

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 труб з модернізацією екструдера»

Студент групи IV к. ЛП-72 _____ Сорокіна Олександра Сергіївна _____
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник проекту: доцент, к. т. н. Шилович Т. Б. _____
(вчена ступінь, звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти з питань

МОДЕРНІЗАЦІЇ _____ д.т.н. **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

Сорокіна Олександра Сергіївна

1. Тема проекту «Лінія для виробництва труб з модернізацією екструдера», керівник проекту Шилович Тетяна Борисівна, доцент, кандидат технічних наук, затверджені наказом по університету від «26.04» 2021 р. № 1071-с
2. Термін подання студентом проекту XX.06.2021р.
3. Вихідні дані до проекту: Діаметр черв'яка $D = 90$ мм; відношення довжини черв'яка до його діаметру $L/D=28$; крок нарізки черв'яка $t = 90$ мм; матеріал, що перероблюється – полівінілхлорид.
4. Зміст пояснювальної записки
Призначення та галузь застосування лінії; технічна характеристика базової машини, опис конструкції, основних частин та принципу дії, технологічна лінія з використанням черв'ячного преса; літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації; охорона праці; параметричні, кінематичні та міцнісні розрахунки екструдера; тепловий розрахунок; розрахунки за допомогою САЕ систем; теорія машинобудування; висновки.

Зміст дипломного проекту

Реферат з ключовими словами (українська мова).....	
Реферат з ключовими словами (російська мова).....	
Реферат з ключовими словами (англійська мова).....	
Перелік позначень	
Пояснювальна записка.....	
Розрахунки	
Технологія машинобудування	
Загальні висновки.....	
Список використаних джерел.....	
Додатки.....	

Реферат

Дипломний проект на тему «Лінія для виробництва труб з модернізацією екструдера». Виконала – студентка групи ЛП-72 Сорокіна О.С., керівник – кандидат наук, доцент Шилович Т.Б.

Мета проекту – розробка та модернізація лінії для виробництва труб з ПВХ за технічним завданням, на основі сучасних аналогів.

В проекті були розглянуті конструкція та принцип дії одночерв'ячного екструдера, а також його технічні характеристики. Були виконані параметричні та кінематичні розрахунки машини, розрахунки на міцність та тепловий розрахунок. Крім того, був виконаний розрахунок в системі ANSYS.

Проект містить графічну частину, яка складається з 7 креслень формату А1 та «Пояснювальну записку», загальний обсяг якої становить 50 сторінок, яка включає в себе три розділи.

Ключові слова: ЧЕРВ'ЯК, ЕКСТРУДЕР, ТРУБИ, ПВХ, ПРЕС ЧЕРВ'ЯЧНИЙ

Реферат

Дипломный проект на тему «Линия для производства труб с модернизацией экструдера». Выполнила - студентка группы ЛП-72 Сорокина А.С., руководитель - кандидат наук, доцент Шилович Т.Б.

Цель проекта - разработка и модернизация линии для производства труб из ПВХ по техническому заданию, на основе современных аналогов.

В проекте были рассмотрены конструкция и принцип действия одночервячного экструдера, а также его технические характеристики. Были выполнены параметрические и кинематические расчеты машины, расчеты на прочность и тепловой расчет. Кроме того, был выполнен расчет в системе ANSYS.

Проект содержит графическую часть, которая состоит из 7 чертежей формата А1 и «Пояснительную записку», общий объем которой составляет 50 страниц, которая включает в себя три раздела.

Ключевые слова: ЧЕРВЯК, ЭКСТРУДЕР, ТРУБЫ, ПВХ, ПРЕСС ЧЕРВЯЧНИЙ

Abstract

Diploma project on the topic "Line for the production of pipes with modernization of the texturer". Completed - student of group LP-72 Sorokina A.S., supervisor - candidate of sciences, associate professor Shilovich T.B.

The goal of the project is the development and modernization of a line for the production of PVC pipes according to the technical specifications, based on modern analogues.

The project considered the design and principle of operation of a single-screw extruder, as well as its technical characteristics. The parameters and kinematic calculations of the machine, strength and thermal calculations were performed. In addition, a calculation was performed in the ANSYS system.

The project contains a graphic part, which consists of 7 A1 drawings and an "Explanatory Note", the total volume of which is 50 pages, which includes three sections.

Keywords: SCREW, EXTRUDER, PIPES, PVC, SCREW PRESS

Перелік позначень

Скорочені терміни:

ККД – коефіцієнт корисної дії.

Умовні позначення:

S – площа, m^2 ;

b – ширина, m ;

H, h – висота, m ;

D, d – діаметри, m ;

m – маса, kg ;

N – потужність,

$Вт$; n – частота обертання, s^{-1} ;

Gr – продуктивністю, kg/s ;

t – температура, K ;

α_k – коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпусу в оточуюче середовище,
 $Вт/m^2 \cdot ^\circ$;

K – коефіцієнт теплопередачі, $Вт/m^2 \cdot ^\circ$;

Критерії:

Nu – критерій Нуссельта;

Re – критерій Рейнольдса;

Gr – критерій Гросгофа.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Зміст

Вступ	2
1 Призначення та галузь застосування виробу який проектується ..	2
2 Технічна характеристика базової машини	4
3 Опис базової конструкції, її основних частин та принципу дії	5
3.1 Технологічна лінія з використанням черв'ячного перса	7
4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації.....	9
5 Охорона праці.....	14
5.1 Повітря робочої зони	14
5.2 Підвищена температура поверхонь обладнання.....	16
5.3 Пожежна безпека	16
5.4 Електробезпека.....	17
Висновок	19

					<i>ЛП72.14.7246.01-70ПЗ</i>			
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	<i>Лінія для виробництва труб з модернізацією екструдера</i>	Літера	Лист	Листів
<i>Розроб</i>	<i>Сорокіна О.С.</i>					у	1	
<i>Перев.</i>	<i>Шилович Т.Б.</i>					<i>НТУУ «КПІ» ім. Сікорського</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затв.</i>	<i>Гондляр О.В.</i>							

Вступ

Останнім часом розширилась сфера використання полімерних труб. Завдяки своїй економічній ефективності, вони складають високу конкуренцію трубам зі сталі та чавуну.

Серед найважливіших переваг труб з полімерних матеріалів - відносно низька маса, ударостійкість, висока еластичність, що дозволить уникнути руйнування при заморожуванні рідин у трубах, підвищена зносостійкість (у декілька разів вища ніж у сталі), відсутність корозії, пластичність. Тому при прокладенні мереж труб, замовники все частіше обирають труби саме з полімерів, а не з металу. Крім того, цей вибір супроводжується високою швидкістю та зручністю у сфері обслуговування труб та низькою вартістю (при урахуванні вартості труб разом з доставкою та монтажем виграш може складати до 25% у порівнянні з аналогічними за розмірами металевими трубами).

Існує безліч методів переробки полімерів, вибір котрих у кожному конкретному випадку залежить від виду та властивостей полімеру або композиції, конструктивних особливостей виробу, умов експлуатації та інших чинників. В даній роботі ми розглядаємо черв'яний прес с трубною головкою, що є одною з найбільш вдалих машин для переробки полімерів.

Метою проекту є визначення основних параметрів черв'яного пресу, його параметричний та тепловий розрахунок, а також розрахунок на міцність. Результати розрахунків мають підтвердити працездатність конструкції ЧП90х28 для виготовлення труб з ПВХ.

1 Призначення та галузь застосування виробу який проектується

Враховуючи розповсюдженість полімерних виробів, в останні роки людство зацікавлене у впровадженні технологій, які змогли б максимально збільшити їх якість та спростили процес виробництва. Ці фактори повинен

					ЛП72.14 7246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

враховувати кожен хто має відношення до розвитку сучасного полімерного господарства.

ЧП-90 з трубною формуючою головкою призначений для виготовлення труб з ПВХ, які широко використовуються для водопроводів, артезіанських джерел, систем меліорації, безнапірних і напірних каналізаційних колекторів і зв'язків–каналів.

Проблеми і перспективи розвитку технологічних ліній для виготовлення полімерних труб та машинобудівної бази для їх створення нерозривно пов'язані з ринком виробництва полімерної трубної продукції. У галузевій пресі цьому приділялося достатньо багато уваги. Багато проблем вирішено або ще вирішуються. Частина прогнозів збулася, а головний – бурхливий розвиток обладнання для екструзії, зростання потреби в трубах, розширення їх номенклатури – продовжуються збуватися. Тема – виробництво труб і обладнання для цього – продовжує бути актуальною і проблемною, яка вимагає постійної до себе уваги.

					<i>ЛП72.14 7246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

2 Технічна характеристика базової машини

Технічна характеристика відображає функціональні, геометричні, деформаційні, міцності та ін. властивості конструкції. Згідно до цих даних проводять порівняння агрегату і подібних йому зразків для наступного вибору і обґрунтування обраного варіанту. Основні показники преса ЧП90 наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Назва параметра	Од.виміру	Значення
Діаметр черв'яка	мм	90
Відношення робочої довжини черв'яка до його діаметру	-	28
Встановлена потужність електродвигуна	КВт	20
Загальна встановлена потужність нагрівників	кВт	15
Число обертів черв'яка	об/хв	15..65
Опір формувальної головки	МПа	70
Тиск в циліндрі	МПа	20
Маса	кг	6500
Габаритні розміри		
-довжина		4940
-ширина	мм	945
-висота		4600

3 Опис базової конструкції, її основних частин та принципу дії

Основними частинами преса(рис 1.1) є: привід, рама, завантажувальна воронка, корпус, черв'як, система нагрівання та охолодження.

