

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

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

«_____» _____ 2021 р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра**

з напрямку підготовки *133 – Галузеве машинобудування*

на тему: Агрегат для формування рукавної плівки з модернізацією головки

Студент групи *IV к. ЛП-72* _____ Шумивода Кирило Олександрович
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

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

Консультанти

ТЕХ. МАШ. _____ ст.викл. Борщик С.О.

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

РЕЦЕНЗЕНТ _____

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

Студент Шумивода К.О.
(підпис)

Київ 2021 рік

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

Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки – 133 – Галузеве машинобудування

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В.Гондлях**

«__» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Шумиводі Кирилу Олександровичу

1. Тема проекту «Агрегат для формування рукавної плівки з модернізацією головки», керівник проекту Шилович Ігор Леонідович доцент, кандидат технічних наук, затверджені наказом по університету від 25.05.2020 р. № 1145-с
2. Термін подання студентом проекту _____.
3. Вихідні дані до проекту: Максимальна продуктивність при екструзії плівки з номінальною товщиною 1,400 - 1,600 мм і шириною рукава 480 ± 5 мм, $G=39$ кг/год.; максимальна ширина плівки в роздутomu вигляді $z=960$ мм; номінальна товщина плівки 0,45 - 0,55 мм; максимальна ширина рулону з плівкою 960 мм; число обертів червяка 100 об/хв.; матеріал поліетилен високого тиску; потужність електродвигуна $N=47$ кВт.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ, 1) Технологічна лінія для виробництва плівки, 2) Опис та обґрунтування вибраної конструкції, 3) Інженерні розрахунки, 4) Літературно – патентний огляд, 5) Вибір та обґрунтування модернізації, 6) Монтаж і експлуатація, 7) Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, 8) Очікувані механіко-економічні показники, Висновок..
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників)
 1. Технологічна схема А1; 2. Загальний вигляд машини А1; 3. Вузли та деталі машини А2; 4. Плакат з розрахунками на запас міцність

6. Консультанти розділів проекту

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

Дата видачі завдання:

Календарний план

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

Студент
Керівник проекту

Шумивода К.О.
Шилович Т.Б.

Зміст дипломного проекту

Реферат

I. Пояснювальна записка

II. Розрахунки

III. Технологія машинобудування

Література

Додатки

					<i>ЛП72.177246.00-70</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Агрегат для формування ру- кавної плівки з модернізацією головки</i>		
<i>Розроб.</i>		Шумивода					
<i>Перевір.</i>		Шилович					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Затверд.</i>					<i>НТУУ «КПІ»</i>		
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
						1	

РЕФЕРАТ

Метою цієї дипломної роботи є розробка модифікації яка покращить роботу екструзійної головки на тему дипломного бакалаврського проекту «Агрегат для формування рукавної плівки з модернізацією головки».

Робота зроблена на 72 сторінках формату А4 та 6 А1, має 24 посилання на використані джерела інформації.

Основною метою цієї роботи полягає в прийнятті кращого рішення по удосконаленню головки, після проведення літературно-патентного пошуку і проведення ряду розрахунків. Кращим з усіх представлених рішень по покращенню екструзійної головки, було прийнято рішення по модернізації фільтра головки, встановлення фільтри з пружним елементом.

Під час роботи над дипломним проектом було здійснено параметричні, розрахунки на міцність, було визначено перепаду тиску в головці. Зроблені креслення загального вигляду черв'ячного преса, модернізованої головки, технологічної лінії, та головки до модернізації з використанням програмного середовища «Autocad», виконано розрахунки в ANSYS.

Для поліпшення роботи базової екструзійної головки було проведено її модернізацію. З розглянутих 4-ти патентів було обрано патент UA № 102027. В роботу введена встановлення фільтри з пружним елементом що автоматично регулюю тиск за допомогою дроселюючих каналів.

Додаються розроблені правила техніки безпеки на виробництві, охорона праці з відповідними посиланнями на діючі документи, котрі регулюють певні дії при різних ризиках життю робітника.

Ключові слова: ЧЕРВ'ЯЧНИЙ ПРЕС, ЕКСТРУДЕР, ФІЛЬТРА, ЕКСТРУЗІЙНА ГОЛОВКА

ABSTRACT

By the method of graduation robotics € the development of the modification of how to paint the robot an extrusion head on the theme of the bachelor's diploma project "A unit for forming a sleeve with a modernization head".

The robot is broken on 72 A4 and 6 A1 sides, it can be sent 24 hours a day to the Victory Day.

The main method of robotics is to take advantage of a shorter solution for a more sophisticated head, in order to carry out a literary-patent joke and a number of projects. We draw from the presented solutions for the reduced extrusion head, the solution for the modernization of the head filter was taken, the filler was installed with a spring element.

An hour of robotics over the graduation project was started, the parametric The broken armchair of a worm press, a modernized head, a technological line, that head before the modernization of the program medium "Autocad", a victorious rosary in ANSYS.

From 4 patents, the patent UA No. 102027 was revised. A filler with a spring element was introduced into the robot, which automatically regulates the vice behind the additional throttling channels.

The rules of safety technology for virobnistvi are added, protection of law enforcement agencies for various documents, which regulate the singing process during the development of the life of the robot.

Key words: HEART PRES, EXTRUDER, FILERA, EXTRUSION HEAD

Перелік позначень

Діаметр черв'яка, мм	D ;
Ступінь стискування черв'яка	i ;
Робоча довжина черв'яка, мм	l ;
Крок гвинтової лінії, мм	t ;
Ширина гребеня витка каналу черв'яка, мм	e ;
Глибина гвинтового каналу черв'яка, мм	h ;
Довжина шліцевого зачеплення, мм	$L_{\text{шл}}$;
Довжина конічного каналу з конічною щілиною, мм	L ;
Висота щілини на вході мат. в кільцеву щілину, мм	δ_1 ;
Висота щілини на виході мат. з кільцевої щілини, мм	δ_2 ;
Число обертів черв'яка, об/хв	n ;
Зазор між гребенем черв'яка і циліндром, мм	δ ;
Коефіцієнт форми для формуючого інструменту, мм ³	K ;
Продуктивність черв'ячної машини, кг/год	Q ;
Потужність, яка споживається, квт	N ;
Кут підйому нарізки, °	ϕ ;
Площа небезпечного перерізу, мм ³	F ;
Коефіцієнт Пуассона	μ ;
ККД приводу преса	η_1 ;
ККД електродвигуна	η_2 ;
Кількість тепла, кдж/с	Q_N ;
Втрати тепла в оточуюче середовище, кдж/с	$Q_{\text{втр}}$;
Критерій Нуссельт	Nu ;
Критерій Грасгофа	Gr ;

Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Агрегат для формування рукавної плівки з модернізацією
ГОЛОВКИ»

Київ – 2021 року

І Пояснювальна записка

Зміст

Вступ

1. Призначення та галузь застосування виробу
2. Технічна характеристика базової машини
3. Опис конструкції, її основних частин та принципу дії
 - 3.1. Опис ЧП160х25
 - 3.2. Склад лінії виробництва рукавної плівки
4. Обґрунтування обраної конструкції
 - 4.1. Літературний та патентний огляд стану питання обґрунтування запропонованої модернізації
 - 4.2. Висновки за результатами пошуку
5. Охорона праці та навколишнього середовища
 - 5.1. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників
 - 5.2. Повітря робочої зони
 - 5.3. Небезпека впливу елементів устаткування, нагрітих до високих температур
 - 5.4. Виробничий шум
 - 5.5. Небезпека впливу елементів що рухаються і обертових частин
 - 5.6. Пожежна безпека

					ЛП72.177246.01-70ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Шумивода			Агрегат для формування рукавної плівки з модернізацією головки			Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Шилович								1	
Реценз.								НТУУ «КПІ»			
Н. Контр.											
Затверд.											

- 5.7. Системи, що працюють під тиском
- 5.8. Небезпека враження електричним струмом
- 5.9. Розрахунок захисного заземлення
- 5.10. Інструкція з техніки безпеки
- 6. Очікувані механіко-економічні показники та висновки

Література

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В даній роботі була проведена розробка устаткування для виготовлення рукавної плівки з поліетилену високого тиску (ПВТ). Метою розробки стало покращення якості та підвищення продуктивності машини, що розглядалася. Покращення якості та технологічних показників виробу можна досягти за допомогою вдосконалення та автоматизування екструзійної головки. Підвищення економічних показників виготовлення кінцевого продукту досягаємо головним чином за рахунок підвищення продуктивності процесу та зменшення бракованих деталей готового продукту.

У дипломному проєкті ми мали змогу удосконалити конструкцію екструзійної головки, яка входить до складу преса ЧП160х25.

Конструкцію екструзійної головки було модернізовано шляхом застосування обладнання для автоматичного регулювання тиску, що представляє собою фільтеру, яка має сегментні сектори, що охоплюють пружний елемент. Він при деформації сегментних секторів автоматично регулює прохідний переріз дроселюючих каналів фільтери, а конусна поверхня фільтери утворює з корпусом головки кільцевий канал.

Призначення та галузь застосування виробу

Лінія для виробництва рукавної плівки з поліетилену високого тиску призначена для виробництва рукавної плівки з поліетилену високого тиску має наступні технічні вимоги: номінальна ширина 960 мм, товщина 0.45.....1 мм, які знайшли своє застосування для пакування, або створення нової одноразової упаковки в харчовій промисловості.

Основним споживачем даної лінії являються підприємства харчової промисловості, що працюють з сипкими виробами, а також підприємства для створення різноманітного пакування з полімерів.

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кліматичне виконання лінії – УХЛ4, ГОСТ 15150.

Лінію потрібно експлуатувати в умовах закритого приміщення, яке обладнане приточно-витяжною вентиляцією, у якого відсутністній перепад температури та вологості.

Категорія виробництва і класи зон розміщення електрообладнання:

- 1) категорія виробництва – “У” по СНіП 2.09.02-85;
- 2) клас П-11а по ПУЕ
- 3) температура зовнішнього середовища (20 ± 5)°С у будь-який час року, відносна вологість не більше 80% при температурі 20°С.

Не допускаються протяги, які впливають на температурний режим робочих органів обладнання та рівномірність охолодження матеріалу, що підлягає екструзіюванню.

Матеріал, який перероблюється на наведеному вище агрегаті.

Рекомендована рецептура для виробництва листів із полістиролу наведена в таблиці 1.

Таблиця 1.1- Характеристика полімерів

Назва компонента	ГОСТ, ТУ на компонент	Масова доля компонента в суміші, %
1.Вторинний полістирол	ГОСТ 16337-77 марка 276-75	78
2. Первинний високоякісний полістирол	ГОСТ 16338-77 марка 158-020	20
3.Концентрат барвника		2

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика базової машини

Основні технічні характеристики лінії приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1- Характеристики лінії виробництва

Назва параметра	Значення параметра	
	Нормальне	Фактичне
1. Продуктивність лінії при номінальній товщині матеріалу 1,5 мм, кг/год.	135-140	
2. Розміри листових матеріалів, що випускаються, мм: товщина ширина	0,45.....1 960±5	
3. Встановлена потужність, кВт	55	
4. Потужність, що вживається, кВт, не більше	50	
5. Габаритні розміри, мм, не більше: довжина ширина висота	6420 3030 4180	
6. Маса, кг, не більше	7950	

7. Електропостачання – від трьохфазної електричної мережі перемінного струму із глухозаземленою нейтраллю: напруга, В частота, Гц вимоги до якості електроенергії згідно ГОСТ13109-97	380/220 50	
8. Водопостачання – від мережі промислового водопостачання жорсткістю не більше 5 мг-екв/л або питної води по ГОСТ 2874-82: 1) тиск води в джерелі, МПа (кгс/см²) 2) перепад тиску води при оборотному водопостачанні в напірній та зливній магістралях, МПа (кгс/см²) 3) температура води в мережі, °С, не більше	0,4-0,6 (4-6) 0,2 (2) 25	

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Постачання повітря – стиснуте повітря для живлення пневматичних пристроїв, забрудненістю не більше 9 класу по ГОСТ 17433-80 від цехового джерела: тиск повітря, МПа (кгс/см ²) об'ємна витрата стиснутого повітря, м ³ /год, не більше	0,4-0,6 (4-6) 5	
10. Питома маса, кг на кг/год, не більше (при продуктивності 140 кг/год)	134	
11. Питома витрата електроенергії, кВт·ч/кг, не більше (при продуктивності 135 кг/год)	1,38	

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Опис конструкції її основних частин та принципу дії

3.1 Опис ЧП160х25

Прес черв'ячний ЧП160х25 (рисунок 3.1) має такий принцип дії, що наводиться нижче і наступні основні частини:

Полімерний матеріал з бункера (3) надходить в матеріальний циліндр (2), де захоплюється обертовим черв'яком (1) і транспортується до формуючої головки, фрагмент якої показаний позицією (7).

При цьому полімер який знаходиться в першій, що живить, зоні черв'яка (l_1) розм'якшується і ущільнюється в пробку. В зоні стиснення (l_2) він розплавляється, а в зоні дозування (l_3) вже гомогенізується і готується до подачі в формуючу головку.

