вихідні дані:

Потужність, встановлена електродвигуном	$N = 19,45$ кВт,
Продуктивність до пластифікованого ПЕВТ	$G_M = 17,82$ кг/год,
Початкова температура матеріалу	$T_{\Pi} = 20^{\circ}\text{C}$,
Кінцева температура матеріалу	$T_K = 150^{\circ}\text{C}$,
Температура поверхні кожуха	$T_{\text{кож}} = 45^{\circ}\text{C}$,
Температура повітря	$T_B = 20^{\circ}\text{C}$,
Ширина теплообмінної поверхні	$B = 0,23$ м,
Довжина теплообмінної поверхні	$L = 0,83$ м,
К.К.Д. приводу преса	$\eta_1 = 0,6$,
К.К.Д. електродвигуна	$\eta_2 = 0,8$,

1) Тепловий баланс преса:

$$Q_N + Q_{Q_1} = G_M \cdot C_M (T_K - T_{\Pi}) + Q_{\text{втр}}$$

де Q_N – кількість тепла, яке виділяється при використанні потужності і визначене:

$$Q_N = N \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 19,45 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 9,336 \text{ Вт}$$

2) $Q_{\text{втр}}$ – втрати тепла в оточуюче середовище:

$$Q_{\text{втр}} = Q_K + Q_{\text{випр}}$$

де Q_K – втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією:

$$Q_K = \alpha_K \cdot F \cdot (T_{\text{кож}} - T_B)$$

де F – площа теплообмінної поверхні кожуха:

$$F = B \cdot L = 0,23 \cdot 0,83 = 0,191 \text{ м}^2$$

α_K – коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище, визначений за формулою:

$$\alpha_K = \frac{Nu \cdot \lambda_M}{B}$$

де Nu – критерій Нуссельта,

λ_M – коефіцієнт теплопровідності при середній температурі,

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Критерій Нуссельта визначається за формулою:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n$$

де Gr – критерій Грасгофа, визначений за формулою:

$$Gr = \frac{\beta \cdot B^3 \cdot g \cdot \Delta T}{\nu^2}$$

Розрахункова температура:

$$T_P = \frac{T_{\text{кож}} + T_B}{2} = \frac{45 + 20}{2} = 32,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Знаходимо значення теплофізичних параметрів та критеріїв подібності при розрахунковій температурі:

$$\lambda_M = 2,69 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} - \text{коефіцієнт теплопровідності}$$

$$\nu_M = 18,95 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}} - \text{коефіцієнт кінематичної в'язкості}$$

$$Pr = 0,7 - \text{критерій Прандля}$$

За формулою знаходимо критерій Грасгофа:

$$Gr = \frac{\beta \cdot B^3 \cdot g \cdot \Delta T}{\nu_M^2} = \frac{1}{273 + 32,5} \cdot \frac{0,23^3 \cdot 9,8}{(18,95 \cdot 10^{-6})^2} \cdot (45 - 20) = 27,17 \cdot 10^6$$

Добуток $Gr \cdot Pr$:

$$Gr \cdot Pr = (27,17 \cdot 10^6 \cdot 0,7) = 19,02 \cdot 10^6$$

Критерій Нуссельта знаходимо за формулою:

$$Nu = C \cdot (Gr \cdot Pr)^n = 0,54 \cdot (19,02 \cdot 10^6)^{\frac{1}{4}} = 35,66$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище, визначається за формулою:

$$\alpha_K = \frac{Nu \cdot \lambda_M}{B} = \frac{35,66 \cdot 2,69 \cdot 10^{-2}}{0,23} = 4,17 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією за формулою:

$$Q_K = \alpha_K \cdot F \cdot (T_{\text{кож}} - T_B) = 4,17 \cdot 0,191 \cdot (45 - 20) = 19,912 \text{ Вт}$$

Втрати тепла в оточуюче середовище випромінюванням:

$$Q_{\text{випр}} = 5,67 \cdot \varepsilon \cdot F \cdot \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right) = 5,67 \cdot 0,6 \cdot 0,191 \cdot$$

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\cdot \left(\left(\frac{306,5}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right) = 9,454 \text{ Вт}$$

де $E = 0,6$ – степінь чорноти матеріала кожуха,

$T_1 = 306,5 \text{ К}$ – абсолютна температура кожуха,

$T_2 = 293 \text{ К}$ – абсолютна температура оточуючого середовища.

Втрати тепла в оточуюче середовище визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{втр}} = Q_K + Q_{\text{випр}} = 19,912 + 9,454 = 29,366 \text{ Вт}$$

Кількість тепла, яке підводиться до корпусу електронагрівачами:

$$Q_{Q_1} = G_M \cdot C_M (T_K - T_{\Pi}) + Q_{\text{втр}} - Q_N = (21,06 \cdot 6,046 \cdot (150 - 20)) + \\ + 29,366 - 12,51 = 16,569 \text{ кВт}$$

Для забезпечення нагрівання матеріалу до заданої температури і компенсації втрати тепла в оточуюче середовище в пресі встановлено 4 індукційних нагрівників типу ІОТ – 50 потужністю 5 кВт.

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. РОЗРАХУНОК ЧЕРВ'ЯКА НА СТИСК

Метою розрахунку є визначення працездатності черв'яка.

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:

$$M_{кр} = \frac{9550 \cdot N}{n} = \frac{9550 \cdot 15,56}{120} = 1193 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де $N = 15,56$ – потужність, яка споживається черв'яком, кВт;

$n = 120$ – швидкість обертання черв'яка, об/хв.

Осьове зусилля:

$$P_{ос} = \frac{2 \cdot M_{кр}}{D} = \frac{2 \cdot 1,193 \cdot 10^3}{0,036} = 66,27 \text{ кН}$$

де $D = 0,036$ – зовнішній діаметр черв'яка, м.

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

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{9,81 \cdot G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 8,47}{1,08} = 76,95 \text{ Н/м}$$

$l_p = 1,08$ – довжина робочої частини, м.

$$G = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho \cdot l_p = \frac{3,14 \cdot 0,036^2 \cdot 7710 \cdot 1,08}{4} = 8,47$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_p^2 = \frac{1}{2} \cdot 76,95 \cdot 1,08^2 = 44,88 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

W_x – осьовий момент опору:

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,036^3 \cdot (1 - 0)}{32} = 0,45 \cdot 10^{-5}$$

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

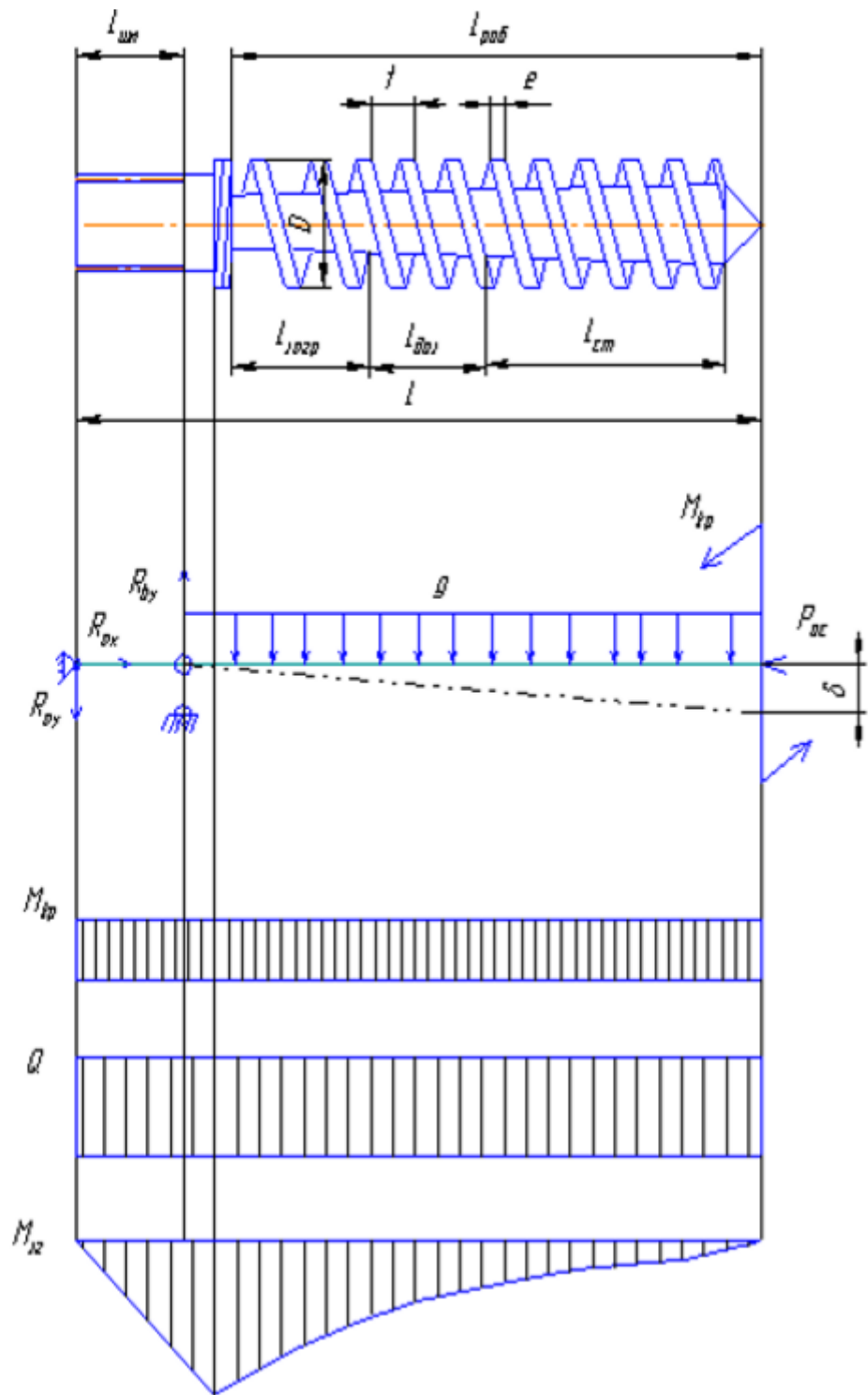


Рисунок 4.1 – Розрахунок на стиск черв'яка

Стискне напруження:

$$\sigma_{ст} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{66.27 \cdot 10^3}{1,017 \cdot 10^{-3}} + \frac{44,88}{0,45 \cdot 10^{-5}} = 75,13 \text{ МПа}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП71.037246.01-70PP

Арк.

16

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

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (1 - \alpha^2) = \frac{3,14 \cdot 0,036^2}{4} (1 - 0) = 1,017 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$\alpha = 0$$

d_0 – діаметр осердя в зоні завантаження;

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{1193 \cdot 10^3}{0,91 \cdot 10^{-5}} = 131 \text{ МПа}$$

де W_p – полярний момент опору:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_1^3 (1 - \alpha^4)}{16} = \frac{3,14 \cdot 0,036^3 (1 - 0)}{16} = 0,91 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{75,13^2 + 4 \cdot 131^2} = 272,55 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу повинен перевищувати допустиме значення:

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

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

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

$$n = \frac{880}{272,55} = 3,228$$

					ЛП71.037246.01-70РР	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. РОЗРАХУНОК ЧЕРВ'ЯКА НА КРУЧЕННЯ

Перевіряємо найбільш слабкий переріз на кручення:

$$N_t = \frac{\tau_1}{\tau_p \cdot \left(\frac{k_\tau}{\beta \cdot \varepsilon_\tau} + \xi_\tau \right)} = \frac{252 \cdot 10^6}{18,52 \cdot 10^6 \left(\frac{1,9}{0,9 \cdot 0,59} + 0,05 \right)} = 3,75$$

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

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

$k_\tau = 1,9$ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень;

$\varepsilon_\tau = 0,59$ – коефіцієнт, враховує вплив змінної складової напруження;

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

Розрахункове напруження кручення:

$$\tau_p = \frac{M_{кр}}{2 \cdot W_{ro}} = \frac{1,193 \cdot 10^3}{2 \cdot 3,22 \cdot 10^{-5}} = 18,52 \text{ МПа}$$

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

$$W_{ro} = 2 \cdot \frac{I}{R} = 2 \cdot \frac{9,278 \cdot 10^{-7}}{0,0575} = 3,22 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

$I = 9,278 \cdot 10^{-7}$ – полярний момент інерції перетину черв'яка;

$R = 0,0575$ – радіус сердечника черв'яка.

Запас міцності лежить в межах: $N_t \geq 3 \dots 5$

Підставивши всі значення в формулу, отримуємо запас міцності $N_t = 3,75$, що задовольняє умови.

					ЛП71.037246.01-70РР	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. РОЗРАХУНОК ЧЕРВ'ЯКА НА ВИТРИВАЛІСТЬ

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

$$n_{\text{ц}} = \frac{\sigma_{-1}}{(k_{\sigma})_d \cdot \sigma_{\text{max}} + \psi_{\sigma} + \sigma_{\text{с}}} = \frac{0,4 \cdot 900}{4,643 \cdot 9,973 + 0,25 \cdot 0} = 7,77$$

де $\sigma_{-1} = 0,4 \cdot \sigma_{\text{в}}$ – допустиме напруження під час циклічного навантаження ($\sigma_{\text{в}} = 800 \dots 1200$ МПа);

σ_a -амплітуда змінювання напружень, у цьому випадку вони змінюються від $+\sigma_{\text{max}} \leq \sigma_a \leq -\sigma_{\text{max}}$

де σ_{max} -найбільші напруження від дії згинального моменту.

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_x} = \frac{44,88}{0,45 \cdot 10^{-5}} = 9,973 \text{ МПа}$$

$\sigma_{\text{с}} = 0$ – середнє напруження циклу, оскільки цикл симетричний;

$\psi_{\sigma} = 0,25$; $(k_{\sigma})_d$ – ефективний коефіцієнт концентрації напружень, який можна знайти за формулою:

$$(k_{\sigma})_d = \frac{k_{\sigma}}{(\beta \cdot \epsilon)} = \frac{1,95}{1 \cdot 0,42} = 4,643$$

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

β – коефіцієнт, який враховує якість поверхні деталі (для полірованої поверхні черв'яка $\beta = 1$), $\epsilon = 0,42$ - коефіцієнт, який враховує розмір перерізу деталі і обирається в залежності від діаметра з таблиць.

Всі умови розрахунку черв'яка на витривалість виконуються.

					ЛП71.037246.01-70РР	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. РОЗРАХУНОК БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЧЕРВ'ЯКА

7.1. Вибір розрахункової схеми

Розглянута конструкція симетрична. При цьому в кінцевому елементі в площині симетрії встановлюється зв'язок, перпендикулярний цьому напрямку. Враховуючи, що дослідна частина конструкції корпусу складається з циліндричної оболонки корпусу, ми змоделювали їх фрагменти, які з'єднані між собою і займають весь об'єм дослідницької конструкції.