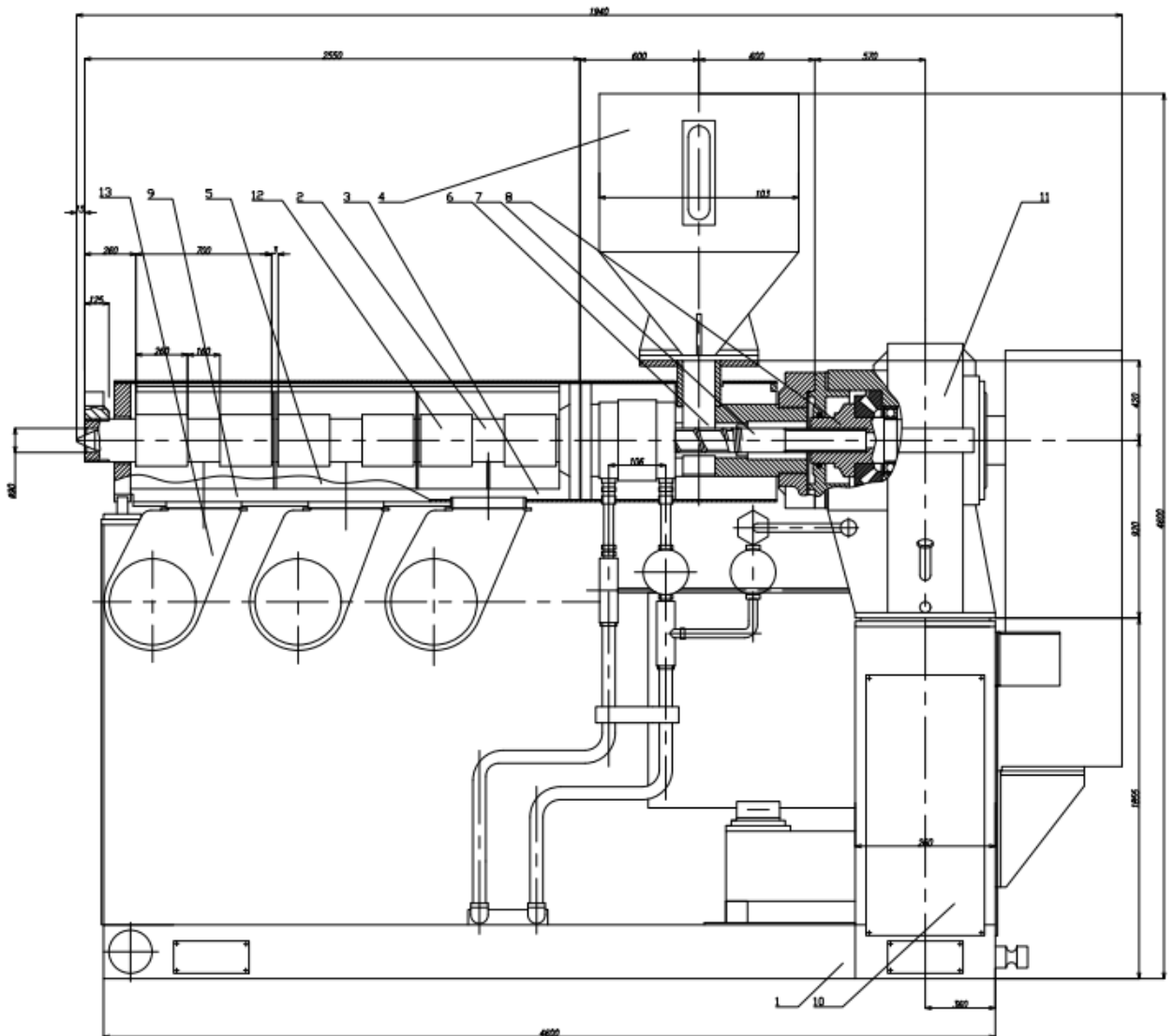


Рисунок 1.1 Прес ЧП-90

1 – рама, 2 – кожух копруса, 3 – плита несуча, 4 – бункер, 5 – корпус, 6 - воронка завантажувальна, 7 - черв'як, 8 – втулка, 9 – плита опорна, 10 – блок керування, 11 – редуктор, 12 – нагрівач, 13 - вентилятор.

Полімерний матеріал із бункера 4 надходить до завантажувальну воронку 6, забирається черв'яком 7 та транспортується у формуючу головку. Щоб забезпечити потрібний температурний режим і умови

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.14 7246.01-70ПЗ

Арк.

5

транспортування на кожусі корпусу 5 встановлено кільцеві нагрівачі 12 з індивідуальними пристроями вентиляції 13, що встановлені на корпусі 5.

Будова черв'яка передбачає його внутрішнє водяне охолодження. Черв'як приводиться в рух від приводу, що складається з редуктора 11 і блоку керування 10.

Коли черв'як обертається матеріал транспортується через гвинтовий канал, що утворений внутрішньою поверхнею циліндра та нарізкою черв'яка. Транспортування супроводжується деформаціями матеріалу та зростанням тиску.

Корпус містить завантажувальну і плавильну частини. Всі частини з'єднуються за допомогою фланців. До завантажувальної частини корпусу з іншої сторони приєднаний блок радіально-упорних підшипників також за допомогою фланцевого кріплення. На плавильну частину корпусу встановлені нагрівачі, які нагрівають корпус і відбувається розплавлення полімеру. Завантажувальна частина корпусу має канали для подачі води, яка охолоджує екструдер.

У зоні живлення приймається матеріал, що переробляється, та його переміщення у напрямку зони плавлення і ущільнення. Щоб було підвищення продуктивності завантажувальна зона виготовляється з великим об'ємом гвинтового каналу черв'яка.

У зоні плавлення відбувається розплавлювання полімеру, його ущільнення і дегазація. Для ефективного проведення зазначених процесів канал черв'яка в зоні плавлення виконується з поступово зменшуваним об'ємом, що в даній конструкції досягається зменшенням глибини каналу.

У зоні дозування відбувається перемішування розплаву і зростає тиск, під дією якого розплав продавлюється через формуючий інструмент.

Система охолодження призначена для завантажувальної воронки, черв'яка, масла в картері редуктора.

					ЛП72.14 7246.01-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

3.1 Технологічна лінія з використанням черв'ячного перса

Лінія для виробництва труб, що проектується, призначена для виробництва труб діаметром 90 мм з товщиною стінки 4 мм з полівінілхлориду методом екструзії, який полягає у безперервному прощтовхуванні розплаву полімерного матеріалу крізь формуючий кільцевий зазор трубної екструзійної головки. Лінія може використовуватись на різноманітних підприємствах орієнтованих на переробку полімерних і будівельних матеріалів та на багатьох підприємствах хімічної промисловості.

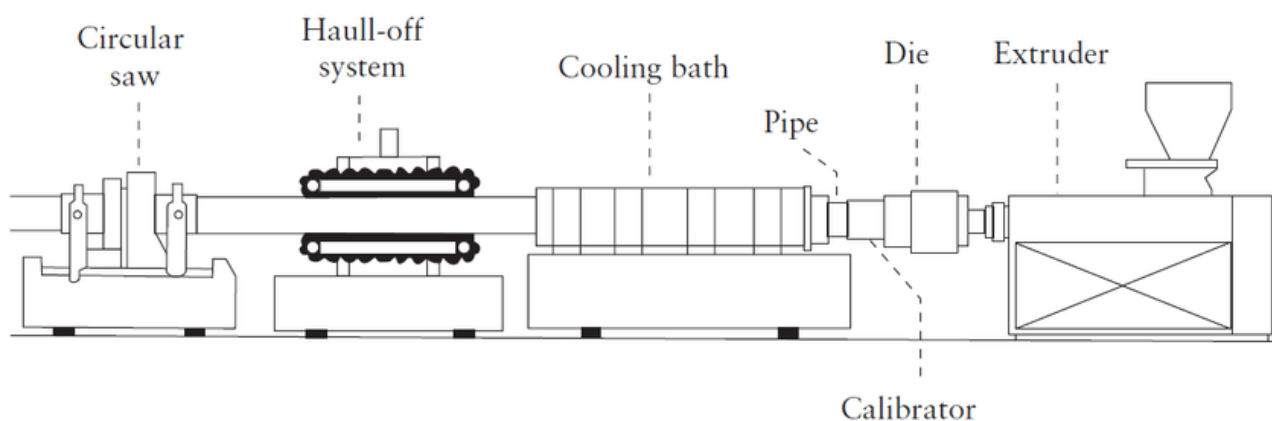


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд лінії для виробництва гладких труб

До складу лінії входять: черв'ячний прес ЧП 90×28, пневмозавантажувач, головка трубна, сушарка, калібрувальний пристрій, рейковий шлях, ванна охолодження водяна, пристрій тягнучий, відрізний пристрій, приймальний пристрій. В процесі експлуатації можна виявити ряд недоліків, які впливають на продуктивність і кінцеву якість продукції. Внаслідок чого лінія може потребувати модернізації окремих її елементів і як результат - покращення якості виробів, технічних і економічних показників. Принцип дії лінії полягає у наступному: гранули поліетилену самопливом потрапляють в завантажувальний отвір екструдера, здійснюється отримання розплаву ПВХ з грануляту в екструдері, основним робочим органом якого є черв'як, що обертається в нерухомому циліндрі,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.14 7246.01-70ПЗ

Арк.

7

що обігривається. В подальшій зоні дозування забезпечується гомогенізація і рівномірна подача розплаву до екструзійної головки. Гаряча трубна заготовка безперервно видавлюється і надходить у сушарку, а звідти відразу в калібрувальний пристрій для утворення на поверхні заготовки охолодженого, затверділого шару, який забезпечує збереження трубою необхідної форми і розмірів. Гаряча труба далі надходить в охолоджувальну ванну, де відбувається остаточне її охолодження і формування структури матеріалу. Відведення труби проводиться за допомогою спеціального тягнучого пристрою гусеничного типу, який забезпечує відведення труби з постійною швидкістю. Різка труби на відрізки заданої довжини здійснюється за допомогою циркулярної пили автоматично.

					<i>ЛП72.14 7246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

4 Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації

1. RU 173 207 U1 МПК В29С 47/38 (2006.01)

Екструдер для переробки будівельних і полімерних матеріалів

Дядичев Валерій Владиславович (RU), Колесніков Андрій Валерійович (RU), Дядичев Олександр Валерійович (RU), Менюк Сергій Григорович (RU), Дедічева Ірина Вікторівна (RU)

Екструдер для переробки будівельних і полімерних матеріалів, що включає корпус, що складається із зони завантаження, зони стиснення, зони дозування, захватуючий 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, що відрізняється тим, що в зоні завантаження шнек виконаний у вигляді циліндра з 3-9 переривчастими вигнутими витками змішування товщиною 2-5% від довжини зони завантаження, причому геометрія витка виконана у вигляді чотирьох вигнутих частин, які по черзі спрямовані зустрічно один одному .

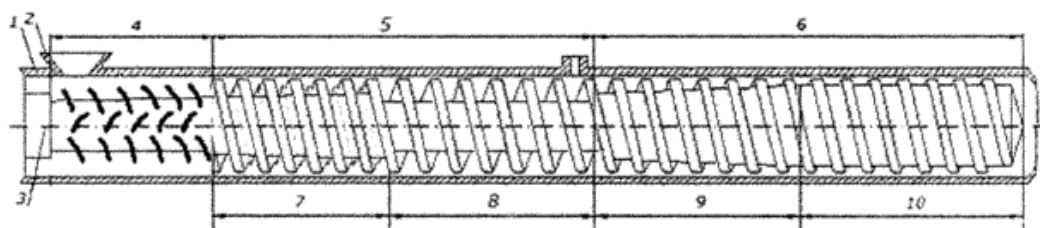


Рис. 2.1 – Екструдер для переробки будівельних і полімерних матеріалів

										Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.14 7246.01-70ПЗ					

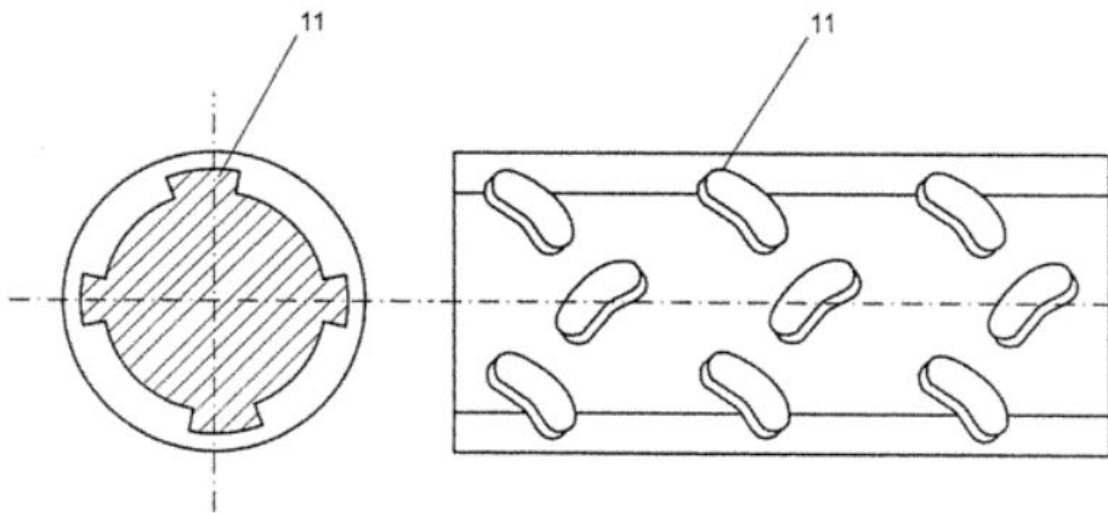


Рис. 2.2 – Геометрія витків

2. RU 185816 U1 B29C 47/38

Екструдер для переробки різномірних вторинних полімерних матеріалів

Дядичев Валерій Владиславович (RU), Колесніков Андрій Васильович (UA), Дядичев Олександр Валерійович (RU), Дядічева Катерина Андріївна (RU), Дядічева Ірина Вікторівна (RU)