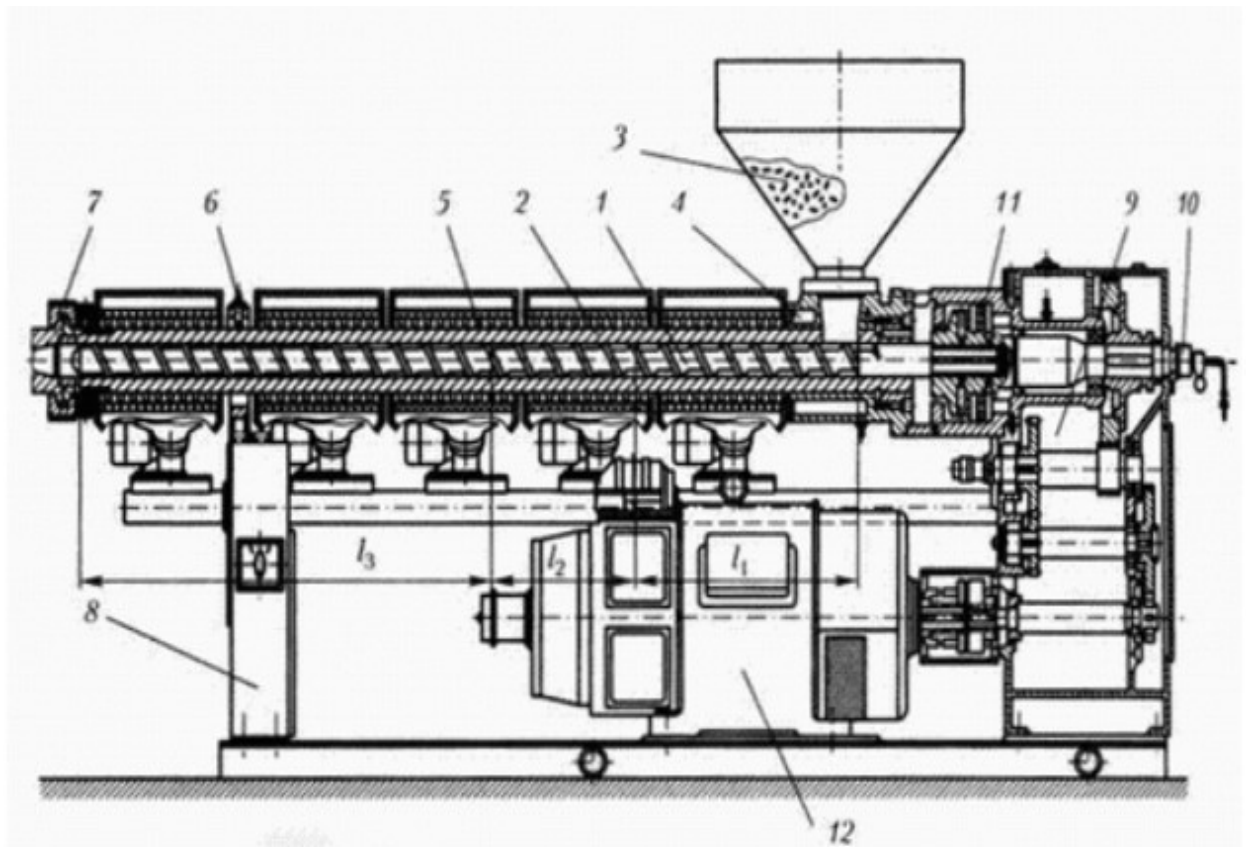


Рис. 3.1 Прес черв'ячний 160х25

1-шнек; 2-матеріальний циліндр; 3-завантажувальний бункер; 4-охолоджуючі канали; 5-кільцеві зонні нагрівники; 6-термопары; 7-формуюча

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

головка; 8-корпус екструдера; 9-механічна передача; 10-патрубок для відводу охолоджуючої води; 11-підшипниковий вузол; 12-електродвигун.

Для забезпечення необхідного теплового режиму і умов транспортування на матеріальному циліндрі встановлюються зонні кільцеві нагрівачі (5), що мають індивідуальні вентиляційні пристрої; ділянка циліндра розташована поблизу завантажувального отвору охолоджується водою по каналах (4), а для контролю температури служать термопари (6).

Конструкція черв'яка, як правило, передбачає його внутрішнє охолодження водою, яка має подаватися і відводитись через пристрій (10). Черв'як отримує обертання від електромеханічного приводу. Він складається з електродвигуна (12) постійного чи змінного струму, а також редуктивної механічної передачі (9). Осьове зусилля, що діє на черв'як в напрямку, протилежному транспортуванню розплаву, сприймається підшипниковий вузлом (11). Всі робочі вузли екструдера змонтовані в корпусі (8).

Товстостінний циліндричний корпус – це основний робочий орган пресів. У ньому обертається черв'як (шнек). Черв'яки, діаметр яких лежить у межах від 20 до 500 мм і більше, характеризуються геометрією (профілем) поперечного перерізу каналу, довжиною нарізки, кроком, ступенем стиску і числом заходів нарізки.

Під час обертання черв'яка матеріал транспортується по гвинтовому каналу, який був утворений внутрішньою поверхнею циліндра і нарізкою черв'яка.

Транспортування супроводжується інтенсивними деформаціями матеріалу та зростанням тиску. Одночасно з цим відбуваються самі різноманітні процеси:

- нагрівання матеріалу за рахунок енергії дисипації та енергії, що відводиться від системи нагрівання циліндра;

- розпочаті температурою, що зростає та тиском хімічні, фазові та інші перетворення,

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

-ущільнення та монолітизація сипких матеріалів; змішування компонентів;

-знешкодження з матеріалів газоподібних та інших компонентів.

У зоні живлення відбувається прийом матеріалу, що переробляється, і його переміщення за напрямком до зони плавлення й ущільнення. Для підвищення продуктивності зона завантаження виконується з великим об'ємом гвинтового каналу черв'яка.

У зоні плавлення відбувається розплавлювання полімеру, його ущільнення і дегазація. Щоб ефективно провести дані процеси канал черв'яка в зоні плавлення виконується з поступово зменшуваним об'ємом. Це зазвичай досягається зі зменшенням глибини каналу, кроку гвинтової лінії чи обох параметрів.

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

Довжина функціональних зон екструдера може змінюватись в значних межах у залежності від властивостей матеріалу, що перероблюється, і особливостей технології для переробки.

Черв'як за допомогою шліцьового з'єднання приєднується до перехідної втулки блоку радіально-упорних підшипників. Даний вал приєднаний до тихохідного редуктора шліцьовим з'єднанням.

Формувальну головку кріпимо до циліндра екструдера фланцевим з'єднанням.

Корпус складається з завантажувальної і плавильної частини. Всі частини з'єднуються за допомогою фланців. Також за допомогою фланців приєднуємо блок радіально-упорних підшипників до зворотного боку корпусу завантажувальної частини. На плавильну частину корпусу встановлюються нагрівачі, завдяки ним корпус нагрівається і відбувається розплавлення полімеру. Завантажувальна частина корпусу має канали для подачі води, щоб охолоджувати екструдер.

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Склад лінії виробництва рукавної плівки

Лінія виробництва рукавної плівки складається із наступних основних машин і пристроїв (рисунок 3.2):

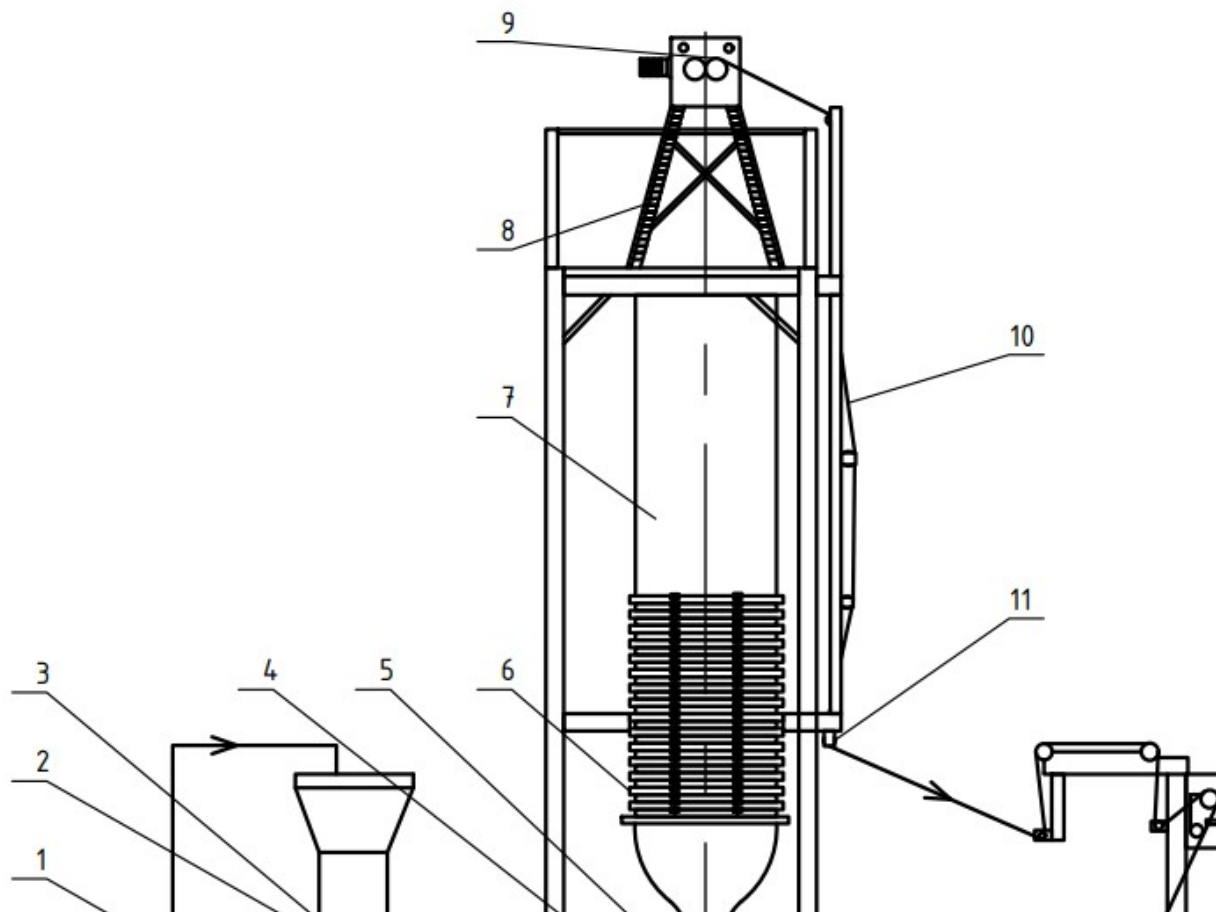


Рисунок 3.2 - Лінія виробництва рукавної плівки

Підсушені гранули за допомогою пневмо- або вакуумного пристрою (1) подаються до бункера (2) екструдера (3). Під дією сили тяжіння гранули просуваються донизу і заповнюють міжвитковий простір шнека в зоні харчування. Шнек просуває полімер обертливими рухами уздовж циліндра в наступні зони, і в формуючу кільцеву кутову головку (4). У головці розплав розтинають дорном, набуваючи на виході форму рукава (7).

Охолодження надходить з щілини кільця повітряного охолодження (5) повітрям і надає рукаву формотримкість. Момент затвердіння розплаву, а у

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випадку полімеру, що кристалізується - кристалізації фіксується з появою характерного кордону помутніння рукава, тобто лінії кристалізації. До цієї лінії екструдат-рукав розтягується по довжині тягнучими валами (9), а по діаметру роздувається повітрям, що знаходиться всередині рукава.

Роздув рукавної заготовки забезпечується подачею повітря через спеціальний канал, з'єднаний з ресивером і компресором. Повітря подається періодично по мірі його витоків при виникненні в рукаві розривів (наприклад, при попаданні сторонніх включень в екструдат), а також через нещільно прилягаючи один до одного шари плівки в зазорі між валками (в разі істотної різномовщинності плівки).

Після лінії кристалізації витягнута в двох або в одному напрямку плівка (10) охолоджується за рахунок повітря навколишнього середовища. Потім плівку поступово складають щокими (8), які розходяться під деяким кутом. Вони вирівнюють довжину шляху різних ділянок по периметру рукава і запобігають появі поперечних складок.

Рух і витяжка плівки здійснюються щільно притиснутою до неї парою проміжних валів (11), один з яких прогумований. Далі рукав в складеному вигляді або розрізається по боках ножами (12) і намотується на дві бабіни (13) одинарним шаром, або не розрізається і намотується подвійним шаром на одну бабину. Відрізані кромки відправляються на переробку в гранулятор і знову додаються в первинний полімерний матеріал [1].

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Обґрунтування обраної конструкції

4.1 Літературний та патентний огляд стану питання обґрунтування запропонованої модернізації .

У патенті [21] формуюча головка екструдера з регульованим перепадом тиску містить корпус, закріплену в ньому за допомогою пустотілих утримувачів фільтру, яка має сегментні сектори, що охоплюють пружний елемент. Вона відрізняється тим, що пружний елемент фільтри при деформації сегментних секторів має автоматичну регуляцію прохідного перерізу дроселюючих каналів фільтри, а її конусна поверхня утворює з корпусом головки кільцевий канал. Гідравлічний опір даного каналу змінюється гнучкою хвильовою оболонкою при деформації мембрани.

В основу запропонованої корисної моделі була поставлена задача стабілізації перепаду тиску в формуючій головці екструдера при зміні технологічних параметрів процесу екструдювання. Це може відбутися за рахунок автоматичного регулювання прохідних перерізів дроселюючих формуючих каналів.

Сировина, що переробляється, під дією температури і тиску, який створюється шнеком екструдера перетворюється в пластичну масу і подається в предматричну камеру формуючої головки. Результатом того, що випукла поверхня (форма квадратичної параболи) пружного елемента, спрямовується в бік входу матеріалу, а дроселюючі канали мають різну довжину, що зменшується від осі фільтри в радіальному напрямку, через що відбувається вирівнювання поперечного градієнта тиску і ліквідується кутова компонента швидкості (закрутка потоку викликана обертанням шнека). Якщо відбудеться перевищення максимально допустимої величини тиску в предматричній зоні відбувається радіальне (відносно до осі формуючої головки) переміщення штока в пустотілому тримачі, що може призвести до деформації сегментних секторів і зміни поперечного перерізу дроселюючих каналів пружного еле-

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мента 4 (Рис 4.1). Крім того, перепад тиску в формуючій головці регулюється зміною площі поперечного перерізу кільцевого конічного каналу. За рахунок цього створюються умови для формування потоку матеріалу, що переробляється з рівномірним розподілом швидкостей по перерізу і стабілізованим перепадом тиску в головці, що сприяє отриманню виробів високої якості.

Порушення сталого режиму роботи екструдера (пульсації продуктивності і тиску), зміна складу і реологічних властивостей сировини, що переробляється, призводить до дестабілізації тиску в формуючій головці і вимагає оперативного впливу, пов'язаного зі зміною площі поперечних перерізів дроселюючих каналів фільтри.

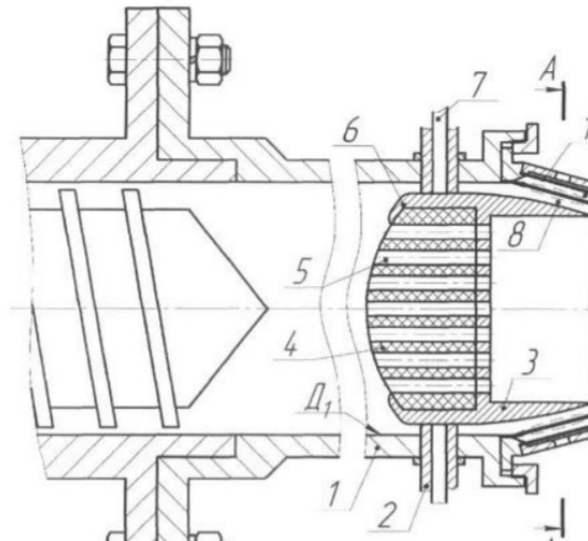


Рис 4.1-Конструкція головки з регульованим перепадом тиску

В основу корисної моделі [22] поставлено задачу удосконалення головки екструдера, щоб на ній була можливість одержувати труби різного діаметра змінюючи лише її формуючу частину. Також, щоб внутрішня поверхня тонкої трубної оболонки, яка отримується бути шерсткою. Досягається рішення технічної задачі за рахунок того, що головка екструдера містить корпус з вхідним і вихідним отворами. У корпусі встановлено дорнотримач із спіральними канавками, дорн і матриця (Рис.4.2) . Вони утворюють з корпусом робочий кільцевий канал, в якому перед вихідним отвором розташована

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

формувальна ділянка, довжина якої дорівнює від 20 товщин стінок труби, яка формується.