Вихідна модель була створена засобами програми «CATIA V5» (рисунок 7.1).

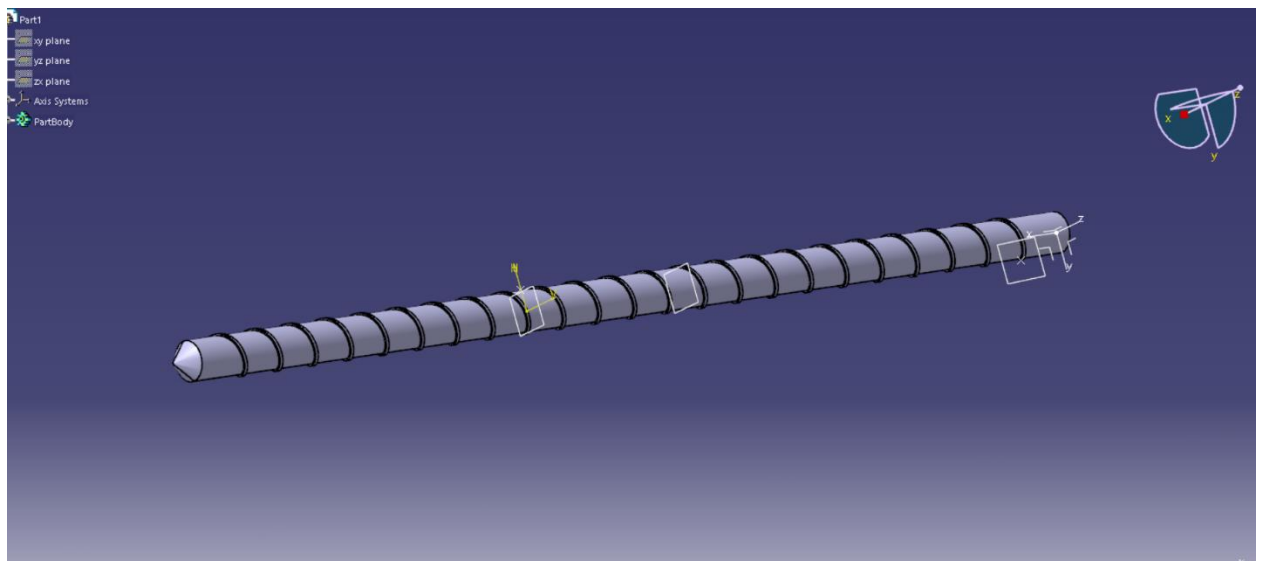


Рисунок 7.1 – Скріншот 3D моделі черв'яка екструдера

7.2. Розрахункова модель

Оскільки обладнання під час роботи піддається впливу температури, створюємо у системі ANSYS модуль “Steady-State Thermal” та у розділ геометрії імпортуємо створену 3D. Скріншот 3D моделі зазначений на рисунок 7.2.

					<i>ЛП71.037246.01-70PP</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

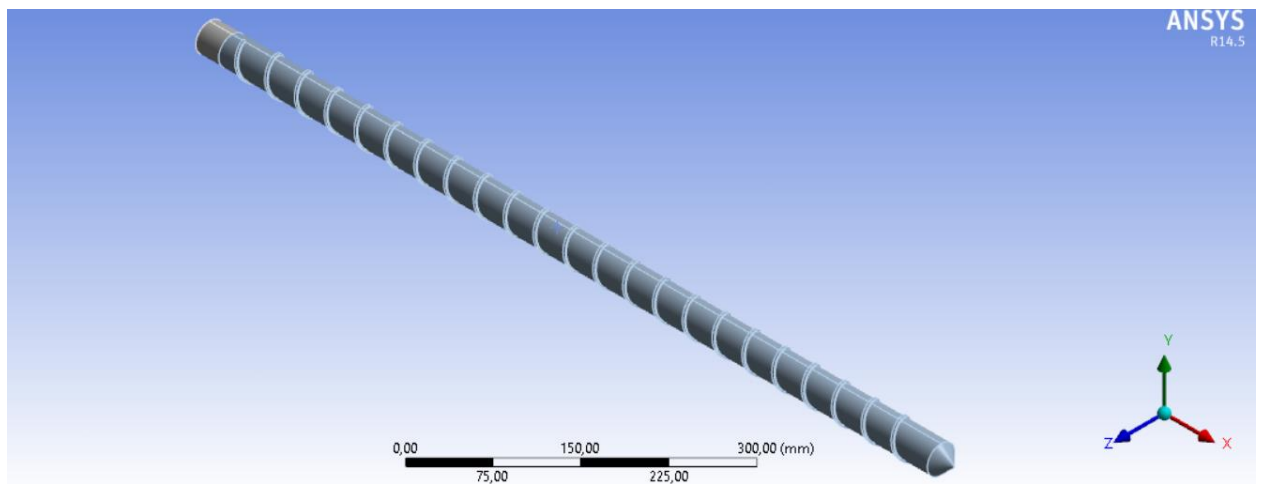


Рисунок 7.2 – Скріншот 3D моделі черв'яка екструдера

Для можливості розрахунку термопружного стану трубного млина було використано об'єднання модулів Steady-State Thermal та Static Structural (рисунок 7.3)

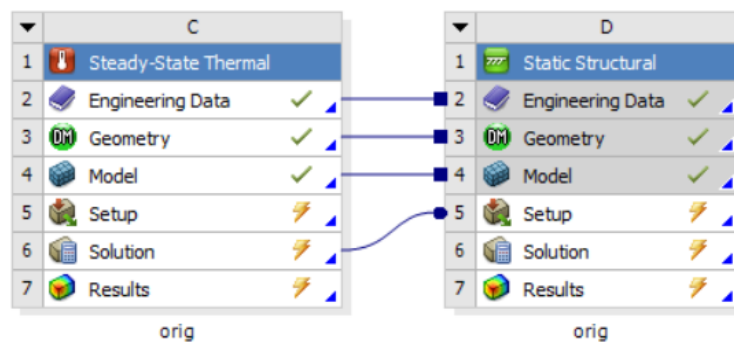


Рисунок 7.3 – Скріншот об'єднаних модулів Steady-State Thermal та Static Structural

За матеріал черв'яка було обрано сталь 38Х2МЮА .

7.3. результати розрахунків термопружного стану черв'яка

Геометрична модель базової конструкції черв'яка наведена на рисунку 2.10.1, а розрахункова сітка – на рисунку 7.4.

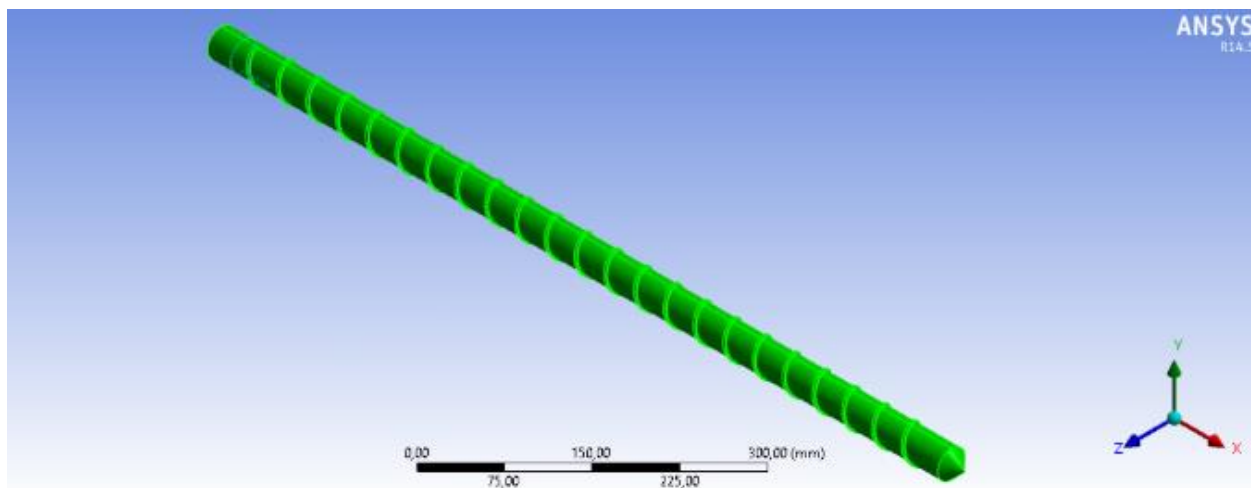


Рисунок 7.4 – Базова геометрія для числової моделі

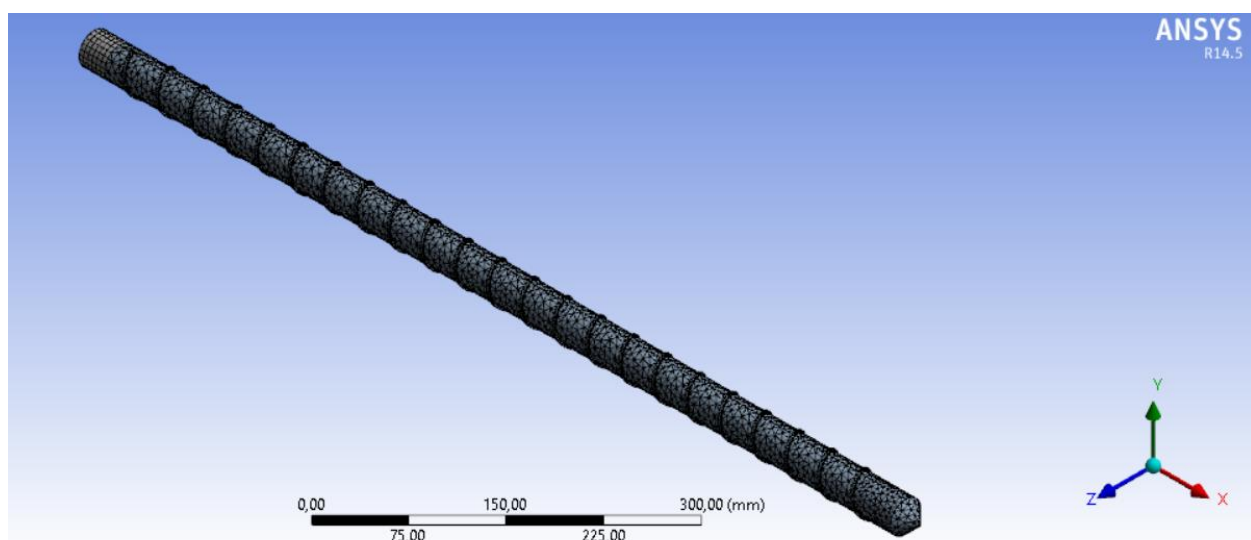


Рисунок 7.5 – Розрахункова сітка числової моделі базової конструкції

До силового та теплового навантаження чисельної моделі базової конструкції черв'яка належать: сила тяжіння, інерційна сила, пов'язана з обертанням черв'яка; гідростатичний тиск, пов'язаний із завантаженням матеріалу в екструдер, і температурне навантаження під межею третього типу умови. На рисунках 7.6 та 7.7 показано зтягування та потужність черв'яка екструдера з тепловим навантаженням.

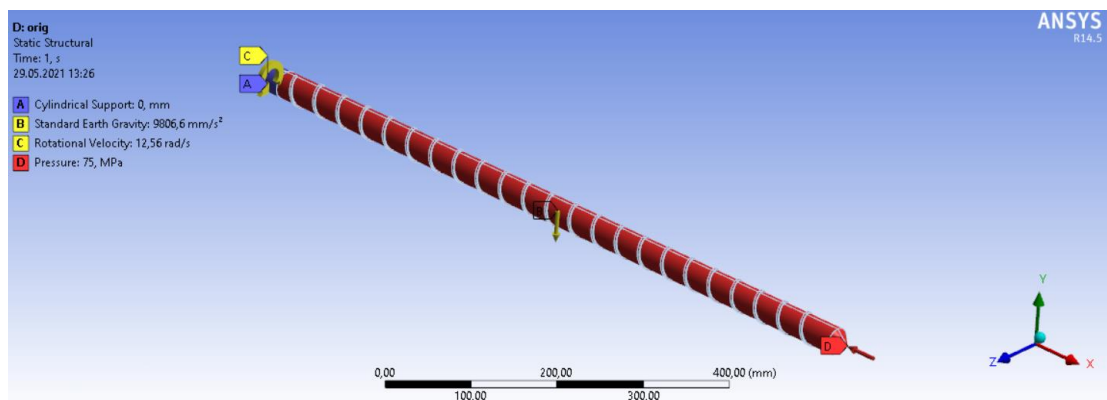


Рисунок 7.6 – Схема закріплення та силового навантаження на модель черв'яка в модулі Static Structural

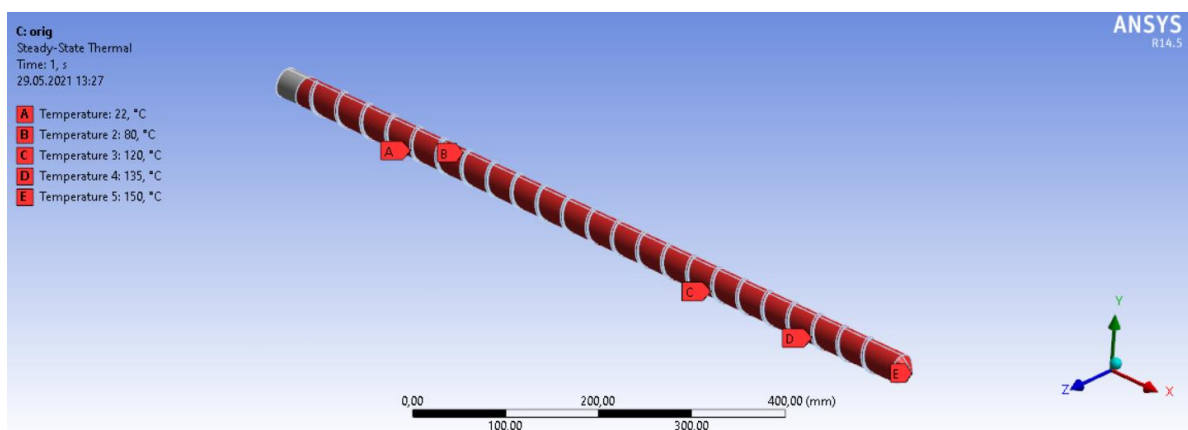


Рисунок 7.7 – Схема теплового навантаження на модель черв'яка в модулі Steady-State Thermal

Після закінчення розрахунків було отримано результати полів температур, густини теплового потоку, результуючих переміщень, еквівалентних напружень за Мізесом, запасу міцності конструкції. Результати цих розрахунків наведено на рисунках 7.8–7.14.