Екструдер для переробки різномірних вторинних полімерних матеріалів, що включає корпус, що складається із зони живлення, зони стиснення, зони дозування, захватуючий пристрій, шнек, виконаний збірним, в зоні живлення шнек виконаний у вигляді конічної секції, в зоні стиснення шнек виконаний з двох послідовно розташованих бар'єрних секцій та секції декомпресії, що відрізняється тим, що шнек в зоні дозування містить послідовно розташовані конічну і змішуючу секції, змішуюча секція виконана з виступами в корпусі і пазами в гвинтовий нарізці шнека, розташованими на рівній відстані один від одного, виступи мають висоту, рівну 0,75 глибини каналу, а довжину, рівну 1,5 ширини витка, пази мають довжину, величина якої в 3 рази більше ширини витка.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.14 7246.01-70ПЗ					10

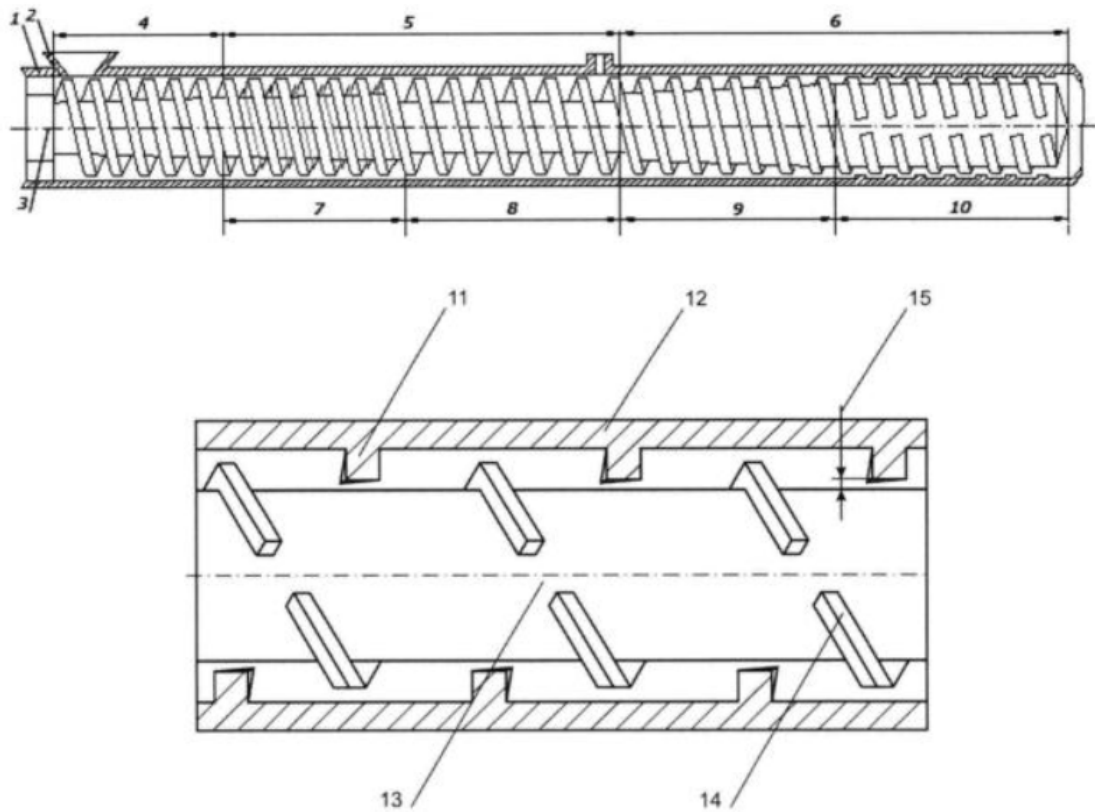


Рис. 2.3 – Екструдер для переробки різнорідних вторинних полімерних матеріалів

3. WO2020180862 (A1) МПК В29С48/565

SCREW DESIGNS FOR USE WHEN MOLDING PRODUCTS THAT INCLUDE SHEER SENSITIVE MATERIALS

Голі Роналд Клар [US], Фік Роберт Джон [US]

Ця розробка надає конструкцію, матеріал, спосіб виготовлення та альтернативні варіанти використання пристроїв для лиття виробів. Розкрито систему формування виробів, що включає термопластичні матеріали з довгими волокнами. Система включає: корпус; бункер у зв'язку з корпусом; черв'як, розміщений у корпусі, при цьому черв'як призначений для обертання та зворотно-поступального руху в корпусі; безліч куполоподібних елементів, з'єднаних з черв'яком і розташованих уздовж зони дозування.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.14 7246.01-70ПЗ

Арк.

11

Коли матеріал досягає зони дозування, розплавлені полімерні матеріали можуть бути змішані з матеріалами, чутливими до зсуву, які присутні в корпусі разом із полімерним матеріалом. Може бути бажано змішати полімерний матеріал з матеріалами, чутливими до зсуву (наприклад, волокнистим матеріалом, скловолокном, термопластичними матеріалами з довгими волокнами, смолами, чутливими до зрушення, полівінілхлоридом, ацеталями, добавками, чутливими до зрушення, і/або т.п.) таким чином, щоб зменшити і звести до мінімуму руйнування, розшарування тощо для дуже чутливих матеріалів. Куполоподібні елементи можуть бути спроектовані таким чином, щоб сприяти зменшенню поперечних сил на чутливі до зсуву матеріали. Наприклад, куполоподібні елементи можуть бути корисні при формуванні виробів з довговолокнистих термопластичних матеріалів. Куполоподібні елементи можуть сприяти обережного перемішування розплавленої смоли з термопластичними матеріалами, так що довжина волокна може бути відносно великою.

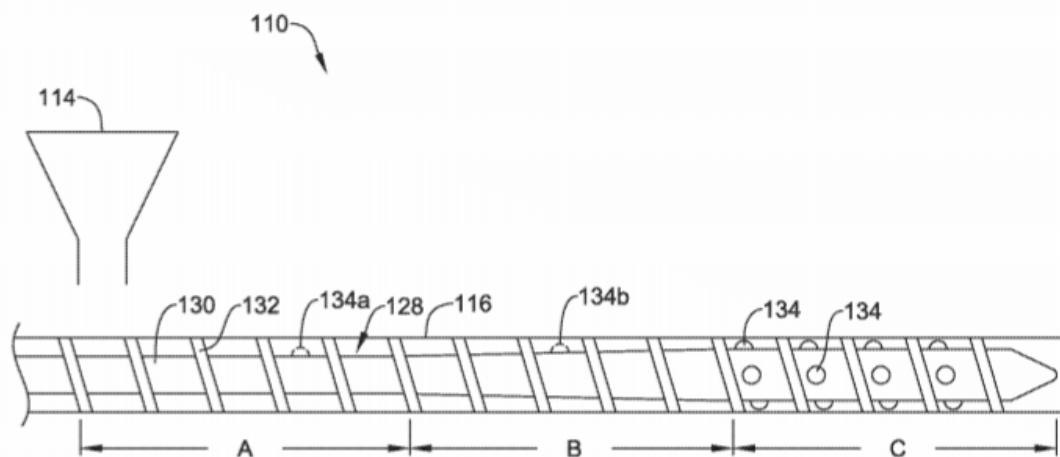


Рис. 2.4 – Черв'як для переробки матеріалів, чутливих до зсуву

4. UA 47082 МПК В29С 47/60 (2006.01)

Мікульонюк Ігор Олегович (UA); Виноградов Євгеній Юрійович (UA

)

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.14 7246.01-70ПЗ					12

5 Охорона праці

Для збереження переваг лінії, запобігання травм на виробництві та забезпечення ефективної експлуатації агрегату вводяться вимоги, зазначені в законі про охорону праці та навколишнього середовища. Допущення нового агрегату до серійного виробництва неможливе без підтвердження відповідності його всім нормам санітарії та безпечних умов праці.

Охорона праці розробляє методи запобігання таких випадків, як вибухи, професійні захворювання, пожежі і т.д. Для зниження виробничого травматизму, інструкції та плакати з техніки безпеки повинні знаходитись на видних місцях та бути обов'язковими до ознайомлення працівниками.

В даному розділі дипломного проекту розглядаються умови праці при експлуатації лінії для виробництва ПВХ труб. Установка, що розглядається, призначена для переробки термопластичних матеріалів, зокрема – полівінілхлориду, з метою формування труб, діаметром 90мм. Подібна лінія може застосовуватись в різних галузях виробництва.

В результаті аналізу умов праці були виявлені такі шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- повітря робочої зони;
- підвищена температура поверхонь обладнання;
- пожежна безпека;
- електробезпека;

5.1 Повітря робочої зони

При роботі з переробкою термопластів слід звернути увагу на повітря робочої зони. Під час плавлення ПВХ виділяються такі токсичні речовини, як альдегіди, окис вуглецю, вуглеводні та органічні кислоти.

Для зменшення впливу шкідливих речовин у повітрі, застосовується відвід газів від місця їх виникнення, встановленням вентиляційного ковпака

					<i>ЛП72.14 7246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

закритого типу під головкою екструдера. Продуктивність його фільтра становить 360 м²/год. Очищення повітря шляхом видалення шкідливих речовин відповідає вимогам ГОСТ 12.1.005-88/98.

В разі пожежі, або інших випадків підвищеного виділення токсичних газів передбачаються засоби захисту органів дихання, такі як респіратори та протигази, а також повітряні апарати МПА.

Для збереження оптимальних мікрокліматичних умов в приміщенні дотримується температура повітря 22...24°C, відносна вологість 60...40%, швидкість руху повітря не більше 0,1 м/с, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.042-99.

Параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні для категорії робіт 1б(легка) наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Період року	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Опт.	Факт.	Опт.	Факт.	Опт.	Факт.
Холодний	19–25	19–20	>75	40–65	>0,2	0,2
Теплий	19–25	20– 25	>75	40–70	>0,2	0,2

Параметри повітря робочої зони відповідають ГОСТ 12.1.005–88.

Забезпечення параметрів здійснюється в холодну пору року за допомогою батарей з теплоносіями, нагрітими до температури 50 ÷ 60°C, а в теплу пору року – витяжною вентиляцією ДСН 3.3.6.042–99.

					<i>ЛП72.14 7246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

5.2 Підвищена температура поверхонь обладнання

В роботі з розплавленими полімерами виникає ризик травм, спричинених дотиком до нагрітих поверхонь робітниками. Небезпечні поверхні розміщуються на корпусі та нагрівниках преса, а також на двигунах. Для уникнення травм ці поверхні покриваються шаром теплоізоляції з мінеральної вати марки 300 ГОСТ 4640-2011.

За СП 61.13330.2012, зовнішня температура теплоізоляційного шару не перевищує 45°C. Температура контролюється за допомогою термометра, відповідно до ГОСТ 28498-90.

5.3 Пожежна безпека

Робота машини пов'язана з використанням горючих матеріалів та змащувальних речовин, зокрема, плавлення полімеру відбувається при досить високій температурі - 180°C. Причинами виникнення пожежі можуть стати:

- порушення технологічного режиму;
- несправність електрообладнання й електромережі;
- струми короткого замикання і навантаження кабелів живлення;
- самозаймання промасленого устаткування;
- куріння в невстановлених місцях.