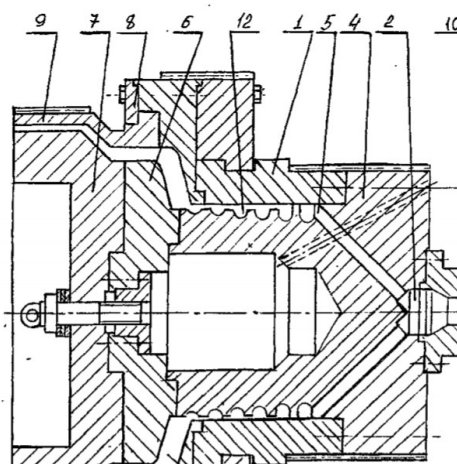


Рис.4.2- Конструкція головки з змінним формуючим інструментом

Формуюча головка що представляється в патенті [23] для виготовлення рукавної полімерної плівки містить формуючу втулку і дорн з кільцевою порожниною, канал подачі рідини і канал подачі стисненого повітря. Формуюча втулка виконується з кільцевою порожниною, а кільцева порожнина утворюється циліндричними поверхнями, співвісними з внутрішньою поверхнею формуючої втулки (Рис.4.3).

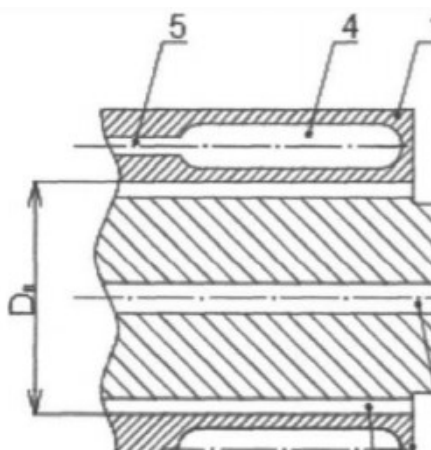


Рис.4.3 Модернізація формуючої головки

Екструзійна головка[24] звернена вниз і виконана у вигляді поєднаного з перехідним фланцем корпусу, всередині якого розташований направляючий конус, в якому закріплено порожнистий дорн, на вихідному кінці дорна встановлена з гарантованим зазором матриця, що базується в корпусі, до вхідного кінця дорна приєднана система роздування рукава, а в перехідному фланці на

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виході з екструдера встановлено фільтр, в системі охолодження рукава охолоджуючий елемент виконаний у вигляді охоплює рукав кільця, встановленого під екструзійною головкою і має можливість осьового і радіального переміщення щодо рукава, при цьому вузол протягування і намотування виконаний у вигляді корпусу, в якому встановлені осі для протягують валків і вихідна вісь, на одному кінці якої встановлений фрикціон, а на іншому кінці - барабан намотування, виконаний у вигляді ступиці, з'єднаних між собою за допомогою шарнірно закріплених на них планок, при цьому одна з маточин має можливість переміщення вздовж вихідний осі.

В патенті поставлена задача може вирішитись тим, що екструзійна головка обернена донизу і виконана у вигляді з'єднаного з перехідним фланцем корпусу, пустотілий дорн, на вихідному кінці дорну встановлена з гарантованим зазором матриця, яка базується в корпусі, до вхідного кінця дорну приєднана система роздуву рукава, а в перехідному фланці на виході із екструдера встановлений фільтр, система охолодження рукава охолоджуючий елемент виконаний у вигляді охоплюючого рукав кільця, установленого під екструзійною голівкою яка має можливість осьового і радіального переміщення відносно рукава, при цьому вузол протягування і намотки виконаний у вигляді корпусу, в якому встановлені осі для протягуючих валків і вихідна вісь, на одному кінці якої встановлений фрикціон, а на другому кінці барабан намотки виконаний у вигляді ступиць, з'єднаних між собою через шарнірно закріплених на них планки, при цьому одна зі ступиць має можливість переміщення вздовж вихідної вісі.

4.2 Висновки за результатами пошуку.

Об'єктом патентних досліджень визначено обладнання для виробництва рукавної плівки.

Для визначення і обґрунтування технічного рівня розробки було проведено вивчення патентної і науково-технічної інформації в галузі сучасного

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стану і напрямку розвитку обладнання для виробництва рукавних полімерних матеріалів.

Було проаналізовано аналогічні технічні рішення патенту на корисну модель головки екструдера з регульованим перепадом тиску. Вибраний патент № 102027; МПК В29С 47/16 (2006.01) забезпечує необхідний рівень автоматизації процесу виробництва рукавної полімерної плівки, а також зменшує відсоток браку виробу, що сприяє підвищенню механіко-економічних показників.

5. Охорона праці та навколишнього середовища

Закон про охорону праці в Україні був прийнятий 15 жовтня 1992 року.

Цей законодавчий акт поширюється на підприємства усіх форм власності і всіх працюючих громадян країни.

Закон України про охорону праці встановлює пріоритет життя і здоров'я працюючих, комплексне рішення програми праці, соціальний захист працівників потерпілих у результаті нещасного випадку.

Законом установлюються нормативні документи, вимоги яких відповідають міжнародним нормам і правилам.

Поліпшення умов праці, підвищення його безпеки впливають на результати виробництва, на продуктивність праці, якість і собівартість продукції, що випускається.

5.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами роботи на ТПА є:

- параметри повітря робочої зони (виділення в повітря шкідливих речовин, що утворюються в процесі роботи);
- виробничий шум, створюваний електродвигунами, вентиляторами;

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вплив елементів машини що рухаються й обертаються (деталей електродвигунів, редукторів, черв'яків, ланцюгів);
- враження електричним струмом (електромережа живлення установки);
- можливість виникнення пожежі;
- виробниче освітлення;
- наявність трубопроводів під тиском;
- наявність елементів устаткування, нагрітих до високих температур.

5.2 Повітря робочої зони

Робота оператора на установці – це важка фізична праця, тому що машина працює в умовах шуму, шкідливих випарів і температур, тому енергозатрати оператора складають більш ніж 275 ккал.

Оптимальні і фактичні параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні приведені в таблиці 5.1, а виділення шкідливих речовин у робочу зону в таблиці 5.2.

Таблиця 5.1- Вологість повітря

Пора року	Категорія робіт	Відносна вологість, %		Оп- тимальна	Фа- ктична
		Фактична	Оптимальна		
Холодний та перехідний періоди року	Середньої важкості	21-24	40-60	0,2	0.1-0.12
Теплий період року	Середньої важкості	26-30	40-60	0.1-0.3	0.15-0.2

Фактична температура повітря у теплий період року перевищує оптимальну, тому необхідно встановити кондиціонери для охолодження повітря.

Таблиця 5.2- Склад повітря

Речовина	Концентрація	
	Допустима, мг/м ³	Фактична, мг/м ³
Етилен	10	8
CO	20	16
CO ₂	0.03	0.01-0.02
PbO и CoO	0.01	0.005-0.009
Формальдегіди	5	3

Параметри повітря робочої зони і видалення шкідливих речовин полімерів, що виділяються при переробці, і їхня нейтралізація повинні забезпечуватися виробником за допомогою відповідних пристроїв і засобів, що передбачаються при проектуванні виробничих приміщень.

При цьому ефективність пристроїв така, щоб масова концентрація шкідливих речовин і запиленість повітря в зоні обслуговування не перевищувала санітарних норм, встановлених ГОСТ 12.1.005-88 і

СНіП 2 04.05-84 для вентиляції.

Для загального обміну вентиляцією застосовується механічна приточно-витяжна вентиляція.

5.3 Небезпека впливу елементів устаткування, нагрітих до високих температур

Небезпечними елементами литьової машини є поверхні корпусу і пресформи, температура яких може досягати 200⁰С.

Наслідком дотику до нагрітих поверхонь можуть стати різноманітні травми та опіки. Щоб уникнути травм нагріті елементи лінії закриваються

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальними кожухами і маркіруються попереджувачими знаками про наявність високої температури. Попереджувачі знаки ставляться на поверхні, температура яких перевищує 45⁰С, що відповідає СН 245-71.

5.4 Виробничий шум

Основними джерелами шуму є електродвигуни, редуктори, ланцюгові передачі. Рівень звукового тиску в октавних смугах частот, рівень звуку й еквівалентні рівні звуку для постійних робочих місць при працюючій лінії повинні не перевищувати допустимих норм, установлених за ДСН 3.3.6.037-99.

Рівень шуму на робочому місці знаходиться у припустимих межах, тому що рівень шуму створюваний вентиляторами й електроустаткуванням складає 110дБА.

Шуми, створювані устаткуванням, переважно знаходяться в діапазоні 250-2000Гц.

Зменшення механічного шуму в машині для лиття під тиском можна досягти з допомогою:

- примусового змащування поверхонь тертя, $\Delta P=4$ дБА;
- балансування обертових елементів, $P=6$ дБа;
- ущільнюючих матеріалів і пружних вставок у з'єднання, і передачу при цьому коливань від однієї деталі до іншої, $P=5$ дБа;
- своєчасне усунення несправності, $\Delta P=3$ дБА.
- Фактичний рівень 75 дБА

Величина загальної технічної вібрації на постійних робочих місцях при працюючій машині не перевищує норм установлених за ДСН3.36.037-99.

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5 Небезпека впливу елементів що рухаються і обертових частин

Рухливими частинами екструзійної машини є: муфти, ротори електродвигуни, черв'як, підшипники, вентилятори.

В запобіганні нещасливих випадків всі обертові і частини, що рухаються, закриті суцільним чи сітчастим огородженням. Розміри сторін осередків сітчастого огородження не більш 10 мм.

Експлуатувати лінію зі знятими огородженнями забороняється. Також забороняється проводити ремонт і налагодження вузлів лінії під час її роботи.

5.6 Пожежна безпека

Температура запалення полістиролу, що переробляється, складає порядку 300-350⁰С. Категорія приміщення ОНТП24-86-В, клас зони обладнання (ПУЄ)-П-Па.

Для гасіння невеликих ділянок загоряння при відключеному електроустаткуванні застосовують вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (2 шт.) і пінні вогнегасники ОХП-10 (1 шт.). Для гасіння включених електромереж застосовують порошкові вогнегасники ОП-10 (1 шт.).

Ширина прорізу двері еваковиходу – 2 метри. Кількість виходів – не менш двох. Двері відкриваються назовні (СНіП 2.09.02-85).

5.7 Системи, що працюють під тиском

В литьовій машині присутні трубопроводи, по яких транспортується охолодна чи рідина повітря під тиском 0,4-0,6 МПа. Також величезний тиск створюється в корпусі. При досягненні тиском критичного значення на пульті керування загоряється сигнальна лампа, а також спрацьовує звукова сигналізація.

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до ГОСТ 14201-79 установлена пізнавальне фарбування трубопроводів: вода – зелений; повітря – синій; пальні рідини (олії) – коричневий.

5.8 Небезпека враження електричним струмом

Червячний прес відноситься до категорії підвищеної небезпеки. Для машини використовується трифазна напруга 380В з частотою 50Гц з ізольованою нейтраллю.

Основними мірами захисту є:

1. Забезпечення неприступності струмоведучих частин, що знаходяться під напругою (розташування їх на недоступній висоті), для випадкового дотику, $H=3\text{м}$.

2. Використання щитків, спеціальних знаків небезпеки, що попереджають людини про наявність високої температури, можливості поразки електричним струмом і т.д.(кожною з небезпеки відповідає свій попереджувальний знак).

3. Організація безпечної експлуатації електроустаткування, перед роботою установку перевіряють фахівці, вона проходить спробну експлуатацію.

4. Усунення небезпеки з появою напруг на корпусах, кожухах і інших частинах електроустаткування, що досягається використанням захисного заземлення, подвійної ізоляції.

У зв'язку з тим що на ділянці встановлюється трифазна чотирьох провідна мережа з напругою 380/220В, використовується захисне заземлення.

Для трьохпроводної мережі з ізольованою нейтраллю при нормальному режимі роботи у випадку дотику до однієї фази струм через людину дорівнює, відповідно до ГОСТ 12.1.038-82:

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як величину довгострокового припустимого струму при нормальних умовах приймаємо силу струму рівну 0,01А.

Допустиму величину напруги дотику знаходимо як добуток припустимої сили струму на опір людини:

$$U_{\partial} = I_r \cdot R_r$$

Для тривалого перебування під напругою $U_{\partial} = 0,01 \cdot 1200 = 12\text{В}$.

Для короткочасного перебування під напругою $U_{\partial} = 0,065 \cdot 1200 = 71\text{В}$.

З метою запобігання травм, рекомендується застосовувати наступні запобіжні заходи:

- рубильник включення устаткування помістити в спеціальні шафи;
- передбачити спеціальне відключення електродвигунів, вентиляторів, нагрівачів у випадку влучення людини під напругу;

Заземлення установки виконати відповідно до ГОСТ 12.1.030-81. Біля затисків заземлення нанести незмивною фарбою знаки "земля" за ГОСТ 124.026-76.

Електрична міцність ізоляції перевіряється на іспитову напругу 200В частотою 50Гц у плінні однієї хвилини. Опір ізоляції не менш 0,5 МОм. Електрична апаратура встановлена усередині робітників приміщень має ступінь захисту IP-54 ГОСТ 14254-80.

Ступінь захисту електричної апаратури усередині приміщень контролюється за ГОСТ 14254-80.

В аварійному режимі захисне заземлення з $R_3 = 2.7\text{Ом}$, що відповідає ГОСТ 21.1.030-81

5.9. Розрахунок захисного заземлення

Живляча напруга 380В, частота 50Гц. Допускається заземлення з опором, згідно даним ПУЭ $R_{\partial} = 4\text{ Ом}$.