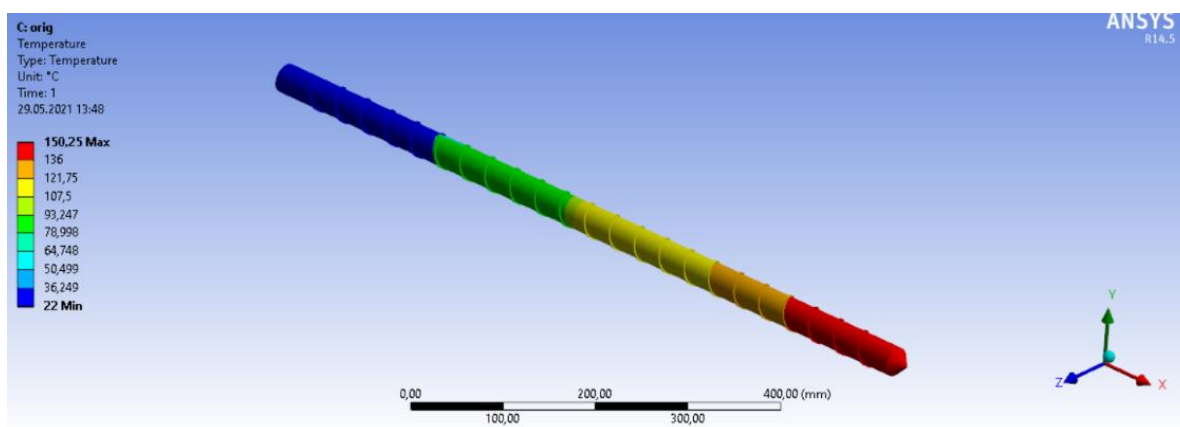


Рисунок 7.8 – Поле температур черв'яка

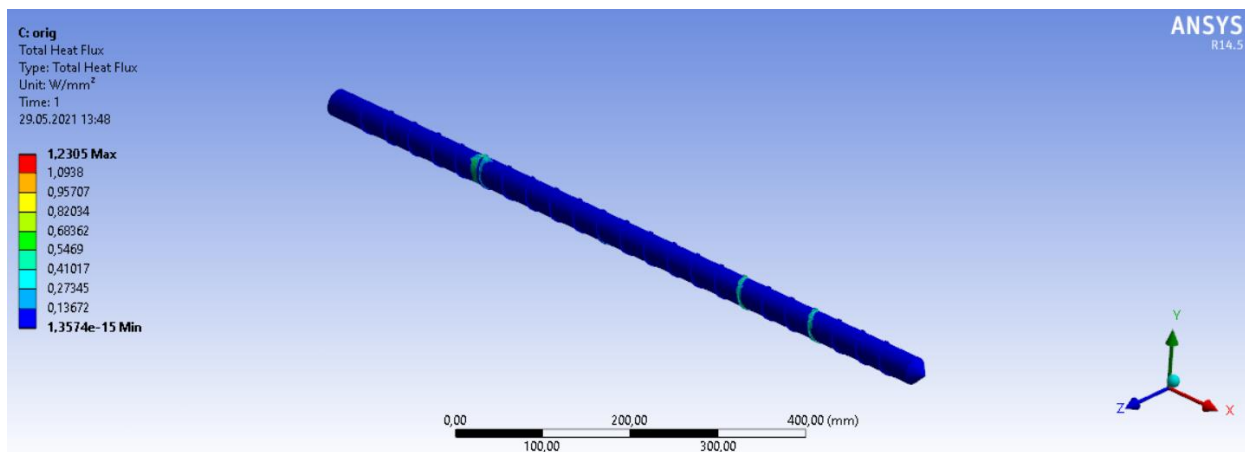


Рисунок 7.9 – Поле густини теплового потоку черв'яка

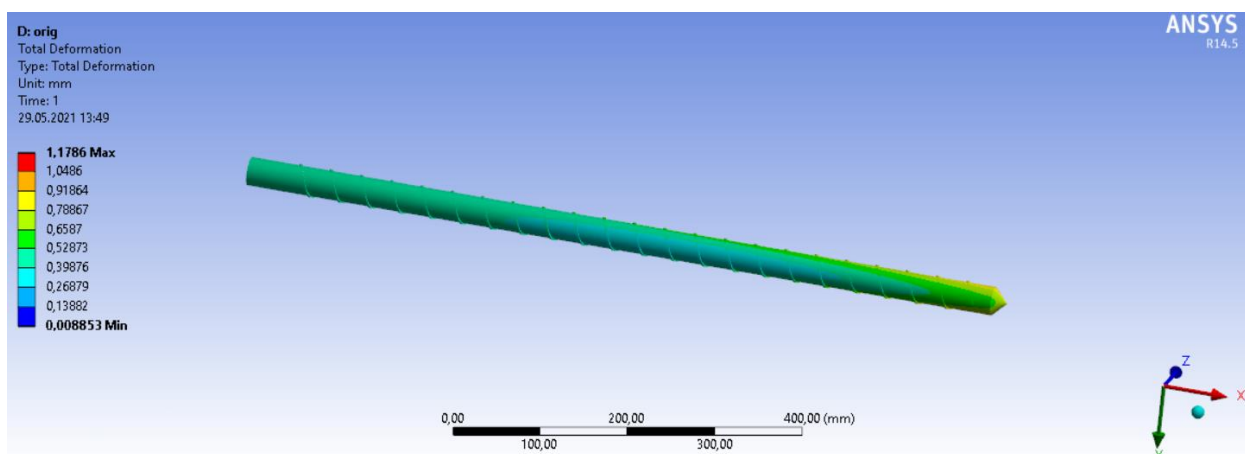


Рисунок 7.10 – Поле результуючих переміщень черв'яка

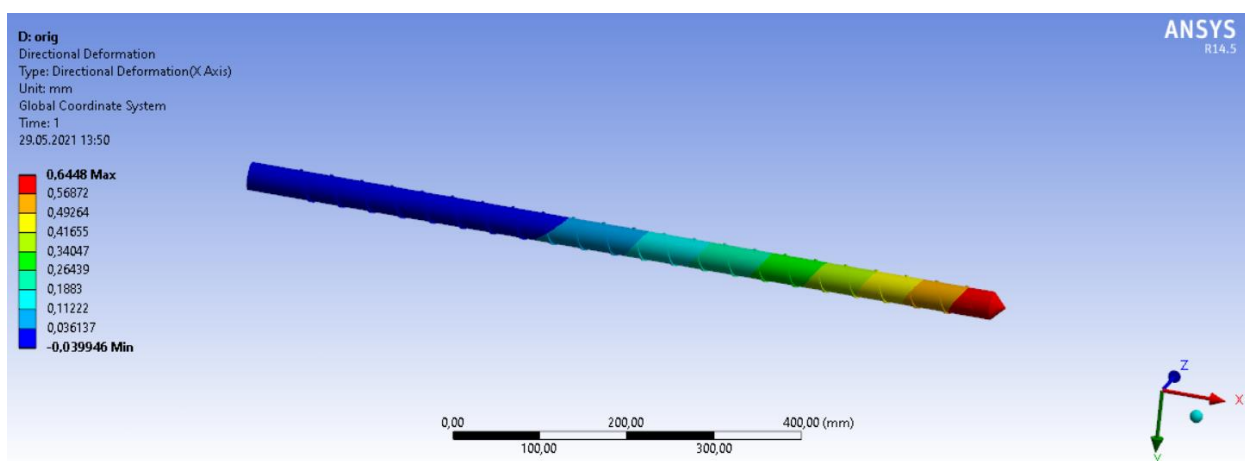


Рисунок 7.11 – Поле переміщень в напрямку осі X

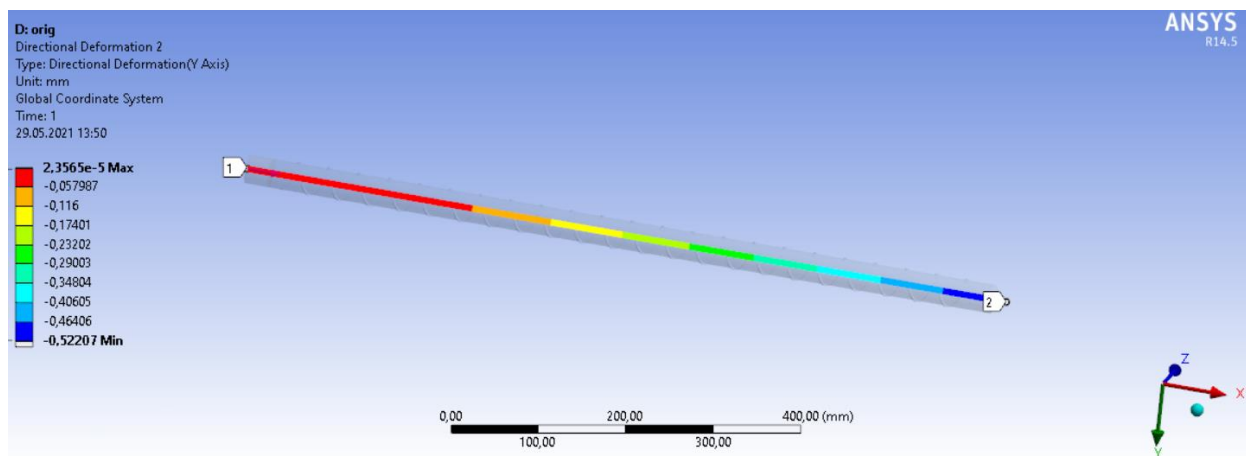


Рисунок 7.12 – Поле переміщень в напрямку осі Y

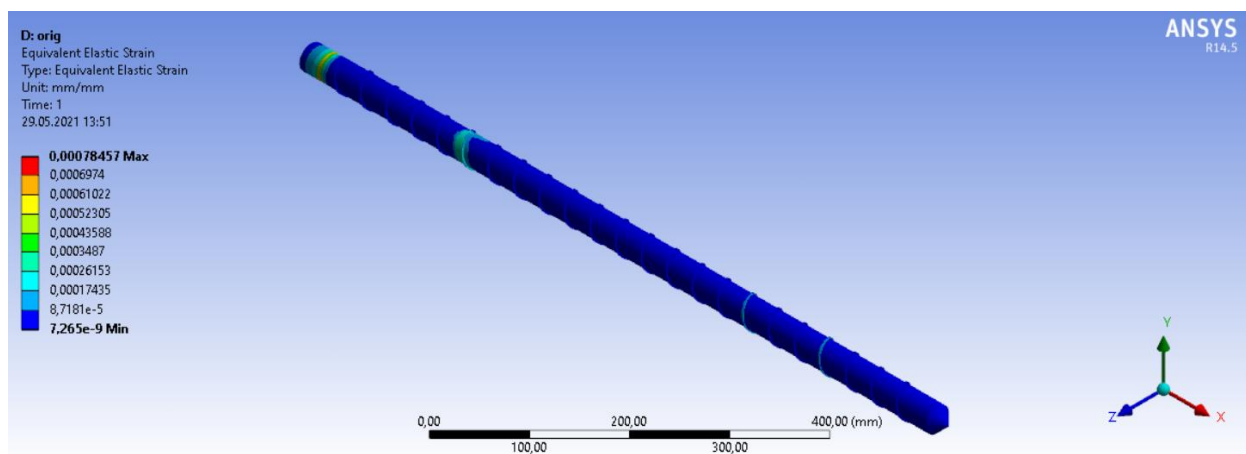


Рисунок 7.13 – Скріншот еквівалентних напружень по Мізесу

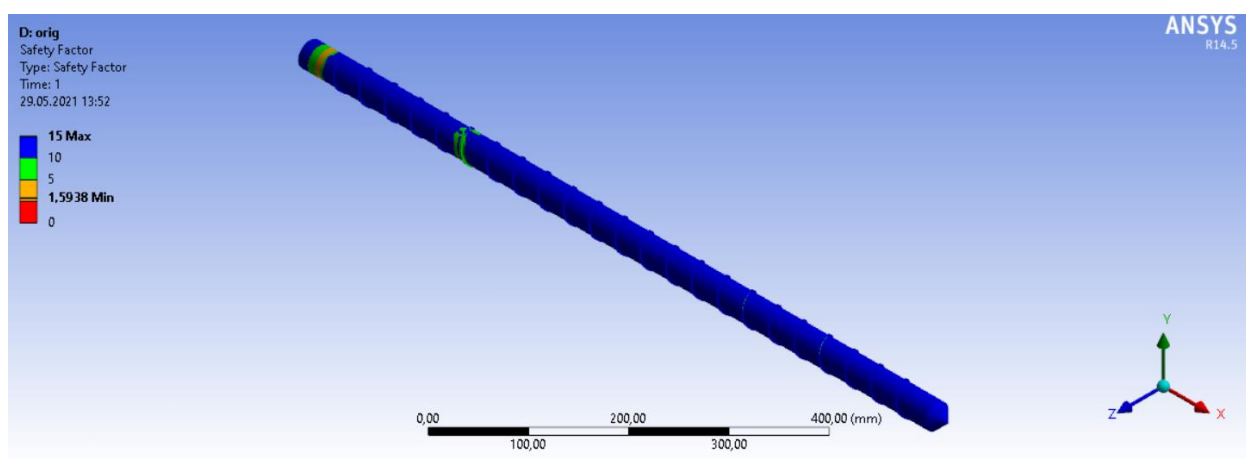


Рисунок 7.14 – Поле запасу міцності черв'яка в цілому

7.4. Розрахунок модернізованої конструкції черв'яка

Вихідні дані для розрахунку

Черв'як, конструктивні розміри показані на рисунку 7.15.

Температура на вході в завантажувальний пристрій $T=22\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Швидкість потоку матеріалу з повітрям в завантажувальному пристрою $V=30\text{ м/с}$.

Черв'як виготовлений зі сталі 38Х2МЮА, матеріал для розплаву поліетилен низької густини.