Так як приміщення для розроблюваного преса ЧП-90 лінії для виробництва труб з ПВХ містить горючі речовини, згідно з ДСТУ Б В.1.1-36:2016, воно відноситься до категорії В – пожежонебезпечні, клас зони П – Па (ПУЕ).

Згідно з ДБН В.1.1-7:2016 приміщення відноситься до першого ступеню вогнетривкості. Кількість поверхів не обмежується. Площа поверхів у межах пожежних не обмежується.

Заходи, що забезпечують запобігання пожежної небезпеки:

					<i>ЛП72.14 7246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

- протипожежний інструктаж працівників та правильна експлуатація устаткування;
- технічні протипожежні заходи, такі як дотримання протипожежних правил і норм при встановленні електроустаткування, опалення, освітлення тощо;
- експлуатаційні заходи, такі як своєчасний ремонт всіх наявних установок;

Для запобігання росту пожежі та її остаточного гасіння, в приміщенні встановлена система автоматичного порошкового пожежогасіння САМ-9 3×12 м2, яка обладнана датчиками температури, які реагують на підвищення температури вище встановленої межі в 72°C. Також в наявності вогнегасники ОУ-3 в кількості 3 штук та ящиків з піском в кількості 6 штук для ручного подолання вогнища.

Для вчасної евакуації працівників встановлено два додаткових еваковиходи на відстані 30м, шириною - 0,9 м, що відповідає СП 31.13330.2012.

Протипожежна безпека черв'ячного преса відповідає вимогам ДБН В.1.1-7:2016.

5.4 Електробезпека

Лінія, що проектується, буде знаходитись в закритому сухому приміщенні. Температура і вологість буде дотримуватись норми. Так як сама установка має металевий каркас, встановлений на залізобетонну підлогу, згідно з ПУЕ, приміщення належить до приміщень з підвищеною безпекою. Живлення агрегату здійснюється за допомогою трифазної напруги 220/380 з частотою 50Гц. Нейтраль глухо заземлена.

Основними причинами ураження струмом є:

- неправильна експлуатація устаткування;
- пошкодження корпусу електроустаткування;

					<i>ЛП72.14 7246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- втрата ізоляційних властивостей, спричинена старінням ізоляції;
- коротке замикання;
- контакт з частинами установки, що знаходяться під напругою.

Для попередження травматизму серед робітників введені такі заходи:

- рубильники встановлені в спеціальних шафах;
- на панелі керування забезпечені лампи, що сигналізують про ввімкнення установки;
- наявність сигнальних позначень на електричних частинах, виділення кольором, написами тощо;
- забезпечені затиски для підключення заземлення вузлів установки, що можуть виявитися під напругою;
- встановлення струмоведучих частин в недосяжному місці, на висоті, або за огорожею;
- передбачено захисне вимкнення електродвигунів при ураженні струмом;
- подвійна ізоляція.

Заземлення установки виконується відповідно до ПУЕ. Опір заземлення не має перевищувати 4 Ом. Біля датчиків заземлення нанести незмивний фарбою знаки «Земля».

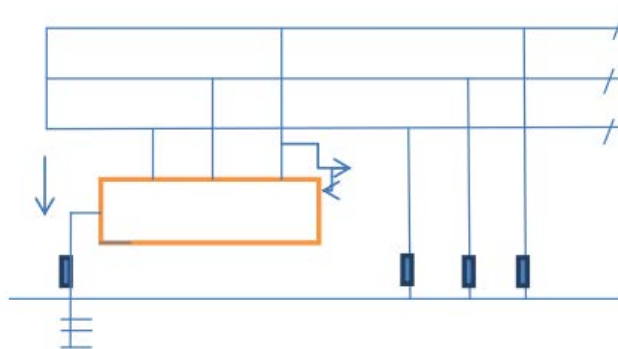


Рис. 5.1 - Схема захисного заземлення

Електрична міцність ізоляції перевіряється на напрузі для випробувань - 200 В с частотою 50 Гц протягом 1 хвилини.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.14 7246.01-70ПЗ					18

Висновок

В розділі було розглянуто ефективність використання черв'ячних пресів для виробництва труб методом екструзії та актуальність модернізації черв'яка для забезпечення гомогенізації розплаву.

Було описано технологічну схему лінії для виробництва труб з використанням преса ЧП 90x28. Були наведені його технічні параметри, розглянуто конструкцію та принцип дії.

Був проведений літературо-патентний огляд, в якому проаналізовано різні підходи до модернізації конструкції черв'яків.

Був проведений аналіз шкідливих факторів на підприємстві при роботі з лінією, встановлено відповідність умов експлуатації нормативним документам та вжиті заходи запобігання виробничого травматизму.

					<i>ЛП72.14 7246.01-70ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

РОЗРАХУНКИ

Зміст

1	Розрахунок геометрії черв'яка.....	2
2	Продуктивність машини по зоні дозування.....	5
3	Визначення потрібної потужності приводного двигуна.....	8
4	Розрахунок черв'яка на стиск.....	11
5	Тепловий розрахунок.....	15
6	Розрахунки за допомогою САЕ-систем.....	18
Висновок		19

					<i>ЛП72.14.7246.01-70PP</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб</i>		<i>Сорокіна О.С.</i>			<i>Літера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Шилович Т.Б.</i>			<i>у</i>	<i>1</i>	
<i>Н. Контр.</i>					<i>НТУУ «КПІ» ім. Сікорського</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Гондляр О.В.</i>			<i>Лінія для виробництва труб з модернізацією екструдера</i>		

1 Розрахунок геометрії черв'яка

Черв'як є основним робочим органом черв'ячних екструдерів і від правильного вибору його конструкції значною мірою залежить якість переробки матеріалу і продуктивність машини.

Розміри і співвідношення зовнішнього діаметра черв'яка D , діаметра маточини d , кроку t і кутів підйому гвинтової лінії лопат черв'яка істотно впливають на продуктивність і нагнітальну здатність преса. Маємо оптимальні співвідношення між цими параметрами, і вихід з цих границь може привести до значних погіршень характеристики черв'яка тобто він може виявитися або замкненим звуженням самого каналу, або, навпроти, не буде здатний стискати масу.

Вихідні дані:

- Діаметр черв'яка, D , м	0,09
- Відношення довжини до діаметра, L/D	28
- Матеріал	ПВХ

Розрахунок проведено відповідно до методики [1].

Крок профілю – відстань між однойменними сторонами двох сусідніх витків, обмірювана в напрямку осі черв'яка:

$$t = (0,7 \div 1) \cdot D = 1 \cdot 90 = 90 \text{ мм.}$$

Товщина гребеня черв'яка для одночерв'ячних машин:

$$e = (0,08 \div 0,12) \cdot D = 0,1 \cdot 90 = 9 \text{ мм.}$$

Зазор між черв'яком і гільзою:

$$\delta = (0,002 \div 0,003) \cdot D = 0,002 \cdot 90 = 0,18 \text{ мм.}$$

					<i>ЛП72.14 7246.01-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Глибина гвинтового каналу під завантажувальною воронкою:

$$h_1 = (0,12 \div 0,16) \cdot D = 0,15 \cdot 90 = 13,5 \text{ мм.}$$

Глибина гвинтового каналу в зоні дозування складає:

$$h_2 = 0,5 \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4h_1}{i} \cdot (D - h_1)} \right] = 0,5 \left[90 - \sqrt{90^2 - \frac{4 \cdot 13,5}{2,1} \cdot (90 - 13,5)} \right] = 5,8 \text{ мм.}$$

де $i=2,1$ – ступінь стиску поліетилену.

Діаметр стержня під завантажувальною горловиною:

$$d_1 = D - 2 \cdot h_1 = 90 - 2 \cdot 13,5 = 63 \text{ мм.}$$

Діаметр стержня в зоні дозування:

$$d_2 = D - 2 \cdot h_2 = 90 - 2 \cdot 5,8 = 78,4 \text{ мм.}$$

Довжина торпеди:

$$L_{\text{торп}} = (0,6 \div 0,8) \cdot D = 0,7 \cdot 90 = 63 \text{ мм.}$$

Довжина робочої частини черв'яка приймається:

$$L_{\text{роб}} = (20 \div 30) \cdot D = 25 \cdot 90 = 2250 \text{ мм.}$$

Довжина зони завантаження приймається:

					<i>ЛП72.14 7246.01-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

2 Продуктивність машини по зоні дозування

Робочий процес черв'ячної машини в цілому залежить не тільки від геометричних розмірів черв'яка і процесів, що протікають у його каналах, але також від геометрії, конфігурації головки черв'ячної машини, і її профілюючих елементів.

Вихідні дані:

- кількість заходів черв'яка $\lambda = 2$;
- число обертів черв'яка $n = 2,5 \text{ с}^{-1} = 150 \text{ об/хв.}$;
- зазор між гребенем черв'яка і циліндром $\delta = 0,018 \text{ см.}$;
- коефіцієнт форми для формуючого інструменту..... $K = 0,877 \text{ мм}^3$.

Попередньо отримані дані: $D = 90 \text{ мм.}$; $L_H = 1350 \text{ мм.}$; $t = 90 \text{ мм.}$; $e = 9 \text{ мм.}$; $h_2 = 3,8 \text{ см.}$

Розрахунок проведено відповідно до методики [2]

Об'ємна продуктивність через головку на передній частині черв'ячної машини прямо пропорційна падінню тиску ΔP і обернено пропорційна в'язкості маси μ :

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

Також рівняння продуктивності можна представити таким чином:

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

де K - коефіцієнт пропорційності, що залежить від геометрії головки - коефіцієнт геометричної форми головки ; n - число обертів черв'яка за хвилину;

					ЛП72.14 7246.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

α - постійна прямого потоку для черв'яка з перемінною глибиною
ГВИНТОВОГО каналу:

$$\alpha = \frac{\pi^3 \cdot (t - \lambda \cdot e) \cdot \sigma}{a + t^2 \cdot b},$$

β - постійна зворотного потоку для черв'яка з перемінною глибиною
ГВИНТОВОГО каналу:

$$\beta = \frac{\pi \cdot t - (t - \lambda \cdot e)}{12 \cdot L_n \cdot (a + t^2 \cdot b)},$$

γ - постійна протитоку для черв'яка з перемінною глибиною
ГВИНТОВОГО каналу:

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

де σ - коефіцієнт залежний від геометричних розмірів черв'яка:

$$\sigma = 1 - \frac{6,9 \cdot D}{2 \cdot (h_n - h_2)} \cdot \lg \frac{h_n}{h_2} + \frac{D^2}{2 \cdot h_n \cdot h_2},$$

b - коефіцієнт, розрахований за формулою:

$$b = \frac{2,3}{(h_n - h_2) \cdot D^3} \cdot \lg \frac{h_n \cdot (D + d_2)}{h_2 \cdot (D + d_1)} + \frac{2 \cdot h_n \cdot h_2 + (h_n - h_2) \cdot D}{2 \cdot D^2 \cdot h_n^2 \cdot h_2^2},$$

a - коефіцієнт, розрахований за формулою:

					<i>ЛП72.14 7246.01-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

$$a = \frac{\pi^2}{h_n \cdot h_2} \cdot \left(\frac{D \cdot (h_n + h_2)}{2 \cdot h_n \cdot h_2} - 1 \right),$$

де h_1 -глибина гвинтового каналу в зоні завантаження;

h_n - глибина гвинтового каналу на початку зони дозування;

h_2 - глибина гвинтового каналу на кінці черв'яка;

L_n -довжина зони дозування;

D -зовнішній діаметр черв'яка;

d_1 -діаметр сердечника в зоні дозування;

d_2 - діаметр сердечника на кінці черв'яка;

e - ширина гребеня витка черв'яка;

δ -зазор між черв'яком і гільзою.

