

**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** IVк. ЛПп-81Колишкін Віктор Олександрович

(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

**Керівник проекту:**

доц., к.п.н., доц.каф. ХПСМ

**Казак І.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**

**Колишкіну Віктору Олександровичу**

1. Тема проекту «Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера», керівник проекту Казак І.О., доц., к.п.н., доц.каф. ХПСМ, затверджені наказом по університету від 26.04. 2021 р. №1071-с

2. Термін подання студентом проекту 10.06.2021р.

3. Вихідні дані до проекту :Об'ємна секундна продуктивність $Q= 10498$  мм<sup>3</sup>/с; Внутрішній діаметр гільзи  $D1=45$ мм;Зовнішній діаметр гільзи  $D2=65$  мм; матеріал черв'яка сталь 40X ;Зовнішній діаметр корпусу  $D3=95$  мм; діаметр черв'яка  $d=0,045$  м ; частота обертання черв'яка  $n=1.66$  об/с ; габаритні розміри машини  $L=3$  м ,  $S=2.88$  м ,  $H=1.8$  м . ; потужність двигуна  $N=37$  кВт.

4. Зміст пояснювальної записки: Розділ «Пояснювальна записка» вміщає : Вступ. 1 Призначення та галузь застосування лінії виробництва плівки. 2 Технічна характеристика екструдера. 3 Опис базової конструкції , її основних частин та принципу дії екструдера. 4 Літературний та патентний огляд стану питання, аналіз та обґрунтування запропонованої модернізації головки екструдера. 5 Охорона праці. 6 Очікувані механіко-економічні показники та висновки. Розділ «Розрахунки». Розділ «Технології машинобудування». Загальні висновки. Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Лінія виробництва рукавної плівки – формат А1; Екструдер – формат А1; Формуюча головка – формат А1; Черв'як екструдера – формат А1; Формуюча головка модернізована – формат А1; Патрон токарний трьох кулачковий – формат А1; Результати розрахунку дорну головки екструдера 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.		

7. Дата видачі завдання 17.05.2021 .....

### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Вступ. Опис, принцип дії та технічні характеристики машини. Опис технологічної лінії виробництва плівки.	17.05.2021- 21.05.2021	
2	Літературно-патентний пошук	22.05.2021-24.05.2021	
3	Виконання параметричних розрахунків	24.05.2021-26.05.2021	
4	Виконання креслення загального вигляду	26.05.2021-27.05.2021	
5	Виконання креслення лінії	27.05.2021-28.05.2021	
6	Виконання розрахунків на міцність	28.05.2021-29.05.2021	
7	Виконання креслення модернізації	28.05.2021-29.05.2021	
8	Виконання розділу технології машинобудування	30.05.2021-2.06.2021	
9	Виконання креслення пристрою	2.06.2021-3.06.2021	
10	Виконання розділу охорони праці та навколишнього середовища	3.06.2021-4.06.2021	
11	Виконання розрахунків ANSYS	4.06.2021-5.06.2021	
12	Виконання плакату	6.06.2021-7.06.2021	
13	Загальні висновки. Перелік посилань. Оформлення пояснювальної записки.	07.06.2021-10.06.2021	

Студент

В.О. Колишкін

Керівник проекту

І.О. Казак

## ЗМІСТ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

РЕФЕРАТ (укр.мова).....	1
РЕФЕРАТ (англ.мова).....	1
ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ.....	1
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА (ЛП-п81.027246.01-70ПЗ).....	27
РОЗРАХУНКИ (ЛП-п81.027246.02-70РР.).....	15
ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ (ЛП-п81.027246.03-70ТЕ)....	12
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	1
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	2
ДОДАТКИ.....	16

					ЛП-п81.027246.00-70ПЗ						
Зм..	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера						
Розроб..		Колишкін							Літ..	Аркуш	Аркушів
Перев.		Казак							4	66	
Н. Контр.									КПІ ім.Ігоря Сікорського, ІХФ		
Затверд..		Гондляр									

## Реферат

Розроблено бакалаврський дипломний проект на тему «Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера».

Пояснювальна записка дипломного проекту складається з вступу , 6 розділів , висновків , списку літератури з 13 джерел і 3 додатків , 2 таблиць. Також диплом включає розділи «Розрахунки», «Технології машинобудування». Загальний обсяг текстової частини 66 стор. Графічна частина вміщує 7 креслень формату А1.

Проект містить опис технологічного процесу, в якому приймає участь екструдер , розглянуто його призначення та місце в технологічній схемі.

У роботі надані технічні характеристики, розглянуті конструкція і принцип дії екструдера , виконані параметричні, кінематичні та розрахунки на міцність дорну головки екструдера в системі ANSYS , які підтверджують працездатність та надійність конструкції машини.

У проекті було зроблено літературно-патентний пошук конструкцій головки екструдера метою обрання модернізації формуючої головки. В результаті пошуку обрано модернізацію формуючої головки з гвинтовими канавками від 8 шт. у дорні модернізованої машини.

Також у бакалаврському дипломному проекті розглянуто відповідність розроблюваної машини вимогам охорони праці та надані рекомендації щодо виготовлення втулки для притискання фільтруючої пластини формуючої головки та рекомендації до використання пристрою для її виготовлення.

**Ключові слова:** ЕКСТРУДЕР, ЛІНІЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПЛІВКИ , ПАТРОН ТОКАРНИЙ , ФОРМУЮЧА ГОЛОВКА , РУКАВНА ПЛІВКА .

					ЛП-п81.027246.00-70	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ABSTRACT

A bachelor's thesis project on "Film production line with extruder modernization" has been developed.

The explanatory note of the diploma project consists of an introduction, 6 chapters, conclusions, a list of references from 13 sources and 3 appendices, 2 tables. The diploma also includes sections "Calculations", "Mechanical Engineering Technologies". The total volume of the text part is 66 pages. The graphic part contains 7 drawings in A1 format.

The project contains a description of the technological process in which the extruder participates, its purpose and place in the technological scheme are considered.

The paper provides technical characteristics, considered the design and principle of operation of the extruder, performed parametric, kinematic and calculations for the strength of the mandrel of the extruder in the ANSYS system, which confirm the efficiency and reliability of the machine.

A literary-patent search of the extruder head designs was made in the project in order to select the modernization of the forming head. As a result of the search, the modernization of the forming head with screw grooves from 8 pcs. in the mandrel of the modernized machine.

Also, the bachelor's degree project considers the compliance of the developed machine with the requirements of labor protection and provides recommendations for the manufacture of a sleeve for pressing the filter plate of the forming head and recommendations for the use of the device for its manufacture.

**Keywords:** EXTRUDER, FILM MANUFACTURING LINE, TURNING CARTRIDGE, FORMING HEAD, HOSE FILM

					ЛП-п81.027246.00-70	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

D,d-діаметри , м ;

Q - об'ємна секундна продуктивність ,мм<sup>3</sup>/с ;

L ,S , H – габаритні розміри , м ;

n – запас міцності ;

K – коефіцієнт геометричної форми , мм<sup>3</sup>;

δ – товщина каналу для коефіцієнту геометричної форми , мм ;

γ – швидкість зсуву , с<sup>-1</sup> ;

P - тиск , Па ;

μ – в'язкість , Па\*с ;

I – полярний момент інерції , м<sup>4</sup> ;

F – площа перерізу , м<sup>2</sup> ;

i – радіус інерції , м ;

W – осьовий момент опору , м<sup>3</sup> ;

P<sub>ос</sub> – Осьова сила , Кн ;

σ – напруга , МПа ;

η – коефіцієнт корисної дії ;

α – відношення діаметрів ;

τ – дотичні напруження , Н/м<sup>2</sup>.

					ЛП-п81.027246.00-70	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Пояснювальна записка  
до дипломного проекту  
на тему: «Лінія для виробництва плівки з модернізацією  
екструдера»**

Київ – 2021 року

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ПЛІВКИ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ЕКСТРУДЕРА...	11
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКСТРУДЕРА.....	14
3 ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ , ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ ЕКСТРУДЕРА.....	15
4 ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ , АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ГОЛОВКИ ЕКСТРУДЕРА.....	19
4.1 Літературно-патентний огляд варіантів модернізації екструдера...	19
4.2 Обґрунтування вибору варіанту модернізації екструдера.....	25
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	30
5.1 Електробезпека.....	31
5.2 Повітря робочої зони.....	32
5.3 Виробничий шум.....	32
5.4 Пожежна безпека.....	33
6 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ВИСНОВКИ.....	35
ВИСНОВКИ.....	36

					ЛП-п81.027246.01-70ПЗ									
Зм..	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата	Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера									
Розроб..	Колишкін									Літ..	Аркуш	Аркушів		
Перев.	Казак										4	66		
Н. Контр.										КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ				
Затверд..	Гондляр													

## ВСТУП

Плівка рукавна - це плівка, яка виготовляється шляхом надходження полімеру в екструдер, його розплавлення і видавлювання з формуючої головки у вигляді рукава, негайно роздмуханого повітрям до необхідних розмірів, і складається в багат шарове полотно.

Поширенню рукавної технології в чималій мірі сприяє універсальність по виду переробки полімерів, продуктивність технологічних ліній достатньо висока, також є можливість отримання багат шарових виробів з різними властивостями.

В даний час виробництво рукавної плівки товщиною від 2 до 1000 мкм з периметром рукава до 50 м і до 7 шарів . Рукавної технологія полягає в наступному: -гранули полімеру надходять в екструдер, розплавляються і видавлюється з головки екструдера у вигляді рукава, і зразу роздмухають повітрям до необхідних розмірів, і потім складається в багат шарове полотно. Відомі три схеми виробництва рукавної плівки. З прийманням роздмуханого рукава вгору, вниз і в горизонтальному напрямку. Найбільш поширена схема : рукав висить на тягнутах валках, внаслідок чого навантаження на ділянку його роздування (поряд головки) мінімальна; навантаження на рукав від сили його ваги розподілена рівномірно по периметру, що сприяє рівномірності товщини виробу що забезпечується отримання як товстих, так і тонких плівок. Мінімальна виробнича площа. Недоліки: повільне охолодження рукава по його висоті, отже потрібні додаткові системи охолодження. Залежно від форми і діаметра цієї головки на виході отримують готові напівфабрикати, які згодом можуть використовуватися для виробництва нових деталей і виробів або зберігатися на складі в очікуванні відвантаження замовнику.

										Лист
										10
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЛП-п81.027246.01-70ПЗ					

# 1.ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЛІНІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛІВКИ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ЕКСТРУДЕРА

Полімерні плівкові матеріали знайшли широке застосування в різних областях техніки, в сільському господарстві, харчовій промисловості, в побуті. Методом екструзії отримують до 80% всіх вироблених плівок.

Широкому поширенню рукавної технології в чималій мірі сприяє її універсальність по виду переробляються термопластів, висока продуктивність технологічних ліній, можливість отримання багатошарових виробів з змінними властивостями, швидка окупність даної лінії .В даний час можливе виробництво рукавної плівки товщиною від 2-3 до 1000 мкм з периметром рукава до 52 м і числом шарів до 7.

Для виробництва плівок в основному використовуються термопласти ПЕНП, ПЕВП, ПП, ПА, ПВХ, СЕВА, ПЕВТ . Принцип рукавної технології полягає в наступному. Полімер надходить в екструдер, розплавляється і видавлюється з формуючої головки у вигляді рукава, негайно роздмуханого повітрям до необхідних розмірів, і потім складається в багатошарове полотно.



Рис.1.1 Установа для виробництва плівки рукавним методом з прийманням рукава вгору

					ЛП-п81.027246.01-70ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		11

Існують три основні схеми виробництва рукавної плівки: прийманням роздуваного рукава вгору вниз і в горизонтальному напрямку.

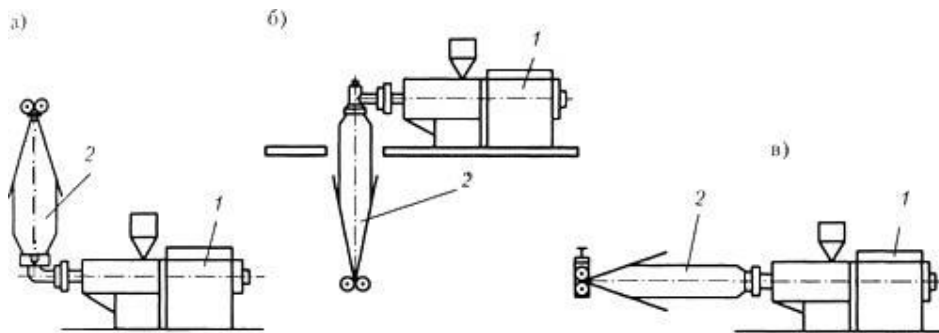


Рис.1.2 Схеми виробництва рукавних плівок:

а) - приймання роздуваного рукава вгору; б) - приймання роздуваного рукава вниз; в) - приймання роздуваного рукава в горизонтальному напрямку.

Переваги схеми а виробництва (Рис.1.2, а)): рукав висить на тягнутах валках, внаслідок чого навантаження на ділянку його роздування (поблизу головки) мінімальна; навантаження на рукав від сили його ваги розподілена рівномірно по периметру, що сприяє рівності товщини виробу; забезпечується отримання як товстих, так і тонких плівок та мінімальна виробнича площа. Недоліки: повільне охолодження рукава по його висоті, отже необхідність додаткових систем охолодження.

При роботі за схеми (Рис.1.2, б)) є можливість мимовільного відриву рукава і його витягування. Разом з тим, що рукав швидко охолоджується, це дозволяє отримувати тонку плівку з більшою прозорістю .