Сталь 38Х2МЮА, м: $\lambda = 45,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ $c = 0,46 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$ $\rho = 7830 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$T = 20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $E = 2 \cdot 10^9\text{ Па}$; $\mu = 0,3$

ПНГ, м: $\lambda = 47 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$ $c = 0,24 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$ $\rho = 3800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$T = 20,0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $E = 3,1 \cdot 10^{11}\text{ Па}$; $\mu = 0,17$

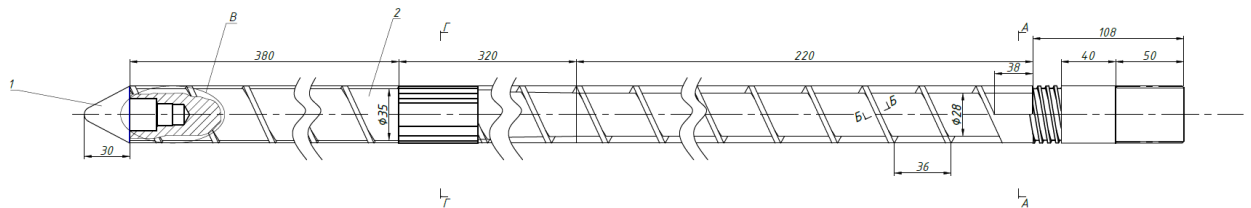


Рисунок 7.15-Геометрична модель черв'яка

7.4.1. Вибір розрахункової схеми

Розглянута конструкція симетрична. При цьому в кінцевому елементі в площині симетрії встановлюється зв'язок, перпендикулярний цьому напрямку. Враховуючи, що дослідна частина конструкції корпусу складається з циліндричної оболонки корпусу, то моделюємо їх фрагментами, котрі спряжені між собою і займають увесь об'єм досліджуваної конструкції. Вихідна модель була створена засобами програми «САТІА V5» (рисунок 7.4.1.1).

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

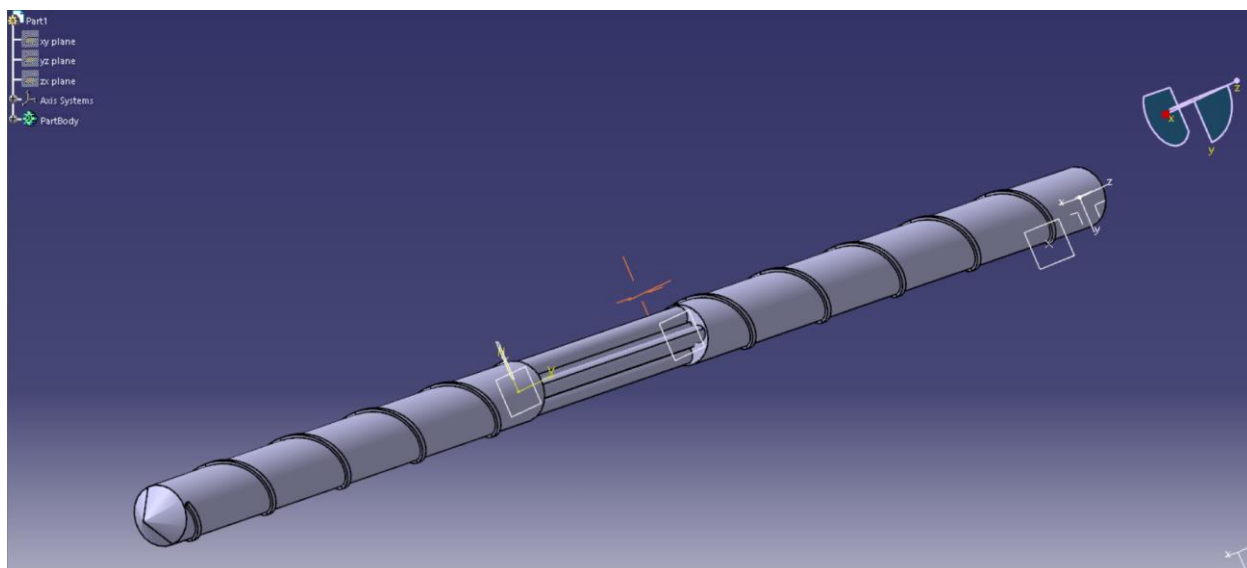


Рисунок 7.4.1.1 – Скріншот 3D моделі черв'яка

7.4.2 розрахункова модель

Оскільки в процесі роботи агрегат піддається температурним навантаженням, створюємо у системі ANSYS модуль “Steady-State Thermal” та у розділ геометрії імпортуємо створену 3D модель. Скріншот 3D моделі зазначений на рисунок 7.4.1.2.

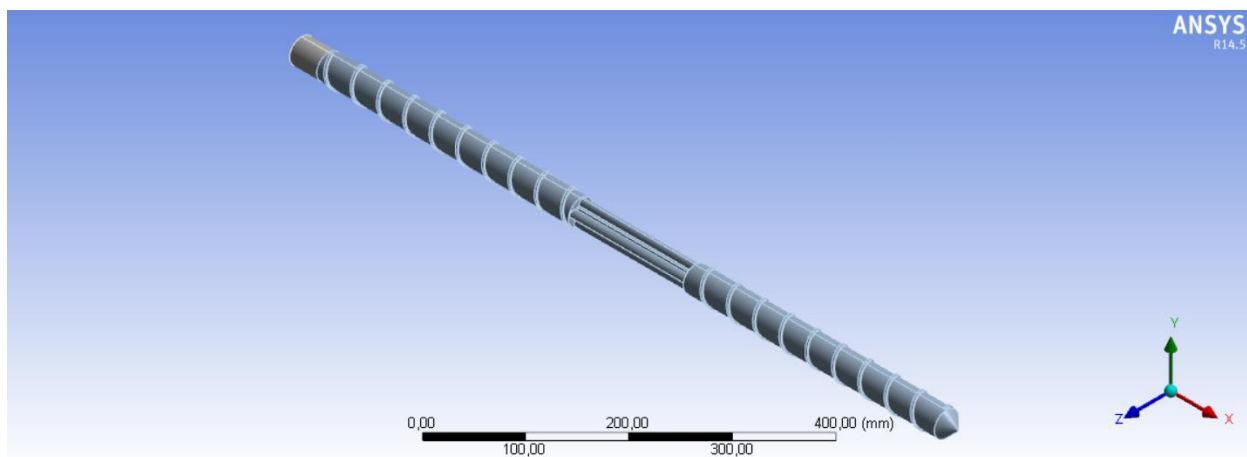


Рисунок 7.4.1.2 – Скріншот 3D моделі черв'яка

Для можливості розрахунку термопружного стану трубного млина було використано об'єднання модулів Steady-State Thermal та Static Structural (рисунок 7.4.1.3)

					ЛП71.037246.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

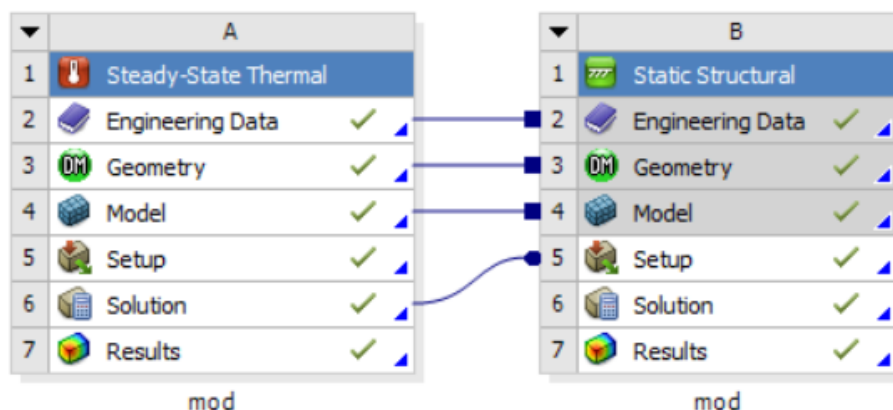


Рисунок 7.4.1.3 – Скріншот об'єднаних модулів Steady-State Thermal та Static Structural

За матеріал черв'яка було обрано 38Х2МЮА сталь, за матеріал.

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ТЕРМОПРУЖНОГО СТАНУ ЧЕРВ'ЯКА З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ГЕОМЕТРІЇ ШНЕКА

Геометрична модель модернізованої конструкції черв'яка наведена на рисунку 7.4.1.4, а розрахункова сітка – на рисунку 7.4.1.5.

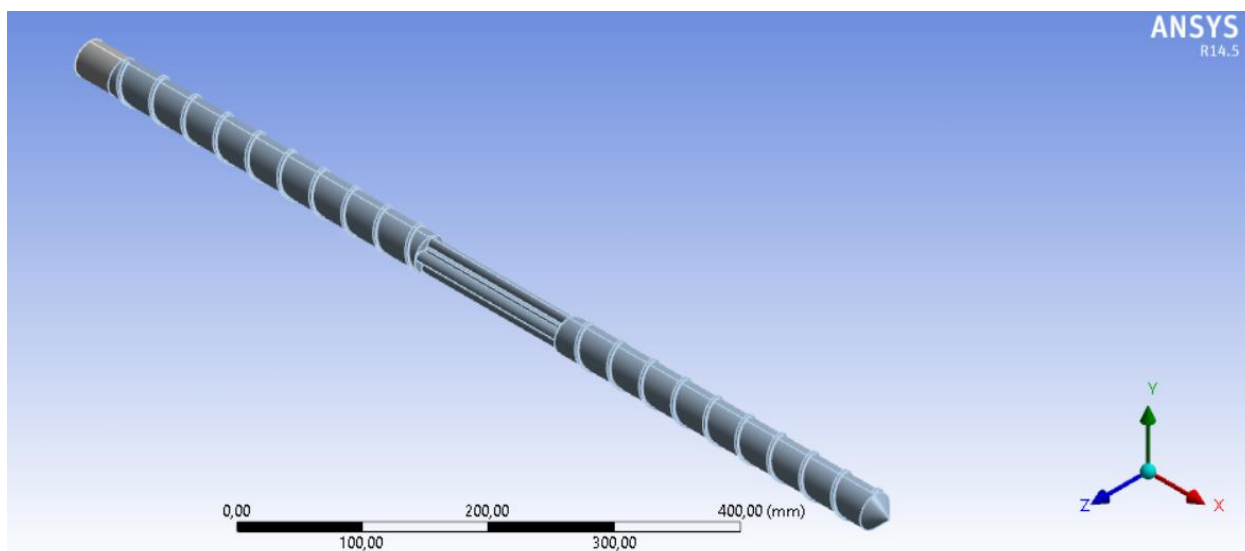


Рисунок 7.4.1.4 – Модернізована геометрія для числової моделі

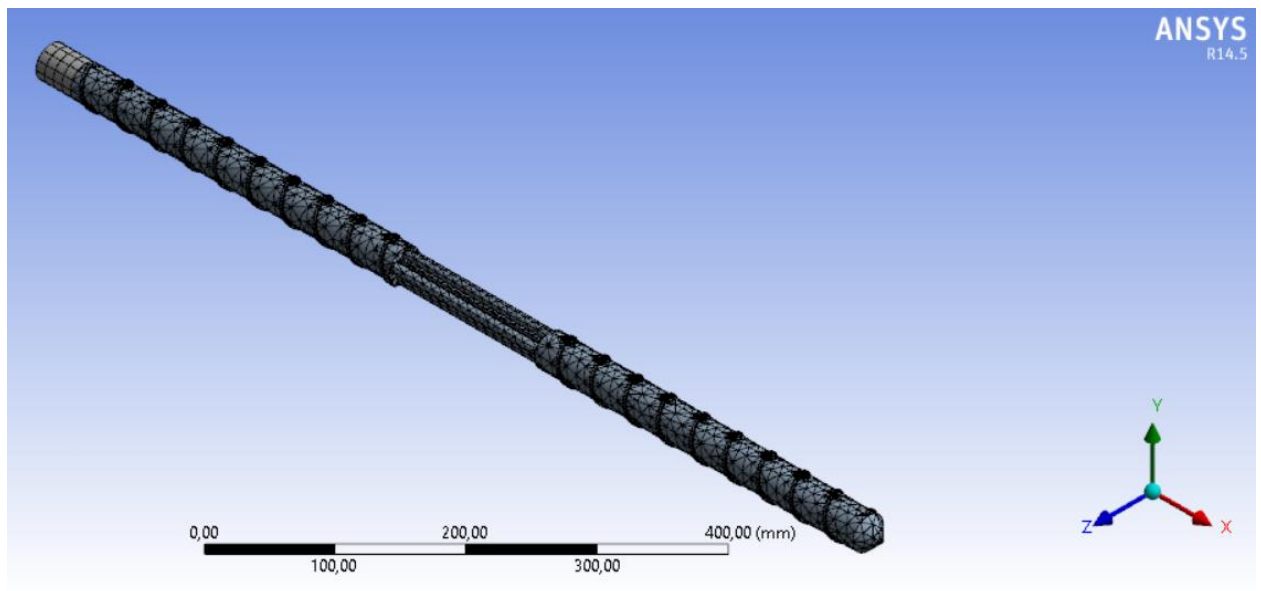


Рисунок 7.4.1.5 – Розрахункова сітка числової моделі модернізованої конструкції

До силового та теплового навантаження чисельної моделі базової конструкції черв'яка належать: сила тяжіння, інерційна сила, пов'язана з обертанням черв'яка; гідростатичний тиск, пов'язаний із завантаженням матеріалу в екструдер, і температурне навантаження під межею третього типу умови. Закріплення та силові з тепловими навантаженнями на черв'як екструдера наведено на рисунках 7.4.1.6, 7.4.1.7.