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При пристрої штучних заземлень, їхній опір повинний бути дорівнює чи менше припустимого: $R_{\text{н}} \leq R_{\text{д}} = 40 \text{ Ом}$

Розрахункові геометричні розміри опору заземлення зі сталевих стрижнів діаметром $D=0.014\text{м}$, приймаємо рівним питомому опору ґрунту $R_{\text{гр}}=20 \text{ Ом}$.

Опір розтіканню струму з одного вертикального електрода:

$$R_1 = \frac{R_{\text{сп}}}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot L}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) ;$$

де t —відстань від центра електрода до поверхні землі,

$t \geq 2\text{м}$ при $L=3\text{м}$, приймаємо $t=2.5\text{м}$

$$R_1 = \frac{20}{2 \cdot 3.14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0.014} + 0.5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2.5 + 3}{4 \cdot 2.5 - 3} \right) = 6.73 \text{ Ом} ;$$

Опір одного електрода більше припустимого, тому включаємо паралельно кілька вертикальних електродів. Їхня кількість визначаємо по формулі:

$$n = \frac{R_1}{\eta \cdot R_{\text{д}}} = \frac{6.73}{0.7 \cdot 4} = 2.4 ;$$

Де η —коефіцієнт взаємного екранування , $\eta=0.7$

З'єднання вертикальних електродів будемо виконувати металевою смужкою перетином $4 \times 40 \text{ мм}$.

Довжина смуги:

$$L_n = a \cdot (n - 1) = 1 \cdot (3 - 1) = 2 \text{ м}$$

де a — відстань між електродами, приймаємо $a=1 \text{ м}$

Опір розтіканню струму сполучної смуги:

$$R_n = \frac{R_{\text{сп}}}{2 \cdot \pi \cdot L_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{b \cdot t} \cdot \eta_n ;$$

де b і t —ширина і товщина смуги, приймаємо $b=0.004\text{м}$, $t=0.04\text{м}$

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

η_n - коефіцієнт використання смуги, приймаємо $\eta_n=0.7$

Тоді:

$$R_n = \frac{20}{2 \cdot 3.14 \cdot 2} \cdot \ln \frac{2 \cdot 3^2}{0.004 \cdot 0.04 \cdot 0.7} = 17.9 \text{ Ом} ;$$

Еквівалентний опір заземлення буде дорівнює:

$$R_{\text{з}} = \frac{R_1 \cdot R_n}{R_1 + R_n \cdot \eta_n \cdot n} = \frac{6.73 \cdot 17.9}{6.73 + 17.9 \cdot 0.7 \cdot 3} = 2.7 \text{ Ом} ;$$

5.10. Інструкція з техніки безпеки

До обслуговування литьової машини допускаються люди, що пройшли спеціальне навчання – інструктаж з техніки безпеки.

Персонал, що обслуговує литьову машину, проходить інструктаж з техніки безпеки вступний - при надходженні на роботу, первинний – на робочому місці, повторний – не рідше двох разів у рік.

Перед початком роботи робітник зобов'язаний:

- перевірити справність усіх механізмів;
- переконатися в наявності тиску у всіх трубопроводах і змащення у всій системі;
- переконатися в справності контрольно-вимірювальних приладів;
- переконатися в чистоті робочого місця;
- переконатися в справності водяної комунікації (шляхом огляду) і вентиляції (включенням);
- переконатися в наявності заземлення;

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відкриті обертові вали, муфти, ланцюги приводів повинні бути обгороджені спеціальними пристроями і кожухами. Експлуатувати агрегати зі знятими кожухами строго заборонено.

Забороняється робити налагодження і ремонт лінії, що працює в автоматичному режимі.

Робота машини допускається при наявності в цеху проточно-витяжної вентиляції, установлюваної по місцеві.

У схемі керування пуском агрегату передбачена передпускова, попереджувальна сигналізація – світлова і звукова, з'єднані з пусковим пристроєм і попередні пуску.

Для безпечної роботи на лінії передбачений ряд блокувань: робота електродвигуна привода черв'ячної машини і його пуск можливі тільки при наявності тиску в системі змащення агрегату, а також при наявності матеріалу в завантажувальній лійці черв'ячної машини при закритих дверцятах завантажувального бункера.

Про всі несправності необхідно негайно доповідати механіку. Робітники, що обслуговують литьову машину повинні бути одягнені в покладену по техніці безпеки спецодяг. При перевірці частин машини, що можуть бути під впливом температури, оператор повинний використовувати рукавиці типу АТВ ДСТ 12.4010-75, причому останні повинні вільно надіватися на руки і нічим не закріплюватися на зап'ястях.

Для безпечної роботи на робочих місцях, у проходах не повинне бути сторонніх предметів, а також олій, бруду.

Забороняється проводити налагоджувальні і ремонтні роботи на пульті керування без відключення напруги 380 В, у щитах: (автоматики і силового).

Агрегат повинний бути заземлений, і кожна шафа, щит, пульт керування повинний бути приєднаний до заземлювачу чи магістралі, що зазем-

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лює, за допомогою окремого отвору. Провідники, що заземлюють, розташовані в приміщенні повинні бути доступні для огляду.

Дотримання всіх правил техніки безпеки забезпечує здоров'я обслуговуючого персоналу, що у свою чергу спричиняє збільшення продуктивності.

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Очікувані механіко-економічні показники та висновки

Таблиця 6.1-Відомості про лінію виробництва

№	Найменування параметру і розміру	Норма
1	Продуктивність, кг/год	140
2	Габаритні розміри, мм:	
	— довжина	6420
	— ширина	3030
	— висота	4180
3	Маса, кг	7950
4	Вартість, грн	370000
5	Термін служби, рік	10
6	Кількість обслуговуючого персоналу, чел	2
7	Встановлена потужність електрообладнання та електронагрівачів, кВт	240
8	Потужність, що використовується, кВт	140

В даному дипломному проекті була проведена модернізація екструзійної головки для виробництва рукавної плівки. Після проведення патентних досліджень по Україні, а також вивчення новітніх розробок провідних виробників в полімерному машинобудуванні, ми дійшли висновку про необхідність модернізації головки та філь'єри для регулювання тиску. Вони є складовою частиною лінії для виробництва рукавної плівки. Модернізація спрямована на поліпшення якості та однорідності екструданта, що особливо важливо при використанні вторинних полімерних матеріалів. Сутністю модернізації є встановлення філь'єри при деформації сегментних секторів якої автоматично регулює прохідний переріз дроселюючих каналів фільєри, а конусна поверхня фільєри утворює з корпусом головки кільцевий канал.

В результаті модернізації були проведені параметричні, теплові, економічні розрахунки та розрахунки на міцність.

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметричні розрахунки підтвердили працездатність базових вузлів лінії для виробництва рукавної плівки. Більш того, використання сучасних електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) дозволило провести параметричні розрахунки не тільки з дуже високою точністю, але й використовувати найпотужніші алгоритми, що в свою чергу гарантують в рази кращий результат.

Проведений тепловий розрахунок з урахуванням можливих відхилень температури зовнішнього охолоджуючого повітря і теплофізичних властивостей полімеру підтвердив, що обрана схема охолодження із зовнішнім та внутрішнім теплообміном зможе забезпечити оптимальну температуру та висоту зони формування.

Розрахунки на міцність довели, що в результаті проведених параметричних розрахунків геометрія черв'яка була обрана вірно. Конструкція черв'яка здатна підтримувати заплановану продуктивність екструдеру, що в свою чергу забезпечує потрібну продуктивність всієї лінії для виробництва полімерних листів.

Отримані результати довели, що проведена модернізація збільшить прибуток виробника за рахунок підвищення якості виробу та продуктивності лінії, що і є ціллю будь-якого удосконалення виробництва.

					ЛП72.177246.01-70ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунки
до дипломного проекту
на тему: «Агрегат для формування рукавної плівки з модернізацією
ГОЛОВКИ»

Київ – 2021 року

II Розрахунки

Зміст

1. Параметричні Розрахунки

1.1. Розрахунок геометрії черв'яка

1.2. Визначення коефіцієнта геометричної форми головки

1.3. Продуктивність машини по зоні дозування з урахуванням впливу головки

1.4. Визначення перепаду тиску в головці

1.5. Визначення потрібної потужності приводного двигуна

2. Розрахунки на міцність та жорсткість

2.1. Розрахунок черв'яка на стиск

2.2. Розрахунок корпусу екструдера на міцність

3. Тепловий Розрахунок

4. Розрахунок в Ansys

					ЛП72.177246.02-70PP							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розроб.		Шумивода			Агрегат для формування рукавної плівки з модернізацією головки				Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Шилович									1	
Реценз.									НТУУ «КПІ»			
Н. Контр.												
Затверд.												

1 Параметричні Розрахунки

1.1 Розрахунок геометрії черв'яка

Черв'як є основним вузлом черв'ячної машини і призначений для транспортування матеріалу від завантажувальної воронки до формуючої головки, а також для пластикації гранул, ретельного перемішування розплаву і набору необхідного тиску для видавлювання з головки.

Діаметр черв'яка є одним із основних параметрів, що характеризують продуктивність черв'ячної машини.

У представленій роботі використовується екструдер з черв'яком діаметром $D=160$ мм, відношення довжини робочої частини до його діаметра $L/D=25$.

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

Вихідні дані:

- діаметр черв'яка $D=160$ мм;
- ступінь стискування черв'яка $i=2,1$;
- відношення робочої довжини черв'яка до діаметра..... $\frac{L}{D}=25$.

Розрахунок проведено відповідно до методики [1].

Робоча довжина черв'яка:

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

$$L = 25 \cdot 0,16 = 4 \text{ м} = 400 \text{ см}.$$

					ЛП72.177246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Довжина зони дозування черв'яка при $L = 4000$ мм:

$$L_H = 0,4L,$$

$$L_H = 0,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ м} = 160 \text{ см}.$$

Довжина зони завантаження черв'яка:

$$L_3 = 0,25L,$$

$$L_3 = 0,25 \cdot 4 = 1 \text{ м} = 100 \text{ см}.$$

Довжина зони плавлення та стискання черв'яка:

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

$$L_C = 4 - 1,6 - 1 = 1,4 \text{ м} = 140 \text{ см}.$$

Визначаємо крок гвинтової лінії, якщо діаметр черв'яка $D=0,160$ м:

$$t = 1,03D,$$

$$t = 1,03 \cdot 0,16 = 0,1648 \text{ м} = 16,48 \text{ см}.$$

Ширина гребеня витка каналу черв'яка:

$$e = 0,08D,$$

$$e = 0,08 \cdot 0,160 = 0,0128 \text{ м} = 1,28 \text{ см}.$$

Глибина гвинтового каналу черв'яка в зоні завантаження:

$$h_1 = 0,127D,$$

$$h_1 = 0,127 \cdot 0,16 = 0,02 \text{ м} = 2 \text{ см}.$$

Глибина гвинтового каналу черв'яка у зоні дозування:

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

$$h_2 = 0,5 \left[0,16 - \sqrt{0,16^2 - \frac{4 \cdot 0,02}{2,1}(0,16 - 0,02)} \right] = 0,0088 \text{ м} = 0,88 \text{ см}.$$

Довжина шліцевого зачеплення приймається: $L_{\text{шл}} = 100$ мм.

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_2 = \frac{\pi(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)}{6 \cdot L \cdot m},$$

де R_1 - середній радіус отвору на вході;

R_0 - середний радіус отвору на виході;

δ_1 -висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;

δ_2 -висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини;

L -довжина кінцевого каналу з кінцевою щілиною.

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

$$m = \frac{2,3(50-77)^2}{(50 \cdot 3 - 77 \cdot 4,5)^2} \cdot \lg \frac{50 \cdot 3}{77 \cdot 4,5} - \frac{(50-77) \cdot (3-4,5)}{(50 \cdot 3 - 77 \cdot 4,5) \cdot 3 \cdot 4,5} - \frac{3^2 - 4,5^2}{2 \cdot 3^2 \cdot 4,5^2} = -0,864 \frac{1}{\text{мм}^2}$$

$$K_2 = \frac{3,14(50 \cdot 3 - 77 \cdot 4,5)}{6 \cdot 73 \cdot (-0,864)} = 1,64 \text{ мм}^3$$

1. 3. Круглий циліндричний канал:

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

де d – діаметр круглого циліндричного каналу;

L – довжина круглого циліндричного каналу;

$$K_1 = \frac{3,14 \cdot 29^4}{128 \cdot 140} = 123,9 \text{ мм}^3$$

Опір інших ділянок не перевищує 10%, тому ними можна знехтувати.

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

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3}} = \frac{1}{\frac{1}{0,899} + \frac{1}{39,8} + \frac{1}{365,2}} = 0,877 \text{ мм}^3.$$

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

$$K = \frac{1}{\frac{1}{29,7} + \frac{1}{1,64} + \frac{1}{123,9}} = 1,53 \text{ мм}^3$$

1.3 Продуктивність машини по зоні дозування з урахуванням впливу головки

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 $\lambda = 1$;
- число обертів черв'яка $n = 1,6 \text{ с}^{-1} = 100 \text{ об/хв.}$;
- зазор між гребенем черв'яка і циліндром $\delta = 0,015 \text{ см.}$;
- коефіцієнт форми для формуючого інструменту..... $K = 1,53 \text{ мм}^3$.

Попередньо отримані дані: $D = 160 \text{ мм}$; $L_H = 1600 \text{ мм}$; $t = 164,8 \text{ мм}$;
 $e = 12,8 \text{ мм}$; $h_2 = 2 \text{ см.}$

Розрахунок проведено відповідно до методики [2]

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

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

де α – коефіцієнт прямого потоку розплаву;

β – коефіцієнт зворотного потоку розплаву;

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

K – коефіцієнт форми для формуючого інструменту (голівки).

Знаходимо коефіцієнти, які входять в цю формулу.

Коефіцієнт прямого потоку розплаву:

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

де A, B, C – константи форми шнеку.