Горизонтальний варіант (Рис.1.2, в)) має більше недоліків, ніж переваг. Рукав роздувається, провисає, охолодження і напруги по його периметру стають нерівномірними. Звідси – різна товщина рукава і його хаотичній міцності в поперечному перерізі. Тому цю схему застосовують для виробництва плівок з невисокими вимогами , товщиною більше 0,2 мм при малих ступенях роздування татермо чутливих полімерів . Технологічна схема виробництва рукавної плівки представлена на рис. 3.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЛП-п81.027246.01-70ПЗ

Лист

12

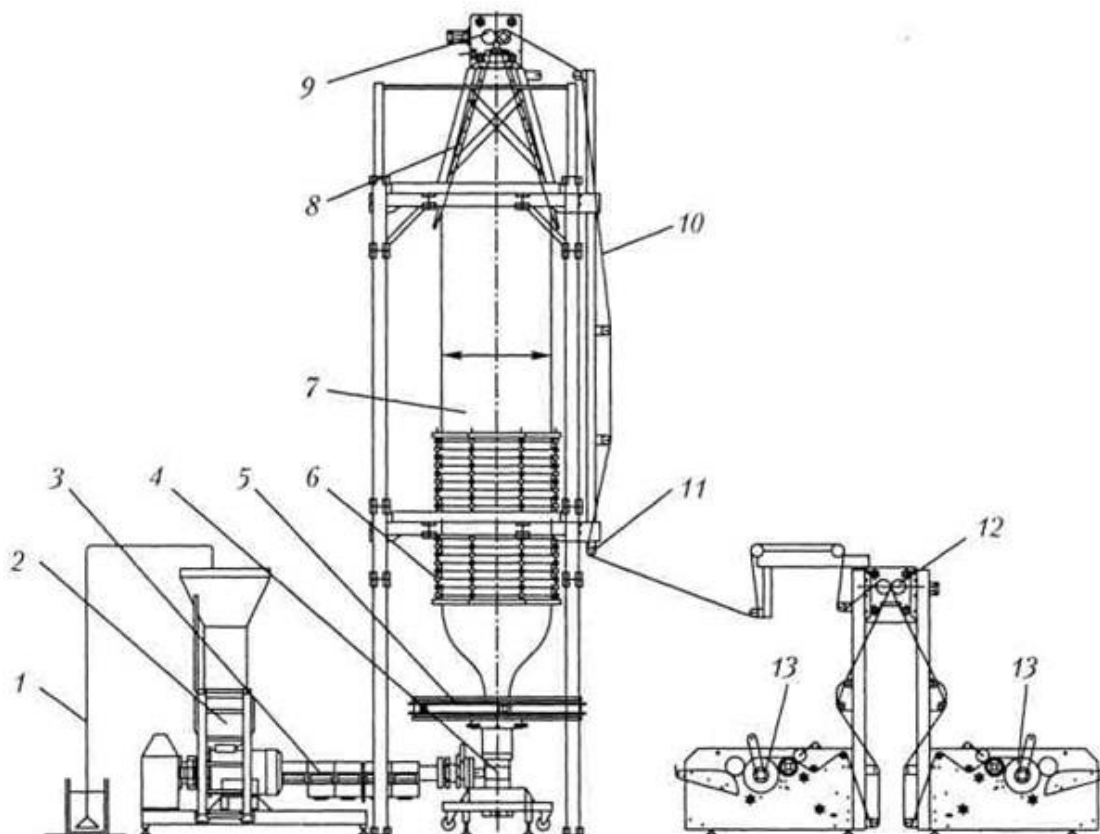


Рис 1.3. Технологічна схема установки для виробництва плівки рукавним методом з прийманням рукава вгору:

1 – пневмозавантажувальник; 2 - бункер; 3 - екструдер; 4 - формуюча головка; 5 - охолоджувальний пристрій; 6 - кільцевої бандаж; 7 - рукав плівки; 8 - щоки; 9 - тягнучий пристрій; 10 - полотно плівки; 11 - ширительно-центровочні валки; 12 - різальний пристрій; 13 - намоточник.

До пневмозавантажувальника 1 навантажується полімер , після цього полімер потрапляє до бункера 2 , та з бункера 2 до екструдера 3 , екструдер видуває з головки 3 плівку , плівка роздувається та проходить скрізь охолоджувальний пристрій 5 та йде до кільцевого бандажу 6 , після рукавна плівка 7 попаде в щоки 8 , з щок йде до тянучого пристрою 9 , виходить полотно плівки 10 та через ширительно-центровочні валки 11 попадає на різальний пристрій 12 та вкінці намотується на бабіни намоточником 13.

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЛП-п81.027246.01-70ПЗ

Лист

13

## 2ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЕКСТРУДЕРА

В таблиці 2.1 представлені технічні характеристики екструдера.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика екструдера

№	Назва параметру	Позначення параметру	Одиниці виміру	значення
1	Номінальний діаметр черв'яка	D	м	0,045
2	Відношення робочої довжини до діаметру	D/L	-	25
3	Частота обертання черв'яка	n	об/с	1,66
4	Об'ємна секундна продуктивність	Q	мм <sup>3</sup> /с	10498
5	Потужність двигуна	-	кВт	37
6	Габаритні розміри пристрою	L	м	3
		S	м	2,88
		H	м	1,8
7	Матеріал черв'яка	-	-	СТ40Х ГОСТ 4543-71
8	Внутрішній діаметр гільзи	D1	м	0,045
9	Зовнішній діаметр гільзи	D2	м	0,065
10	Зовнішній діаметр корпусу	D3	м	0,095

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЛП-п81.027246.01-70ПЗ

Лист

14

### 3. ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ , ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ ЕКСТРУДЕРА

Extruder - це досить складне електромеханічний пристрій, призначене для переробки використаного полівінілхлориду та виготовлення пластмасових профільних невеликих гранул [10]. Така сировина з полімерів можна в подальшому використовувати для нового виробництва різноманітної ПВХ продукції або організації зберігання сировини для його подальшого продажу.

Екструдер полімерів складається з наступних основних вузлів і деталей (Рис.3.1):

1. Міцний сталевий корпус (циліндр), оснащений системою нагріву пластмас до необхідної температури. Використовуються керамічні нагрівальні елементи.

2. Приймальний бункер. Екструзійна лінія починається саме з цього елемента. Для переробки сюди насипається підготовлений полімер у вигляді гранул, невеликих стрічок або крупнозернистого порошку. Головне призначення бункера - забезпечити рівномірну подачу сировини, що забезпечує високу якість екструдованого матеріалу на виході.

3. Екструзійна голівка , вона і задає необхідну форму полімерів.

4. Приводний механізм. Складається з електродвигуна і системи редукторів, за допомогою яких відбувається передача необхідного зусилля і забезпечення роботи одношнекових машини і відбувається процес переробки полімерів.

5. Система управління. Стаціонарний або виносної пульт, за допомогою якого управляється процес екструзії переробки пластмас.

Сформована технологічна лінія російського виробництва відповідає всім необхідним вимогам по надійності і довговічності роботи і дозволяє здійснювати переробку пластиків на професійному рівні.

										Лист
										15
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

ЛП-п81.027246.01-70ПЗ







# 4ЛІТЕРАТУРНИЙ ТА ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ , АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ГОЛОВКИ ЕКСТРУДЕРА

## 4.1 Літературно-патентний огляд варіантів модернізації екструдера

Виконано літературно-патентний огляд джерел [1-9, 13] для пошуку модернізації, яка покращує характеристики та якість вихідного матеріалу, при цьому було знайдено 4 патенти та далі описано їх. Мета даного огляду знайти варіант модернізації головки екструдера .

У джерелі [6] розглядається конструкція екструдера, що належить до області переробки термопластичних полімерів та композицій на їх основі, зокрема, до екструзійного обладнання. модель може бути використана у технологічних лініях по виготовленню екструдованих полімерних виробів. Відомі різноманітні варіанти конструктивного виконання екструзійних головок. Недоліком 5 відомих конструкцій є те, що в разі виникнення пульсацій або високоеластичної турбуленції розплаву в екструдованих виробах виникають дефекти поверхні , наявність яких псує зовнішній вигляд виробів та підвищує ймовірність брак. Поставлена задача вирішується тим, що в екструзійній головці, що містить корпус, матрицю та дорн, встановлений на дорнотримачі, утворюючи канал для протікання розплаву, новим є те, що матриця з'єднана з корпусом за допомогою принаймні одного пружного та принаймні одного демпфуючого елементів з можливістю зворотно-поступального руху. Перераховані вище ознаки складають сутність корисної моделі. Наявність причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю істотних ознак корисної моделі і одержуваним технічним результатом полягає в наступному. При проходженні розплаву з в'язкопружними властивостями в каналі між дорном та матрицею виникає змінний перепад тиску, що утворює пульсуючу осьову силу, яка спричиняє 25 дефекти поверхні та періодичні зміни перерізу екструдованих профілів. За рахунок встановлення пружини і демпфера, що утворюють силу,

										Лист
										19
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата						

ЛП-п81.027246.01-70ПЗ



Центральне отвір дорна для подачі розплаву полімеру пов'язано радіальними отворами з витками гвинтових канавок. Мундштук з гільзою і дорном утворюють своїми поверхнями підводить, кільцеву, двостороннє-конусну щілину.

При цьому перетин формуючої щілини вибрано в співвідношенні до підводить 1/10 - 1/30 її найбільшого перетину.

Висота формуючої щілини прийнята рівній або менше висоти підводить щілини. При роботі головки повна гомогенізація розплаву і рівномірність його розподілу забезпечують високу якість рукавної.

Винахід відноситься до голівок, призначеним для виготовлення рукавної плівки з полімерів, і може бути використано для отримання поліпропілену з гранульованих поліолефінів.

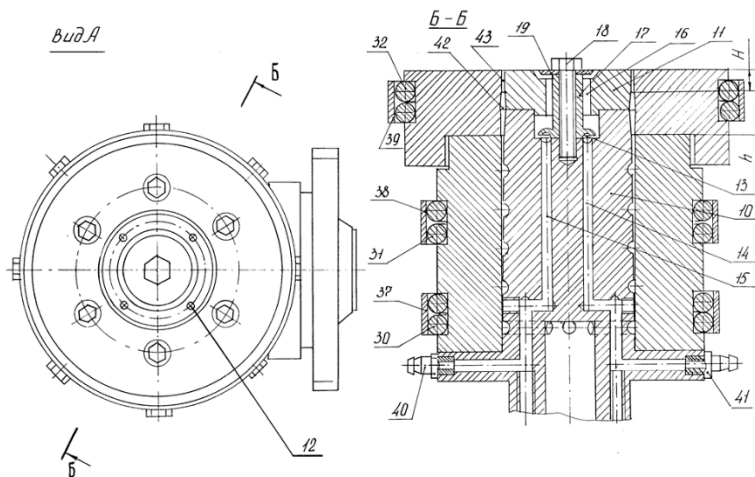


Рис.4.2 Екструзійна голівка з зовнішньою поверхнею дорна з канавками

Дана голівка складна у виконанні і не забезпечує повну гомогенізацію розплаву полімеру, що не дозволяє отримати високу якість виробу, а також має ряд застійних зон. На Рис.4.2 зображений загальний вид голівка перетин Б-Б на;

На кресленнях прийняті позначення:

D - діаметр дорна;

r - радіус канавки дорна;

H - висота формуючої щілини;





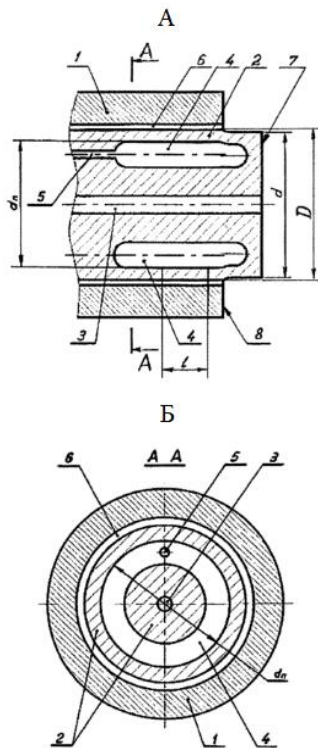


Рис 4.3 Перерізи дорну екструзійної голівки :

А – переріз А дорну , Б – вид А-А дорну

Технічний результат : прискорення процесу переналагодження екструзійної головки на необхідний розмір плівки і спрощення конструкції.

У джерелі [9] пропонується екструзійна голівка на Рис 4.3 , призначена для виробництва рукавної плівки, в якому необхідно запобігти утворення каламутні смуги або нерівності, конструктивно реалізуються таким чином, що зовнішні спіральні розподільники спрямовані до внутрішньої і зовнішньої поверхні рукава плівки, що виробляється.

Екструзійна голівка (1) на рис 4.3 для виробництва розсучної рукавної плівки, що виготовлена з термопластичного полімеру, містить живильника розплаву (13), що найменш один канал для розплаву у виді кільцевої щілини, розташованої концентрично відносно центральної осі екструзійної головки (1), з спіральними розподільниками (6 , 7, 8), розташованим на обмежуючих стінках каналів для розплаву, причому спіральній розподільник (8) внутрішнього каналу (9) для розплаву розташованій, відносно центральної осі екструзійної головки, на Внутрішній обмежуючій стінці, а спіральній розподільник (6) зовнішнього

Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата
-----	------	---------	---------	------

ЛП-п81.027246.01-70ПЗ

Лист

24



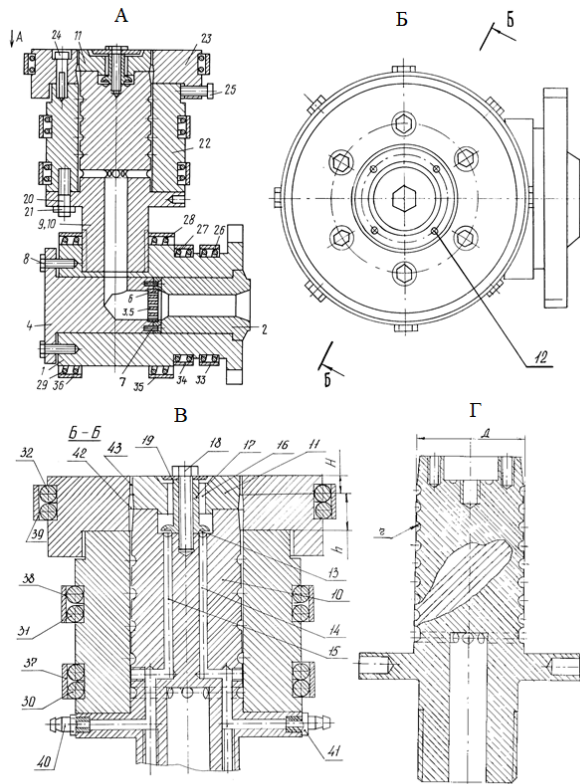


Рис.4.5 -Екструзійна голівка з зовнішньою поверхнею дорна з багатозахідними гвинтовими канавками:

А- загальний вид головки; Б - вид А; В - перетин Б-Б; Г - дорн головки.

Дана головка складна у виконанні і не забезпечує повну гомогенізацію розплаву полімеру, що не дозволяє отримати високу якість виробу, а також має ряд застійних зон.