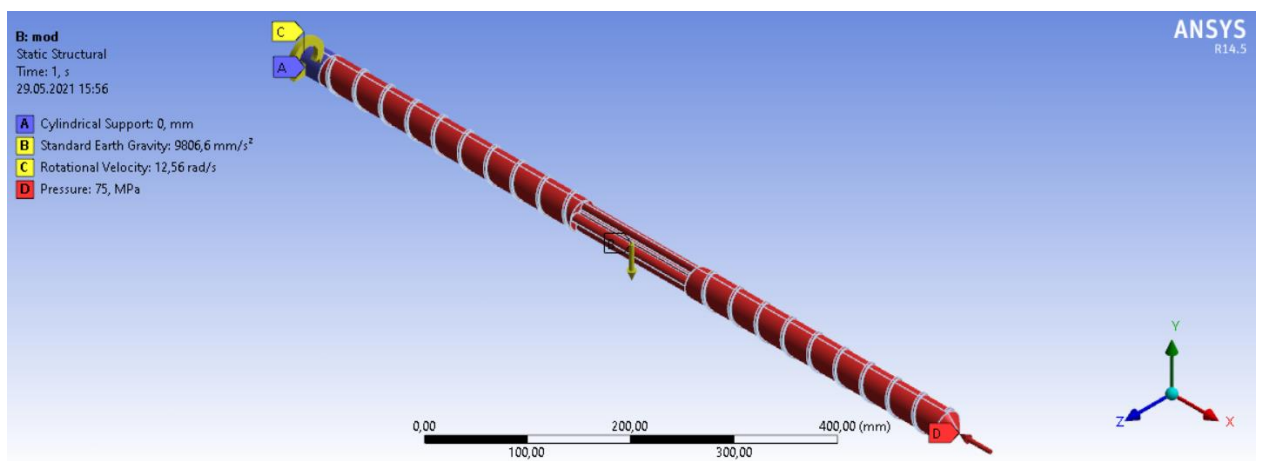


Рисунок 7.4.1.6 – Схема закріплення та силового навантаження на модель черв'яка з модернізацією в модулі Static Structural

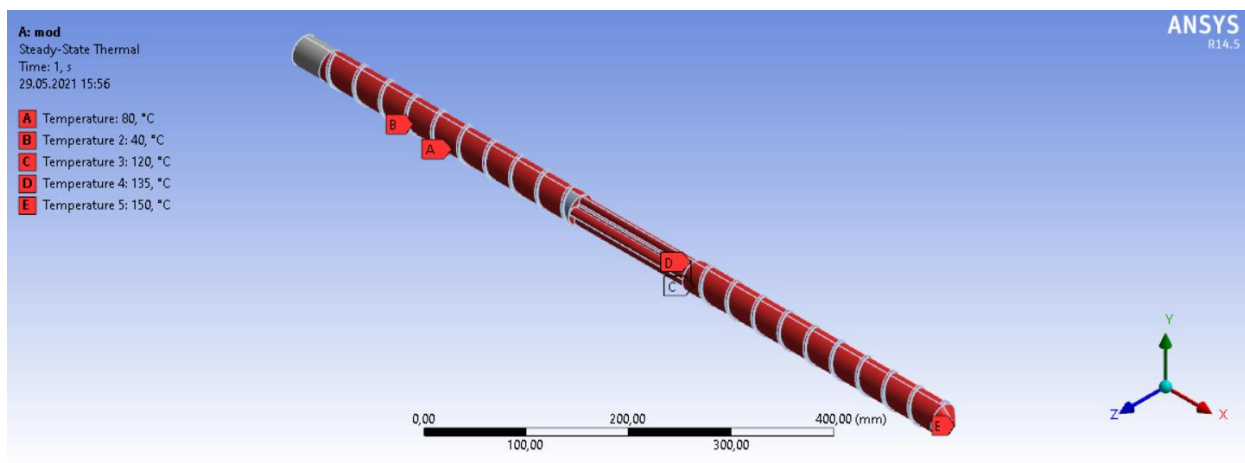


Рисунок 7.4.1.7 – Схема теплового навантаження на модель черв'яка в модулі Steady-State Thermal

Після закінчення розрахунків було отримано результати полів температур, густини теплового потоку, результуючих переміщень, еквівалентних напружень за Мізесом, запасу міцності конструкції. Результати цих розрахунків наведено на рисунках 7.4.1.8–7.4.1.15.

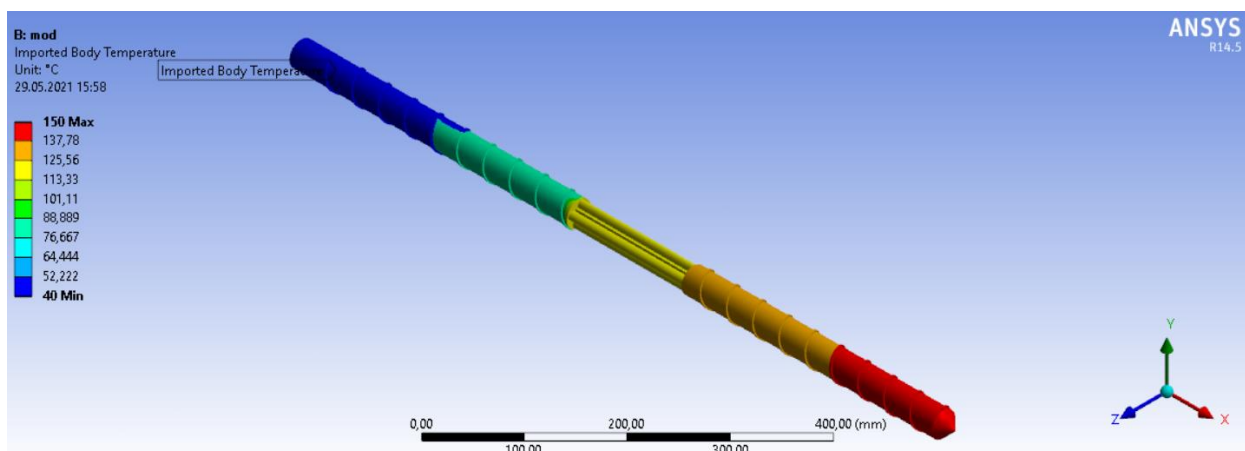
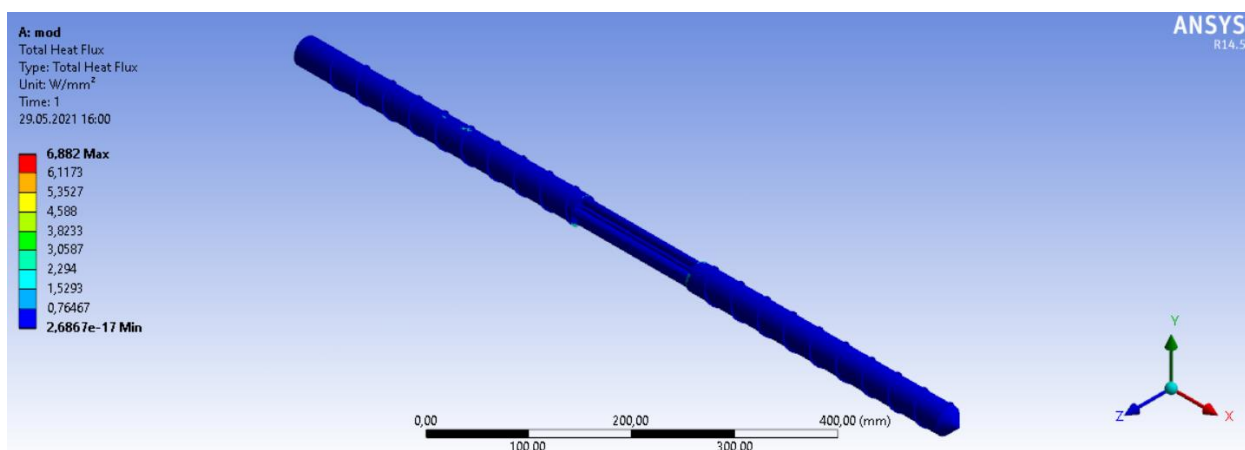


Рисунок 7.4.1.8 – Поле температур млина



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП71.037246.01-70PP

Арк.