Для черв'яка з постійною глибиною каналу у зоні дозування ці константи розраховуються за залежностями:

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

Числові значення (вихідні дані підставлено в сантиметрах):

$$A = \frac{\pi}{2^2} \left(\frac{16}{2} - 1 \right) = 5,49 \text{ см}^{-2}; \quad B = \frac{2 + 16}{16^2 2^3} = 0,068 \text{ см}^{-4}; \quad C = 1 + \frac{16^2}{2 \cdot 2^2} = 33.$$

Тоді коефіцієнт прямого потоку розплаву матиме наступне значення:

$$\alpha = \frac{\pi(16,48 - 1 \cdot 0,5) \cdot 33}{5,49 + 16,48^2 \cdot 0,068} = 69,1 \text{ см}^2.$$

Коефіцієнт зворотного потоку розплаву:

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

$$\beta = \frac{\pi \cdot 16,48 \cdot (16,48 - 1 \cdot 0,5)}{12 \cdot 160 \cdot (5,49 + 16,48^2 \cdot 0,068)} = 0,018 \text{ см}^3.$$

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

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

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\gamma = \frac{\pi \cdot 16 \cdot 0,015^3 \cdot 16,48^2}{10 \cdot 0,5 \cdot 160 \cdot \sqrt{\pi^2 \cdot 16^2 + 16,48^2}} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ см}^3$$

Визначаємо продуктивність екструдера у технічних одиницях виміру:

$$Q = \frac{69,1 \cdot 1,53 \cdot 100}{1,53 + 0,018 + 1 \cdot 10^{-6}} = 682,97 \frac{\text{см}^3}{\text{хв.}}$$

Продуктивність екструдера у одиницях виміру Сі:

$$Q = 682,9 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} = 11,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$Q = 39,46 \text{ кг/год},$$

при питомій вазі ПЕВТ 945 кг/м³.

Таким чином, продуктивність екструдера визначена.

1.4 Визначення перепаду тиску в головці

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

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

де Q – продуктивність черв'ячної машини,

K – коефіцієнт геометричної форми головки;

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

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

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

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

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

де Q – продуктивність черв'ячної машини,

d – діаметр циліндричного круглого перерізу.

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S = \frac{32 \cdot 11,6}{\pi \cdot 2,9^3} = 4,8 \text{ c}^{-1}.$$

За графіком знаходимо ефективну в'язкість ПЕВТ при температурі розплаву 190°C і швидкості зсуву 4,8 c⁻¹:

$$\mu_e = 14 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Перепад тиску в круглому циліндричному каналі складає:

$$\Delta P_1 = \frac{11,6 \cdot 14 \cdot 10^3}{1,53} = 0,37 \text{ МПа}.$$

2. Для круглого кільцевого каналу швидкість зсуву визначається за формулою:

$$S = \frac{5,58 Q}{\pi (R_1 + R_2)(R_2 - R_1)^2}$$

де R₁- зовнішній радіус кола;

R₂- внутрішній радіус кола;

$$S = \frac{5,58 \cdot 11,6}{\pi \cdot (12,5 + 7,5) \cdot (12,5 - 7,5)^2} = 0,041 \text{ c}^{-1}$$

За графіком знаходимо ефективну в'язкість ПЕВТ при температурі розплаву 190°C і швидкості зсуву 0,041 c⁻¹:

$$\mu_e = 7 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Перепад тиску в круглому кільцевому каналі складає :

$$\Delta P_2 = \frac{11,3 \cdot 7 \cdot 10^3}{1,53} = 0,15 \text{ МПа}.$$

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

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

де R₁ – середній радіус кола на виході;

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

R_2 – середній радіус кола на вході;

δ_1 – висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;

δ_2 – висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини;

$$S = \frac{2,32 \cdot 11,3}{3,14 \cdot (6+6,7) \cdot (0,3+0,45)^2} = 1,16 \text{ с}^{-1}.$$

За графіком знаходимо ефективну в'язкість ПЕВТ при температурі розплаву 190°C і швидкості зсуву $1,16 \text{ с}^{-1}$:

$$\mu_e = 10 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Перепад тиску в кінцевому каналі:

$$\Delta P_3 = \frac{11,3 \cdot 10 \cdot 10^3}{1,53} = 0,73 \text{ МПа}.$$

Загальний тиск у головці:

$$\Sigma P = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 = 0,37 + 0,15 + 0,73 = 1,25 \text{ МПа}.$$

1.5 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: $\lambda = 1$; $n = 1,6 \text{ с}^{-1}$; $D = 0,16 \text{ м}$; $L_H = 1,6 \text{ м}$; $t = 0,1648 \text{ м}$; $e = 0,0128 \text{ м}$; $\delta = 0,00015 \text{ м}$; $Q = 11,6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{с}$; $h_2 = 0,02 \text{ м}$; $K = 1,53 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$; $\alpha = 69,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$.

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:

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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.

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

$$\dot{\gamma}_1 = \frac{\pi^2 0,16^2 \cdot 1,6}{0,00015 \cdot \sqrt{\pi^2 0,16^2 + 0,1648^2}} = 5094,8 \text{ c}^{-1}$$

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

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

$$\mu_1 = 16200 \cdot 5094,8^{(0,43-1)} = 124,8 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

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

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

$$N_1 = \pi \frac{0,16^3 \cdot 0,005 \cdot 1,6}{0,00015 \cdot 0,1648} \cdot 1 \cdot 124,8 \cdot 1,6^2 = 1330 \text{ Вт}$$

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

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\dot{\gamma}_2 = \frac{\pi^2 (0,16 - 0,02)(0,16 - 2 \cdot 0,02) \cdot 1,6}{0,02 \sqrt{\pi^2 (0,16 - 2 \cdot 0,02)^2 - 0,065^2}} = 35,7 \text{ c}^{-1}$$

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

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

$$\mu_2 = 16200 \cdot 35,7^{(0,43-1)} = 2090 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

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

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

$$N_2 = \pi \frac{0,09 - 0,009}{0,09} (\pi^2 \cdot 0,068^2 - 4 \cdot 0,038^2) \cdot 2 \cdot 1,35 \cdot 814 \cdot 2,5^2 +$$

$$+ \frac{12 \cdot 10^{-4}}{0,877 \cdot 10^{-9}} \cdot 814 \cdot 2,84 \cdot 10^{-6} \cdot 2,5 = 8062,8 \text{ Вт}$$

$$N_2 = \pi \frac{0,1648 - 0,005}{0,1648} (\pi^2 \cdot 0,16^2 - 4 \cdot 0,02^2) \cdot 1 \cdot 0,16 \cdot 2090 \cdot 1,6^2 +$$

$$+ \frac{69,1 \cdot 10^{-4}}{1,53 \cdot 10^{-9}} \cdot 2090 \cdot 11,6 \cdot 10^{-6} \cdot 1,6 = 17583,5 \text{ Вт}$$

Потрібна потужність приводного двигуна:

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = (175835,3 + 1330)/0,4 = 47 \text{ кВт}$$

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.

2 Розрахунки на міцність та жорсткість

2.1 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 $M_{об.}$.

$D=160 \text{ мм}, N=47 \text{ кВт}, n=100 \text{ об/хв}, \sigma_t=880 \text{ МПа}, \alpha = 0,26$

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

Розраховуємо крутний момент:

					ЛП72.177246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{ед} = \frac{9550 \cdot N}{n} = \frac{9550 \cdot 47}{100} = 4488 \text{ I} \cdot i$$

де $N = 90$ – потужність, яка споживається черв'яком, кВт;

$n = 100$ – швидкість обертання черв'яка, об/хв.

Осьове зусилля:

$$P_{ос} = \frac{2 \cdot M_{кр}}{D} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^3}{0,16} = 37500 \text{ кН}$$

де $D = 0,16$ - зовнішній діаметр черв'яка, м;

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

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{9,81 \cdot G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 619}{4} = 1518 \text{ Н/м},$$

де $l_p = 4$ - довжина робочої частини, м.

$$G = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho \cdot l_p = \frac{3,14 \cdot 0,16^2 \cdot 7710 \cdot 4}{4} = 619$$

$$I_{max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_{\delta}^2 = \frac{1}{2} \cdot 1518 \cdot 1,89^2 = 2711 \text{ I} \cdot i,$$

де W_x – осьовий момент опору:

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot (1 - \alpha^4)}{32} = \frac{3,14 \cdot 0,16^3 \cdot (1 - 0,29^4)}{32} = 39 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

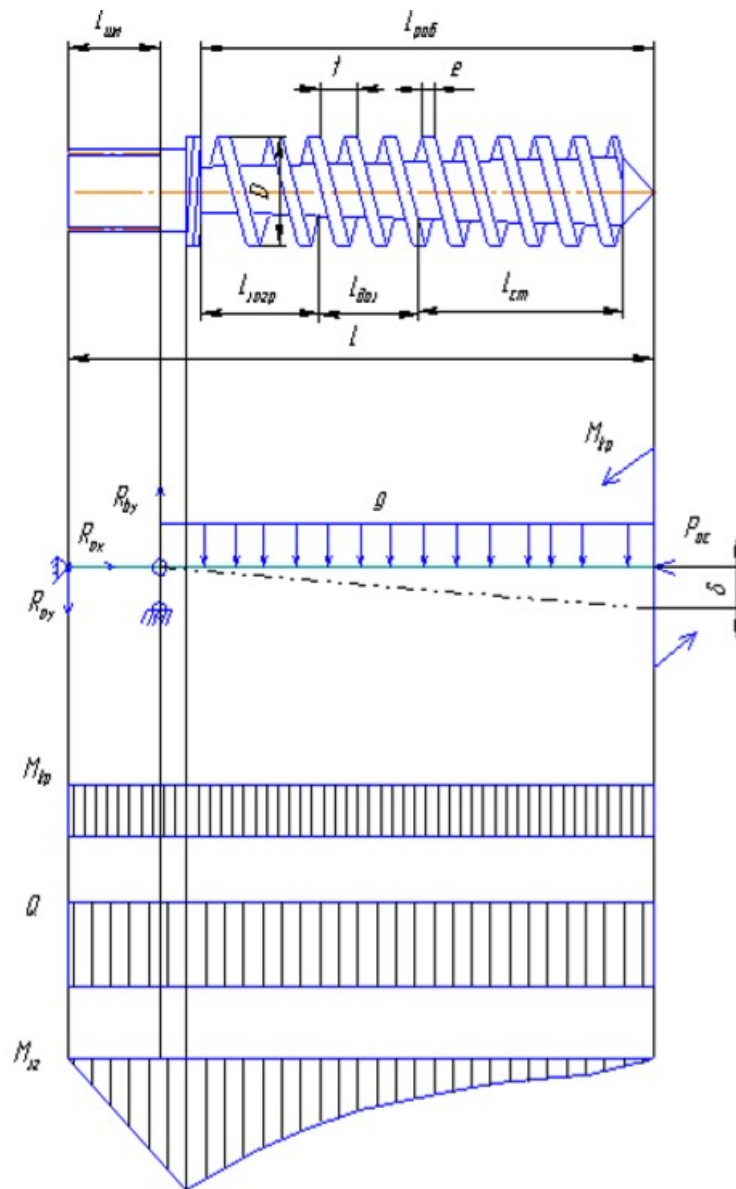


Рис.2.1 Розрахункова схема шнека та епюри напружень.

Стискне напруження:

$$\sigma_{ст} = \frac{P_{ос}}{F} + \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{37,5 \cdot 10^3}{1 \cdot 10^{-3}} + \frac{420,8}{39 \cdot 10^{-5}} = 38,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

де F- площа небезпечного перерізу (під завантажувальною воронкою в місці

початку нарізки, де найбільші навантаження і найменша площина, без урахування площі перерізу витків):

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (1 - \alpha^2) = \frac{3,14 \cdot 0,112^2}{4} (1 - 0,29^2) = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

Дотичне напруження:

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{5,9 \cdot 10^3}{27 \cdot 10^{-5}} = 21 \text{ МПа}$$

де W_p - полярний момент опору:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_1^3 (1 - \alpha^4)}{16} = \frac{3,14 \cdot 0,112^3 (1 - 0,29^4)}{16} = 27 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{ст} = \sqrt{\sigma_{ст}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{38,5^2 + 4 \cdot 21^2} = 56,97 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт запасу повинен перевищувати допустиме значення:

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

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

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

$$n = \frac{880}{56,97} = 15,4$$

Умова міцності черв'яка виконується.

2.2 Розрахунок корпуса екструдера на міцність

Вихідні дані для розрахунку:

Внутрішній діаметр гільзи $D_1 = 160 \text{ мм}$

Зовнішній діаметр гільзи $D_2 = 180 \text{ мм}$

Зовнішній діаметр корпуса $D_3 = 200 \text{ мм}$

Межа плинності корпуса $\sigma_{Тк} = 250 \text{ МПа}$

Межа плинності гільзи $\sigma_{Тг} = 850 \text{ МПа}$

Потужність привіда $N = 47 \text{ кВт}$

Частота обертів $n = 1,6 \text{ с}^{-1}$

Тиск розплаву $P = 50 \text{ МПа}$

ККД двигуна $\eta = 0,92$

Коефіцієнт Пуассона $\mu = 0,25$

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розтяжне зусилля :

$$Q = \frac{P \cdot \pi \cdot D_1}{4} = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,16^2}{4} = 1 \cdot 10^6 \text{ Н}$$

Осьова напруга, що розтягує :

$$\sigma_z = \frac{4 \cdot Q}{\pi(D_3^2 - D_2^2)} = \frac{4 \cdot 1 \cdot 10^6}{3,14 \cdot (0,2^2 - 0,18^2)} = 1,67 \cdot 10^8 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Момент обертання, що діє на циліндр:

$$M_{\text{вр}} = 162,3 \cdot \frac{N}{n} \cdot \eta = 162,3 \cdot \frac{47}{1,6} \cdot 0,92 = 4,3 \text{ Кн} \cdot \text{м}$$

Відношення діаметрів:

$$\alpha = \frac{D_2}{D_3} = \frac{180}{200} = 0,9$$

Полярний момент опору:

$$W = \frac{\pi \cdot D_3^3}{16} (1 - \alpha^4) = \frac{3,14 \cdot 0,2^3}{16} (1 - 0,9^4) = 5,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Дотичні напруження при обертанні:

$$\tau_{\text{вр}} = \frac{16 \cdot M_{\text{вр}}}{W} = \frac{16 \cdot 4,3 \cdot 10^3}{5,3 \cdot 10^{-4}} = 1,2 \cdot 10^8 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Приведена напруга по третій теорії міцності:

$$\sigma_{\text{пр}} = \sqrt{\sigma_z^2 + 4 \cdot \tau_{\text{вр}}^2} = \sqrt{1,67^2 \cdot 10^8 + 4 \cdot (1,2 \cdot 10^8)^2} = 2,4 \cdot 10^8 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Запас міцності:

$$n = \frac{[\sigma_t]}{\sigma_{\text{пр}}} = \frac{50 \cdot 10^6}{2,4 \cdot 10^8} = 0,04 < [n] = 1,4$$

Відношення діаметрів:

$$k_1 = \frac{D_1}{D_2} = \frac{160}{180} = 0,88$$

$$k_2 = \frac{D_2}{D_3} = \frac{180}{200} = 0,9$$

Контактний тиск згідно :