На кресленнях прийняті позначення:

D - діаметр дорна;

r - радіус канавки дорна;

H - висота формуючої щілини;

h - висота підводить щілини.

Екструзійна головка для виготовлення рукавної полімерної плівки складається з корпусу 1, в якому встановлений приймальний розплавопровід 2, по ходу потоку розплаву з іншого боку корпусу 1 встановлена фільтрувальна касета 3, що складається з корпусу 4, на якому розміщені решітки 5, і кришка 6 прикріплена гвинтами 7 до корпусу 4. Корпус 4 закріплений на корпусі 1 болтами 8. У різьбовому радіальному отворі корпусу 1 закріплений дорн 9,

що складається з підстави 10 і наконечника 11, закріплений болтом 12 до основи 10. Між підставою 10 і наконечником 11 розміщена випаровувальна камера 13, к якої підходять два каналу 14 і 15 і відходить один центральний канал 16. У камері 13 встановлений розподільник 17, закріплений болтом 18 до основи 10. Болт 18 проходить через отвір розсікача 19 потоку повітря. На дорні 9 шпильками 20 з гайками 21 закріплена гільза 22. До гільзі 22 зверху закріплений мундштук 23 болтами 24. В мундштуці 23 встановлені регулювальні болти 25. На корпусі 1, гільзі 22, мундштуці 23 встановлені нагрівачі 26,27,28,29,30 , 31 і 32 з кожухами 33,34,35,36,37,38 і 39. Повітря в дорн 9 подається через штуцер 40, а через штуцер 41 подається рідка мастило або консервує рідина. Мундштук 23 з гільзою 22 і дорном 9 своїми поверхнями утворюють двостороннє-конусну підводить щілину 42 і формуючу 43.

Крім того, наконечник 11 дорна 9 є змінним, мундштук 23 виконаний ступінчастим, нижня частина якого заходить на гільзу 22, а в ступені його розміщені регулювальні болти 25 впираються в гільзу 22.

Екструзійна головка працює наступним чином.

Стикувальним фланцем корпус 1 приєднаний до черв'ячного пресу. Розплав полімеру нагнітається черв'яком преса лінії отримання рукавної плівки надходить в розплавопровід 2. Потім розплав полімеру надходить на фільтруючу касету 3 через її решітки 5 в корпус 4. У порожнині корпусу 4 очищений розплав змінює напрямок руху і надходить в центральне отвір дорна 9 і далі по радіальних свердлінням потрапляє в витки гвинтового каналу з поступово зменшується глибиною. Дорн 9 забезпечує подачу розплаву в кільцеву щілину 42 між своєю зовнішньою стінкою і стінкою гільзи 22. Рівномірний розподіл розплаву полімеру за поперечним перерізом підводить щілини 42 забезпечується гвинтовими канавками з радіусом  $r$ , обраним

										ЛП-п81.027246.01-70ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата							27

в залежності від діаметра дорна D в межах  $1/20$  до  $1/25$  з поступово зменшується глибиною канавки. Наявність канавок з радіусом менше  $1/25$  веде до різкого зростання опору розплаву полімеру, а більш  $1/20$  спостерігається в самих гілках малі застійні зони і розрив потоку розплаву, так як підпір майже відсутня. Виконання канавок в зазначених межах забезпечує рівномірний розподіл по масі і повну гомогенізацію розплаву. При проходженні розплавом розширення підводить щілини 42 вирівнюється тиск розплаву і швидкість потоку розплаву по периметру формуючої щілини 43, утвореною наконечником 11 дорна 9 і мундштуком 23, який являє собою товстостінні кільце з каліброваним внутрішнім отвором, формує потік розплаву полімеру у вигляді циліндричного рукава, що виходить з екструзійної головки. Підготовка розплаву для проходження формуючої щілини 43 відбувається в підвідної щілини 42, при цьому експериментально було встановлено, що кращих показників в освіті циліндричного рукава і в забезпеченні лінійної орієнтації при отриманні плівки можливо при відношенні перетину формуючої щілини 43 до підводить 42 як  $1/10$  до  $1/30$ , при цьому висота формуючої щілини H дорівнює висоті h підводить щілини або менше.

Такі межі дозволяють отримати високу якість виробу. Для усунення різнотовщинності виходить рукава мундштук 23 має можливість зміщатися відносно осі дорна 9 за допомогою регульовальних болтів 25, при відпустці попередньо болтів 24. Гільза 22 забезпечує повну гомогенізацію розплаву полімеру по гвинтовим канавкам дорна 9 і стінок гільзи 22.

З даного патенту [7] взяли вид канавок на дорні, які дозволяють покращити якість вихідної продукції.

Виходячи з огляду патентів обрано конструкцію модернізації головки екструдера, яка зображена на Рис. 4.7

					ЛП-п81.027246.01-70ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		28



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Охорона праці вивчає ймовірність професійних захворювань, отримання опіків струменем , нещасних випадків , пожеж та створення безпечних умов праці для робітників, а також розробляє систему заходів для усунення цих причин. Основним законодавчим документом в галузі охорони праці є Закон України "Про охорону праці", прийнятий Верховною Радою України 14 жовтня 1992 року. Даний Закон визначає основні положення щодо конституційного права громадян про охорону життя та здоров'я в процесі трудової діяльності, держава регулює за допомогою відповідних державних органів з питань безпеки праці та виробничого середовища, встановлює порядок організації охорони праці в Україні. Дотримання законодавчих нормативних актів про охорону праці призводить до зниження травм на виробництві. Тема диплому «Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера»

Під час роботи агрегат обслуговує оператор в приміщенні площею  $S=120$  кв.м та висота стелі  $H = 10$  м , дані габарити обумовлені розмірами самої лінії.

При цьому на виробництві виникають такі шкідливі небезпечні виробничі фактори:

- Повітря робочої зони;
- Виробничий шум ;
- Пожежна безпека;
- Електробезпека.

Для зниження травматизму на виробництві був виконаний аналіз умов праці, в результаті були визначені небезпечні виробничі фактори, які виникають при експлуатації лінії для виробництва плівки . Небезпечними та шкідливими виробничими факторами являється небезпека ураження електричним струмом , виробничі шуми, пожежна безпека , освітлення робочого місця , забрудненість повітря робочої зони.

		Електробезпека				ЛП-п81.027246.01-70ПЗ	Лис
Из	Лис	№ докум	Подпись	Дат	30		

Електробезпека забезпечує захист людей від наслідків впливу електричного струму електрики. За класифікацією приміщень та за ступенем небезпеки ураження електричним струмом приміщення цеху де встановлена лінія відносять до класу приміщень з підвищеною небезпекою. Оскільки для роботи лінії використовується напруга 220/380 В частотою 50 Гц, то використовуємо трьох фазну мережу з ізольованою нейтраллю . Мережа з ізольованою нейтраллю набагато безпечніша при торканні до дроту. Засоби забезпечення електробезпеки:

- забезпечення недосяжності струмоведучих частин (ізоляція, розташування на недосяжній висоті, більш 2,5 м., огорожа);
- подвійна ізоляція;
- наявність позначень на електричних частинах (надписи, позначення); -
- захисне заземлення.

Забезпечення електробезпеки при проектуванні для даної лінії є дуже важливим чинником, знижує смертність та травматизм персоналу в виробничих умовах . Ці заходи проведені згідно з ДСТУ Б В.2.5-82:2016 який використовує данні нормативні документи : ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення ; ДСТУ 3225-95 (ІЕС 60742:1983) Розділові трансформатори і безпечні розділові трансформатори. Технічні вимоги ; ДСТУ ІЕС 61140:2005 Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установок та обладнання (ІЕС 61140:2001, ІДТ) ; ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89) Ступені захисту, які забезпечуються оболонками .

Повітря робочої зони

					ЛП-п81.027246.01-70ПЗ	Лис
						31
Из	Лис	№ докум	Подпись	Дат		

Умови роботи на екструдері та лінії в цілому описані в ДСТУ EN 1114-3:2010 та відносяться до категорії середньої тяжкості . Склад повітря робочої зони залежить від метеорологічних умов: температури, вологості, кількості шкідливих речовин що виділяються машиною при роботі. Для безпосереднього відводу шкідливого повітря та виділень в приміщені зроблена система провітрювання . Видалення шкідливих газів супроводжується подальшим очищенням повітря, що відповідає вимогам ДСТУ EN 482:2016 .

### Виробничий шум

Шум, який створюється при роботі екструдера та устаткування лінії є постійний. Основними джерелами шуму при роботі є вали та черв'яки що обертаються, електродвигуни, вентилятори та інше устаткування, в яких шум досягає 90 дБА. За своєю природою шум у даному випадку механічний .

Згідно нормам шуму за ДСН 3.3.6.037-99 для виробничих приміщень рівень шуму не повинен перевищувати 80 дБА. Зниження шуму досягається шляхом використання облицювання з перфорованим покриттям та плити. Щоб досягнути максимального ефекту використовується шумопоглинаюче покриття , воно вкриває не менше 60% площі приміщення. Звукоізолююча здатність дверного проїому повинна бути не нижче 30 дБА. Для зменшення шуму елементів, що обертаються, необхідно слідкувати за рівнем мастила в підшипникових вузлах. Ці заходи дозволили знизити рівень шуму до 74 дБА, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99.

Величина загальної вібрації на робочих місцях при працюючій лінії не повинна перевищувати гігієнічних норм, встановлених ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».

### Пожежна безпека

					ЛП-п81.027246.01-70ПЗ	Лис
Из	Лис	№ докум	Подпись	Дат		32



## 6 ОЧІКУВАНІ МЕХАНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТА ВИСНОВКИ

У виконаному бакалаврському дипломному проекті на тему: «Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера» метою було модернізувати екструдер, а саме модернізувати дорн головки екструдера.

З метою усунення недоліків різної товщини плівки та дефектів поверхні на ній було виконано літературно-патентний пошук та відшукано технічне рішення на основі прототипу у джерелі [6] , згідно якого у дорні було виконано гвинтову канавку з 9 заходами що дозволило збільшити рівномірність товщини плівки та прибрати дефекти поверхні .

В бакалаврському дипломному проекті виконані розрахунки на міцність в результаті були отримані такі результати: в розділі розрахунки виконані розрахунки коефіцієнту геометричної форми  $K = 0,25 \text{ мм}^3$  , перепаду тиску в екструзійній головці  $P = 49 \text{ МПа}$ , запас міцності черв`яка  $n = 1,36$  , запас міцності корпусу екструдера  $n = 7,87$  що більше необхідного  $n = 1,4$  .

Виконаний в системі ANSYS розрахунок на міцність та деформацію модернізованого дорна при прикладеній силі в  $P = 49 \text{ МПа}$  та зовнішній температурі  $180 \text{ C}^0$  , отримаємо такі данні : напруження дорну  $\sigma_{\text{екв}} = 61,8 \text{ МПа}$  , деформація дорну складає  $\Delta l = 0,00374 \text{ мм}$  , що дає запас міцності модернізованого дорну в  $n = 4$  , та не перевищує характеристики міцності матеріалу .

В результаті запропонованої модернізації дорна отримали робочу формуючу головку, яка підвищить якість отриманої плівки завдяки більш якісного гомогенізування розплаву полімеру та збільшити його однорідність.



# **РОЗРАХУНКИ**

## ЗМІСТ

1	ПАРАМЕТРИЧНІ ТА КІНЕМАТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ЕКСТРУДЕРА.....	38
2	РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ МОДЕРНІЗОВАНОГО ДОРНУ ГОЛОВКИ ЕКСТРУДЕРА В ANSYS.....	48
	ВИСНОВКИ.....	51

					ЛП-п81.027246.01-70ПЗ			
Зм..	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб..	Колишкін				<i>Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера</i>	Літ..	Аркуш	Аркушів
Перев.	Казак					4	63	
Н. Контр.						<i>КПІ ім.Ігоря Сікорського, ІХФ</i>		
Затверд..	Гондляр							

# 1 ПАРАМЕТРИЧНІ ТА КІНЕМАТИЧНІ РОЗРАХУНКИ ЕКСТРУДЕРА

Розрахунок геометричного коефіцієнта головки К.

Завдання: розрахувати коефіцієнт геометричної форми екструзійної ГОЛОВКИ

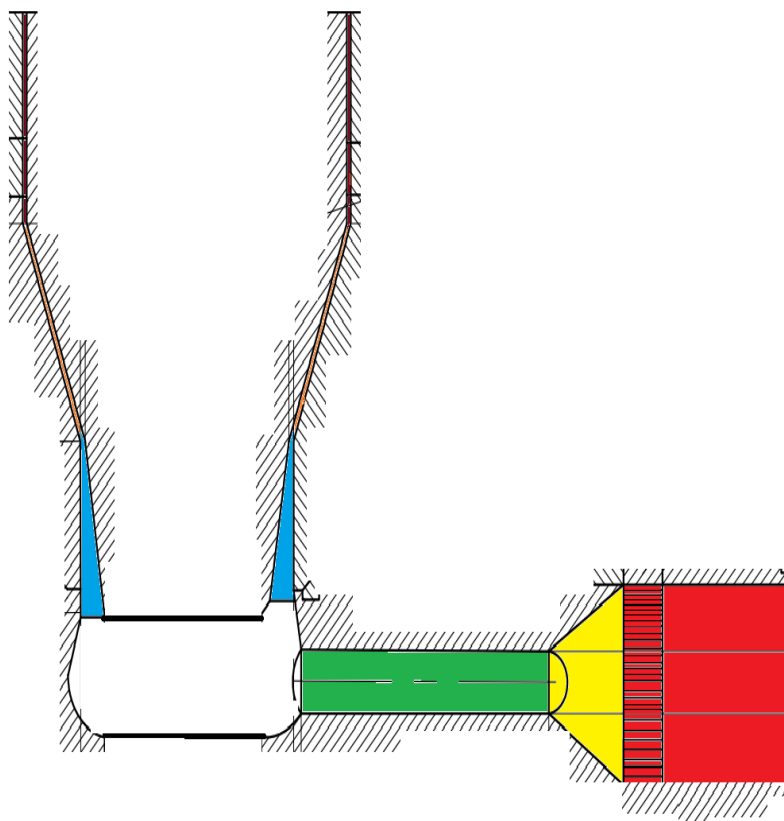


Рис.1.1 - Схема проходження матеріалу екструзії

Розрахунок:

1) Ділянка (1) – має тип каналу :Круглий циліндровий

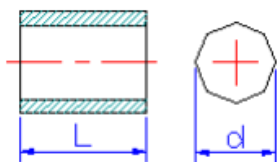


Рис.1.2 – Ескіз даного типу каналу

Розрахунок ділянки (1)

Визначаємо коефіцієнт геометричної форми  $K_1$ ,

Застосовуємо дану формулу для розрахунку:

$$K_1 = \frac{\pi D^4}{128 l_1} = \frac{3,14 * 45^4}{128 * 55} = 1828,97 \text{ мм}^3$$

2) Ділянка (2) – має тип каналу :

„Круглий конічний з великим діаметром на вході“

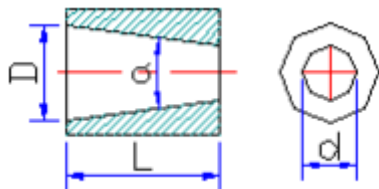


Рис.1.3 – Ескіз даного типу каналу

Розрахунок ділянки (2)

Визначаємо коефіцієнт геометричної форми  $K_2$ ,

Застосовуємо дану формулу для розрахунку:

$$K_2 = \frac{3\pi D^3 d^3}{128L(D^2 + Dd + d^2)} = \frac{3 * 3.14 * 45^3 * 15^3}{128 * 25 * (45^2 + 45 * 15 + 15^2)} = 309,51 \text{ мм}^3$$

3) Ділянка (3) – має тип каналу : „Круглий циліндровий“

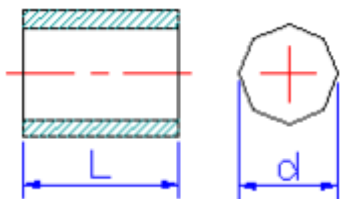


Рис.1.4 – Ескіз даного типу каналу

Розрахунок ділянки (3)

Визначаємо коефіцієнт геометричної форми  $K_3$ ,

Застосовуємо дану формулу для розрахунку:

4) Ділянка (4) – має тип каналу : „Кільцевий“.