Підставивши у вище приведені рівняння значення величин , обчислимо значення продуктивності черв'ячної машини по зоні дозування з урахуванням впливу головки :

$$a = \frac{3,14^2}{0,58 \cdot 0,38} \cdot \left(\frac{9 \cdot (0,58 + 0,38)}{2 \cdot 0,58 \cdot 0,38} - 1 \right) = 833 \frac{1}{\text{см}^2}.$$

$$b = \frac{2,3}{(0,58 - 0,38) \cdot 9^3} \cdot \lg \frac{0,58 \cdot (9 + 8,92)}{0,38 \cdot (9 + 7,84)} + \frac{2 \cdot 0,58 \cdot 0,38 + (0,58 + 0,38) \cdot 9}{2 \cdot 9^2 \cdot 0,58^2 \cdot 0,38^2} = 1,12 \frac{1}{\text{см}^4}.$$

$$\sigma = 1 - \frac{6,9 \cdot 9}{2 \cdot (0,58 - 0,38)} \cdot \lg \frac{0,58}{0,38} + \frac{9^2}{2 \cdot 0,58 \cdot 0,38} = 156,2.$$

$$\alpha = \frac{3,14^3 \cdot (9 - 2 \cdot 0,9) \cdot 156,2}{833 + 9^2 \cdot 1,12} = 12 \text{ см}^2.$$

$$\beta = \frac{3,14 \cdot 9 - (9 - 2 \cdot 0,9)}{12 \cdot 135 \cdot (833 + 9^2 \cdot 1,12)} = 0,05 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3.$$

$$\gamma = \frac{3,14 \cdot 9 \cdot 0,018^3 \cdot 9^2}{10 \cdot 0,9 \cdot 135 \cdot \sqrt{3,14^2 \cdot 9^2 + 9^2}} = 0,37 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3.$$

$$Q = \frac{12 \cdot 0,877 \cdot 10^{-3} \cdot 150}{0,877 \cdot 10^{-3} + 0,05 \cdot 10^{-3} + 0,37 \cdot 10^{-6}} = 1702,2 \frac{\text{см}^3}{\text{хв}} = 80 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.14 7246.01-70PP				7

3 Визначення потрібної потужності приводного двигуна

Вихідні дані:

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

Попередньо отримані дані: $\lambda = 2$; $n = 2,5 \text{ с}^{-1}$; $D = 0,09 \text{ м}$; $L_H = 1,35 \text{ м}$; $t = 0,09 \text{ м}$; $e = 0,009 \text{ м}$; $\delta = 0,00018 \text{ м}$; $Q = 28,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$; $h_2 = 0,0038 \text{ м}$; $K = 0,877 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$; $\alpha = 12 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$.

Розрахунок виконано згідно [4].

Потужність приводного двигуна витрачається на зсувне деформування матеріалу, що перероблюється, у гвинтовому каналі черв'яка, у зазорі між гребнім черв'яка та циліндром корпусу та з інших втрат потужності:

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

де N , N_1 , N_2 – відповідно потужність приводного двигуна; потужність, що витрачається у зазорі між гребнім черв'яка та циліндром корпусу; потужність, що витрачається у гвинтовому каналі черв'яка; η – ККД, що враховує інші втрати потужності.

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

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

$$\dot{\gamma}_1 = \frac{\pi^2 0,09^2 \cdot 2,5}{0,00018 \cdot \sqrt{\pi^2 0,09^2 + 0,09^2}} = 3742 \text{ с}^{-1}.$$

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

					ЛП72.14 7246.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

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

$$\mu_2 = 16200 \cdot 3742^{(0,43-1)} = 148,88 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

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

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

$$N_1 = \pi \frac{0,09^3 \cdot 0,009 \cdot 1,35}{0,00018 \cdot 0,09} \cdot 2 \cdot 148,88 \cdot 2,5^2 = 319,6 \text{ Вт}.$$

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

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

$$\dot{\gamma}_2 = \frac{\pi^2 (0,09 - 0,0038)(0,09 - 2 \cdot 0,0038)2,5}{0,0038 \sqrt{\pi^2 (0,09 - 2 \cdot 0,0038)^2 - 0,09^2}} = 190 \text{ с}^{-1}.$$

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

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

$$\mu_2 = 16200 \cdot 190^{(0,43-1)} = 814 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

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

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

$$N_2 = \pi \frac{0,09 - 0,009}{0,09} (\pi^2 \cdot 0,068^2 - 4 \cdot 0,038^2) \cdot 2 \cdot 1,35 \cdot 814 \cdot 2,5^2 + \frac{12 \cdot 10^{-4}}{0,877 \cdot 10^{-9}} \cdot 814 \cdot 2,84 \cdot 10^{-6} \cdot 2,5 = 8062,8 \text{ Вт}$$

Потрібна потужність приводного двигуна:

$$N = (319,6 + 8062,8) / 0,4 = 20 \text{ кВт}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.14 7246.01-70PP				9

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

Перелік позначень вихідних даних:

D – діаметр черв'яка;

i – ступінь стискування черв'яка;

λ – кількість заходів черв'яка;

n – кількість обертів черв'яка за секунду;

δ – зазор між гребенем черв'яка і циліндром;

K – коефіцієнт форми для формуючого інструменту (голівки);

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

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

					<i>ЛП72.14 7246.01-70PP</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

4 Розрахунок черв'яка на стиск

Метою розрахунку є визначення працездатності черв'яка. Методика розрахунку наведена в [1].

На черв'як діють такі силові фактори:

- осьове зусилля $P_{ос}$;
- рівномірно розподілене навантаження від власної ваги q ;
- обертальний момент $M_{кр}$

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

Розраховуємо крутний момент:

$$M_{кр} = \frac{9550 \cdot N}{n} = \frac{9550 \cdot 20}{150} = 1273 \text{ Нм}$$

де $N=20$ –потужність, яка споживається черв'яком, кВт;

$n = 150$ - швидкість обертання черв'яка, об/хв.

Осьове зусилля:

$$P_{ос} = \frac{2 \cdot M_{кр}}{D} = \frac{2 \cdot 1273}{0,09} = 28,3 \text{ кН}$$

де $D=0,09$ - зовнішній діаметр черв'яка, м;

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

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{9,81 \cdot G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 110}{2,25} = 480 \text{ Н/м}$$

$l_p=2,25$ - довжина робочої частини, м.

					ЛП72.14 7246.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

$$G = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho \cdot l_p = \frac{3,14 \cdot 0,09^2 \cdot 7710 \cdot 2,25}{4} = 110 \text{ кг}$$

$$I_{max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_{\delta}^2 = \frac{1}{2} \cdot 480 \cdot 1,89^2 = 857 \text{ Нм}$$

W_x - осьовий момент опору:

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,09^3 \cdot (1 - 0,26^4)}{32} = 7,12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$$

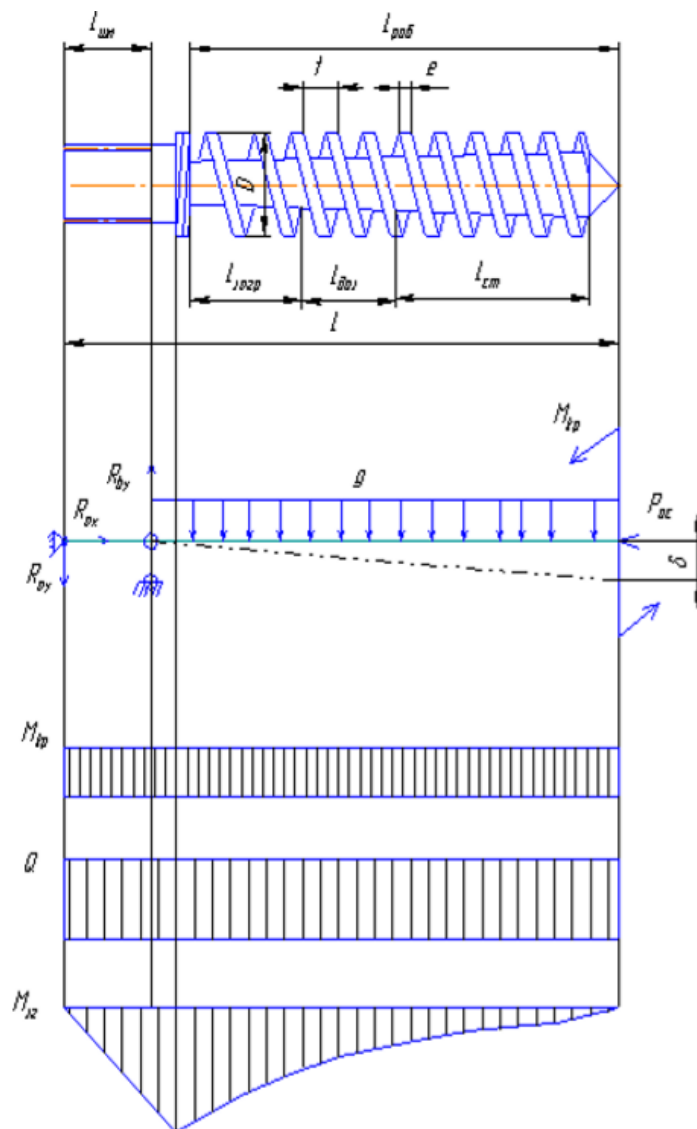


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема шнеку та епюри напружень

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.14 7246.01-70PP

Арк.

12

Стискне напруження:

$$\sigma_{ст} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{28,3 \cdot 10^3}{2,7 \cdot 10^{-3}} + \frac{857}{7,12 \cdot 10^{-6}} = 130 \text{ МПа}$$

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

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (1 - \alpha^2) = \frac{3,14 \cdot 0,06^2}{4} (1 - 0,26^2) = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$\alpha = \frac{d_0}{d_1} = \frac{0,016}{0,06} = 0,26$$

d_0 -діаметр осердя в зоні завантаження;

Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{1273}{5,2 \cdot 10^{-4}} = 2,45 \text{ МПа}$$

де W_p - полярний момент опору:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_1^2 (1 - \alpha^4)}{16} = \frac{3,14 \cdot 0,06^2 (1 - 0,26^4)}{16} = 5,2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{ст} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{130^2 + 4 \cdot 2,45^2} = 130 \text{ МПа}$$

					ЛП72.14 7246.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Коефіцієнт запасу повинен перевищувати допустиме значення:

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

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

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

$$n = \frac{880}{130} = 6,77$$

Умова міцності черв'яка виконується

					ЛП72.14 7246.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

5 Тепловий розрахунок

Мета розрахунку: визначити кількість тепла, яку необхідно підвести електронагрівачами.

Вихідні дані:

- Потужність, встановлена електродвигуном, N, кВт 20;
- Продуктивність ПВХ[10,13], G_M , кг/с 0,028;
- Початкова температура матеріалу, $T_{П}$, К, 293;
- Кінцева температура матеріалу, T, К 453;
- Температура поверхні кожуха, $T_{кож}$, К 318;
- Температура повітря, T_B , К 293;
- Ширина теплообмінної поверхні, B, м 0,23;
- Довжина теплообмінної поверхні, L, м 1,382;
- ККД приводу преса, η_1 0,6;
- ККД електродвигуна, η_2 0,9.