30

Рисунок 7.4.1.9 – Поле густини теплового потоку черв'яка

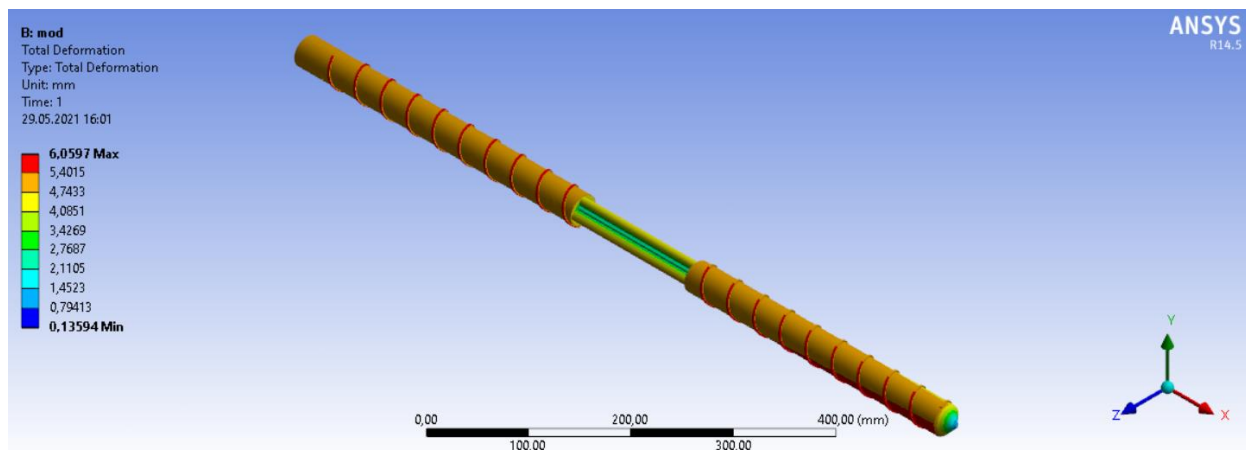


Рисунок 7.4.1.10 – Поле результуючих переміщень черв'яка

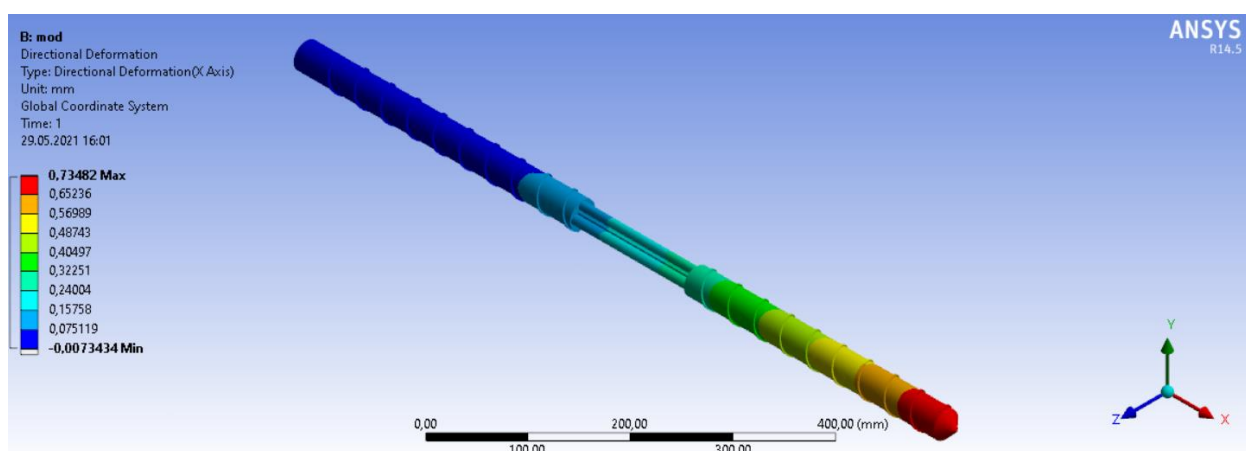


Рисунок 7.4.1.11 – Поле переміщень в напрямку осі X

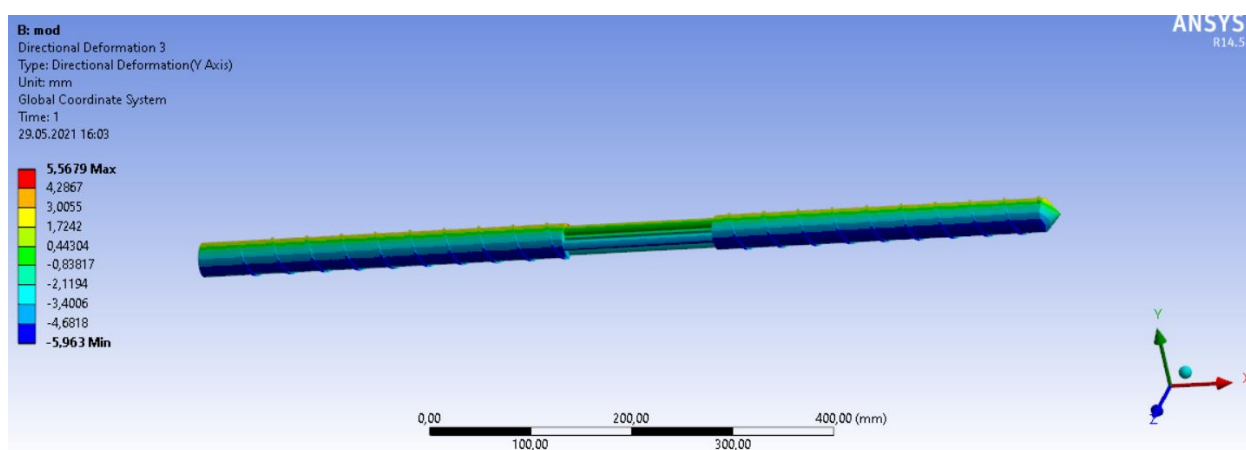


Рисунок 7.4.1.12 – Поле переміщень в напрямку осі Y

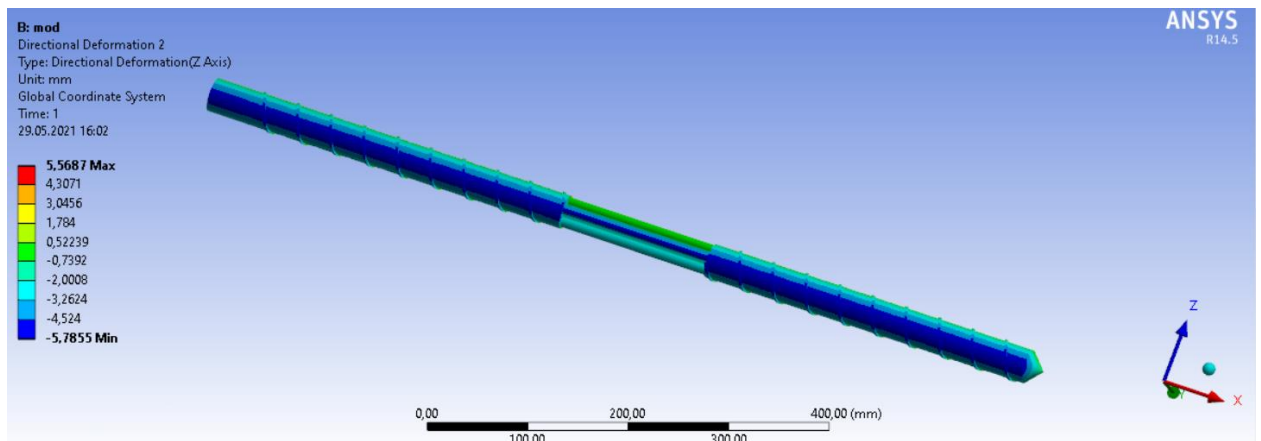


Рисунок 7.4.1.13 – Поле переміщень в напрямку осі Z

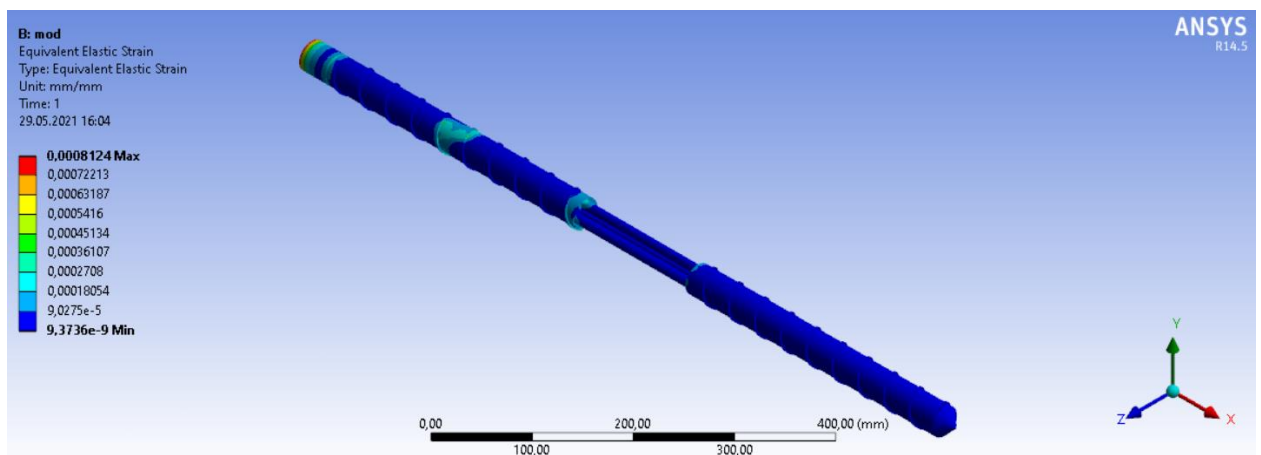


Рисунок 7.4.1.14 – Скріншот еквівалентних напружень по Мізесу

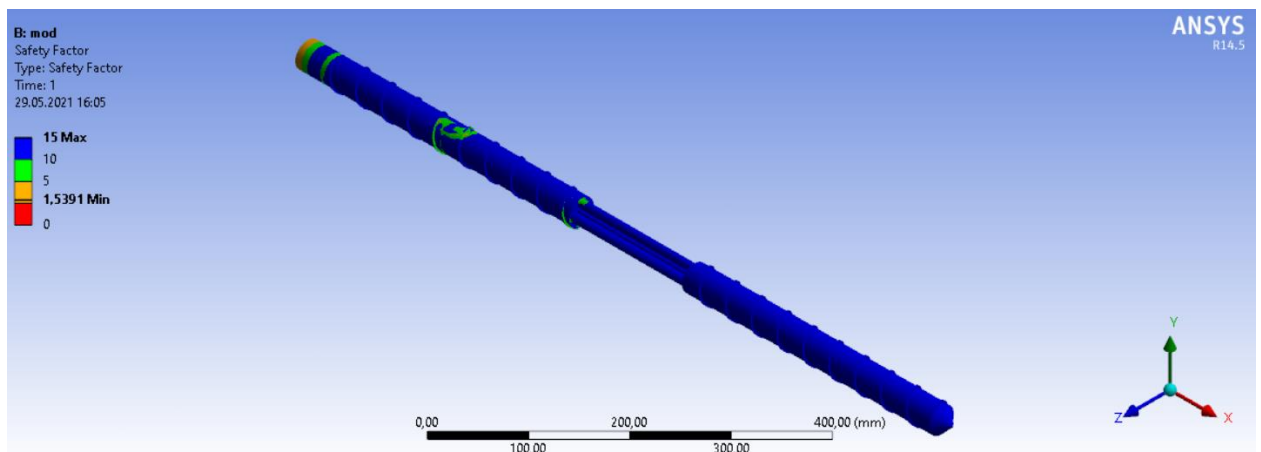


Рисунок 7.4.1.15 – Поле запасу міцності млина в цілому

ВИСНОВКИ

Наведені вище числові розрахунки показують, що місцем із найбільшим навантаженням є кінець шнека, де відбувається найбільше стиснення.

В кінці розрахунку отримують результати температурного поля, щільності теплового потоку, генерованого переміщення, еквівалентного напруження Мізеса та запасу міцності конструкції. Максимальне напруження в черв'яку не перевищує допустимого значення для цього типу сталі.

Використовуючи розраховану температуру черв'яка, розрахуйте середній тепловий потік черв'яка для базової та модернізованої конструкції.

Аналізуючи наведені вище результати розрахунків, ми можемо зробити висновок, що хоча загальна деформація основної конструкції менше, ніж модернізована деформація, модернізована конструкція покращить експлуатаційні характеристики машини. Однак коефіцієнт безпеки модернізованої конструкції знаходиться в межах норми, рівної 1,54, отже, конструкція буде нести задане навантаження під час роботи, тобто вал шнека буде введений в експлуатацію з покращеною геометрією в зоні стиснення.

					<i>ЛП71.037246.01-70PP</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

1.ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ.....	2
1.1. ОПИС І ПРИЗНАЧЕННЯ ДЕТАЛІ.....	2
1.2. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....	3
1.3. ПРИЗНАЧЕННЯ І РОЗРАХУНОК ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ.....	8
1.3.1 ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ...8	
1.3.2. РОЗРАХУНОК СИЛ ЗАКРІПЛЕННЯ У ПРИСТОСУВАННІ.....	9
ВИСНОВКИ.....	11
ЛІТЕРАТУРА.....	12
ДОДАТКИ	

					ЛП71.037246.03-70TE				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера				
Розроб.	Бойчук Я.І.								
Перевір.									
Керівник	Борищук С.О.								
Н. Контр.									
Затверд.	Гондляр О.В.								
					Літ.	Арк.	Аркушів		
						1	61		
					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»				

- вимоги до точності виготовлення поверхонь деталі "Дорн" відповідають вимогам, які пред'явлені до шорсткості цих поверхонь.

Деталь виготовляється зі сталі Ст45 (ГОСТ 1050-88). Заготовку для виготовлення деталі (Рис. 1.2) отримуємо методом об'ємної штамповки. Конфігурація штамповки достатньо проста і забезпечує легке отримання заготовки; клас точності і формувальні уклони відповідають вимогам стандартів; залишки облоїв і додатків можна сумістити з припуском на обробку; відходи металу при механічній обробці будуть мінімальні.

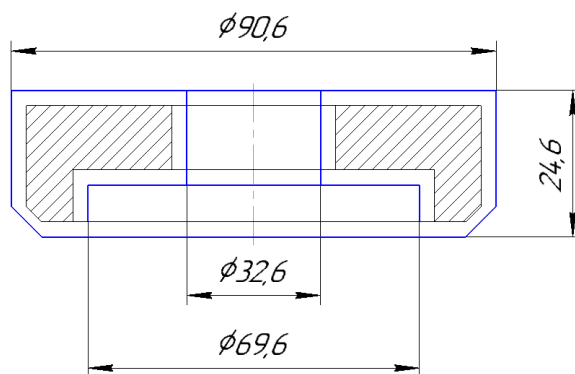


Рис. 1.2 – Ескіз заготовки деталі "Дорн"

Для досягнення високої якості та продуктивності при виготовленні деталі "Дорн" в усіх операціях обробки використаємо спеціальні пристрої з швидкодійним затисканням заготовок.

Обробку виконуємо стандартним інструментом. Матеріали різальної частини різців – тверді сплави Т15К6 та Т30К4, фрез торцевих та шпонкових – Р6М5, круги шліфувальні – КЗ-Б, свердла центровочні за ГОСТ 14952-76.

1.2 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

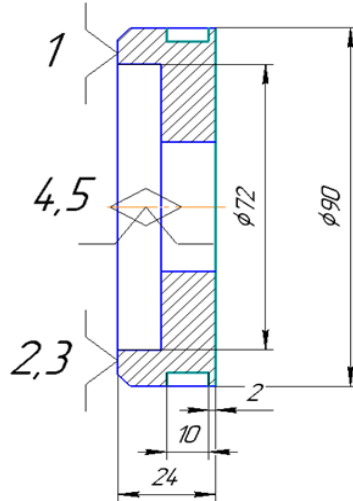
Технологічний процес виготовлення деталі "Дорн", що був розроблений у процесі виконання дипломного проекту, представлений у маршрутній карті, картах ескізів та операційних картах, які зображені нижче.

					ЛП71.037246.03-70TE	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм.	Ар.	Недоп.	Підпис	Дата					

Розробив	Б о й ч у к			НТУУ "КПІ", ІХФ		010
Перевірів	Борщук					
Н. контр.				ДОРН		Н



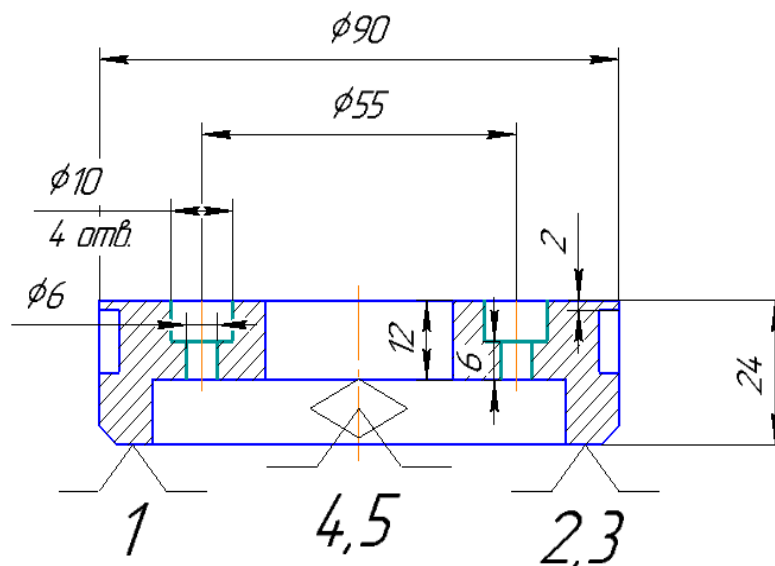
КЕ

Обробка різанням

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Зм.	Ар.	Недоп.	Підпис	Дата					

Розробив	Б о й ч у к			НТУУ "КПІ", ІХФ		015
Перевірів	Борщук					
Н. контр.				ДОРН		Н



КЕ

Обробка різанням

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП71.037246.03-70TE

Арк.

5

[illegible][illegible]

[illegible]

1.3 ПРИЗНАЧЕННЯ І РОЗРАХУНОК ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

1.3.1 ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

Для операцій, що виконуються під час токарної обробки деталі використаємо патрон трикулачковий [3]. На кресленні (*шифр чертежа А1*) зображено конструкція патрону. У радіальних пазах корпусу 1 рухаються три кулачки 2 з прикріпленими до них за допомогою гвинтів 8 губками 5. У центральному отворі патрона розміщена ковзаюча муфта 4, пов'язана зі штоком поршня повітряного циліндра. Для зв'язку з кулачками муфта має три пази, що розміщені похило під кутом 15^0 . Пази муфти та виступи на кулачках утворюють клинові пари. При осьовому переміщенні муфти кулачки зміщуються у радіальному напрямі і стискають деталь, що оброблюється.

Кут у 15^0 вибраний для того, щоб уникнути самогальмування в клинових парах.

Форма клинового з'єднання дозволяє легко замінити комплекти кулачків. У муфті 4 передбачено шестигранний отвір для ключа; при повороті муфти проти часової стрілки на кут 15^0 кулачки виводять із зачеплення і виймають. У робочому положенні муфта утримується штифтом 7, який одночасно служить упором, що обмежує поворот муфти при заміні кулачків. Пружинні штифти 6 утримують кулачки від випадання, коли вони виведені із зачеплення з муфтою. Дорн 5 оберігає патрон від проникання у нього бруду і стружки. Одночасно її конусний отвір використовується для установки направляючих втулок, упорів і т.п.

1.3.2 РОЗРАХУНОК СИЛ ЗАКРІПЛЕННЯ У ПРИСТОСУВАННІ

Для визначення сил закріплення необхідно визначити всі сили, що діють на заготовку (рис.3.3). З одного боку на неї діють складові сили різання, з іншого – сила затиску, що перешкоджає цьому. З умови рівноваги моментів даних сил і з урахуванням коефіцієнта запасу визначаються необхідну силу закріплення.

					ЛП71.037246.03-70TE	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

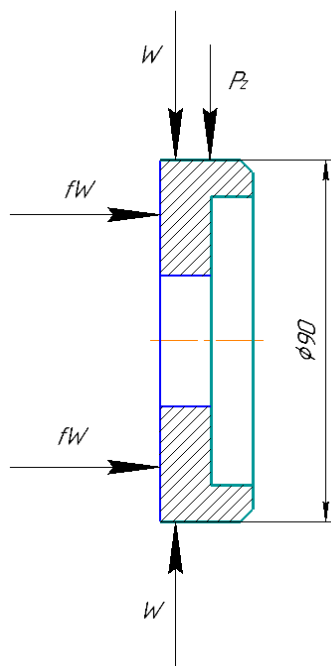


Рис 1.3 – Система сил, що діють на деталь у процесі обробки

Сумарний крутний момент від дотичної складової сили різання, що прагне повернути заготовку у кулачках дорівнює:

$$M_p = P_z \cdot r_1.$$

Повороту заготовки перешкоджає момент сили затиску, який визначається наступним чином:

$$M_z = W_{\text{сум}} \cdot f \cdot r.$$

У приведених формулах прийнято: P_z - головна складова сили різання, що прагне перевернути заготовку; $P_z = 800 \text{ Н}$, за попередніми розрахунками; r_1 - радіус обробленої частини деталі; r - радіус необробленої частини деталі; f - коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і кулачків; $W_{\text{сум}} = W \cdot 3$ - сила затискання деталі трьома кулачками патрона.

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

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

					ЛП71.037246.03-70TE	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K – коефіцієнт запасу, що в залежності від конкретних умов виконання технологічної операції та визначається за формулою:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6,$$

де $k_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу;

k_1 - коефіцієнт враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях: $k_1 = 1,0$;

k_2 - коефіцієнт враховує збільшення сил різання внаслідок затуплення інструменту; вибираємо залежно від методу обробки і матеріалу заготовки: $k_2 = 1,2$;

k_3 - коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривистому різанні: для безперервного різання $k_3 = 1,0$;

k_4 - коефіцієнт що характеризує сталість сили, що розвивається затискним механізмом: для механізованих приводів $k_4 = 1,0$;

k_5 - коефіцієнт, що характеризує ергономіку немеханізованого затискного механізму (зручність розташування органів затиску і т. д.): для механізованих приводів $k_5 = 1$.

k_6 - вводить в розрахунок тільки при наявності моментів, які прагнуть повернути заготовку, встановленої плоскою поверхнею на опори: $k_6 = 1,2$.

У даному випадку коефіцієнт k дорівнює:

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 2,16$$

Остаточно, сила закріплення:

$$W_{\text{сум}} = \frac{2,16 \cdot 800 \cdot 90}{0,4 \cdot 90,6} = 4291 \text{ Н},$$

де $r_1 = 90 \text{ мм}$; $r = 90,6 \text{ мм}$;

$f = 0,4$ - коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і кулачків для кулачків із рифленою поверхнею.

					ЛП71.037246.03-70TE	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для надійного закріплення деталі необхідно, щоб сила закріплення була не менша, ніж знайдене значення.