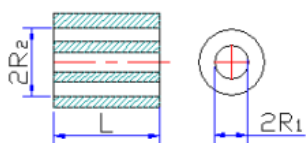


Рис.1.5 – Ескіз даного типу каналу

Розрахунок ділянки (4)

Визначаємо коефіцієнт геометричної форми  $K_4$ ,

Застосовуємо дану формулу для розрахунку:

$$R_1 = \frac{d_2}{2} = \frac{72}{2} = 36 \text{ мм}$$

$$R_2 = \frac{d_1}{2} = \frac{70}{2} = 35 \text{ мм}$$

$$K_4 = \frac{\pi(R_2+R_1)(R_1-R_2)^3}{12l_5} = \frac{3,14*(36+35)*(36-35)^3}{12*40} = 0,46 \text{ мм}^3$$

5) Ділянка (5) – має тип каналу: „Конічний кільцевий з конічною щілиною”.

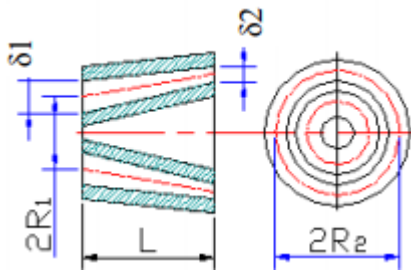


Рис.1.6 – Ескіз даного типу каналу

Розрахунок ділянки (5)

Визначаємо коефіцієнт геометричної форми  $K_5$ ,

Застосовуємо дану формулу для розрахунку:

$$\delta_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{90}{2} = 35 \text{ мм}$$

$$\delta_2 = \frac{d_2 - d_1}{2} = \frac{94 - 90}{2} = 1 \text{ мм}$$

$$\omega = \frac{2,3(R_1 - R_2)^2}{(R_1\delta_2 - R_2\delta_1)^2} \lg \frac{R_1\delta_2}{R_2\delta_1} - \frac{(R_1 - R_2)(\delta_1 - \delta_2)}{(R_1\delta_2 - R_2\delta_1)\delta_1\delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2\delta_1^2\delta_2^2}$$

$$\omega = \frac{2,3 * (17,5 - 35,5)^2}{(17,5 * 1 - 35,5 * 35)^2} * \lg * \frac{17,5 * 1}{35,5 * 35} - \frac{(35,5 - 17,5) * (35 - 1)}{(17,5 * 1 - 35,5 * 35) * 35 * 1} - \frac{35^2 - 1^2}{2 * 35^2 * 1^2} = -0,48$$

$$K_5 = \frac{\pi(R_1\delta_2 - R_2\delta_1)}{6l_4\omega} = \frac{3,14*(17,5*1-35,5*35)}{6*55*(-0,48)} = 24,28 \text{ м}^3$$

6) Ділянка (6) – має тип каналу: „Кільцевий”.

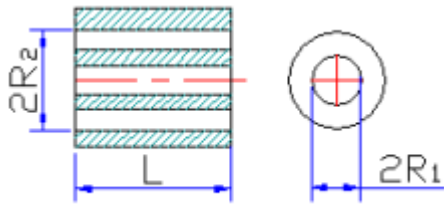


Рис.1.7 – Ескіз даного типу каналу

Розрахунок ділянки (6)

Визначаємо коефіцієнт геометричної форми  $K_6$  ,

Застосовуємо дану формулу для розрахунку:

$$R_1 = \frac{d_2}{2} = \frac{112}{2} = 56 \text{ мм}$$

$$R_2 = \frac{d_1}{2} = \frac{110}{2} = 55 \text{ мм}$$

$$K_6 = \frac{\pi(R_2+R_1)(R_1-R_2)^3}{12l_5} = \frac{3,14 \cdot (56+55) \cdot (56-55)^3}{12 \cdot 50} = 0,58 \text{ мм}^3$$

7) Розраховуємо сумарний коефіцієнт геометричної форми екструзійної головки всіх ділянок :

Застосовуємо дану формулу :

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

$$= \frac{1}{\frac{1}{1828,97} + \frac{1}{309,51} + \frac{1}{14,6} + \frac{1}{0,46} + \frac{1}{24,28} + \frac{1}{0,58}} = 0,25 \text{ мм}^3$$

Розрахунок перепаду тиску в екструзійній головці

Застосовуємо формулу для швидкості зсуву та в'язкості  $\mu$  з  $\Delta P$  для ділянки

1

$$\gamma_1 = \frac{32 \cdot Q}{\pi \cdot d^3} = \frac{10498 \cdot 32}{3,14 \cdot 70^3} = 1,17 \text{ с}^{-1}$$

$$\mu = m \cdot \gamma_1^{n-1} = 4200 \cdot 1,17^{0,66} = 4657,8 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_1 = \frac{Q \cdot \mu_i}{K_i} = \frac{10498 \cdot 4657,8}{1828,97} = 26735 \text{ Па}$$

Застосовуємо формулу для швидкості зсуву та в'язкості  $\mu$  з  $\Delta P$  для ділянки

2

$$\gamma_2 = \frac{256 \cdot Q}{\pi \cdot (D^3 + d^3)} = \frac{256 \cdot 10498}{3,14 \cdot (45^3 + 15^3)} = 9 \text{ c}^{-1}$$

$$\mu = m \cdot \gamma_2^{n-1} = 4200 \cdot 0,73^{0,66} = 17908 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_2 = \frac{Q \cdot \mu_i}{K_i} = \frac{10498 \cdot 17908}{309,51} = 607405 \text{ Па}$$

Застосовуємо формулу для швидкості зсуву та в'язкості  $\mu$  з  $\Delta P$  для ділянки

3

$$\gamma_3 = \frac{32 \cdot Q}{\pi \cdot d^3} = \frac{10498 \cdot 32}{3,14 \cdot 15^3} = 31,7 \text{ c}^{-1}$$

$$\mu = m \cdot \gamma_3^{n-1} = 4200 \cdot 31,7^{0,66} = 41110 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_3 = \frac{Q \cdot \mu_i}{K_i} = \frac{10498 \cdot 41110}{14,6} = 29559779 \text{ Па}$$

Застосовуємо формулу для швидкості зсуву  $\square$  та в'язкості  $\mu$  з  $\Delta P$  для ділянки

4

$$\gamma_4 = \frac{5,58 \cdot Q}{\pi \cdot (R_1 + R_2) \cdot (R_1 - R_2)^2} = \frac{5,58 \cdot 10498}{3,14 \cdot (36 + 35) \cdot (36 - 35)^2} = 0,052 \text{ c}^{-1}$$

$$\mu = m \cdot \gamma_4^{n-1} = 4200 \cdot 0,052^{0,66} = 2731,25 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_4 = \frac{Q \cdot \mu_i}{K_i} = \frac{10498 \cdot 2731,25}{2,14} = 13398440 \text{ Па}$$

Застосовуємо формулу для швидкості зсуву та в'язкості  $\mu$  з  $\Delta P$  для ділянки

5

$$\gamma_5 = \frac{22,32 \cdot Q}{\pi \cdot (R_1 + R_2) \cdot (\delta_1 + \delta_2)^2} = \frac{22,32 \cdot 10498}{3,14 \cdot (56 + 55) \cdot (35 + 1)^2} = 1,086 \text{ c}^{-1}$$

$$\mu = m \cdot \gamma_5^{n-1} = 4200 \cdot 1,086^{0,66} = 4435 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_5 = \frac{Q \cdot \mu_i}{K_i} = \frac{10498 \cdot 4435}{24,28} = 1917571 \text{ Па}$$

Застосовуємо формулу для швидкості зсуву  $\square$  та в'язкості  $\mu$  з  $\Delta P$  для ділянки

6

$$\gamma_6 = \frac{5,58 \cdot Q}{\pi \cdot (R_1 + R_2) \cdot (R_1 + R_2)^2} = \frac{5,58 \cdot 10498}{3,14 \cdot (56 + 55) \cdot (56 + 55)^2} = 0,013 \text{ c}^{-1}$$

$$\mu = m \cdot \gamma_6^{n-1} = 4200 \cdot 0.013^{0,66} = 239 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$\Delta P_6 = \frac{Q \cdot \mu_i}{K_i} = \frac{10498 \cdot 239}{0.58} = 4325900 \text{ Па}$$

Перепад тиску  $\Delta P$

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + \Delta P_4 + \Delta P_5 + \Delta P_6 = 49835830 \text{ Па} = 49 \text{ МПа}$$

Розрахунок черв'яка на міцність

Розрахунок черв'яка на міцність – перевірка спроектованих на підставі попередніх розрахунків розмірів шнека .

Вихідні дані: матеріал черв'яка сталь 40X , границя текучості при робочій температурі шнека  $180 \text{ C}^0$  , 800 МПа, діаметр шнека 45 мм.

Полярний момент інерції:

$$I = \frac{\pi \cdot D^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 0,045^4}{64} = 0,00201 \text{ м}^4$$

де  $\alpha_1$  – відношення діаметра стрижня черв'яка внутрішнього охолоджувального каналу в небезпечному перерізі,

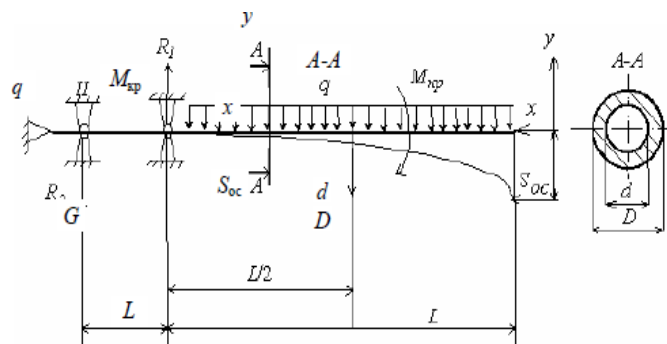


Рис. 1.8. Розрахункова схема навантаження шнеку і його опор

Площа небезпечного перерізу:

$$F_{\text{пер}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,045^2}{4} = 0,15 \text{ м}^2$$

Радіус інерції :

$$i = \sqrt{\frac{I}{F_{\text{пер}}}} = \sqrt{\frac{0,00201}{0,15}} = 0,065 \text{ м}$$

Ступінь твердості черв'яка :

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l_p}{i} = \frac{2 \cdot 1125}{0,065} = 34615$$

де – коефіцієнт способу закладення =2.

Осьовий момент опору:

$$W = \frac{\pi \cdot D^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,045^3}{32} = 0,0089 \text{ м}^3$$

Дотичні напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W} = \frac{19240}{0,0089} = 21,61 \text{ МПа}$$

$$\text{Де } M_{кр} = 975 \cdot \frac{N_{дв}}{n} \cdot \eta_{пр} = 975 \cdot \frac{37}{1500} \cdot 0,8 = 19,24 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Осьова сила:

$$P_{ос} = \frac{M_{кр} \cdot \text{tg}\varphi}{0,5 \cdot D} = \frac{19,24 \cdot 0,41}{0,5 \cdot 0,45} = 35 \text{ кН}$$

Напруга стиску :

$$\sigma_{сж} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{зг}}{W} = \frac{35}{0,15} + \frac{50}{0,0089} = 585 \text{ МПа}$$

Результати напруги по III-ій теорії міцності:

$$\sigma_{ш} = \sqrt{\sigma^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{585^2 + 4 \cdot 21,61^2} = 586,59 \text{ МПа}$$

Запас міцності:

$$n = \frac{[\sigma_T]}{\sigma_{ш}} = \frac{800}{586,59} = 1,36$$

Запас міцності забезпечить надійність роботи машини.