Тепловий баланс преса[5]:

$$Q_N + Q_{Q_1} = G_M \cdot C_M \cdot (T_{кож} - T_1) + Q_{втр},$$

де Q_N – кількість теплоти, яка виділяється при використанні потужності і визначене:

$$Q_N = 860N\eta_1\eta_2 = 860 \cdot 75 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 20000 \text{ кДж} / \text{год} = 5,5 \text{ кДж} / \text{с},$$

$Q_{втр}$ – втрати теплоти в оточуюче середовище:

$$Q_{втр} = Q_K + Q_{внр} = (129,4 + 54,3) \cdot 10^3 = 183,7 \cdot 10^3 \text{ Дж} / \text{год} = 51,03 \text{ Вт},$$

					ЛП72.14 7246.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

де Q_K – втрати теплоти в оточуюче середовище конвекцією:

$$Q_K = \alpha_K \cdot F \cdot (T_{\text{кож}} - T_B) = 3,84 \cdot 0,318 \cdot (318 - 293) = 129240 \text{ Дж} / \text{год} = 35,9 \text{ Вт},$$

де F – теплообмінна поверхня екструдера:

$$F = BL = 0,23 \cdot 1,382 = 0,318 \text{ м}^2.$$

Втрати тепла в оточуюче середовище випромінюванням:

$$Q_{\text{випр}} = 5,67EF \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right) = 5,67 \cdot 0,9 \cdot 0,318^2 \left(\left(\frac{309,5}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right) = 9 \text{ Вт},$$

де E – ступінь чорноти матеріалу кожуха;

T_1 – абсолютна температура кожуха, К;

T_2 – абсолютна температура оточуючого середовища, К;

α_K – коефіцієнт тепловіддачі від стінки корпуса в оточуюче середовище, Вт/(м² · °С):

$$\alpha_K = \frac{Nu \lambda_n}{B} = \frac{38,22 \cdot 0,0023}{0,23} = 3,8 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С}),$$

де Nu – критерій Нуссельта,

α_M – коефіцієнт теплопровідності при середній температурі.

Критерій Нуссельта визначається за формулою:

$$Nu = C(Gr Pr)_m^n = 0,54(25,09 \cdot 10^6)^{\frac{1}{4}} = 38,22$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЛП72.14 7246.01-70PP				16

де Gr – критерій Грасгофа, визначений за формулою:

$$Gr = \frac{\beta B^3 g \Delta T}{\nu^2} = \frac{1}{273 + 32,5} \cdot \frac{0,23^3 \cdot 9,8 \cdot 10^{12}}{16,48^2} \cdot (318 - 293) = 35,85 \cdot 10^6$$

Розрахункова температура:

$$T_p = \frac{T_{кож} + T_B}{2} = \frac{318 + 293}{2} = 305,5 K.$$

Знаходимо значення теплофізичних параметрів та критеріїв подібності при розрахунковій температурі:

$\lambda_M = 0,0023$ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м · °С);

$\nu_M = 16,48 \cdot 10^{-6}$ – коефіцієнт кінематичної в'язкості, м²/с;

Pr = 0,7 – критерій Прандтля.

Добуток GrPr: GrPr = (35,85 · 10⁶ · 0,7) = 25,09 · 10⁶.

Кількість теплоти, яка підводиться до корпусу електронагрівачами:

$$\begin{aligned} Q_{Q_1} &= G_M \cdot C_M \cdot (T_{кож} - T_{II}) + Q_{втр} - Q_N = \\ &= (100 \cdot 2,3 \cdot (453 - 293) + 324 - 20000) \cdot 10^3 = 17124 \text{ кДж} / \text{год} = 5 \text{ кВт} / \text{с}. \end{aligned}$$

Отже, для забезпечення нагрівання матеріалу до заданої температури і компенсації втрати тепла в оточуюче середовище в пресі встановлено 3 індукційних нагрівника.

					ЛП72.14 7246.01-70PP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

6 Розрахунки за допомогою CAE-систем

Було виконано 3д-проекування моделі модернізованої деталі – червяка за допомогою програм AutoCAD і CATIA та пораховано за допомогою програми ANSYS.

Вихідні данні:

Осьове зусилля P_{oc} - 28,3 кН

Рівномірно розподілене навантаження від власної ваги q - 480 Н/м

Обертальний момент $M_{кр}$ - 1273 Нм

Температура в зоні завантаження - 20°C

Температура в зоні дозування - 180°C

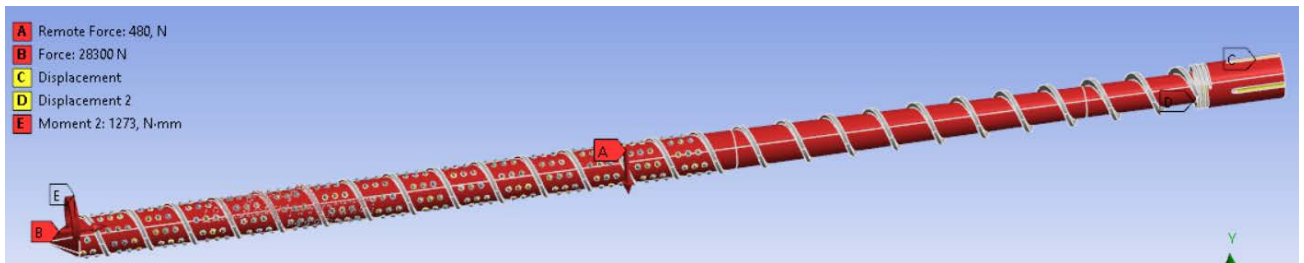


Рис. 4.3 – Розрахункова схема деталі із заданими навантаженнями та закріпленнями

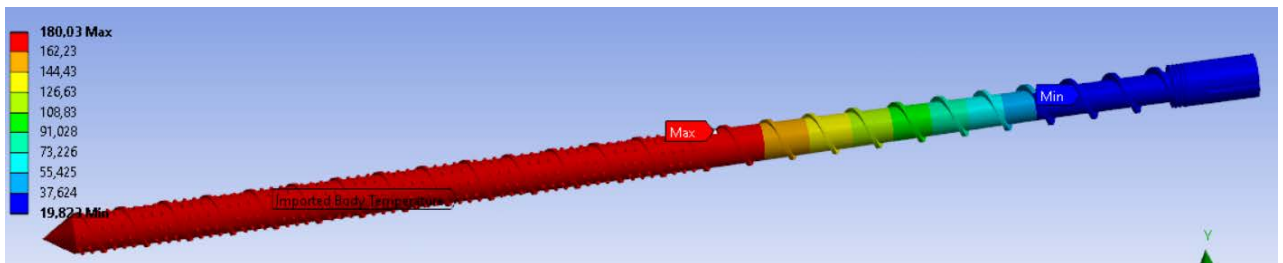


Рис. 4.4 – Схема розподілення температури

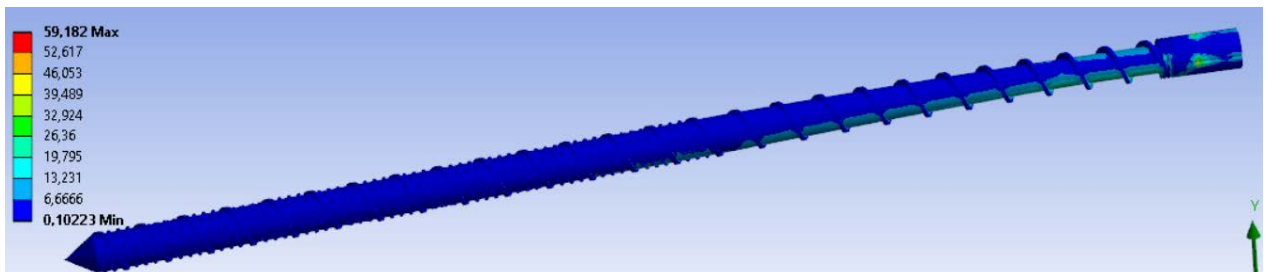


Рис. 4.5 – Схема розподілення еквівалентних напружень

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП72.14 7246.01-70PP

Арк.

18

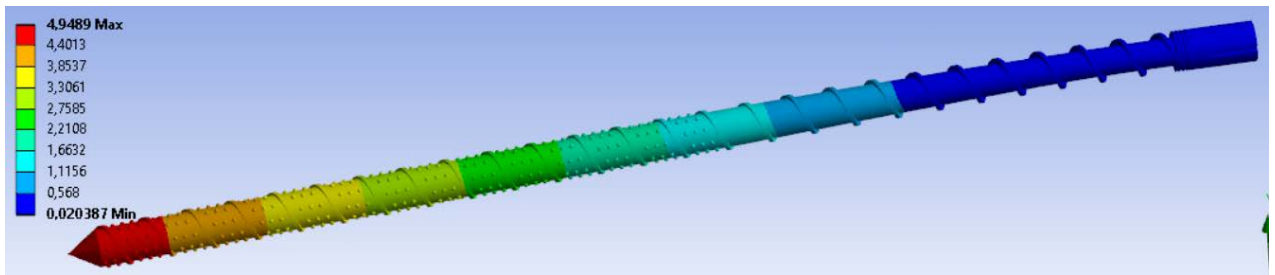


Рис. 4.6 – Схема розподілення деформацій

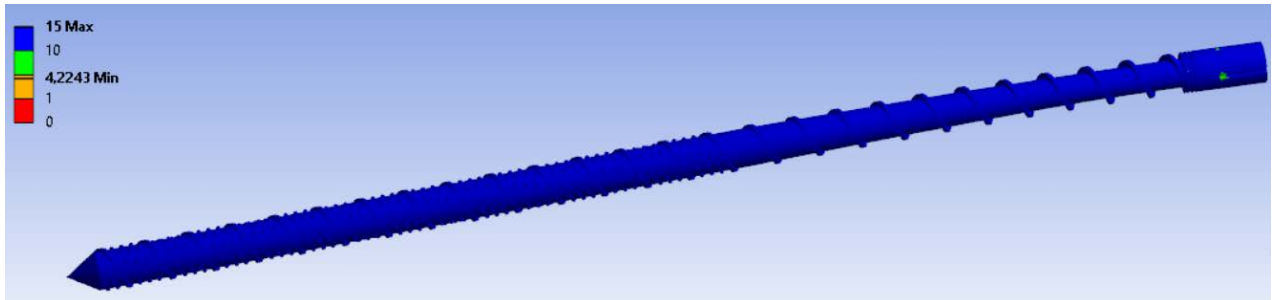


Рис. 4.6 – Схема розподілення величини показника запасу міцності

Висновок

В розділі було виконано наступне: проведені розрахунки основних деталей та елементів ЧП90х28 з трубною головкою для матеріалу - ПВХ. Також проведені розрахунки основних параметрів екструдера, які визначили геометрію черв'яка, потужність приводу та продуктивність машини. Виконані теплові розрахунки та розрахунки на міцність та жорсткість, що забезпечують ефективність і надійність конструкції. Також, виконаний розрахунок модернізованого черв'яка на міцність при заданому тепловому режимі за допомогою програми ANSYS.

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

Зміст

1	Технологія машинобудування	2
1.1	Опис і призначення деталі	2
1.2	Розробка технологічного процесу виготовлення деталі.....	3
2	Призначення і розрахунок пристосування для обробки деталі	4
2.1	Призначення пристосування для обробки деталі.....	4
2.2	Розрахунок сил закріплення у пристосуванні	4
	Література	7

					<i>ЛП72.14 7246.01-70TE</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб</i>		<i>Сорокіна О.С.</i>			<i>Літера</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Борщик С.О.</i>			у	1	
<i>Н. Контр.</i>					<i>Лінія для виробництва труб з модернізацією екструдера</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Гондляр О.В.</i>			<i>НТУУ «КПІ» ім. Сікорського</i>		

1 Технологія машинобудування

1.1 Опис і призначення деталі

При виконанні розділу "Технологія машинобудування" даного дипломного проекту було розроблено технологічний процес виготовлення деталі "Фланець", призначено послідовність виконання технологічних операцій виготовлення деталі.