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_k = \left(\frac{2 \cdot P_p \cdot k_1^2}{1 - k_1^2} + \mu + \sigma_z \right) \frac{(1 - k_1^2) \cdot (1 - k_2^2)}{2 \cdot (1 - k_1^2 \cdot k_2^2)} =$$

$$= \left(\frac{2 \cdot 50 \cdot 10^6 \cdot 0,88^2}{1 - 0,88^2} + 0,25 + 1,67 \cdot 10^8 \right) \frac{(1 - 0,88^2) \cdot (1 - 0,9^2)}{2 \cdot (1 - 0,88^2 \cdot 0,9^2)} = 29 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Тангенціальна напруга від дії контактної напруги:

$$\sigma_t = \sigma_k \frac{1 + k_2^2}{1 - k_1^2} = 29 \cdot 10^6 \frac{1 + 0,9^2}{1 - 0,88^2} = 2,3 \cdot 10^8 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Еквівалентна напруга внутрішньої поверхні гільзи:

$$\sigma_r = 0$$

$$\sigma_t = -\sigma_k \frac{2}{1 - k_1^2} = -29 \cdot 10^6 \frac{2}{1 - 0,88^2} = -2,57 \cdot 10^7 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Напруга від дії гідростатичного тиску розплаву на внутрішній поверхні гільзи:

$$\sigma_r^r = P_p = 50 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

$$\sigma_r^r = P_p \cdot \frac{1 + k_1^2}{1 + k_2^2} = 50 \cdot 10^6 \cdot \frac{1 + 0,88^2}{1 + 0,9^2} = 4,9 \cdot 10^7 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Сумарні напруги:

$$\sigma_t^\Sigma = \sigma_t^r + \sigma_t^h = 4,9 \cdot 10^7 - 2,57 \cdot 10^7 = 2,33 \cdot 10^7 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

$$\sigma_r^\Sigma = \sigma_r^r + \sigma_r^h = 50 \cdot 10^6 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Сумарна еквівалентна напруга по енергетичній теорії міцності:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sigma'_{\text{екв}} + \sigma''_{\text{екв}} = \frac{\sqrt{3} \cdot P_p}{1 - k_1^2} - \frac{2 \cdot \sigma_k}{1 - k_1^2}$$

$$\sigma_{\text{екв}} = 4,6 \cdot 10^7 - 2,57 \cdot 10^7 = 2,03 \cdot 10^7 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

Запас міцності по границі текучості:

$$n = \frac{[\sigma_t]}{\sigma_{\text{екв}}} = \frac{250 \cdot 10^6}{2,03 \cdot 10^7} = 1,23 < [n]$$

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робимо висновок, що корпус екструдера вибраний вірно.

3 Тепловий Розрахунок

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

Вихідні дані:

- Потужність, встановлена електродвигуном, N, кВт 47;
- Продуктивність ПЕНГ[10,13], G_м, 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_в, К 293;
- Ширина теплообмінної поверхні, В, м 0,23;
- Довжина теплообмінної поверхні, L, м 1,382;
- ККД приводу преса, η₁ 0,6;
- ККД електродвигуна, η₂ 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 тепла, яке виділяється при використанні потужності і визначене:

$$Q_N = 860 N \eta_1 \eta_2 = 860 \cdot 75 \cdot 0,6 \cdot 0,9 = 71996 \text{ кДж} / \text{год} = 19,99 \text{ кДж} / \text{с},$$

Q_{втр} – втрати тепла в оточуюче середовище:

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

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Q_K – втрати тепла в оточуюче середовище конвекцією:

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

де F – теплообмінна поверхня екструдера:

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

Втрати тепла в оточуюче середовище випромінюванням:

$$\begin{aligned} Q_{\text{випр}} &= 4,9EF \left(\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right) = 4,9 \cdot 0,9 \cdot 0,318^2 \left(\left(\frac{309,5}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right) \\ &= 54,3 \cdot 10^3 \text{ Дж} / \text{год} = 15,08 \text{ Дж} / \text{с}, \end{aligned}$$

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, Дж/(м² · год · °С):

$$\alpha_K = \frac{Nu \lambda_M}{H} = \frac{38,22 \cdot 0,0023}{0,23} = 14,3 \cdot 10^3 \text{ Дж} / (\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot ^\circ\text{C}),$$

де Nu – критерій Нуссельта,

α_M – коефіцієнт теплопровідності при середній температурі.

Критерій Нуссельта визначається за формулою:

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

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Gr – критерій Грасгофа, визначений за формулою:

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

Розрахункова температура:

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

Знаходимо значення теплофізичних параметрів та критеріїв подібності при розрахунковій температурі:

$\lambda_m = 9,6$ – коефіцієнт теплопровідності, Дж/(м · год · °С);

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

Pr = 3,0 – критерій Прандтля.

Добуток GrPr: GrPr = $(35,85 \cdot 10^6 \cdot 0,7) = 25,09 \cdot 10^6$.

Кількість тепла, яке підводиться до корпусу електронагрівачами:

$$\begin{aligned} Q_{Q_1} &= G_M \cdot C_M \cdot (T_{\text{кож}} - T_{II}) + Q_{\text{втр}} - Q_N = \\ &= (100 \cdot 2,3 \cdot (453 - 293) + 183,7 - 71996) \cdot 10^3 = 36179 \text{ кДж} / \text{год} = 10,05 \text{ кВт} / \text{с}. \end{aligned}$$

Отже, для забезпечення нагрівання матеріалу до заданої температури і компенсації втрати тепла в оточуюче середовище в пресі встановлено 2 індукційних нагрівників.

4 Розрахунок в Ansys

Розрахунок на міцність сегментних секторів філь'єри що утримує пружний елемент для автоматичного регулювання тиску у ППП " ANSYS ".

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані:

Тиск від циліндрів пневмопоршнів $p = 10$ МПа;

Матеріал сегментних секторів – Сталь 40Х;

Матеріал пружного елемента – термостійкий силікон;

Температура екструданта $t=200^{\circ}$;

3D модель агрегату для автоматичного регулювання тиску в головці зображено на Рис.4.1

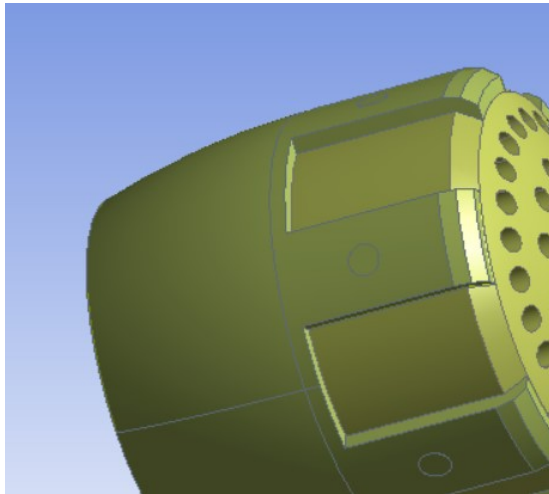


Рис.4.1-3D модель агрегату для автоматичного регулювання тиску в головці

Для застосування методу скінчених елементів необхідно розділити модель на симетричні сегменти, також це підвищить швидкість розрахунків. Такий сегмент зображено на Рис.4.2.

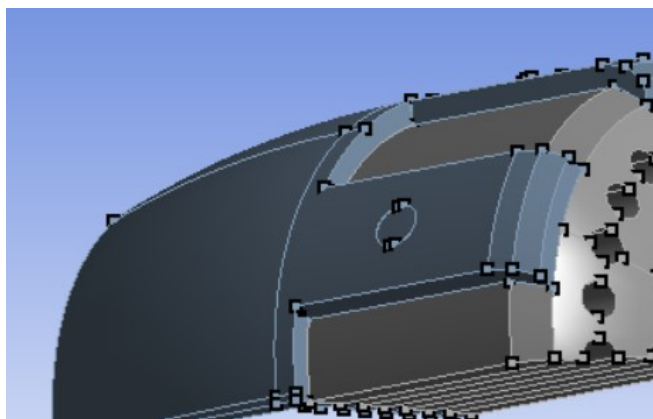


Рис.4.2- Симетричний сегмент

Розмір опрацьованої ділянки деталі в ППП " ANSYS "-Mesh=3мм, зображено на Рис.4.3.

					ЛП72.177246.02-70PP	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

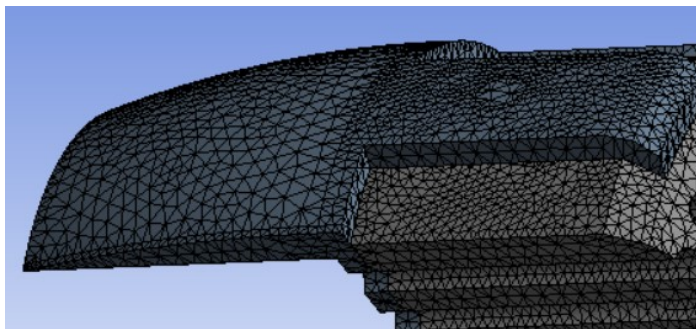


Рис.4.3- Зображення " Сітки" у ППП " ANSYS "

До сегментних секторів прикладений тиск від штоків гідроциліндрів в 15 МПа на поверхню С на Рис.4.4.

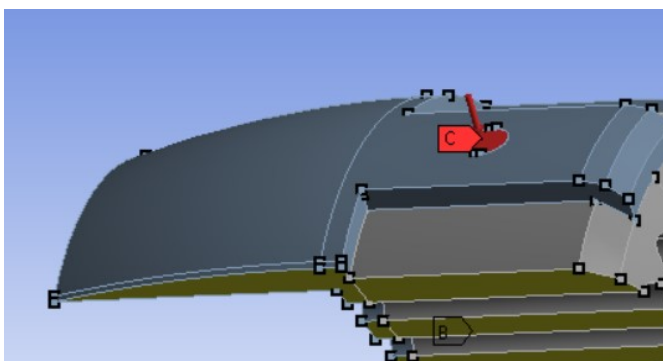


Рис.4.4- Зображення прикладання тиску від штоків гідроциліндрів

Розподілення деформацій можна побачити на Рис.4.5, таке розподілення деформацій призводить до звуження каналів для проходження екструданту, та підтверджує працездатність модернізації головки для виробництва полімерних виробів.

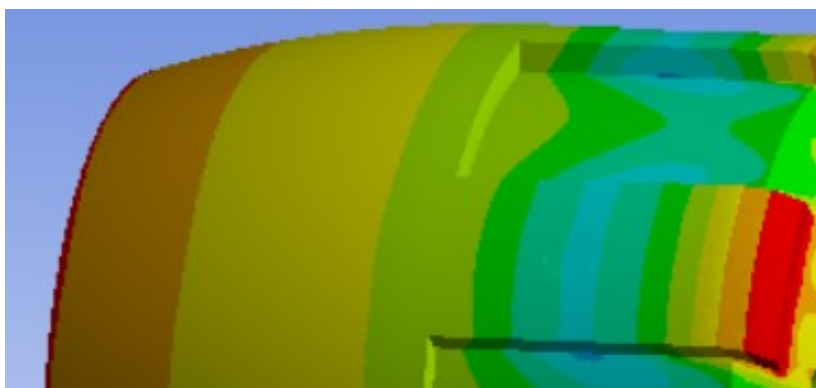


Рис.4.5- Розподілення деформацій в філь'єрі та пружному елементі

Також є необхідним перевірити сегментні сектори зажимами на витривалість та обрахувати коефіцієнт запасу міцності при використанні в умовах даної задачі. Результати розрахунків можна побачити на Рис.4.6.

					ЛП72.177246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

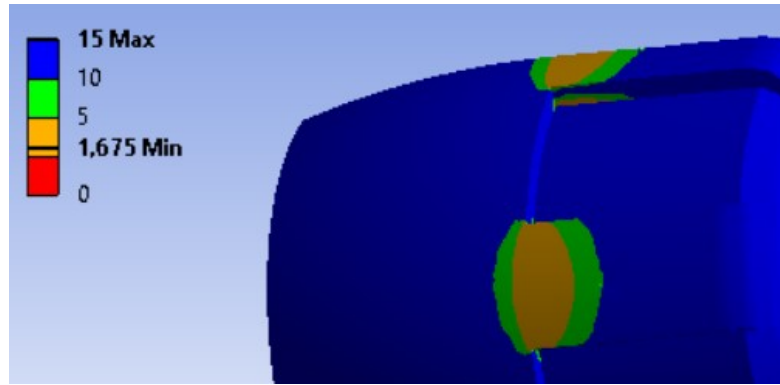


Рис.4.6- Коефіцієнт запасу міцності при використанні в умовах даної задачі

Виходячи з результатів розрахунку в ППП " ANSYS " можемо зробити висновок що модернізація є працездатна, небезпечний переріз знаходиться в місці поєднання сегментних секторів тримачів з основним корпусом філь'єри, проте в умовах даної задачі використання філь'єри коефіцієнт запасу міцності в даному перерізі 1,675, що забезпечує довговічність використання філь'єри.

					ЛП72.177246.02-70РР	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технологія машинобудування
до дипломного проекту
на тему: «Агрегат для формування рукавної плівки з модернізацією
ГОЛОВКИ»

Київ – 2021 року

III Технологія Машинобудування

Зміст

1. Технологія виготовлення деталі

1.1. Опис та призначення деталі

1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі

1.3. Технологічний процес виготовлення деталі

1.4. Вибір обладнання для виробництва мундштука

2. Вибір та розрахунок пристосування для токарної операції

2.1. Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії

2.2. Розрахунок сил закріплення деталі.

Загальні висновки

Література

Додатки

					ЛП72.177246.03-70ТЕ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шумивода			Агрегат для формування ручавної плівки з модернізацією головки		
Перевір.		Шилович					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						1	
					НТУУ «КПІ»		

1. Технологія виготовлення деталі

Мета розділу – отримати повний цикл виготовлення мундштука екструзійної головки для виготовлення рукавної плівки з поліетилену високого тиску для подальшого виробництва головки.

Під час виконання роботи розв'язуються наступні задачі: розробка технологічного процесу виготовлення деталі « мундштук », що означає вибір методу виготовлення заготовки, призначення послідовності виконання операцій, вибір устаткування і інструмента для кожної операції технологічного процесу, розрахунок елементів режимів різання, сил різання і норм часу; розрахунок сил закріплення.

1.1.Опис та призначення деталі

Мундштук(2) - одна з формуючих деталей екструзійної головки(Рис1.1), яка виробляється індивідуально під кожний вид видувної продукції розглядаючи конфігурацію деталі і габарити, можна передбачити, що мундштук даної голівки є деталлю великого машинобудування. При виробництві мунжштука треба звернути особливу увагу на внутрішню формуючу поверхню, вона повинна відповідати стандартам по виготовленню рукавної плівки.