Розрахунок на міцність корпусу екструдера

Вихідні дані:

Внутрішній діаметр гільзи  $D_1 = 45 \text{ мм}$ ;

Зовнішній діаметр гільзи  $D_2 = 65 \text{ мм}$ ;

Зовнішній діаметр корпусу  $D_3 = 95 \text{ мм}$ ;  $\sigma_{тк} = \sigma_{тр} = 780 \text{ МПа}$ ;

$N=37 \text{ кВт}$ ;

$$n = 100 \frac{\text{об}}{\text{ХВ}} = 1,66 \frac{\text{об}}{\text{с}};$$

$P=50$  МПа;

$$\eta_{\text{дв}} = 0,92; \mu = 0,25;$$

$$Q = \frac{P \cdot \pi \cdot D_1^2}{4} = \frac{50 \cdot 3,14 \cdot 0,45^2 \cdot 10^6}{4} = 7,94 \cdot 10^6 \text{ Н};$$

Осьова напруга, що розтягує тіло:

$$\sigma_z = \frac{Q}{S} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot (D_3^2 - D_2^2)} = \frac{4 \cdot 7,94 \cdot 10^6}{\pi \cdot (0,95^2 - 0,65^2)} = 2,1 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2;$$

Момент обертання що діє на циліндр:

$$M_{\text{об}} = 162,3 \cdot \frac{N}{n} \cdot \eta = 162,3 \cdot \frac{37}{1,66} \cdot 0,92 = 3,328 \text{ кН} \cdot \text{м};$$

Відношення діаметрів:

$$\alpha = \frac{D_2}{D_1} = \frac{65}{45} = 1,44;$$

Полярний момент опору:

$$W_p = \frac{\pi \cdot D_3^3}{16} (1 - \alpha^4) = \frac{3,14 \cdot 0,95^3}{16} (1,44^4 - 1) = 0,555 \text{ м}^3;$$

Дотичні напруження при обертанні:

$$\tau_{\text{об}} = \frac{16 \cdot M_{\text{об}}}{W_p} = \frac{16 \cdot 5,6 \cdot 10^3}{1,9 \cdot 10^{-4}} = 9,5 \cdot 10^4 \text{ Н/м}^2;$$

Приведена напруга по третій теорії міцності:

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{\sigma_z^2 + 4 \cdot \tau_{\text{об}}^2} = \sqrt{(2,1 \cdot 10^7)^2 + 4 \cdot (9,5 \cdot 10^4)^2} = 2,1 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2;$$

$$n = \frac{[\sigma_t]}{\sigma_{\text{пр}}} = \frac{780 \cdot 10^6}{2,1 \cdot 10^7} = 37,1 > [n] = 1,4;$$

Відношення діаметрів:

$$K_1 = \frac{D_1}{D_2} = \frac{45}{65} = 0,69$$

$$K_2 = \frac{D_2}{D_3} = \frac{65}{95} = 0,68$$

$$\sigma_k = \left( \frac{2 \cdot P_p \cdot K_1^2}{1 - K_1^2} + \mu \cdot \sigma_z \right) \cdot \frac{(1 - K_1^2) \cdot (1 - K_2^2)}{2 \cdot (1 - K_1^2 \cdot K_2^2)}$$

$$\sigma_k = \left( \frac{2 \cdot 50 \cdot 10^6 \cdot 0.69^2}{1 - 0.69^2} + 0,25 \cdot 2,1 \cdot 10^7 \right) \cdot \frac{(1 - 0.69^2) \cdot (1 - 0,68^2)}{2 \cdot (1 - 0.69^2 \cdot 0,68^2)} = 1,735 \cdot 10^7 \text{ Н/М}^2;$$

Тангенціальне напруження від дії контактної напруги:

Еквівалентна напруга в шарі сполучення циліндра і гільзи:

$$\sigma_{\text{екв}} = \frac{\sqrt{3} + \sigma_k}{1 - K_2^2} = \frac{\sqrt{3} + 1,735 \cdot 10^7}{1 - 0,68^2} = 3,22 \cdot 10^7 \text{ Н/М}^2;$$

Еквівалентна напруга внутрішньої поверхні гільзи:

$$\sigma_r = 0;$$

$$\sigma_t = -\sigma_k \frac{2}{1 - K_1^2} = -1,735 \cdot 10^7 \frac{2}{1 - 0.69^2} = 6,6 \cdot 10^7 \text{ Н/М}^2;$$

Напруга від дії гідростатичного тиску розплаву по внутрішній поверхні гільзи.

$$\sigma_r^r = P_p = 50 \cdot 10^6 \text{ Н/М}^2;$$

$$\sigma_t^r = P_p \frac{1 + K_1^2}{1 + K_2^2} = 50 \cdot 10^6 \cdot \frac{1 + 0.69^2}{1 + 0,68^2} = 5,047 \cdot 10^7 \text{ Н/М}^2;$$

Сумарні напруги:

$$\sigma_t^\Sigma = \sigma_t^r + \sigma_t^H = 5,047 \cdot 10^7 + 6,6 \cdot 10^7 = 1,165 \cdot 10^8 \text{ Н/М}^2;$$

$$\sigma_r^\Sigma = \sigma_r^r + \sigma_r^H = 50 \cdot 10^6 \text{ Н/М}^2;$$

Сумарна еквівалентна напруга по енергетичній теорії міцності:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{екв}} &= \sigma'_{\text{екв}} + \sigma''_{\text{екв}} = \frac{\sqrt{3} \cdot P_p}{1 - K_1^2} - \frac{2 \cdot \sigma_k}{1 - K_1^2} = \frac{\sqrt{3} \cdot 50 \cdot 10^6}{1 - 0.69^2} - \frac{2 \cdot 2,28 \cdot 10^7}{1 - 0.69^2} = \\ &= 9,9 \cdot 10^7 \text{ Н/М}^2; \end{aligned}$$



## 2 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ МОДЕРНІЗОВАНОГО ДОРНУ ГОЛОВКИ ЕКСТРУДЕРА В ANSYS

Використавши програми Catia виконано 3-Д модель (рис.2.1), а за допомогою ANSYS виконано розрахунок на міцність та деформацію модернізованого дорну екструзійної голівки.

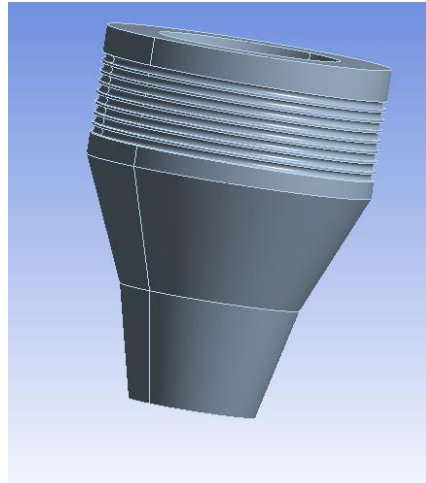


Рис 2.1-Дорн модернізований

Додаємо закріплення та навантаження, які будуть присутні під час екструзії (Рис. 2.2.)

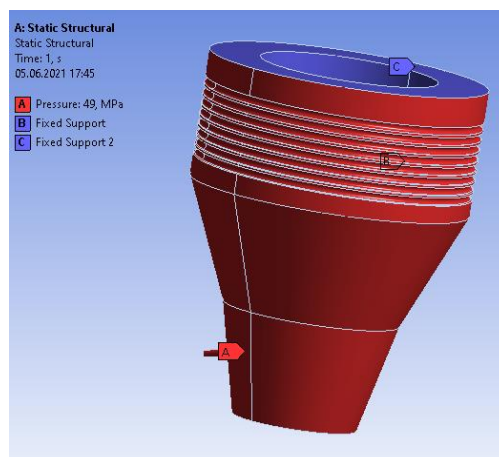


Рис. 2.2- Навантаження та закріплення на дорні під час екструзії .

Виконавши розрахунки в системі ANSYS ми отримали такі данні :

- Запас міцності  $n = 4$  (Рис. 2.3)
- Максимальна деформація дорну  $\Delta l = 0.00374$  мм (Рис. 2.4)
- Еквівалентні напруження  $\sigma_{\text{екв}} = 61,8$  мПа (Рис. 2.5)

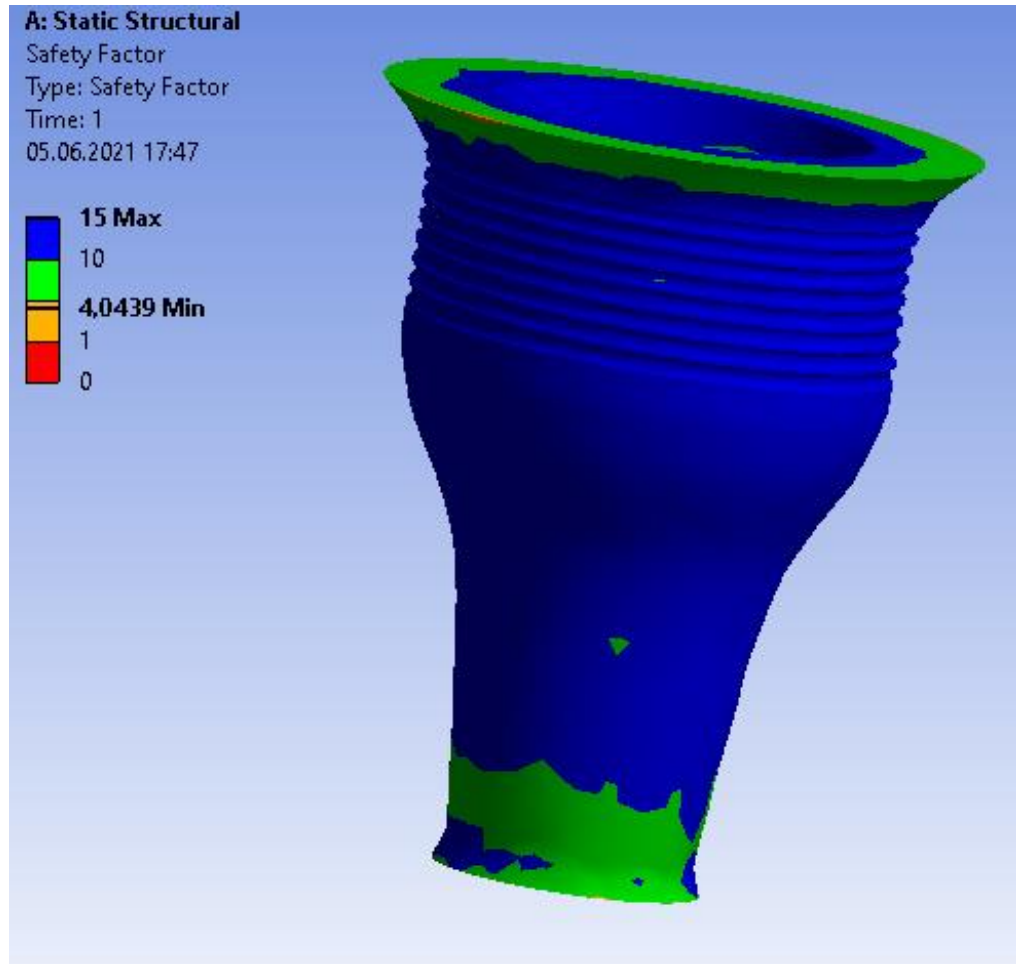


Рис. 2.3 -Запас міцності модернізованого дорну

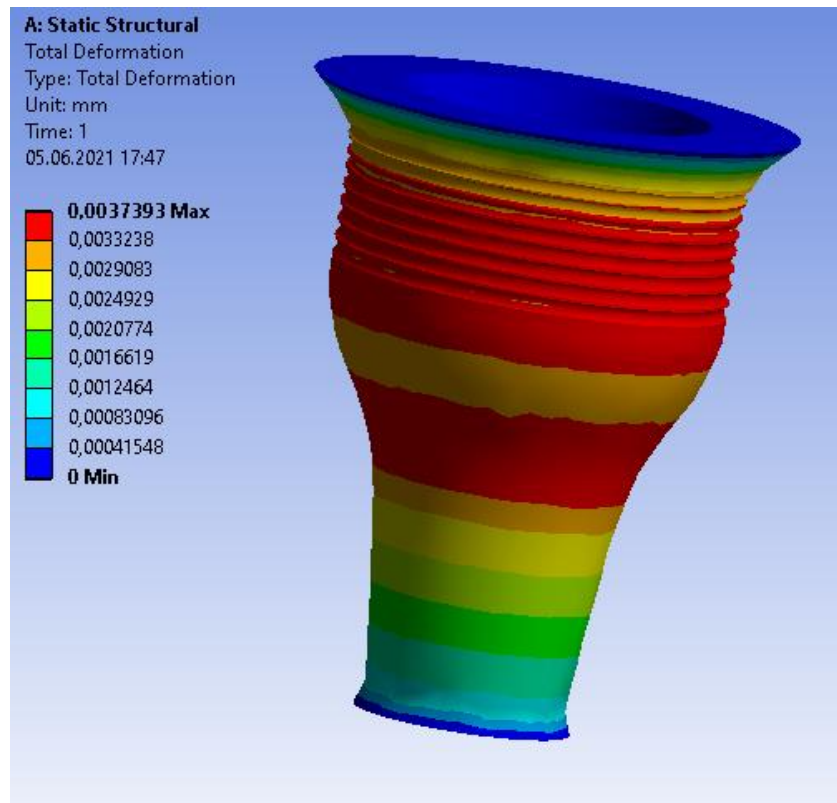


Рис. 2.4 -Максимальна деформація модернізованого дорну

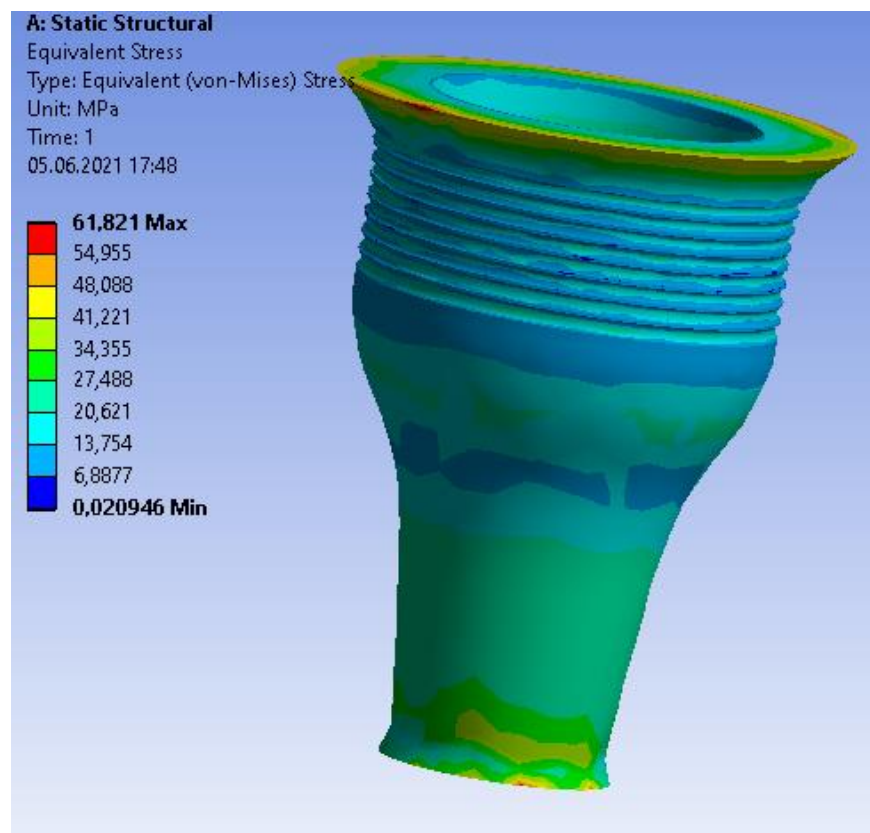


Рис. 2.5- Еквівалентні напруження модернізованого дорну



# **ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ**

## ЗМІСТ

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ .....	54
2 ВИБІР ПРИСТОСУВАННЯ .....	54
3 ОПИС КОНСТРУКЦІЇ І ПРИНЦИП РОБОТИ ПРИСТРОЮ .....	54
4 МАРШРУТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ .....	55
5 РОЗРАХУНКИ .....	61
ВИСНОВКИ.....	64

					ЛП-п81.027246.01-70ПЗ							
Зм..	Арк..	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб..		Колишкін			<i>Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера</i>			Літ..	Аркуш	Аркушів		
Перев.		Казак							4	66		
Н. Контр.								<i>КПІ ім.Ігоря Сікорського, ІХФ</i>				
Затверд..		Гондляр										

## 1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Метою розділу є визначення технологічного процесу виготовлення деталі яка являє собою втулку для притискання фільтра і вибір пристрою для одної з операцій виготовлення деталі.