Деталь "Фланець" (Рис. 3.1) являється складовою частиною вузла формуючої головки преса 90x28 і слугує для герметичного з'єднання корпусу головки з іншими її складовими.

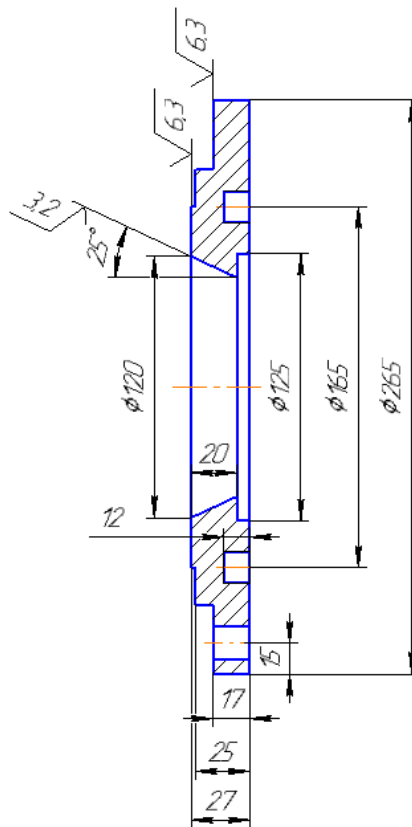


Рисунок 1.1 – Ескіз деталі "Фланець"

У результаті технологічного контролю креслення ЛП72.147241.006-70 виявлено наступне:

					ЛП72.147246.01-70TE	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

- на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі;
- шорсткість усіх поверхонь деталі вказана відповідно до ГОСТ 2789-73;
- вимоги до точності виготовлення поверхонь деталі "Фланець" відповідають вимогам, які пред'явлені до шорсткості цих поверхонь.

Деталь виготовляється з сірого чавуна СЧ 15 (ГОСТ 1412–85).

Заготовку для виготовлення деталі (Рис. 3.2) отримуємо литтям у пісчано–глинисті форми. Конфігурація виливка нескладна і дозволяє забезпечити легке вилучення її моделі з форми.

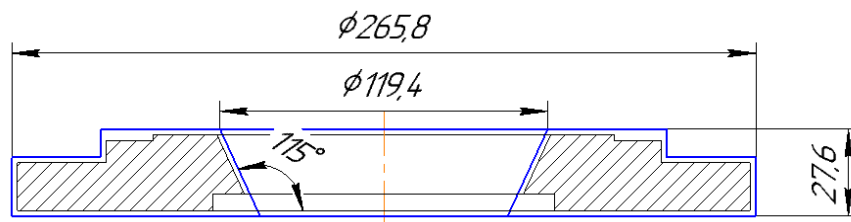


Рисунок 3.2 – Заготовка деталі "Фланець"

За допомогою конічного стрижня отримаємо поглиблення під центральний отвір.

Лиття з металу – один з основних способів виробництва заготовок в машинобудуванні, тому що дозволяє одержати вилівок практично будь–якої форми і маси з необхідними фізико–механічними властивостями. Лиття в разові піщані форми – найбільш розповсюджений спосіб.

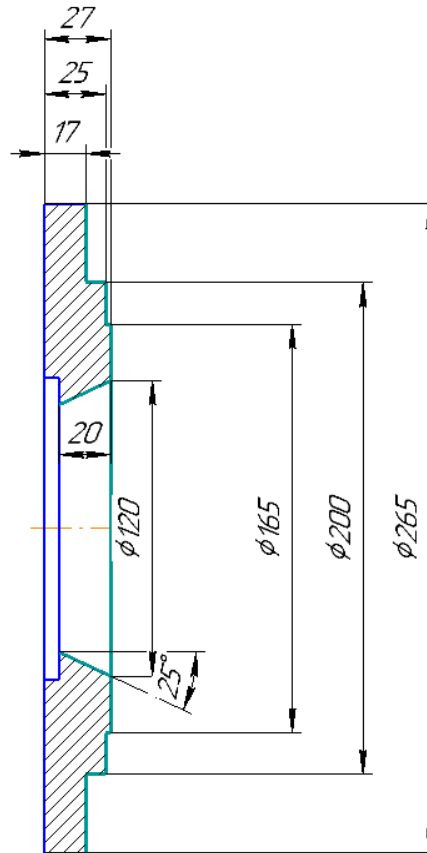
Для досягнення високої якості та продуктивності при виготовленні деталі "Фланець" в усіх операціях обробки використаємо спеціальні пристрої з швидкодійним затисканням заготовок.

1.2 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

										Арк.
										3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ЛП72.14 7246.01-70TE</i>					

Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

Розробив	Сорокіна О.С.			НТУУ "КПІ", ІХФ			010			
Перевірів	Борщик С.О.									
Н. контр.				ФЛАНЕЦЬ				Н		

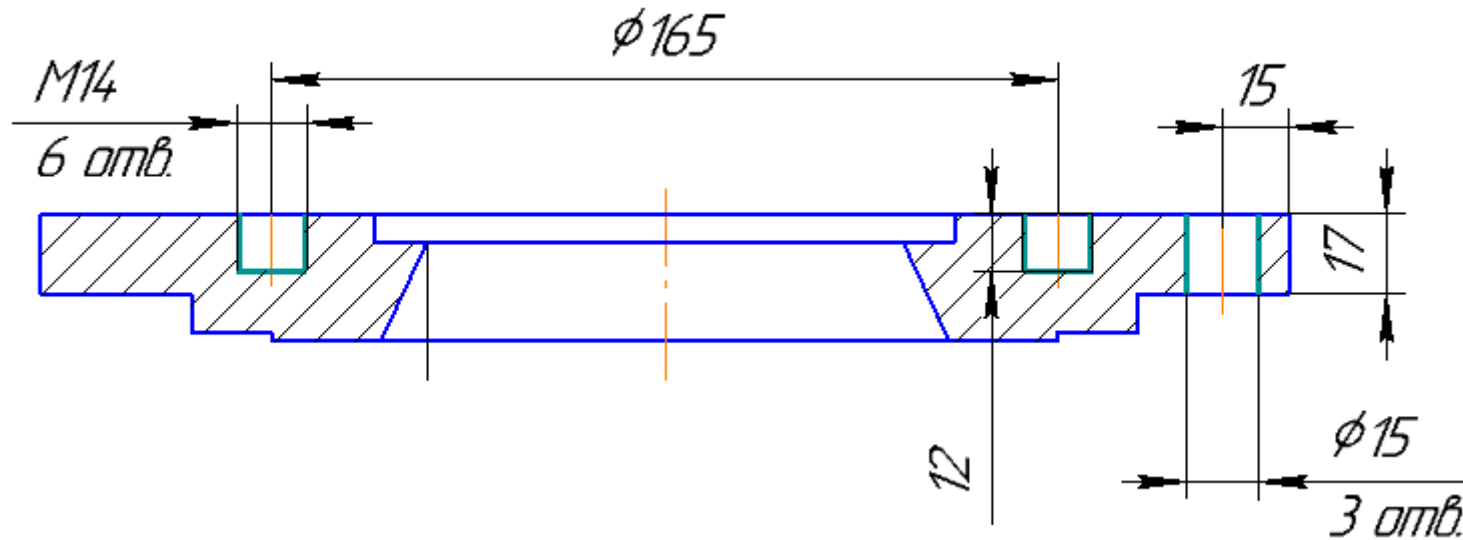


Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

--	--	--	--	--	--	--	--

Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата
----	----	--------	--------	------

Розробив	Сорокіна О.С.			НТУУ "КПІ", ІХФ		015			
Перевірів	Борщик С.О.								
Н. контр.				ФЛАНЕЦЬ			Н		



Технологічний процес виготовлення деталі "Фланець", що був розроблений у процесі виконання дипломного проекту, представлений у маршрутній карті, картах ескізів та операційних картах [1, 2, 4].

2 Призначення і розрахунок пристосування для обробки деталі

2.1 Призначення пристосування для обробки деталі

Токарний трикулачковий патрон призначений для закріплення оброблюваних заготовок на верстатах токарної групи в умовах серійного й масового виробництва.

Установка заготовок у трикулачкові патрони відбувається при обробці деталей невеликої довжини, порівняно із діаметром.

На кресленні ЛП72.147241.007-70СК зображено пневматичний трикулачковий патрон [3]. Деталь при обробці закріплюється у кулачках 3 і притискається торцем до корпусу 1, надійно затискаючи заготовку для подальшої обробки.

2.2 Розрахунок сил закріплення у пристосуванні

У процесі обробки заготовки на неї впливає система сил (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 необхідні затискне і початкове зусилля.

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

$$M_p = P_z \cdot r_1 \cdot$$

Повороту заготовки перешкоджає момент сили затиску, який

					ЛП72.14 7246.01-70TE	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

визначається наступним чином:

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

У приведених формулах прийнято: P_z - головна складова сили різання, що прагне перевернути заготовку; $P_z = 890 \text{ Н}$, 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.

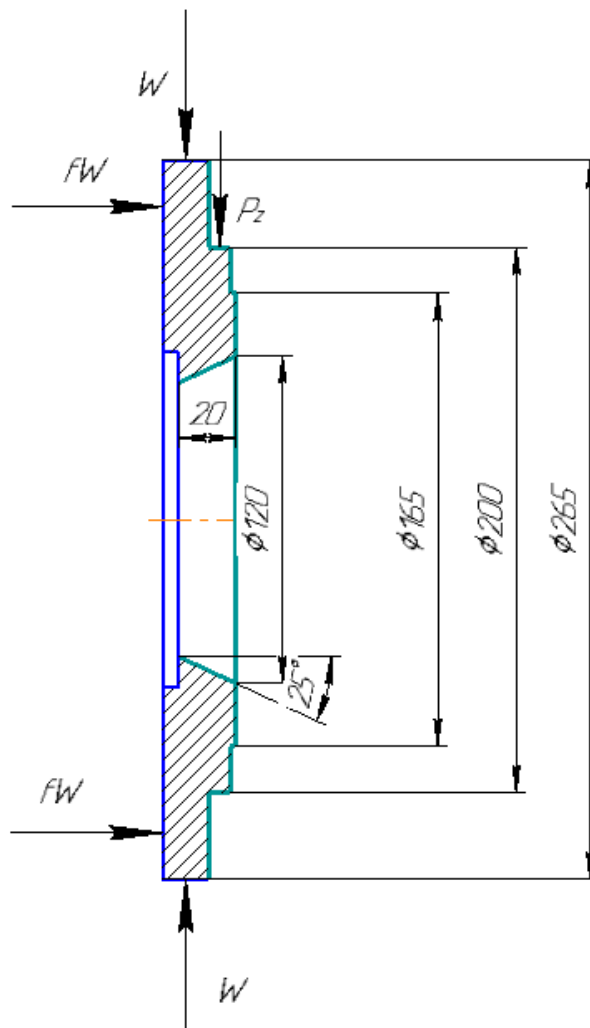


Рисунок 3.3 – Система сил, що діють на деталь у процесі обробки

Із рівності цих моментів визначимо необхідне зусилля затиску, що

					<i>ЛП72.14 7246.01-70TE</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

перешкоджає повороту заготовки у кулачках:

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

де K - коефіцієнт запасу:

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

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

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

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

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

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

$K_5 = 1$ - коефіцієнт, що враховує зручність розташування рукояток у затискному пристрої;

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

Значення коефіцієнта запасу:

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

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

$$W_{\text{сум}} = \frac{2,7 \cdot 890 \cdot 200}{0,35 \cdot 200,6} = 6845 \text{ Н},$$

де $r_1 = 200 \text{ мм}$; $r = 200,6 \text{ мм}$;

$f = 0,35$ - коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і кулачками.