					ЛП71.037246.03-70TE	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Патент № 185 812 , Росія , МПК В29С 47/38, 19.12.2018.Екструдер для переробки різнорідних вторинних полімерних матеріалів
2. Патент № 45556 , Україна, МПК С08J 5/18, 10.11.2009.Спосіб виготовлення поліетиленової рукавної плівки
3. Патент № 60879, Україна, МПК В29D 7/00, 25.06.2011.Пристрій для охолодження рукавної полімерної плівки
4. Басов Н. И., Казанков Ю. В., Любартович В. А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Машины и аппараты химических производств" и "Машины и технология переработки полимерных материалов в изделия и детали" - М: Химия, 1986. – 488 с., ил.
5. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Червячные машины для переработки пластмасс резиновых смесей. М., Машиностроение ,1965, 478 с.
6. Сівецький В. І. Комп'ютерне проектування екструзійного полімерного устаткування. Навч. пос. К.: «Політехніка», 2003. – 184 с.
7. Сівецький В. І., Радченко Л. Б. Основи моделювання та конструювання червячних екструдерів. Навч. пос. К.: «Політехніка», 2002. – 164 с.
8. Торнер Р.В., Акутин М.С. Оборудование заводов по переработке пластмасс. М. Химия, 1986, 400 с.
9. Бартенев Г.М., Зеленов Ю.В. Физика и механика полимеров. Учебное пособие для втузов. – М.: Высш. Школа, 1983. – 391 с.
10. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. М.: Высш. шк., 1979.
11. Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология полимеров. М.: Химия, 1977.
12. САПР, Програмування на функціональній мові AutoLISP при проектуванні технологічного обладнання / В.Ю. Щербина, О.С. Сахаров, О.В. Гондляр, В.І. Сівецький, 2010.

					<i>ЛП71.037246.03-70TE</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Щербина В.Ю., Методологія проектування. Конспект лекцій
[Електронний ресурс] / Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2018. – 77 с.
URL: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/25673>
14. В.И. Анурьев «Справочник конструктора-машиностроителя» 3т,
Москва 1979.
15. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машино-строение, 1986. – 656 с.
16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машино-строение, 1985. – 496 с.
17. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учеб. пособие для техникумів. М., "Выш. школа", 1974.
18. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.
19. Мікульонок І.О. Технологічні основи перероблення полімерних матеріалів: навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 293 с.
URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/35084>.
20. Мікульонок І.О. Технологічні основи перероблення полімерів, пластмас і гумових сумішей: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 312
21. Мікульонок І. О. Обладнання і процеси переробки термопластичних матеріалів з використанням вторинної сировини : монографія. Київ : ІВЦ „Видавництво «Політехніка»”, 2009. 265 с.
22. Мікульонок І. О., Сокольський О. Л. Полімерні матеріали і вироби з них (одержання, перероблення, властивості) : термінол. слов. Київ : НТУУ «КПІ», 2015. 208 с.
23. Мікульонок І. О. Моделювання обладнання технологічних ліній для перероблення пластмас і гумових сумішей на базі валкових машин : монографія. Київ : НТУУ «КПІ», 2013. 243 с.

					ЛП71.037246.03-70TE	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

24. Сокольський О. Л., Сівецький В. І., Мікульонок І. О. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 148 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/25307>.
25. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів: навч. посіб. / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, Л. Б. Радченко. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 200 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/25367>.
26. Сокольський О. Л., Мікульонок І. О. Моделювання обладнання і процесів перероблення полімерних матеріалів методом екструзії: монографія. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 252 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/37481>.
27. Shcherbina V., Shvachko D., Borshchik S. Heat exchange simulation in energy zones of a rotary kiln with change of heat resistance of the body. Technology audit and production reserves 2019. №6/1(50). pp. 36-41. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.189169>
28. Ярощук Л.Д., Тюріна Є.О. "Врахування стратегії сталого розвитку при автоматизації очищення олив та мастил адсорбентами," Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсо-збереження. 2019. N 1. С. 126-134.
DOI:10.20535/2617-9741.1.2019.171211

					<i>ЛП71.037246.03-70TE</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Таблиця розглянутих патентів

№	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, організація, автор	Суть заявленого технологічного рішення та ціль його створення
1	ФІЛЬЄРА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛІВКИ ШЛЯХОМ ЕКСТРУЗІЇ	UA № 117132 (2014р) МПК B29C 47/32 Автори: Ле Галь Гі (FR) , БЛЮ СОЛЮШНЗ , Слободянюк Тарас Олександрович	Суть: Об'єктом винаходу є фільєра для виготовлення плівки шляхом екструзії, яка містить два блоки (100, 200), що утворюють між собою канал (110) для потоку, при цьому щонайменше один (200) з цих блоків містить корпус (210), який має ділянку (220), яка деформується для зміни вихідного отвору фільєри, при цьому засоби (300) створення навантаження на деформувальну ділянку містять щонайменше одну натискну деталь (310), розташовану в загальному напрямку (V), перпендикулярному до напрямку (L) потоку на виході фільєри, яка містить перший кінець (312), який спирається на деформувальну ділянку (220), і регулювальні засоби (350, 380), які входять в контакт з натискною деталлю (310), змінюючи положення цієї деталі. Ціль: удосконалення винаходу фільєра для виготовлення плівки шляхом екструзії, яка містить два блоки
2	КОМПОЗИЦІЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ	UA № 12535 (2006р) МПК B22C 3/00	Суть: Корисна модель стосується складу сумішей для отримання полівінілспиртових плівок, які

	Я ПОЛІВІНІЛСПИРТ ОВОЇ ПЛІВКИ	Автори: Мирошніченко Євгеній Степанович, Пантелесенко Олена Вікторівна	використовуються як розділовий шар при виробництві протезно-ортопедичних виробів з шаруватих пластиків методом вакуумного формування Ціль: створення розділового покриття на модельному оснащенні яка є розчином полівінілового спирту в 15%-ому розчині ізопропілового спирту з добавками пластифікатора поверхневоактивних речовин і фарбника із вмістом нелеткого залишку не менше 7,0%.
3	СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ РУКАВНИХ ПЛІВОК З ТЕРМОПЛАСТІВ	UA № 61701 (2011р) МПК В29D 7/00 Автори: СВІДЕРСЬКИЙ ВАЛЕНТИН АНАТОЛІЙОВИЧ,	Суть: Корисна модель належить до галузі полімерного машинобудування, зокрема до виробництва рукавної полімерної плівки. Ціль: при здійсненні описуваного способу розплав полімеру безпосередньо після виходу з кільцевої головки пропускають крізь рідину з низьким поверхневим натягом, завдяки чому поліпшується якість виготовлюваних плівок.
4	УСТАНОВКА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РУКАВНИХ ПЛІВОК З ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ	UA № 29932 (2006р) МПК В29С 47/20 Автори: КРЕСТІНІН СЕРГІЙ ГЕННАДІЙОВИЧ	Суть: Корисна модель належить до технологічних ліній для виготовлення рукавних плівок, наприклад для ковбасних оболонок, методом екструзії з поліаміду Ціль: установка дозволяє отримати високоякісні поліамідні ковбасні та сосисочні оболонки калібром від 22 до 110мм, які задовольняють санітарно-гігієнічним вимогам.

5	СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОЛІЕТИЛЕНОВОЇ РУКАВНОЇ ПЛІВКИ	RU № 45556 (2009р) МПК C08J 5/18 B29D 7/00 Автори: ДОЦЕНКО ЮРІЙ ЮРІЙОВИЧ	Суть: В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення відомого способу для одержання більш тонкої поліетиленової рукавної плівки при збереженні усіх її фізико-механічних властивостей. Ціль: використання змішаних гранул з поліетилену низького тиску та поліетилену високого тиску або з поліетилену низького тиску, поліетилену високого тиску та лінійного поліетилену дозволяє у порівнянні з прототипом одержати більш тонку плівку при збереженні усіх її фізико-механічних властивостей.
6	Екструдер для переробки будівельних і полімерних матеріалів	RU №173207 (2017р) МПК B29C 47/38 Автори: Дядичев Валерій Владиславович, Колесников Андрей Валерьевич, Дядичев Александр Валерьевич, Менюк Сергей Григорьевич, Дядичева Ирина Викторовна	Суть: Екструдер для переробки будівельних і полімерних матеріалів, містить корпус, що складається із зони завантаження, зони стиснення, зони дозування, захоплюючий пристрій, шнек, виконаний збірним, і складається в зоні стиснення з бар'єрної секції та секції декомпресії, в зоні дозування виконаний з розташованих послідовно конічної і циліндричної секції, в зоні харчування шнек виконаний у вигляді циліндра з 3-9 переривчастими вигнутими витками змішування товщиною 2-5% від довжини зони харчування, причому геометрія витка виконана у вигляді чотирьох вигнутих частин, які по черзі спрямовані зустрічно один одному.

			Ціль: удосконалення екструдера за рахунок зміни конструкції шнека в зоні завантаження.
7	Екструдер для переробки різnorідних вторинних полімерних матеріалів	UA № 176295 (2017р) МПК В29С 47/38 Автори: Дядичев Валерий Владиславович, Колесников Андрей Валерьевич, Дядичев Александр Валерьевич, Менюк Сергей Григорьевич, Дядичева Ирина Викторовна	Суть: екструдер для переробки різnorідних вторинних полімерних матеріалів, що включає корпус, що складається із зони завантаження, зони стиснення, зони дозування, захоплюючий пристрій, шнек, виконаний збірним, в зоні харчування шнек виконаний у вигляді конічної секції, в зоні стиснення у вигляді послідовно розташованих бар'єрної секції та секції декомпресії, причому в зоні дозування, шнек виконаний з двох послідовно розташованих конічної і змішує секції зі східчасто встановленими ексцентричними кулачками в зоні дозування. Ціль: удосконалення екструдера за рахунок нової конструкції шнека в зоні дозування.
8	ФОРМУЮЧА ГОЛОВКА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РУКАВНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ ПЛІВКИ	UA № 138580 (2019р) МПК В29D 7/00 Автори: Мамчур Олександр Валерійович	Суть: формуюча головка для виготовлення рукавної 20 полімерної плівки, що містить формуючу втулку і дорн з кільцевою порожниною, канал подачі рідини і канал подачі стисненого повітря, згідно з корисною моделлю, формуюча втулка виконана з кільцевою порожниною, а кільцева порожнина утворена циліндричними поверхнями, співвісними з внутрішньою поверхнею формуючої втулки. Ціль: В основу корисної моделі поставлена задача спростити процес подачі рідини для

			покращення умов монтажу і експлуатації
9	Екструдер для переробки різнорідних вторинних полімерних матеріалів	RU № 185812 (2018р) МПК В29С 47/38 Автори: Дядичев Валерий Владиславович, Дядичев Александр Валерьевич , Дядичева Екатерина Андреевна , Дядичева Ирина Викторовна	Суть: екструдер для переробки полімерних матеріалів, що включає корпус, що складається із зони завантаження, зони стиснення, зони дозування, захоплюючий 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, а шнек в зоні стиснення виконаний у вигляді бар'єрної секції і змішує секції з чотирьохзахідними безперервними лепесткоподібними лопатями змішування, де з одного боку кожен лопать має округлий опуклий ділянку, а з іншого боку виступ у вигляді ступені. Ціль: удосконалення екструдера за рахунок нової конструкція шнека в зоні стиснення.
10	ПЛІВКА ІЗ АБСОРБОВАНОЮ В НІЙ РІДИНОЮ	UA № 82084 (2006р) МПК А22С 13/00 В29С 59/00 С08J 5/18 Автори: СЕМЮЕЛ БРАЄН Р , ВЕКТОР ЮЕСЕЙ ІНК.	Суть: даний винахід стосується плівки із поверхнею, в якій, принаймні, частково абсорбована рідина. Зокрема, цей винахід стосується плівки для використання в якості упаковки харчових продуктів і, особливо, рукавної оболонки для харчових продуктів, які мають готуватися або нагріватися всередині цієї оболонки Ціль: винахід пов'язаний із дивовижним та несподіваним відкриттям того, що при піддаванні поверхні плівки

			поверхнево-активуючій обробці цю поверхню можна покрити шаром рідини, таким чином, що рідкий розчин, принаймні, частково абсорбується в плівку.
11	Екструдер для переробки різnorідних вторинних полімерних матеріалів	RU № 185816 (2018p) МПК В29С 47/38 Автори: Дядичев Валерий Владиславович, Дядичев Александр Валерьевич , Дядичева Екатерина Андреевна , Дядичева Ирина Викторовна, Колесников Андрей Валерьевич	Суть: екструдер для переробки різnorідних вторинних полімерних матеріалів, що включає корпус, що складається із зони завантаження, зони стиснення, зони дозування, захоплюючий пристрій, шнек, виконаний збірним, в зоні харчування шнек виконаний у вигляді конічної секції, в зоні стиснення у вигляді послідовно розташованих бар'єрної секції та секції декомпресії, причому в зоні дозування шнек виконаний з двох послідовно розташованих конічної і змішує секцій зі Змішувальна виступами в корпусі і пазами в гвинтовий нарізці шнека, розташованих на рівній відстані один від одного. Ціль: удосконалення екструдера за рахунок нової конструкція шнека в зоні дозування.
12	ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ РУКАВНОЇ ПОЛІМЕРНОЇ ПЛІВКИ	UA № 60879 (2011p) МПК В29D 7/00 Автори: СВИДЕРСЬКИЙ ВАЛЕНТИН АНАТОЛІЙОВИЧ, ПЕТУХОВ АРКАДІЙ ДЕМ'ЯНОВИЧ, КОЛОСОВ ОЛЕКСАНДР ЄВГЕНОВИЧ	Суть: Відомий пристрій дозволяє знизити анізотропію властивостей одержуваної плівки за рахунок створення зони роздування між щілинними виходами в результаті відсмоктування повітря при подачі холодоагенту з щілинних виходів Ціль: підвищення якості плівки шляхом зниження анізотропії її властивостей.