У ході виконання завдань таких як :розробка технології виготовлення деталі «втулки для притискання фільтра», деталь працює при високих температурах , що включає вибір способу отримання деталі , підготовки, вибір обладнання та інструментів для операції.

Деталь не потребує дуже високої якості виготовлення . Деталь буде виготовлюватись на токарному станку .

Матеріал сталь 65 ,вироблений з болванки діаметром 70 мм. Ст65 легко оброблюється .

## 2. ВИБІР ПРИСТОСУВАННЯ

При виготовлені втулки для притискання фільтра виконується небагато операцій . Виготовлення заготовки виконується за допомогою токарних робіт ,що дає змогу отримати велику точність . Для заготовки використовується круг  $\varnothing 70$  мм . Пристрій який буде використовуватися являє собою трьох кулачковий патрон який дозволяє швидко закріплювати та базувати заготовку , та точно оброблювати до потрібних розмірів .

## 3. ОПИС КОНСТРУКЦІ І ПРИНЦИП РОБОТИ ПРИСТРОЮ

Торканий патрон це основний елемент пристрою токарного станка , що забезпечую фіксацію заготовок на шпинделі .

Патрон складається з : 1) корпус 2) кулачок 3) механізм зведення кулачків 4)диск спіральний 5) рейка кулачка 6) болти кріплення кулачка . Всі складові патрону вказані на рис 3.1 .

										ЛП-п81.027246.03-70ТЕ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата							54

Працює патрон таким чином : ключом приводиться механізм зведення кулачків 3 який прокручує диск спіральний 4 , рейка кулачка 5 сприймає хід диску та пересуває кулачок 2 до центру патрону .

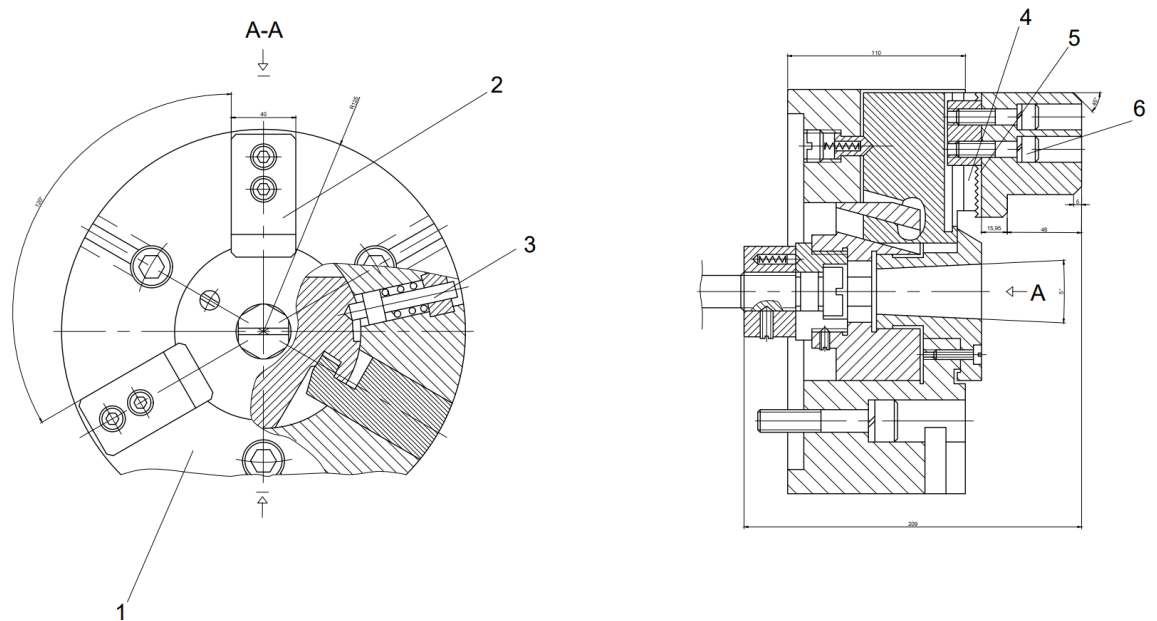


Рис. 3.1 -Патрон 3-ох кулачковий

#### 4. МАРШРУТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ

На основі вибору заготовки та типу деталі вибираються технологічні бази і розробляють маршрут обробки деталі . При цьому бажано мінімізувати кількість операцій , установ та переходів .

Операція 010.1. Токарна

Заготовка встановлюється у токарний трикулачковий патрон за зовнішній  $\varnothing 70$  мм при цьому торець виступає як опорна точка , а зовнішній діаметр являє собою подвійну напрямну базу і забезпечує чотири опорні точки (Рис 4.2).

1. Точити торець  $\varnothing 70$  до  $\varnothing 57.5$  мм на довжину 24 мм
2. Підрівняти оброблений торець

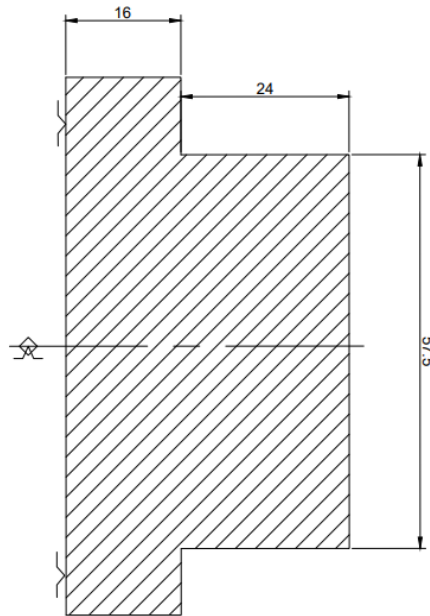


Рис 4.1 - Схема базування при Операції 010.1. Токарна

#### Операція 010.2. Токарна

Деталь встановлюється на оброблену поверхню діаметром 57.5мм та оброблений торець забезпечує чотири опорні точки (Рис 4.2).

1. Свердлення отвору 25 свердлом
2. Розточування просвердленого отвору до  $\text{Ø}45$  мм
3. Точити конус 6мм на  $120^\circ$

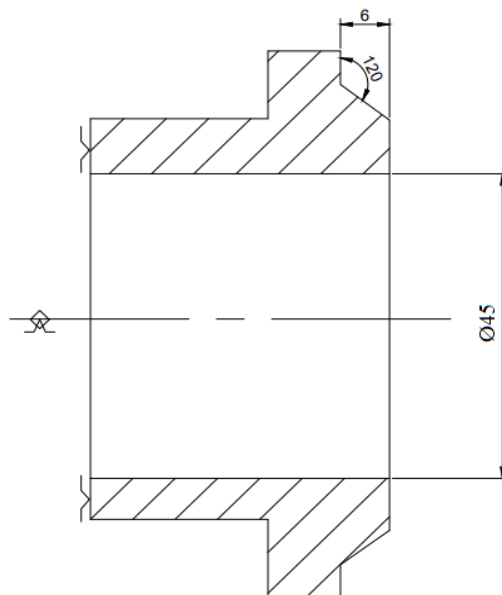


Рис 4.2 Схема базування при Операції 010.2. Токарна

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЛП-п81.027246.03-70TE

Лист

56

### Операція 015. Контрольна

Виконати перевірку обробки на найбільш відповідальних поверхнях деталі ,виконується на контрольному столі .

Готова деталь рис 4.3

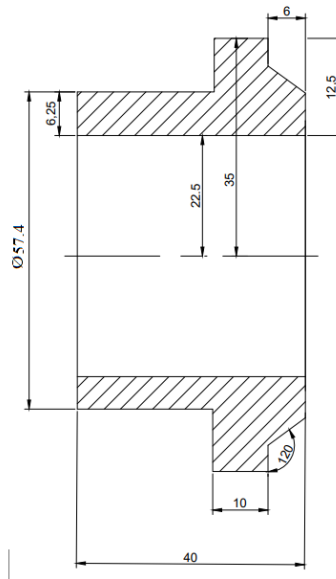


Рис 4.3 Готова втулка для притискання фільтра дорна

Операція 005, 010. Токарна . Точіння виконують на токарно–гвинторізному верстаті 16К20 з такими характеристиками : найбільший діаметр обробки над станиною – 400 мм, відстань між центрами – 710; 1000; 1400; 2000 мм, найбільший розмір оброблюваної заготовки над супортом – 220 мм, найбільший діаметр оброблюваного прутка – 70 мм, кількість ступенів частоти обертання шпинделя – 24, частота обертання шпинделя –  $12,5 \dots 1600 \text{ хв}^{-1}$ , кінець шпинделя 1–6К по ГОСТ 12595–72, найбільший переріз різця різцетримача супорта 25\*25 мм, число ступенів подачі: поздовжніх – 22, поперечних – 24, подача на один оберт шпинделя: поздовжніх – 0,05...2,8 мм/об, поперечних – 0,025...1,4 мм/об, потужність електродвигуна – 10 кВт, габарити станка – 2505×1190 мм, категорія ремонтної складності – 19.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЛП-п81.027246.03-70ТЕ

Лист

57







## 5. РОЗРАХУНКИ

Розрахунок зусилля затиску .

У процесі обробки заготовки на неї впливає система сил. З одного боку діє складові сили різання, з іншого - сила затиску перешкоджає цьому. З умови рівноваги моментів даних сил і з урахуванням коефіцієнта запасу визначаються необхідні затискне і вихідне зусилля.

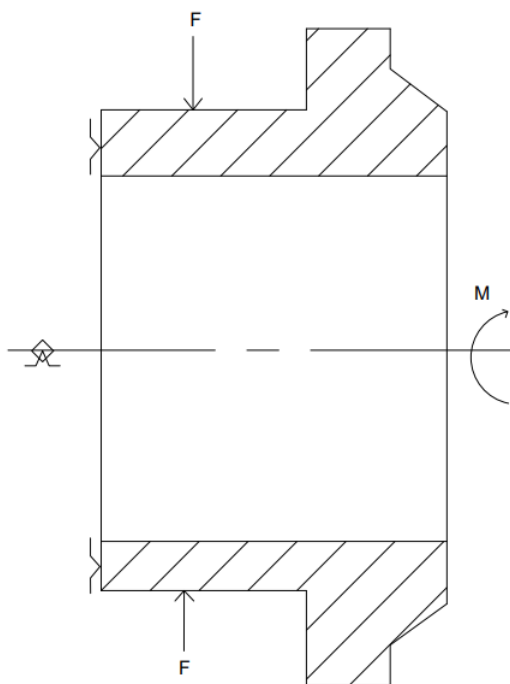


Рис 5.1 -Схема навантажень

Сумарний крутний момент від дотичної складової сили різання, яка прагне повернути заготовку в кулачках дорівнює :

$$M_{p'} = \frac{P_z' \cdot d_1}{2}$$

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

$$M_{з'} = \frac{W' \cdot f \cdot d_2}{2}$$

З рівності  $M_p$  і  $M_{з'}$  визначаємо необхідне зусилля затиску, що перешкоджає повороту заготовки в кулачках ,де  $e' = \frac{4 \cdot K \cdot P_z' \cdot d_1}{f \cdot d_2}$

$d_1 = 70\text{мм}$ ,  $d_2 = 100\text{мм}$ ,  $P_z = 1091.6\text{Н}$ ,  $f = 0,4$

- Для розрахунку  $W'$

$K = 1,8$

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

ЛП-п81.027246.03-70ТЕ

Лист

61



## Розрахунок затискного механізму патрона

У розрахунку затискного механізму необхідно визначитися з його конструкцією. У трикулачкових механізмах кулачки повинні бути рухливими в напрямку затиску і закон їх відносного руху необхідно витримати. Рух кулачків накладає такі умови: різноспрямованість, одночасність і рівна швидкість руху.

При розрахунку затискного механізму визначається зусилля  $Q$ , створюване силовим приводом, яке затискним механізмом збільшується і передається постійному кулачку і розраховується за формулою -

$$Q = \frac{W_1}{i_c}$$

де  $I_c$  – передавальне відношення по силі затискного механізму

Дане відношення для важільного механізму одно

$$i_c = \frac{A}{B} = \frac{2}{1}$$

Де  $A$  і  $B$  – плечі важеля .

Для розрахунку  $Q$  на цьому етапі зовнішній діаметр патрона можна визначити за формулою:  $D_{п} = d_2 + 2 \cdot H_k = 102 + 2 \cdot 80 = 262 \text{ мм}$  , так як  $d_{п} > 200 \text{ мм}$ , вибираємо механізм важеля затискного зусилля з  $I_c = 2$ .

$$Q = \frac{17920.5}{2} = 8960,25 \text{ Н}$$

## ВИСНОВКИ

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення втулки було виконано наступне:

- розглянуто призначення втулки і конструктивні особливості;
- обґрунтовано технологічність втулки та заготовки;
- вибрано спосіб виготовлення заготовки;
- виконаний маршрут виготовлення втулки;
- підібрано моделі металорізальних верстатів, пристрої та інструменти;
- виконано графічне зображення технологічного процесу виготовлення деталі;
- заповнені маршрутна карта (МК), операційна карта (ОК) та карта ескізів (КЕ).