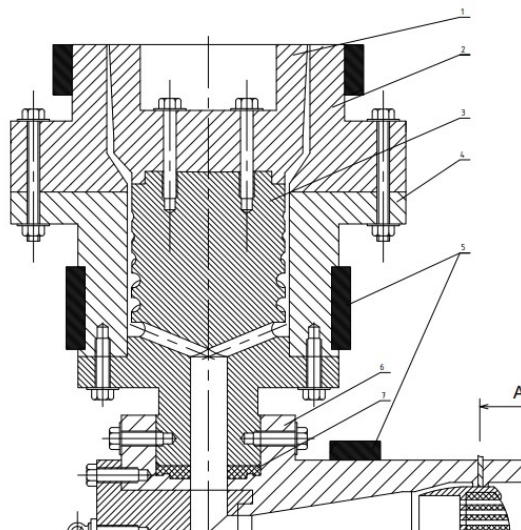


Рис.1.1- Схема Екструзійної головки

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Вибір заготовки для виготовлення деталі

Відповідно до вимог креслення і в результаті аналізу конструкції мундштука робимо висновок, що найбільш доцільно використовувати литу заготовку. Якість і вартість литих заготовок в основному залежать від способу їх виготовлення.

Враховуючи розмір і матеріал зірочки, невисокі вимоги до якості лиття, застосовуємо лиття в піщано-глинястих формах.

Для подальшої розробки технологічного процесу важливий правильний вибір площини роз'ємну литої форми. Лита форма повинна мати, за можливістю, один плоский роз'єм і забезпечити мінімальну кількість стержневих вставок. Для заготовки мундштука такою єдиною площиною роз'єму може бути торець мундштука. Крім того, весь відливок формується в одній опоці та на її поверхнях не буде дефектів, які виникають внаслідок зміщення опок.

Литий отвір буде формуватися за допомогою стержня-вставки з литими уклонами по довжині отвору.

Отвори під подальше розсвердлення також формуються стержнями за литими уклонами.

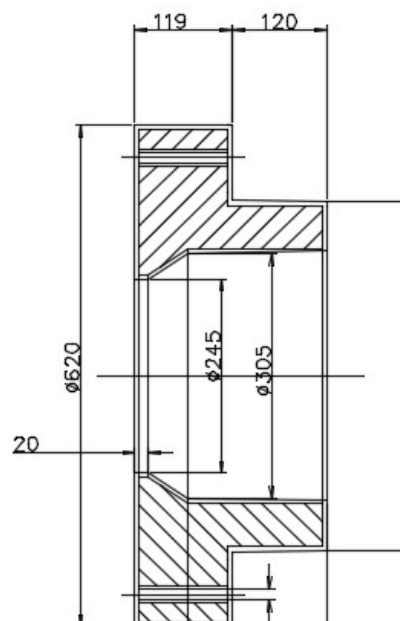


Рис.1.2 – Креслення заготовки мундштука

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мундштук виготовляється із сталі СТ45, яка використовується для виготовлення деталей, від яких вимагається підвищена міцність і має такий хімічний склад та фізико–механічні властивості:

Хімічний склад у % матеріалу Сталь 45

ГОСТ 1050 - 88

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.2 - 0.28	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	до 0.3	до 0.04	до 0.035	до 0.25	до 0.3	до 0.08

Механічні властивості при T = 20°C

Сортамент	Раз-	O _B	O _T	б ₅	☐
-	мм	МПа	МПа	%	%
Лист термооброб., ГОСТ 4041-71	4 - 14	430-		24	
Прокат, ГОСТ 1050-88	до 80	490	295	21	50
Прокат нагартован., ГОСТ 1050-88		560		7	35
Прокат відпален., ГОСТ 1050-88		440		17	45
Стрічка відпален., ГОСТ 2284-79		390-		16	
Стрічка нагартован., ГОСТ 2284-79		640-			

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фізичні властивості

T	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	Z	θ	C
Гра д	МП а	1/Гра д	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)
20	2		52	7850	
100	1.96	12.1	51		470
200	1.91	12.9	49		483
300	1.85	13.6	46		546
400		14.2	43		563
500		14.7	39		764
600	1.64	15	36		
700		15.2	32		

Позначення: Механічні властивості :

σ_B - Межа короткочасної міцності, [МПа]

σ_T - Межа пропорційності (межа плинності для залишкової деформації), [МПа]

δ_5 - Відносне подовження при розриві, [%]

δ - Відносне звуження, [%]

KCU - Ударна в'язкість, [кДж / м²]

HB - Твердість по Брінеллю, [МПа]

Фізичні властивості :

T - Температура, при якій отримані дані властивості, [Град]

E - Модуль пружності першого роду, [МПа]

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- - Коефіцієнт температурного (лінійного) розширення (діапазон 20° - T), [1 / Град]
- - Коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу), [Вт / (м · град)]
- - Щільність матеріалу, [кг / м³]
- C - Питома теплоємність матеріалу (діапазон 20° - T), [Дж / (кг · град)]

1.3. Технологічний процес виготовлення деталі

Оскільки мундштук відноситься до класу деталей типу диски, то типовий технологічний процес складається з таких етапів:

- чорнова та чистова обробка торця, а також чорнова обробка вільної зовнішньої поверхні;
- чорнова та чистова токарна обробка другого торця, а також чорнова і чистова обробка зовнішньої та внутрішньої поверхні при базуванні деталі по обробленій начисто поверхні та торцю;
- чорнове та чистове розсвердлення отворів;
- шліфівка та поліровка поверхонь;

Виходячи із заданих на кресленні вимог до якості (точності і шорсткості) оброблюваних поверхонь і типового технологічного процесу, підбирають типові схеми їх обробки.

Операція 005. Токарна

Заготовка встановлюється у токарний трикулачковий патрон діаметром торцем Ø620 з внутрішнім розтиском, торець Ø 425 піджимаємо заднім центром.

1. Точити Ø 425 L=120мм начорно, начисто;
2. Точити Ø 620 L=115мм начорно, начисто;
3. Зняти фаску 6x45° в Ø620

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 010. Токарна

Заготовка встановлюється у токарний трикулачковий патрон діаметром торцем Ø620 з зовнішнім затиском.

1. Зняти фаску 6x45° в Ø425;
2. Торцювати Ø 425 L=120мм начорно, начисто;
3. Точити внутріш. поверхню Ø320 L=175;
4. Точити внутріш. поверхню Ø256 під 146°;
5. Точити внутріш. поверхню Ø256 до кінця заготовки;
6. Шліфувати та полірувати поверхню Ø320 L=175;

Операція 015. Токарна

Заготовка встановлюється у токарний трикулачковий патрон діаметром торцем Ø425 з зовнішнім затиском.

1. Торцювати Ø 620 L=115мм начорно, начисто;
2. Зняти фаску 6x45° в Ø620;
3. Шліфувати торець Ø 620;

Операція 020. Вертикально-свердлильна

Заготовка встановлюється у спеціалізовані лебідки на торець Ø 620.

1. Чорнове розсвердлення отворів Ø18 до Ø19.5 ;
2. Чистове розсвердлення отворів Ø19.5 до Ø 20;
3. Створення фаски на отворах Ø 20 2*45°;

Операція 025. Круглошліфувальна

Заготовка встановлюється у токарний трикулачковий патрон діаметром торцем Ø620 з внутрішнім розтиском, торець Ø 425 піджимаємо заднім центром.

1. Шліфуємо Ø 425 L=120мм;
2. Шліфуємо Ø 620 L=115мм ;

Операція 030. Контрольна

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

1.4. Вибір обладнання для виробництва мундштука

Операції 005-015. Токарна

Виконують її на токарно-гвинторізному верстаті моделі ТС1640Ф3/4000 з такими характеристиками : найбільший діаметр обробки над станиною – 800 мм; відстань між центрами – 2000 мм; кінець шпинделя 1–6К по ГОСТ 12595–72

Операції 020. Вертикально-свердлильна

Виконують її на вертикально-свердлильному верстаті моделі 2М55 з такими характеристиками :максимальний діаметр свердління в сталі марки 45: Ø 50 мм; найбільша глибина свердління: 400 мм; відстань від торця шпинделя до плити: 450..1600 мм; відстань від осі шпинделя до колони (виліт): 375..1600 мм; межі чисел оборотів шпинделя в хвилину - (21 сходи́нка) 20..2000 об / хв; потужність електродвигуна: 5,5 кВт; маса верстата: 4,7 т;

Операції 025. Круглошліфувальна

Виконують її на круглошліфувальному верстаті моделі 3М197 з такими характеристиками: найбільший діаметр оброблюваного виробу, мм: 800; найбільша довжина встановлюваного виробу, мм: 6000; маса заготовки, мм: 10000; діаметр шліфування, мм: максимальний 800; мінімальний 80; точність обробки: макс. відхилення від циліндричної (на довжині 800 мм / 31 "), мм: 0,010; макс. відхилення від круглості, мм: 0,003; шорсткість га, мкм: 0,32; швидкість переміщення столу (регулюється безступінчатий), м / хв: 0,05-3,7; сумарна потужність електродвигунів, кВт: 47,5; розміри шліфувального круга, мм: 750x100; величина виразний періодичної подачі, мм (на радіус): 0,0025-0,03; ціна поділки лімба, мм: 0,0025; швидкість різання, м / с: 50; потужність двигуна приводу кола, кВт: 30; частота обертання виробу (регулюється безступінчатий), об / хв .: 5-80; величина відведення пінолі, мм: 100; маса верстата, кг: 40830; габарити верстата, мм: довжина 17400; ширина 4180; висота 2455;

					ЛП72.177246.03-70 ТЕ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 030. Контрольна

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

2. Вибір та розрахунок пристосування для певної операції

2.1. Вибір пристосування, опис конструкції та принципу дії

Оскільки більшість операцій по виробництву мундштука для екструзійної головки для виготовлення рукавної плівки проводиться на токарно-гвинторізному верстаті з трьох-кулачковим патроном, то необхідно розрахувати сили закріплення саме в ньому.

Мета розрахунку – визначити час спрацьовування пневмоцилиндра, та силу затиску деталі та підібрати пневматичний циліндр для спільної роботи з самоцентрує важільним патроном.

Вихідні данні:

Операція - токарна чорнова;

Зовнішній діаметр оброблюваної поверхні $D_{o.п} = 425 \text{ мм}$;

Діаметр заготовки $D_{п.к} = 620 \text{ мм}$;

Довжина заготовки $L_3 = 235 \text{ мм}$;

Глибина різання $t = 1 \text{ мм}$;

Подача $S_{ст} = 1,04 \text{ мм / об}$;

Частота обертання шпинделя верстата $n = 215 \text{ об / хв}$;

Швидкість різання $v = 1,3 \text{ м / с}$;

Токарно-гвинторізний верстат ТС1640Ф3/4000;

Патрон трикулачний з важільним переміщенням кулачків, здійснюваний затиск від обертового пневматичного циліндра двосторонньої дії (рис. 2.1);

					ЛП72.177246.03-70 ТЕ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

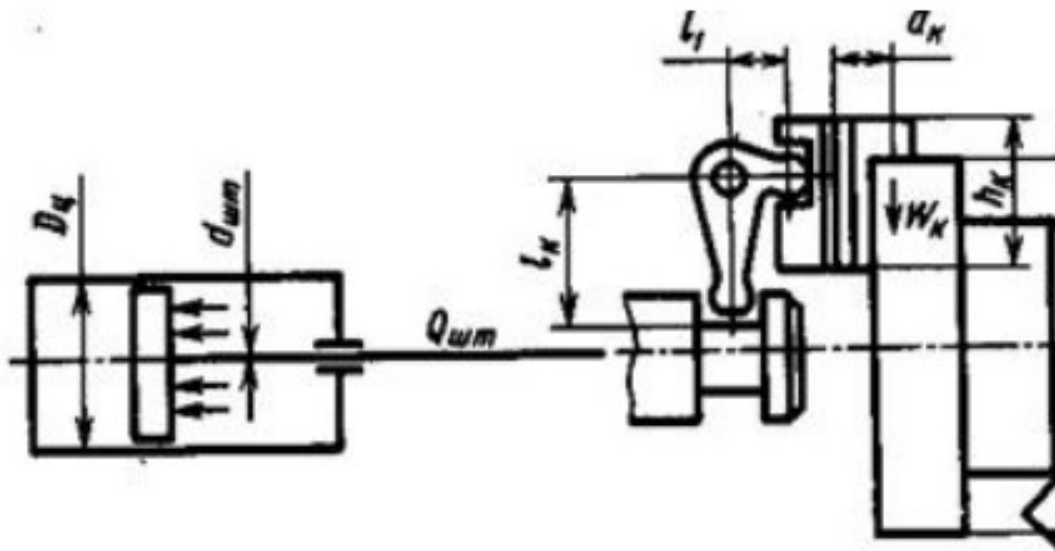


Рис.2.1. - Схема обробки поверхні зовнішнього діаметра деталі при використанні трьохкулачковим патрона з пневматичним приводом затиску.

Визначимо силу різання на даній операції:

$$P_z = C_p \cdot t^{x_p} \cdot s^{y_p} \cdot K_p^{np} = C_p \cdot t^{x_p} \cdot s^{y_p} \cdot K_p^{np} = 300 \cdot 1^1 \cdot 1.04^{0.75} \cdot 6.06^{-0.15} = 1872.54 H$$

Де C_p - коефіцієнт сили різання; $C_p = 300$; x_p , y_p , np - показники ступеня для тангенціальною сили різання P_z , $x_p = 1$; $y_p = 0.75$; $np = -0.15$;

Визначимо поправочний коефіцієнт K_p^{np} :

$$K_p^{np} = K_{Mp} \cdot K_{qp} \cdot K_{rp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 4.85 \cdot 1 \cdot 1.25 \cdot 1 \cdot 1 = 6.06;$$

Де K_{Mp} - коефіцієнт, що враховує вплив механічних властивостей конструкційних сталей на сили різання:

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_s}{75} \right)^{np} = \left(\frac{610}{75} \right)^{0.75} = 4.85;$$

Де σ_s - тимчасовий опір розриву, МПа. Для сталі 45 $\sigma_s = 610$ МПа; np - показник ступеня для розрахунку коефіцієнта, $np = 0.75$; K_{qp} , K_{rp} , K_{lp} , K_{rp} - поправочні коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструмента на складові сили різання при обробці сталі, $K_{qp=1,25}$;

$$K_{rp} = K_{lp} = K_{rp} = 1.$$

Визначимо коефіцієнт запасу для трикулачній самоцентруючій патрона з пневматичним приводом затиску:

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{зан} = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 2,7.$$

Де K_0 - гарантований коефіцієнт запасу при всіх випадках обробки, $K_0 = 1,5$.