					<i>ЛП72.14 7246.01-70TE</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Приймаємо зусилля затиску $W_{\text{сум}} = 6,9 \text{ кН}$.

Література

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 656 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
3. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учеб. пособие для техникумів. М., "Выш. школа", 1974. – 263с.
4. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.

					<i>ЛП72.14 7246.01-70TE</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні висновки

В ході роботи над дипломним проектом було виконано:

- Розгляд призначення та області застосування лінії
- Опис технологічного процесу виготовлення труб з ПВХ та технічна характеристика машини
- Літературно-патентний огляд та вибір модернізації
- Аналіз виробничих ризиків та шляхів їх подолання в розділі охорони праці
- Параметричні та кінематичні розрахунки машини
- Тепловий розрахунок
- Розрахунок в програмі ANSYS
- Розкриття технологічного процесу виготовлення деталі та розрахунок пристосування

Як результат, спроектована машина є працездатною, а модернізація – ефективною. Розроблена конструкція дозволяє отримувати продукцію більш високої якості, що підтверджує доцільність модернізації.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. 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.
2. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Червячные машины для переработки пластмасс резиновых смесей. М., Машиностроение, 1965, 478 с.
3. Сівецький В. І. Комп'ютерне проектування екструзійного полімерного устаткування. Навч. пос. К.: «Політехніка», 2003. – 184 с.
4. Сівецький В. І., Радченко Л. Б. Основи моделювання та конструювання червячних екструдерів. Навч. пос. К.: «Політехніка», 2002. – 164 с.
5. Торнер Р.В., Акутин М.С. Оборудование заводов по переработке пластмасс. М. Химия, 1986, 400 с.
6. Бартенев Г.М., Зеленев Ю.В. Физика и механика полимеров. Учебное пособие для вузов. – М.: Высш. Школа, 1983. – 391 с.
7. Кривошей В.Н. и др. Справочник по полимерной упаковке. – К.: «Техника», 1982. – 132 с.
8. Соколов Р. С. Химическая технология / Уч. пособие. Том 2. М.: 2003
9. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Химия, 1978.
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. Тугов И.И., Кострыкина Г.И. Химия и физика полимеров. М.: Химия, 1989.
13. Энциклопедия полимеров. Т. 1-3. М.: Сов. энциклопедия, 1972-1978.
14. В.А Пахаренко, Р.А. Яковлева, А.В. Пахаренко. Переработка полимерных композиционных материалов. К.: Воля, 2006. – 552 с.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15. Мак-Келви Д.М. Переработка полимеров. М: Химия, 1965. – 442 с.

16. Басов Н.И., Брой В. Техника переработки пластмасс. М: Химия, 1985. – 528 с.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ДОДАТКИ

Таблиця розглянутих патентів

№	Предмет пошуку	Країна видачі, вид і номер документа	Суть заявленого технологічного рішення та ціль його створення
1	Екструдер для переробки будівельних і полімерних матеріалів	RU 173 207 U1 МПК B29C 47/38 (2006.01) Дядичев Валерій Владиславович (RU), Колесніков Андрій Валерійович (RU), Дядичев Олександр Валерійович (RU), Менюк Сергій Григорович (RU), Дедічева Ірина Вікторівна (RU)	Екструдер для переробки будівельних і полімерних матеріалів, що включає корпус, що складається із зони завантаження, зони стиснення, зони дозування, захватуючий 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, що відрізняється тим, що в зоні завантаження шнек виконаний у вигляді циліндра з 3-9 переривчастими вигнутими витками змішування товщиною 2-5% від довжини зони завантаження, причому геометрія витка виконана у вигляді чотирьох вигнутих частин, які по черзі спрямовані зустрічно один одному
2	Екструдер для переробки різнорідних вторинних полімерних матеріалів	RU 185816 U1 B29C 47/38 Дядичев Валерій Владиславович (RU), Колесніков Андрій Васильович (UA), Дядичев Олександр Валерійович (RU), Дядічева Катерина Андріївна (RU), Дядічева Ірина Вікторівна (RU)	Екструдер для переробки різнорідних вторинних полімерних матеріалів, що включає корпус, що складається із зони живлення, зони стиснення, зони дозування, захватуючий пристрій, шнек, виконаний збірним, в зоні живлення шнек виконаний у вигляді конічної секції, в зоні стиснення шнек виконаний з двох послідовно розташованих бар'єрних секцій та секції декомпресії, що відрізняється тим, що шнек в зоні дозування містить послідовно розташовані конічну і змішуючу секції, змішуюча секція виконана з виступами в корпусі і пазами в гвинтовий нарізці шнека, розташованими на рівній відстані один від одного, виступи мають висоту, рівну 0,75 глибини каналу, а довжину, рівну 1,5 ширини витка, пази мають довжину, величина якої в 3 рази більше ширини витка.
3	SCREW DESIGNS FOR USE WHEN	WO2020180862 (A1) МПК B29C48/565 Голі Роналд Клар	Ця розробка надає конструкцію, матеріал, спосіб виготовлення та альтернативні варіанти використання пристроїв для лиття виробів. Розкрито систему формування виробів, що включає термопластичні

	MOLDING PRODUCTS THAT INCLUDE SHEER SENSITIVE MATERIALS	[US], Фік Роберт Джон [US]	матеріали з довгими волокнами. Система включає: корпус; бункер у зв'язку з корпусом; черв'як, розміщений у корпусі, при цьому черв'як призначений для обертання та зворотно-поступального руху в корпусі; безліч куполоподібних елементів, з'єднаних з черв'яком і розташованих уздовж зони дозування.
4	Черв'як екструдера	UA 47082 МПК В29С 47/60 (2006.01) Мікульонок Ігор Олегович (UA); Виноградов Євгеній Юрійович (UA)	Черв'як екструдера, що містить вал з послідовно розміщеними хвостовиком, ділянкою з гвинтовим гребенем, ділянкою зі штифтами, а також наконечником, який відрізняється тим, що ділянка зі штифтами виконана у вигляді втулки, вал на ділянці зі штифтами виконано з гвинтовою нарізкою, при цьому штифти розміщені в стінці втулки і встановлені з можливістю контакту з гвинтовою нарізкою вала і зворотно-поступального переміщення, а втулка встановлена на валу з можливістю повороту й фіксації в заданому положенні.

ДОДАТОК Б
СПЕЦИФІКАЦІЇ

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
				<u>Документація</u>		
A4			ЛП 72.14 7246.01-70ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				<u>Деталі</u>		
		1		Рама	1	
		2		Кожух корпусу	1	
		3		Плита несуча	1	
		4		Бункер	1	
		5		Корпус	1	
		6		Воронка завантажувальна	1	
		7	ЛП 72.14 7241.002-70	Черв'як	1	
		8		Втулка	1	
		9		Плита опорна	1	
		10		Блок керування	1	
		11		Редуктор	1	
		12		Нагрівач	3	
		13		Вентилятор		

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

					ЛП 72.14 7245.001-70СК		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Сорокіна				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Шилович						
Н.контр.					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ		
Затвердив	Гондляр						

Модернізація черв'яка екструзійного агрегату для переробки ПВХ

Сорокіна О.С. студентка, Шилович Т.Б., кандидат технічних наук, доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

Запропоновано модернізацію черв'яка екструдера, яка полягає у додаванні куполоподібних елементів по зоні дозування, що забезпечує ефективну гомогенізацію розплаву, а отже й одержання продукції зі стабільними розмірами й формою.

Процес виготовлення полімерних труб з використанням екструзійних агрегатів є ефективною методикою, яка активно використовується в різних галузях виробництва. Основний робочий орган екструзійного агрегату – черв'як, який відповідає за переміщення сировини, змішування та продавлювання розплавленого матеріалу в формуючу головку. Конструкція черв'яка має ряд недоліків, один з яких – недостатня якість змішування та гомогенізації суміші.

Профіль з ПВХ має складну просторову структуру з горизонтальними і вертикальними стінками різної товщини. Нерівномірне змішування може призвести до викривлення профілю на стадії екструзії. Для запобігання проблеми гомогенізації був проведений літературно-патентний пошук, під час якого було розглянуто декілька корисних моделей та винаходів на таких пошукових патентних базах, як: fips.ru, ukrapatent.org, epo.org та Google Patents. Серед переглянутих патентів був обраний як найбільш ефективний патент [1] з модернізацією черв'яка. Сутність модернізації полягає у встановленні куполоподібних елементів на зовнішній поверхні черв'яка між лопатями по спіральній траєкторії, подібній до траєкторії лопатей, у зоні дозування, як показано на рис. 1.

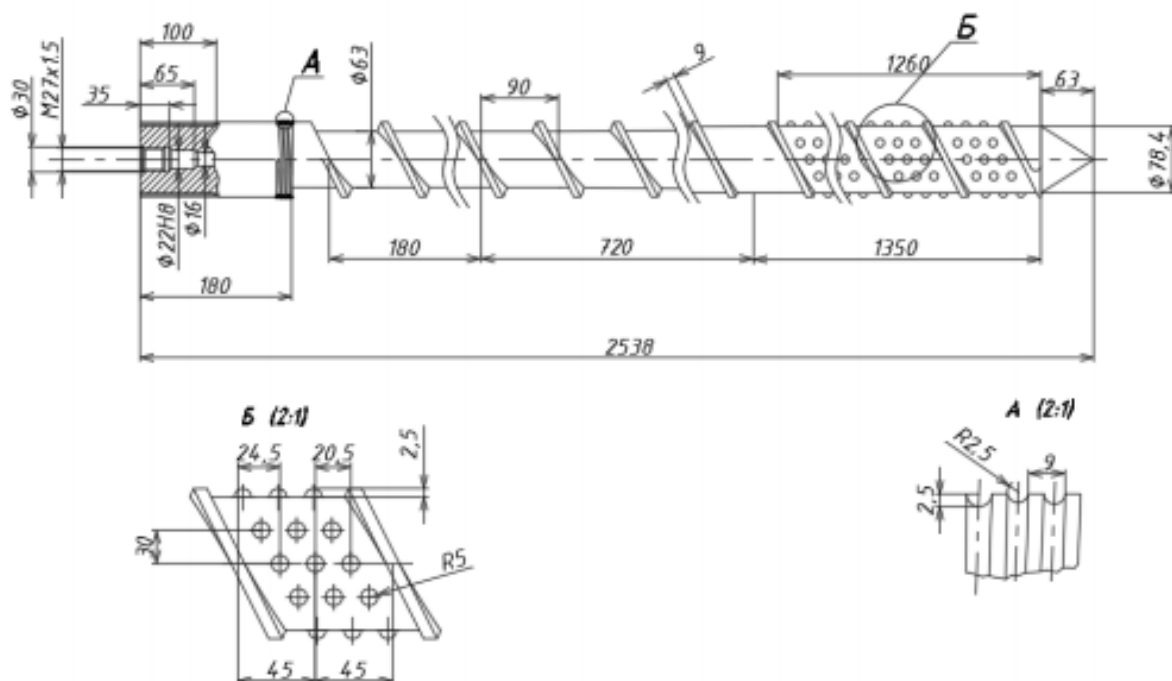


Рис. 1 – Модернізований черв'як екструдера

При такій модернізації відбувається ретельне гомогенне перемішування всіх складових частин рецептури, і може бути отримано матеріал з більш стабільними властивостями.

Література

1. Патент США WO2020180862. МПК B29C48/565. SCREW DESIGNS FOR USE WHEN MOLDING PRODUCTS THAT INCLUDE SHEER SENSITIVE MATERIALS. 2020.