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЛП-п81.027246.03-70ТЕ				

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Басов Н.И., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Расчет и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. Москва Химия, 1986. 488с.
2. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов вузов/ М. Ф. Михалев, Н. П. Третьяков, А. И. Мильченко, В. В. Зобнин. Под общ. ред. М. Ф. Михалева. Л.: Машиностроение, Ленинград: 1984. 301с.
3. Мікульонок І.О., Сокольський О.Л., Сівецький В.І. Основи проектування одночерв'ячних екструдерів: навч. посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2015. 200с.
4. Радченко Л.Б. Переробка термопластів методом екструзії. – Київ: ІЗММ, 1999. 219с.
5. «ТОВ Пластінфо», Технологія отримання рукавної плівки. - Доступ з екрану: <https://plastinfo.ru/information/articles/66/>
6. Экструзионная головка для изготовления рукавной полимерной пленки: Патент RU2010716С1, МПКВ29С 47/20/ Л.А. Солдатенко, Ю.П. Шваченко, Г.М. Сидоров. – Оpubл. 15.04.94
7. Головка екструзійна : патент UA 82205 МПК В29С 47/14 / Сокольський Олександр Леонідович , Рослов Олександр Валерійович , Коваленко Ксенія Геннадіївна , Івіцький Ігор Ігорович – Оpubл. 25.07.2013
8. Головка екструзійна : патент UA 82157 МПК В29С 47/14 / Сівецький Володимир Іванович (UA ); Сокольський Олександр Леонідович , Рослов Олександр Валерійович , Коваленко Ксенія Геннадіївна , Івіцький Ігор Ігорович – Оpubл. 25.07.2013
9. Екструзійна голівка для виробництва роздувної рукавної плівки : Патент UA 81589 , МПК В29С 47/20 / Михайлюк Валентин Іванович – Оpubл. 10.01.2008

10. «TOB POLYMERS LLC». Технологія отримання рукавної плівки. –  
Доступ з екрану:  
[https://polimers.at.ua/publ/tekhnologija\\_poluchenija\\_rukavnoj\\_plenki/1-1-0-1384](https://polimers.at.ua/publ/tekhnologija_poluchenija_rukavnoj_plenki/1-1-0-1384)

11. Охорона навколишнього середовища на підприємстві – один з  
факторів безпечних умов праці. Доступ з екрану:  
[https://bmr.gov.ua/index.php?id=800000125&tx\\_news\\_pi1%5Bnews%5D=8539&tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=982392b12f4386f94eb5fc4ac9245eea](https://bmr.gov.ua/index.php?id=800000125&tx_news_pi1%5Bnews%5D=8539&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=982392b12f4386f94eb5fc4ac9245eea)

12. Патрон токарний. Доступ з екрану : <https://mekkain.ru/library/patron-tokarnyij.html>

13. Сокольський, О. Л., Івіцький, І. І., Олексишен, В. О. (2019).  
Моделювання течії розплавів полімерів за наявності низьков'язкого  
пристінного шару. Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія:  
Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, (1), 35–40.  
<https://doi.org/10.20535/2617-9741.1.2019.171033>

14. Перелік НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ ТА КОДЕКСІВ  
УСТАЛЕНОЇ ПРАКТИКИ (станом на 01.01.2019 року) доступ з екрану :  
<http://www.leonorm.lviv.ua/p/DG/CND2018.HTM>

## **ДОДАТКИ**

Таблиця А.1 – Таблиця огляду патентів для вибору модернізації головки екструдера

№	Предмет пошуку	№ патенту, МПК, країна, організація, автор	Цільстворення та суть заявленого технічного рішення
1	Вибір модернізації формуючої головки	Патент RU2010716С1, МПКВ29С 47/20/ Л.А. Солдатенко, Ю.П. Шваченко, Г.М. Сидоров. – Оpubл. 15.04.94	Метою створення патенту являється покращення гомогенізування розплаву . Екструзійна голівка містить гвинтові канавки кількістю від 8 шт. виконаних на дорні та випаровувальну камеру при виході. Технічним результатом є підвищення якості пліки та рівномірність її товщини
2	Огляд патенту на варіант модернізації	Патент UA 82205 МПК В29С 47/14 / Сокольський Олександр Леонідович , Рослов Олександр Валерійович , Коваленко Ксенія Геннадіївна ,Івіцький Ігор Ігорович – Оpub. 25.07.2013	Метою створення є підвищення ксті поверхні плівки Екструзійна голівка містить корпус, матрицю та дорн . Дорнотримач виконаний з 2-ох частин з можливістю зворотно-поступальним рухом 2 частин відносно кожної , що дозволяє змінювати довжину каналу . Технічним результатом є покращення якості поверхні плівки , поглинання утворюючих пульсацій
3 3	Огляд патенту на варіант модернізації	Патент UA 82157 МПК В29С 47/14 / Сівецький Володимир Іванович (UA ); Сокольський Олександр Леонідович , Рослов Олександр Валерійович , Коваленко Ксенія Геннадіївна ,Івіцький Ігор Ігорович – Оpub. 25.07.2013	Метою створення є зменшення браку плівки від пульсацій . Екструзійна голівка містить корпус , матрицю та дорн . Матриця з'єднана з корпусом за допомогою хоча би 1-го пружного та 1-го демпфуючого елементів

			<p>з можливістю зворотно-поступального руху.</p> <p>Технічним результатом являється майже повне відсутність пульсацій з чого виходить відсутність браку поверхні плівки .</p>
4	<p>Екструзійна голівка для виробництва роздувної рукавної плівки</p>	<p>Патент UA 81589 , МПК В29С 47/20 / Михайлюк Валентин Іванович – Опуб. 10.01.2008</p>	<p>Метою створення являється універсальність та можливість виробляти багатошарову плівку з високою якістю .</p> <p>Екструзійна голівка складеться з спірального розподільника , живильників , кільцеві щілини , центруючу вісь та кільцевого фільтру .</p> <p>Технічним результатом є виготовлення якісної плівки з можливістю зміни кількості шарів плівки .</p>





Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				<u>Документація</u>		
			ЛПП81.027242.002.70СК			
				<u>Деталі</u>		
		1	ЛПП81.027242.002-70.01	Перехідник	1	
		2	ЛПП81.027242.002-70.02	Корпус головки в зборі	1	
		3	ЛПП81.027242.002-70.03	Дорн у зборі	1	
		5	ЛПП81.027242.002-70.05	Втулка	1	
		6	ЛПП81.027242.002-70.06	Фільтруюча пластина	1	
		9	ЛПП81.027242.002-70.09	Утримувач	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		4	ЛПП81.027242.002-70.03	Термопари	2	
		7	ЛПП81.027242.002-70.04	Нагрівники	6	
		8	ЛПП81.027242.002-70.08	Болти кріпильні М18х120	4	
				ГОСТ 7798-70		
		9	ЛПП81.027242.002-70.09	Рим-болт М14х30	1	
				ГОСТ 7798-70		
<b>ЛПП81.027242.002-70СП</b>						
З	Арк	№ Докум.	Підп	Дат		
Розроб	Колишкін				Літ.	Арку
Перев.	Казак					Аркушів
Н.Кон					КПІ ім.Ігоря Сікорського, ІХФ	
Затв.	Гондлях					
<b>Головка екструдера</b>						

Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
		<u>Документація</u>		
	ЛПП81.027245.000-70ТС	<i>Експлікація</i>		
		<u>Складальні одиниці</u>		
1	ЛПП81.027245.000-70.01	Бункер	1	
2	ЛПП81.027245.000-70.02	Екструдер	1	
3	ЛПП81.027245.000-70.03	Формуюча головка	1	
4	ЛПП81.027245.000-70.04	Охолоджувальний пристрій	1	
5	ЛПП81.027245.000-70.05	Кільцевий бандаж	1	
6	ЛПП81.027245.000-70.06	Рукав плівки	1	
7	ЛПП81.027245.000-70.07	Щоки	1	
8	ЛПП81.027245.000-70.08	Тягнучий пристрій	1	
9	ЛПП81.027245.000-70.09	Полотно плівки	1	
10	ЛПП81.027245.000-70.10	Ширительноцентровочні бачки	1	
11	ЛПП81.027245.000-70.11	Різальний пристрій		1
12	ЛПП81.027245.000-70.12	намоточник		1

					ЛПП81.027245.000-70ТСП			
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата				
Разраб.	Колишкін				Лінія для виробництва плівки з модернізацією екструдера	Літ.	Аркуш	Арк
Перев.	Казак							
Н.контр						<i>КПІ ім.Ігоря Сікорського , ІХФ</i>		
Затв.	Гондляр							





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

## ЗМІСТ

СЕКЦІЯ	ОБЛАДНАННЯ	ХІМІЧНИХ	ВИРОБНИЦТВ	I	ПІДПРИЄМСТВ
БУДІВЕЛЬНИХ					МАТЕРІАЛІВ
Стор.					
Кувшинов О. В.,	Сівецький В. І.	Модернізація	черв'ячного екструдера.....	5	
Демченко К.О.,	Сівецький В.І.	Модернізація	завантажувальної секції одночерв'ячного екструдера.....	6	
Костюченко Д.О.,	Сівецький В.І.	Модернізацією	привода одночерв'ячного екструдера..	7	
Мацагор В.В.,	Сівецький В.І.	Екструзійний агрегат	для обробки гумових сумішей.....	8	
Тютюнник М.І.,	Сівецький В.І.	Модернізація	екструзійної головки.....	9	
Тютюнник М.І.,	Сівецький В.І.	Удосконалення	екструзійної головки.....	10	
Тараненко М.Г.,	Сівецький В.І.	Модернізація	екструзійної головки для виготовлення пластикових труб.....	12	
Різник Д.О.,	Сівецький В.І.	Завантажувальний пристрій	екструдера.....	13	
Мальчевський О.Т.,	Сівецький В.І.	Модернізація	черв'ячного екструдера.....	15	
Скринніков А.В.,	Сівецький В.І.	Модернізація	системи самоочистки електрофільтра для очищення повітря та викидів.....	16	
Скринніков А.В.,	Казак І.О.	Підвищення	ефективності очищення пластинчастих електрофільтрів шляхом модернізації системи струшування електродів.....	18	
Колишкін В.О.,	Казак І.О.	Вибір типу	технологічної лінії виготовлення рукавної плівки..	20	
Колишкін В.О.,	Казак І.О.	Один з способів	удосконалення головки екструдера для виготовлення рукавної плівки.....	22	
Мурашковський М.Г.,	Казак І.О.	Один з способів	удосконалення конструкції корпусу екструзійного агрегату з метою підвищення його надійності і якості екструдювання.....	24	
Педь В.О.,	Чемерис А.О.	Модернізація	барабана трубного млина.....	25	
Лакоцін К.Ю.,	Чемерис А.О.	Модернізація	екструдера.....	27	
Бондар Р. С.,	Чемерис А.О.	Модернізація	гранулюючого пристрою.....	28	
Гуцько Б.С.,	Чемерис А.О.	Модернізація	бункера екструдера.....	30	
Бабушкіна М. С.,	Гур'єва Л.Н.	Модернізація	екструзійної головки.....	31	
Богатирьов В.В.	Екструдер	для переробки	вторинних полімерних матеріалів.....	33	
Богатирьов В.В.	Дослідження	напружено-деформованого	стану черв'яка.....	34	
Грисюк В.С.	Вторинна	переробка	полімерних матеріалів.....	35	
Глибовець С. В.	Модернізація	завантажувального	пристрою екструдера.....	37	
Витвицький В.М.,	Мікульонок І.О.,	Сокольський О.Л.	Вплив параметрів процесу живлення шнекових машин на коефіцієнти бічного тиску та приведенного тертя гранульованого полівінілхлориду.....	38	
Комнацький К.Ю.,	Борщик С.О.	Модернізація	екструзійної головки для виготовлення рукавної плівки.....	41	
Комнацький К.Ю.,	Борщик С.О.	Модернізація	екструзійної головки для виготовлення біорозкладаної плівки.....	42	
Гулаєвич С.О.,	Борщик С.О.	Розрахунок	відносної деформації втулки модернізованої формуючої головки у порівнянні з базовою конструкцією.....	43	
Іванніков В.Е.,	Борщик С.О.	Модернізацією	завантажувального пристрою екструзійного агрегату.....	45	
Качура Р.О.,	Борщик С.О.	Модернізація	конструкції гладких валків валкової дробарки	46	
Качура Р.О.,	Борщик С.О.	Модернізація	валків дробарки.....	47	
Коротка В. О.,	студ., Федорова Е.Ф.	Екструзійний агрегат	з модернізованим черв'яком	48	
Сорокіна О.С.,	Шилович Т.Б.	Модернізація	черв'яка екструзійного агрегату для переробки ПВХ.....	50	

## Вибір типу технологічної лінії виготовлення рукавної плівки

Колишкін В.О., студ., Казак І.О., доц., к.п.н., доц.каф. ХПСМ  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського», м. Київ

*У роботі пропонується конструкція лінії виробництва рукавної плівки, у якій конструкція приймання плівки спрямована вгору, забезпечуючи таким чином зменшення габаритів установки. При цьому рукав висить натягнутим на валках, внаслідок чого навантаження на ділянку роздування розподілено рівномірно по периметру, що сприяє рівнотовщинності виробу.*

Полімерні плівкові матеріали знайшли широке застосування в різних областях техніки. Методом екструзії отримують до 80% всіх вироблених плівок. Широкому поширенню рукавної технології в чималій мірі сприяє: її універсальність по виду переробки термопластів, висока продуктивність технологічних ліній, можливість отримання багатошарових виробів зі змінними властивостями, швидка окупність капіталовкладень [1].

Існують три основні типи технологічних ліній виготовлення рукавної плівки (Рис.1) [1]:

- а) приймання роздмуханого рукава вгору;
- б) приймання роздмуханого рукава вниз;
- в) приймання роздмуханого рукава в горизонтальному напрямку.

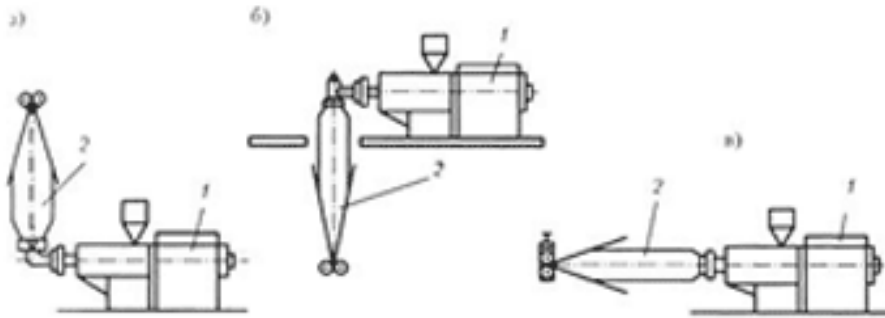


Рис.1 Технологічні лінії виготовлення рукавної плівки з:

а) прийманням рукава вгору; б) прийманням рукава вниз; в - прийманням рукава в горизонтальному напрямку.