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ЛП71.037245.000.СК	Складальне креслення	1	
A4			ЛП71.037246.01-70ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Деталі</u>		
		1		Автомобіль	1	
		2		Насос	1	
		3		Бункер поліетилену	1	
		4		Бункер стабілізатора	1	
		5		Бункер фарбуючого пігмента	1	
		6		Дозатор	1	
		7		Дозатор	1	
		8		Дозатор	1	
		9		Вальць протигризу	1	
		10		Бункер поліетиленової суміші	1	
		11		Дозатор	1	
		12		Пневмозавантажувач	1	
		13		Бункер	1	
		14		Екструдер	1	
		15		Формуюча головка	1	
		16		Охолоджувальний пристрій	1	
		17		Стабілізуючий пристрій	1	
		18		Рукав плівки	1	
		19		Фальцовочний пристрій	1	
		20		Пристрій тяги	1	
		21		Полотно плівки	1	
		22		Пристрій обрізання кромок	1	
ЛП71.037246.000-70ТС						
Зм.	Аркш.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна схема виробництва плівки	
Розроб.	Бойчук Я.І.					
Перевірив	Борщук С.О.					
Н.контр.						
Затвердив	Гондляр О.В.				КПІ ім.Ігоря Сікорського, ІХФ	
					Літера	Аркш.
						2

[illegible]

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A1			ЛП 71.037246.003. СК	Загальний вид		
				<u>Складаньні одиниці</u>		
		1		Редуктор	1	
		2		Кожух корпусу	1	
		3		Нагрівний елемент	5	
		4		Корпус	1	
		5		Рама	1	
		6		Бункер	1	
		7		Завантажувальна	1	
				горловина		
		8		Черв 'як	1	
		9		Вентилятор	3	
				<u>Деталі</u>		
		10		Втулка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		11		Болт М 12 х 2	8	
				ГОСТ 7798-70		
		12		Болт М 14 х 2	4	
				ГОСТ 7798-70		
			ЛП 71.037246.300			
Зм.	Аркуш	№ док-м.	Підпис	Дата	Екструдер	
Розроб.	Боичук Я.І.					
Перевірив	Борщик С.О.				Літера	Аркуш
						Аркушів
						1 2
Н.контр.					КПІ ім.Ігоря Сікорського, ІХФ	
Затвердив	Гондляр О.В.					

[illegible]

[illegible]

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кількість</i>	<i>Примітка</i>
				<u>Документація</u>		
A1			ЛП 71.037246.007. СК	Складальне креслення		
A4			ЛП 71.037246.01-70 ПЗ	Пояснювальна записка		
				<u>Деталі</u>		
		1		Мундштук	1	
		2		Гільза	1	
		3		Наконечник дорна	1	
		4		Дорн	1	
		5		Розплаво -провід	1	
		6		Корпус	1	
		7		Адаптер	1	
		8		Адаптер	1	
		9		Фільтруюча решітка	1	
		10		Нагрівачі елементи	8	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		11		Термопара	9	
				ГОСТ 5043-92		
		12		Болт М 24 х 2	4	
				ГОСТ 7798-70		
		13		Болт М 12 х 2	8	
				ГОСТ 7798-70		
				ЛП71.037242.700		
<i>Зм.</i>	<i>Аркш</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Формуюча головка	
<i>Розроб.</i>	<i>Бойчук Я.І.</i>					
<i>Перевірив</i>	<i>Борщик С.О.</i>				<i>Літера</i>	<i>Аркш</i>
						<i>Аркшів</i>
<i>Н.контр.</i>						1
<i>Завершив</i>	<i>Гондляр О.В.</i>					2
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ	

[illegible]

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування
Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України
Академія будівництва України

**ЗБІРНИК ДОПОВІДЕЙ
XIII Всеукраїнської
науково-практичної конференції**

ЕФЕКТИВНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ ТА ПАКУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Київ, 7-8 червня 2021 року

**ХІІІ Всеукраїнська конференція «Ефективні процеси та обладнання хімічних
виробництв та пакувальної техніки»**

3

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ РЕСУРСОЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ОБЛАДНАННЯ І ТЕХНОЛОГІЇ

Омельчук І.В., Соловей В.В. Числова оцінка можливості застосування наномодифікованих полімерів для виготовлення балонів для зберігання скрапленого газу.....	65
Жуковська А.О., Горобчук Я.М., Кувшинов О.В., Гондлях О.В. Диспергування вуглецевих нанотрубок в епоксидній смолі ЕД20.....	67
Мацагор В.В., Шилович Т.Б. Модернізація корпусу екструдера ізолюючими кільцями для додаткового термічного опору.....	71
Скулкін Н.О., Чемерис А.О. Прогресивні методи підвищення зносостійкості робочих органів екструдера.....	72
Нікітенко М.С., Казак І.О. Зменшення енерговитратності та підвищення якості вихідного матеріалу шляхом удосконалення екструзійної головки.....	74
Пилипенко Я.В., Сівецький В.І. Одношнековий екструдер для виробництва полімерних матеріалів з теплообмінним пристроєм.....	76
Малигін Д.Т., Борщик С.О. Шляхи удосконалення корпусу трубних млинів.....	77
Галушко Д.О., Борщик С.О. Модернізація черв'яка екструдера.....	81
Бойчук Я.І., Борщик С.О. Вплив зміни геометрії черв'яка на продуктивність екструдера.....	83

Вплив зміни геометрії черв'яка на продуктивність екструдера

Бойчук Я.І., студент; Борщик С.О., ст. викл.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Предметом дослідження є екструдер для виготовлення плівки.

Метою дослідження є удосконалення шнекового валу задля досягнення більшої

продуктивності екструдера.

Під час дослідження було розглянуто екструдер для виготовлення плівки. Відомо, що

при переробці полімерних матеріалів, які складаються з вторинної, первинної сировини,

наповнювачів, барвників та інших компонентів, необхідних для вторинних полімерних

матеріалів, потрібен комплект дорогого обладнання для попередньої підготовки вихідної

сировини. Використання непідготовленої попередньо сировини для звичайної конструкції

шнекового вала не дає прийнятної якості вторинних виробів через недостатню змішувальну

властивість шнека [1].

З метою збільшення технологічних можливостей екструдера було змінено геометрію

базової конструкції черв'яка на таку конструкцію, яка має в зоні стискання ділянку з чотирма

безперервними пелюсткоподібними лопотями змішування. [2]

В результаті аналізу, дослідження та розрахунку такої конструкції шнекового валу було

отримано повну деформацію базової та модернізованої конструкції черв'яка (рис. 1, 2).

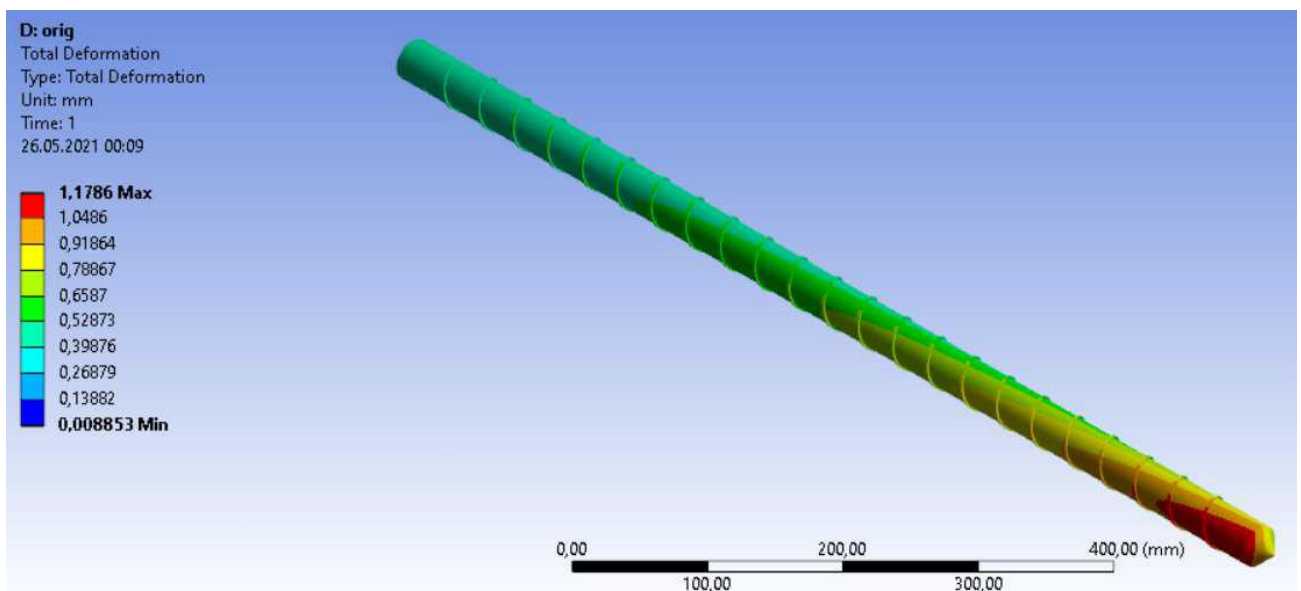


Рис. 1 – загальна деформація базового черв'яка

ХІІІ Всеукраїнська конференція «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки»

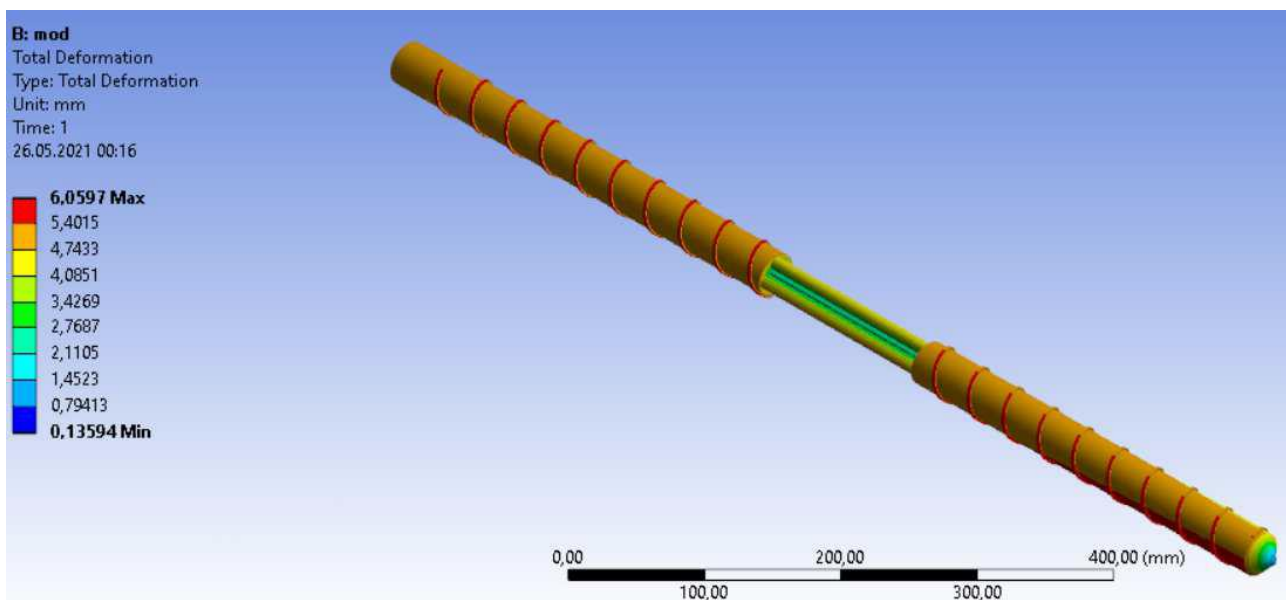


Рис.2 - загальна деформація модернізованого черв'яка

Аналізуючи результати розрахунків, приведені на рис. 1 і рис. 2, можна зроби

висновок, що незважаючи на те, що повна деформація базової конструкції менша за

деформацію модернізованої, але модернізована конструкція покращить продуктивність машини

[3]. Але при цьому коефіцієнт запасу міцності модернізованої конструкції знаходиться в межах

норми та дорівнює 1,54 , а отже, дана конструкція витримає задані навантаження в процесі

експлуатації, тобто удосконалена конструкція шнекового валу з точки зору зміненої геометрії

зони стискання буде працездатною.

Список літератури :

1. Патент № 185 812 , Россия , МПК В29С 47/38, 19.12.2018. Экструдер для переработки
разнородных вторичных полимерных материалов
2. Патент № 45556 , Україна, МПК С08J 5/18, 10.11.2009. Спосіб виготовлення
поліетиленової
рукавної плівки.
3. Патент № 60879, Україна, МПК В29D 7/00, 25.06.2011. Пристрій для охолод
ження рукавної
полімерної плівки.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **185 812** ⁽¹³⁾ **U1**

(51) МПК

[*B29C 47/38 \(2006.01\)*](#)

[*B29B 7/42 \(2006.01\)*](#)

[*B29B 11/06 \(2006.01\)*](#)

[*B29B 17/00 \(2006.01\)*](#)

(52) СПК

[*B29C 47/38 \(2018.05\)*](#)

[*B29B 7/42 \(2018.05\)*](#)

[*B29B 11/06 \(2018.05\)*](#)

[*B29B 17/00 \(2018.05\)*](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 17.08.2020)
Пошлина: учтена за 4 год с 21.04.2021 по 20.04.2022

(21)(22) Заявка: [2018114862](#), 20.04.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.04.2018

Дата регистрации:
19.12.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.04.2018

(45) Опубликовано: [19.12.2018](#) Бюл. № [35](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: UA 5779 U, 15.03.2005. ШВАРЦ О. и
др. Переработка пластмасс, Санкт-
Петербург, Профессия, 2005, с. 52-53. US
20040257904 A1, 23.12.2004. US 5033860 A,
23.07.1991.

Адрес для переписки:

295007, Респ. Крым, г. Симферополь, пр-кт
Академика Вернадского, 4, ФГАОУ ВО
"Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского", отдел
интеллектуальной собственности
Департамента научно-исследовательской
деятельности

(72) Автор(ы):

Дядичев Валерий Владиславович (RU),
Дядичев Александр Валерьевич (RU),
Дядичева Екатерина Андреевна (RU),
Дядичева Ирина Викторовна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Крымский федеральный
университет имени В.И. Вернадского"
(RU)

(54) Экструдер для переработки разнородных вторичных полимерных материалов

(54) Экструдер для переработки разнородных вторичных полимерных материалов

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области обработки полимерных материалов давлением и может быть использована при переработке полимерных отходов с получением качественных изделий. Устройство содержит корпус, состоящий из зоны питания, зоны сжатия, зоны дозирования, захватное устройство, шнек, выполненный сборным, в зоне питания шнек выполнен в виде конической секции, в зоне дозирования, шнек выполнен из двух последовательно расположенных конической и цилиндрической секций, а шнек в зоне сжатия выполнен в виде барьерной секции и смешивающей секции с четырехзаходными непрерывными лепесткообразными лопастями смешивания, где с одной стороны каждая лопасть имеет округлый выпуклый участок, а с другой стороны выступ в виде ступени, причем нижнее основание лепестка расположено на расстоянии 0,01-0,05 диаметра шнека от поверхности винта шнека, а высота верхней части лепестка 0,15-0,25 диаметра шнека, при длине основания лепестка равной 0,45-0,55 диаметра шнека, длине прямого участка лепестка 0,15-0,2 диаметра шнека и радиусе дугообразного среза равного 0,3 диаметра шнека. Технический результат заключается в обеспечении качественного смешивания компонентов путем создания дополнительного сжатия расплава в пределах допустимых сдвиговых деформаций.