Відповідно лінії виготовлення рукавної плівки з прийманням рукава вгору (Рис. 1, а)): рукав висить на тягнучих валках, внаслідок чого навантаження на ділянку його роздування (поблизу головки) мінімальна; навантаження на рукав від сили його ваги розподілено рівномірно по периметру, що сприяє рівнотовщинності виробу; забезпечується отримання як товстих, так і гранично тонких плівок; мінімальна виробнича площа. Недоліки: повільне охолодження рукава по його висоті, і, отже, необхідність додаткових систем охолодження.

При роботі за лінією виготовлення рукавної плівки з прийманням рукава вниз (Рис. 1, б)) може бути мимовільний відрив рукава і його витягування. Разом з тим рукав швидко охолоджується, що дозволяє отримувати тонку плівку з більшою прозорістю і дає можливість зменшити будівельну висоту установки.

Лінія виготовлення рукавної плівки з прийманням рукава в горизонтальному напрямку (Рис. 1, в)) має більше недоліків ніж переваг. Роздутий рукав провисає, охолодження і напруги по його периметру стають нерівномірними. Звідси - різнотовщинність рукава і його різноміцність в поперечному перерізі. Тому цю схему застосовують для виробництва плівок з невисокими вимогами, товщиною від 0,2 мм при мінімальних ступенях роздування, а також зі спінюючих і термочутливих (ПВХ) полімерів.

Пропонується обрати для застосування схема лінії виготовлення рукавної плівки з подаванням рукава вгору, яка найбільш ефективна із 3-х розглянутих варіантів схем виробництва рукавних плівок (Рис. 2)[2].

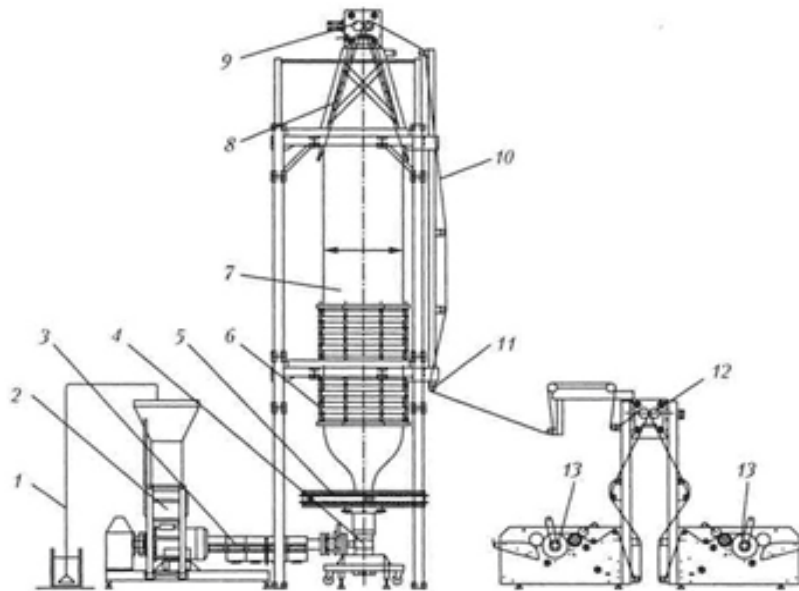


Рис. 2 Технологічна схема для виготовлення плівки рукавним методом з прийманням рукава вгору:

1 - пневмозагрузчик; 2 - бункер; 3 - екструдер; 4 - формуюча головка; 5 - охолоджувальний пристрій; 6 - кільцевий бандаж; 7 - рукав плівки; 8 - щоки; 9 - тягучий пристрій; 10 - полотно плівки; 11 - розширительно-центрувальні валки; 12 - різальний пристрій; 13 - намоточник.

Представлена на рис. 2 технологічна схема виготовлення рукавної плівки з прийманням рукава вгору складається з: пневмозагрузчика 1, бункера 2, екструдера 3, формуючої головки 4, охолоджувального пристрою 5, кільцевого бандажу 6, рукава плівки 7, щоки 8, тягучого пристрою 9, полотна плівки 10, розширительно-центрувальовочних валків 11, різального пристрою 12, намоточника 13.

Розглянемо роботу лінії на рис. 2. До пневмозагрузчика 1 завантажується полімер, після цього полімер потрапляє до бункера 2, та з бункера 2 до екструдера 3, екструдер видає з головки 4 плівку, плівка роздувається та проходить скрізь охолоджувальний пристрій 5 та йде до кільцевого бандажу 6, після рукавна плівка 7 потрапляє в щоки 8, з щок йде до тягучого пристрою 9, виходить полотно плівки 10 та через розширительно-центрувальні валки 11 подається на різальний пристрій 12 та вкінці намотується на бабіни намоточником 13.

Запропонований метод виготовлення рукавної плівки дозволяє підвищити надійність плівки, зменшує її брак та така лінія виготовлення рукавної плівки займає менше місця на виробництві.

### Література

1. «ТОВ POLYMERS LLC». Технологія отримання рукавної плівки. – Доступ з екрану: [https://polimers.at.ua/publ/tekhnologija\\_poluchenija\\_rukavnoj\\_plenki/1-1-0-1384](https://polimers.at.ua/publ/tekhnologija_poluchenija_rukavnoj_plenki/1-1-0-1384)
2. «ТОВ Пластінфо». Технологія отримання рукавної плівки. – Доступ з екрану: <https://plastinfo.ru/information/articles/66/>

## Один з способів удосконалення головки екструдера для виготовлення рукавної плівки

Колишкін В.О., студ., Казак І.О., доц., к.п.н., доц.каф. ХПСМ  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського», м. Київ

*У роботі пропонується один з способів удосконалення головки екструдера для виготовлення рукавної плівки. В удосконаленій конструкції головки екструдера в дорні зроблені канавки, які дозволяють переміщуваному полімеру краще гомогенізуватися, що робить полімер більш рівномірно розмішаним. Таким чином, запропонована конструкція головки екструдера забезпечує підвищення якості рукавної плівки на виході з екструдера.*

Екструзія – це технологічний процес безперервного формування продуктів шляхом механічного продавлювання нагрітого полімерного матеріалу через формуючу головку з отвором, що відповідає профілю готового виробу [1].

В основному екструдери є універсальними пристроями, які здатні обробляти різні типи полімерних матеріалів. Щоб перейти на обробку іншого типу пластику досить лише замінити головку і фільтеру на відповідні за параметрами елементи, підібрати потрібний вид охолодження і скорегувати температуру нагрівання.

Процес екструзії відбувається в екструдерах з різними головками, в залежності від конструкції яких отримують різноманітні вироби: труби, плівку, стренгі для виробництва гранульованого матеріалу і ін.

В роботі виконано літературно-патентний пошук і проведено аналіз конструкцій головок екструдерів для виробництва рукавної плівки з метою вибору варіанту її удосконалення для отримання більш якісної плівки. Для удосконалення конструкції екструзійної головки обрано прототип (Рис. 1) [2].

Суть удосконалення конструкції головки екструдера полягає в тому, що в екструзійній голівці зовнішня поверхня дорна може бути виконана з гвинтовими або кільцевими канавками. Метою удосконалення головки екструдера є покращення якості виготовлюваної рукавної плівки в наслідок кращого змішування розплавленого полімеру перед самою екструзією матеріалу.

Удосконалена екструзійна головка для виготовлення рукавної плівки складається з: корпусу 1, в якому встановлений приймальний розплавопровід 2, по ходу потоку розплаву з іншого боку корпусу 1 встановлена фільтрувальна касета 3, що складається з корпусу 4, на якому розміщені решітки 5, і кришка 6 прикріплена гвинтами 7 до корпусу 4. Корпус 4 закріплений на корпусі 1 болтами 8. У різьбовому радіальному отворі корпусу 1 закріплений дорн 9, що складається з підстави 10 і наконечника 11, закріплений болтом 12 до основи 10. Між підставою 10 і наконечником 11 розміщена випарювальна камера 13, до якої підходять два канали 14 і 15 і відходить один центральний канал 16. У камері 13 встановлений розподільник 17, закріплений болтом 18 до основи 10. Болт 18 проходить через отвір розсікача 19 потоку повітря. На дорні 9 шпильками 20 з гайками 21 закріплена гільза 22. До гільзі 22 зверху закріплений мундштук 23 болтами 24. В мундштуці 23 встановлені регулювальні болти 25. На корпусі 1, гільзі 22, мундштуці 23 встановлені нагрівачі 26, 27, 28, 29, 30, 31 і 32 з кожухами 33, 34, 35, 36, 37, 38 і 39. Повітря в дорн 9 подається через штуцер 40, а через штуцер 41 подається рідке мастило або консервувача рідина. Мундштук 23 з гільзою 22 і дорном 9 своїми поверхнями утворюють двостороннє-конусну підводящу щілину 42 і формующу 43 (Рис. 1) [2].

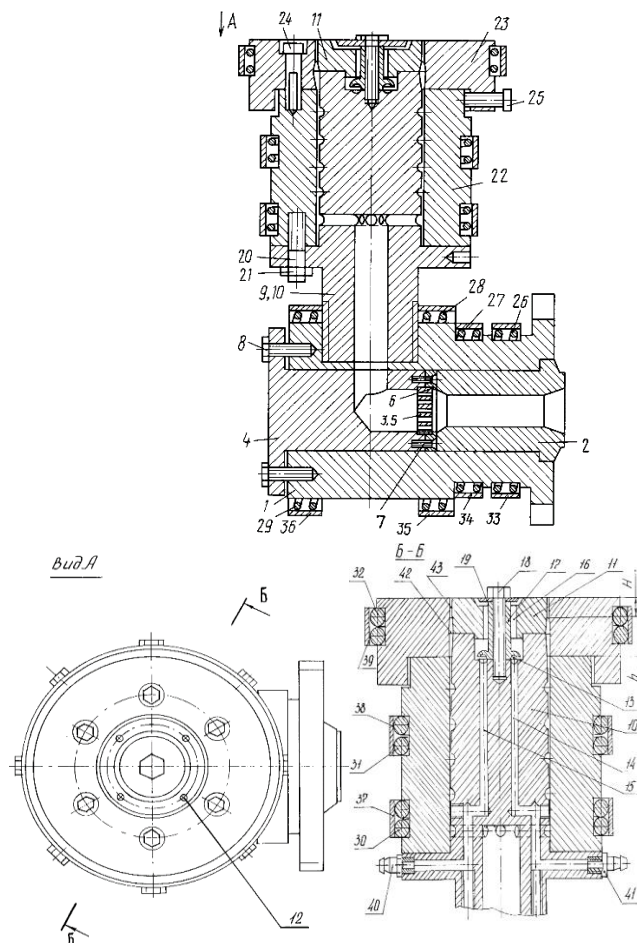


Рис. 1 Екструзійна головка для виготовлення рукавної плівки з канавками в дорні

По зовнішній поверхні дорна 9 виконані багатозахідні гвинтові канавки з числом заходів не менше восьми, з радіусом канавки, обраним в співвідношенні до діаметру дорна  $1/20 - 1/25$ , з поступово зменшувальною глибиною, при цьому у верхній частині дорна 9 розташована випарювальна камера 13, а центральний отвір в дорні 9 для подачі розплаву полімеру пов'язаний радіальними отворами в співвідношенні  $1/10 - 1/30$  до її найбільшого перетину, а висота формуючої щілини 43, прийнята рівною або меншою висоті підводу щілини 42 [2].

Таким чином, розглянута запропонована екструзійна головка для виготовлення рукавної плівки дозволяє отримати високу якість виробів за рахунок повної гомогенізації розплаву полімеру і отримати вироби з новими властивостями, які знайдуть широке використання при упаковці ті інших областях.

### Література

1. Екструзія: технологія і устаткування для переробки полімерів. – Доступ з екрану: <https://ten24.com.ua/ua/blog/ekstruziya-tekhnologiya-i-oborudovanie-dlya-pererabotki-polimerov/>
2. Экструзионная головка для изготовления рукавной полимерной пленки: Патент RU2010716C1, МПКВ29С 47/20/ Л.А. Солдатенко, Ю.П. Шваченко, Г.М. Сидоров. – Оpubл. 15.04.94

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 010 716** (13) **С1**

(51) МПК

B29C 47/20 (1990.01)B29L 23/00 (1990.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 12.01.2004)

(21)(22) Заявка: 92 5058740, 14.08.1992(30) Конвенционный приоритет;;  
14.08.1992 RU 92 5058740

(72) Автор(ы):

СОЛДАТЕНКО ЛЕОНИД  
АНАТОЛЬЕВИЧ,  
ШВАЙЧЕНКО ЮРИЙ ПЕТРОВИЧ,  
СИДОРОВ ГЕННАДИЙ МИХАЙЛОВИЧ

(73) Патентообладатель(и):

СЕРЕБРЯНСКИЙ ЗАВОД  
НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

## (54) ЭКСТРУЗИОННАЯ ГОЛОВКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РУКАВНОЙ ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКИ

(57) Реферат:

Использование: изготовление рукавной полимерной пленки методом экструзии. Сущность изобретения: в экструзионной головке наружная поверхность дорна выполнена с многозаходными винтовыми канавками. Число заходов не менее восьми, а радиус канавки выбран в соотношении к диаметру дорна  $1/20 - 1/25$  с постепенно уменьшающейся глубиной. В верхней части дорн снабжен испарительной камерой. Центральное отверстие дорна для подачи расплава полимера соединено радиальными отверстиями с витками винтовых канавок. Мундштук с гильзой и дорном образуют своими поверхностями подводящую, кольцевую, двухсторонне-конусную щель. При этом сечение формующей щели выбрано в соотношении к подводящей  $1/10 - 1/30$  ее наибольшего сечения. Высота формующей щели принята равной или меньше высоты подводящей щели. При работе головки полная гомогенизация расплава и равномерность его распределения обеспечивают высокое качество рукавной, в том числе и термоусадочной пленки. 1 з. п. ф-лы, 4 ил.