Визначимо силу затиску деталі одним кулачком патрона:

$$W_k = \frac{P_z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \cdot D_{o.n}}{n_k \cdot f_{к.п} \cdot D_{к.п}} \cdot K_{зан} = \frac{1872.54 \cdot \sin \frac{180}{2} \cdot 425}{3 \cdot 0,8 \cdot 620} \cdot 2,7 = 1290.97 H;$$

Де n_k - число кулачків в патроні, $n_k = 3$ шт.; $f_{к.п}$ - коефіцієнт тертя на робочих поверхнях кулачків, $f_{к.п} = 0,8$ (з зубами паралельно осі патрона).

Визначимо силу $\sigma_{ум}$ на штоку механізованого приводу трьохкулачковим патрона

$$\sigma_{ум} = W_k \cdot n_k \cdot K_{tp} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot a_k}{h_k} \cdot f_k\right) \cdot \frac{l_1}{l_k} = 1290.97 \cdot 3 \cdot 1.05 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 40}{65} \cdot 0.1\right) \cdot \frac{20}{100} = 963.46 H;$$

Де K_{tp} - коефіцієнт, що враховує додаткові сили тертя в патроні, $K_{tp} = 1,05$; a_k - виліт кулачка від середини його опори в пазу патрона до центру прикладання сили затиску на одному кулачку, $a_k = 40$ мм; h_k - довжина напрямної частини кулачка, $h_k = 65$ мм; f_k - коефіцієнт тертя кулачка, $f_k = 0,1$; l_1 і l_k - розміри короткого і довгого плечей двухплечевого важеля (конструктивно $l_1 = 20$ мм і $l_k = 100$ мм до осі штока).

Визначимо діаметр поршня циліндра і виберемо найближчий більший стандартний розмір пневматичного циліндра, що обертається:

$$D_{ц} = 1.14 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{ум}}{P}} = 1.14 \cdot \sqrt{\frac{963.46}{0.39}} = 56.6;$$

Де p - тиск стисненого повітря, МПа, $p = 0,39$ МПа.

Приймаємо діаметр пневмоциліндра $D_{ц} = 60$ мм.

Визначимо дійсну силу затиску деталі за прийнятим діаметром пневмоциліндра:

$$\sigma_{шд} = \frac{\pi \cdot D_{ц}^2}{4} \cdot p \cdot \eta = \frac{3.14 \cdot 60^2}{4} \cdot 0.39 \cdot 0.85 = 963.819 H;$$

Де η - коефіцієнт корисної дії, $\eta = 0,85$.

					ЛП72.177246.03-70 TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо час спрацьовування пневмоциліндра:

$$T_c = \frac{D_{\text{ц}}^2 \cdot l_x}{d_{\text{с}}^2 \cdot v_{\text{с}}} = \frac{60^2 \cdot 15}{8 \cdot 20000} = 0.15 \text{с};$$

Де l_x - довжина ходу поршня, мм (для діаметра $D_{\text{ц}} = 60$ мм $l_x = 15$ мм); рекомендується $d_{\text{с}} = 8 \dots 10$ мм, $d_{\text{в}} = 8$ мм; $v_{\text{с}}$ - швидкість переміщення стисненого повітря, мм / с, $v_{\text{с}} = 15000 - 25000$ мм / с; приймаємо $v_{\text{с}} = 15000$ мм / с.

Загальні висновки

В дипломному проекті виконано наступне: проведені розрахунки основних деталей та елементів ЧП160х25 з трубною головкою для матеріалу - ПЕВТ. Також проведені розрахунки основних параметрів екструдера, які визначили геометрію черв'яка, опір формуючої головки, потужність приводу та продуктивність машини. Також виконані теплові розрахунки та розрахунки на міцність та жорсткість, що забезпечують ефективність і надійність конструкції.

За результатами розрахунків ми визначили:

- Загальну довжину черв'яка $L \approx 4500$ мм
- Загальний тиск у головці $\Delta P = 1,45$ МПа
- Продуктивність пресу $Q = 139,46$ кг/год
- Потрібну потужність двигуна $N = 47$ кВт

За розрахунками черв'яка на міцність визначили його працездатність та підтвердили доцільність вибору матеріалу - Сталь 38Х2МЮА. Розрахунок корпусу екструдера також показав доцільність вибору конструкції.

Також був проведений тепловий розрахунок, який показав, що для дотримання теплового балансу необхідно встановити 2 індукційних нагрівача.

Крім того, було проведено дослідження залежності коефіцієнту потоку втрат крізь зазор між корпусом та гребнями черв'яка від діаметру за допомогою мови програмування C++.

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Екструзійну головку було модернізовано шляхом додавання філь'єри з пружним елементом для автоматичного регулювання тиску в головці. Це призводить до покращення якості виробляемого продукту, зменшенню кількості браку при виробництві та збільшенню продуктивності всієї лінії виробництва. Були проведені розрахунки моделі в програмному середовищі ANSYS що продемонстрували високий запас міцності даних навантаженнях.

Таким чином, працездатність модернізованого обладнання підтверджується.

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Янков В. И., Боярченко В. И., Крылов А. Л. и др. Изотермическое обобщенное куэттовское течение неньютоновской жидкости в медленно сходящемся канале в условиях сложного сдвига.// Инженерно-физический журнал. 1975. Т. 28. № 3. С. 403 – 409
2. Течение расплава полимера в шнековой машине с учетом влияния боковых стенок канала/Первадчук В. П., Янков В. И., Труфанова И. М. и др. — в кн.: Создание и исследование оборудования для производства синтетических волокон. Калинин: ВНИИСВ, 1981, с. 40 – 47.
3. Н. Potente. Auslegen von Schmelzeextrudern fmr Kunststoffschmelzen mit Potenzgesetzverhalten. Kunststoffe. 1981. 71. № 8. s. 474 – 478
4. Войтушенко П.А. Исследование течения расплава полимера в винтовых каналах двухчервячного экструдера. – Химическое машиностроение: Респ. межвед. научн.-техн. сб., 1986, вып. 43, с.7-11. Київ: Техніка.
5. Бернхардт Э. Переработка термопластичных материалов. - М.: Госхимиздат, 1968.- 748 с.
6. Розенплентер О. Е., Панішева Т. В. Методичні вказівки з економіки виробництва. – К.: НТУУ “КПІ”, 2000.
7. Басов Н.И., Казанков Ю.Ю., Любартович В.А. Расчёт и конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов. – М.: Химия, 1986. – 486 с.
8. Виноградов Г.В., Малкин Р.Я. Реология полимеров. - М.: Химия, 1977.-440 с.
9. Гуль В.Е , Акутин М.С. Основы переработки пластмасс. - М.: Химия, 1985.- 401 с.

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Козулин Н.А., Шапиро А.Я., Гавурина Р.К. Оборудование для производства и переработки пластических масс. - Л.: Госхимиздат, 1963.- 783 с.
11. Лукач Ю.Е., Рябинин Д.Д. Червячные машины для переработки резиновых смесей и пластических масс. - М.: Машиностроение, 1967.- 296с.
12. Рябинин Д.Д., Лукач Ю.Е. Смесительные машины для пластмасс и резиновых смесей. - М.: Машиностроение, 1972.- 272 с.
13. Лукач Ю.Е., Петухов АД., Сенатос В.А. Оборудование для производства полимерных пленок.- М.: Машиностроение, 1981.- 221 с.
14. Мак Колей Д.М. Переработка полимеров.- М.'Химия,1965.-442 с.
15. Красовский В.Н., Воскресенский А.М. Сборник примеров и задач по технологии переработки пластических масс.- Минск: Высш.. шк , 1975.- 317 с.
16. Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс.-М.: Госхимиздат. 1962.-466 с.
17. Силин ВА. Динамика процессов переработки пластмасс в червячных машинах.-М.: Машиностроение, 1970.- 150с.
18. Торнер Р.В Теоретические основы переработки полимеров.-М: Химия. 1977.- 464 с.
19. Торнер Р.В., Акутин М.С Оборудование заводов по переработке пластмасс. М.: Химия, 1986,- 400 с.
20. Техника переработки пластмасс / под ред. Н.И. Басова, В.М. Броя.- М.: Химия, 1985,- 528с, .
21. Патент Україна- «Формуюча головка екструдера з регульованим перепадом тиску» МПК В29С 47/16 (2006.01) № 102027
22. Патент Україна - «Головка екструдера зі змінним формуючим інструментом» МПК В29С 47/16 (2006.01) №418

					ЛП72.177246.03-707Е	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

23. Патент Україна - «Формуюча головка для виготовлення рукавної полімерної плівки» МПК В29D 7/00 (2006) №138580
24. Патент Україна - «Екструзійна головка» МПК В29С47/20 (2006.01) №165
25. Шилович Т.Б., Малин Е.Д., Блайвас І. Ю. "Удосконалення технології виробництва вологостійкого тарного картону". Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2017. N 1. С. 49-52. DOI: 10.20535/2306-1626.1.2017.119471
26. Швачко Д.Г., Щербина В.Ю. "Методика оперативного розрахунку теплового режиму в фасонному вогнетриві". Вісник НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2019. №1(18). с.102-109. DOI: 10.20535/2617-9741.1.2019.171193
27. Карвацький А.Я., Мікульонок І.О., Борщик С.О., Караулова В.О. "Моделювання механічних властивостей армованих полімерних матеріалів пакувального призначення". Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2018. N1. С. 24-32. DOI: 10.20535/2306-1626.1.2018.143371.
28. Сівецький В.І., Сокольський О.Л., Івіцький І. І., Куриленко В.М. "Перспективи створення й використання інтелектуальних виробів із наномодифікованих полімерних композитів". Вісник НТУУ "КПІ імені Ігоря Сікорського". Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2017. N 1. С. 7-14. DOI: 10.20535/2306-1626.1.2017.119417.

					ЛП72.177246.03-70TE	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					МАРШРУТНАЯ КАРТА					КТМ									
										Мунгштук									
MO1	Сталь 40X ГОСТ 4543–71																		
MO2	Ког		ЕВ	МД	ЕН	Н.расх	КИМ	Вид заготовки	Профиль и размер		КД	МЗ							
	—		92кг	4,2	1	1,2	0,77	лиття	ø620; L=232		1	5,4							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Ког, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Ког, наименование оборудования							СМ	Кшт.	Р	УТ	КР	КОИ	ДЕН	ОП	Проф.	Тп.з.	Тшт.	
А				005	Токарна														
Б					ТС1640Ф3/4000				2	18632	310	1Р	1	1	1	1250	1	20	13,5
А				010	Токарна														
Б					ТС1640Ф3/4000				2	18632	310	1Р	1	1	1	1250	1	27	8,5
А				015	Токарна														
Б					ТС1640Ф3/4000				2	18632	310	1Р	1	1	1	1250	1	27	3,3
А				020	Вертикально–сверлильная														
Б					2М55				2	18225	310	1Р	1	1	1	1250	1	27	23,53
												Рзроб.						Лист	
												Первїр.							
																		Листів	
			Зм	Лист	# докум.	Підпис	Дата	Зм	Лист	# докум.	Підпис	Дата	Н.контр.						

				МАРШРУТНАЯ КАРТА				КТМ											
								Мунгштук											
A	Цех Уч.	PM	Oper	Код, наименование операции				Обозначение документа											
B	Код, наименование оборудования				CM	Кшт.	P	УТ	KP	KOИДЕН	ОП	Проф.	Tп.з.	Tшт.					
A			025	Круглошлифовальная															
B				ЗМ197				2	17001	310	1 P	1	1	1	1250	1	20	22,86	
A			030	Контрольная															
B				Стол ОТК				2	12939	421	1 P	1	1	1	1250	1	—	—	

				ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА				КТМ								
								Мунгштук								
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и раз.		МЗ	КОИД	
Токарная с ЧПУ				Сталь 40Х ГОСТ 4543–71				НВ 302		108кэ	4,2	ø620; L=232		5,4	0,71	
Оборудование				Обозначение программы				То	ТВ		Тнз		Тшт	СОЖ		
ТС1640Ф3/4000				—				6,90	1,81		27		9,59	Эмульсія		
Р					ПИ		Д или В		L	t	i	Sm	n	V	ТВ	То
01					—		мм		мм	мм	—	мм/мин	об/мин	мм/мин	мин	мин
002	А. Встановити, закріпити, зняти деталь															
Т03	Трикулачний патрон. Центр вращающийся															
04																
005	Точити зовнішню поверхню ① до ø425 L=120				мм											
06	Точити зовнішню поверхню ② до ø620 L=115				мм											
07	Точити фаску ③ до 6*45°															
Т08	Різець прохідний прямий — Т15к6;						ø620		235	3,0	1	130	560	151	0,08	0,59
09																
0010	Точити фаску ① до 6*45°				мм											
011	Торцювати поверхню ② згідно до розмірів				мм											
012	Точити внутріш. поверхню ③ до ø320 L=175				мм											
013	Точити внутріш. поверхню ④ до ø256 під 146°				мм											
											Рзроб.					Лист
											Первір.					
																Листів
				Зм	Лист	# докум.	Підпис	Дата	Зм	Лист	# докум.	Підпис	Дата	Н.контр.		

ОПЕРАЦИОННАЯ КАРТА				КТМ															
				Мундштук															
Р					ПИ	Д или В	L	t	i	Sm	n	V	Tв	To					
01					—	мм	мм	мм	—	мм/мин	об/мин	м/мин	мин	мин					
014	Точити внутріш. поверхню ⑤ до Ø256				мм														
015	Шіфувати та полірувати поверхню ③ до 0.025/√																		
0015	А. Встановити, закріпити, зняти деталь																		
	Трикулачний патрон.																		
016	Торцювати поверню ① згідно до розмірів																		
017	Точити фаску ② до 6*45°				мм														
018	Різець прохідний прямий — Т15к6;					Ø620	235	3,0	1	130	560	151	0,08	0,59					
019	Шіфувати поверхню ① до 1.2/√																		
0020	А. Встановити, закріпити, зняти деталь																		
	Лещата спеціальні																		
021	Чорнове свердління отвору ① до Ø18				мм														
022	Чистове свердління отвору ① до Ø20				мм														
023	Свердло 18HSS та 20HSS																		
024	Створення фаски на отворі ① 2*45°				мм	Ø20	115	3,0	1	50	350	50	0,12	1,6					
															Рзроб.				Лист
															Первір.				
																			Листів
	Зм	Лист	# докум.	Підпис	Дата	Зм	Лист	# докум.	Підпис	Дата	Н. контр.								

[illegible]

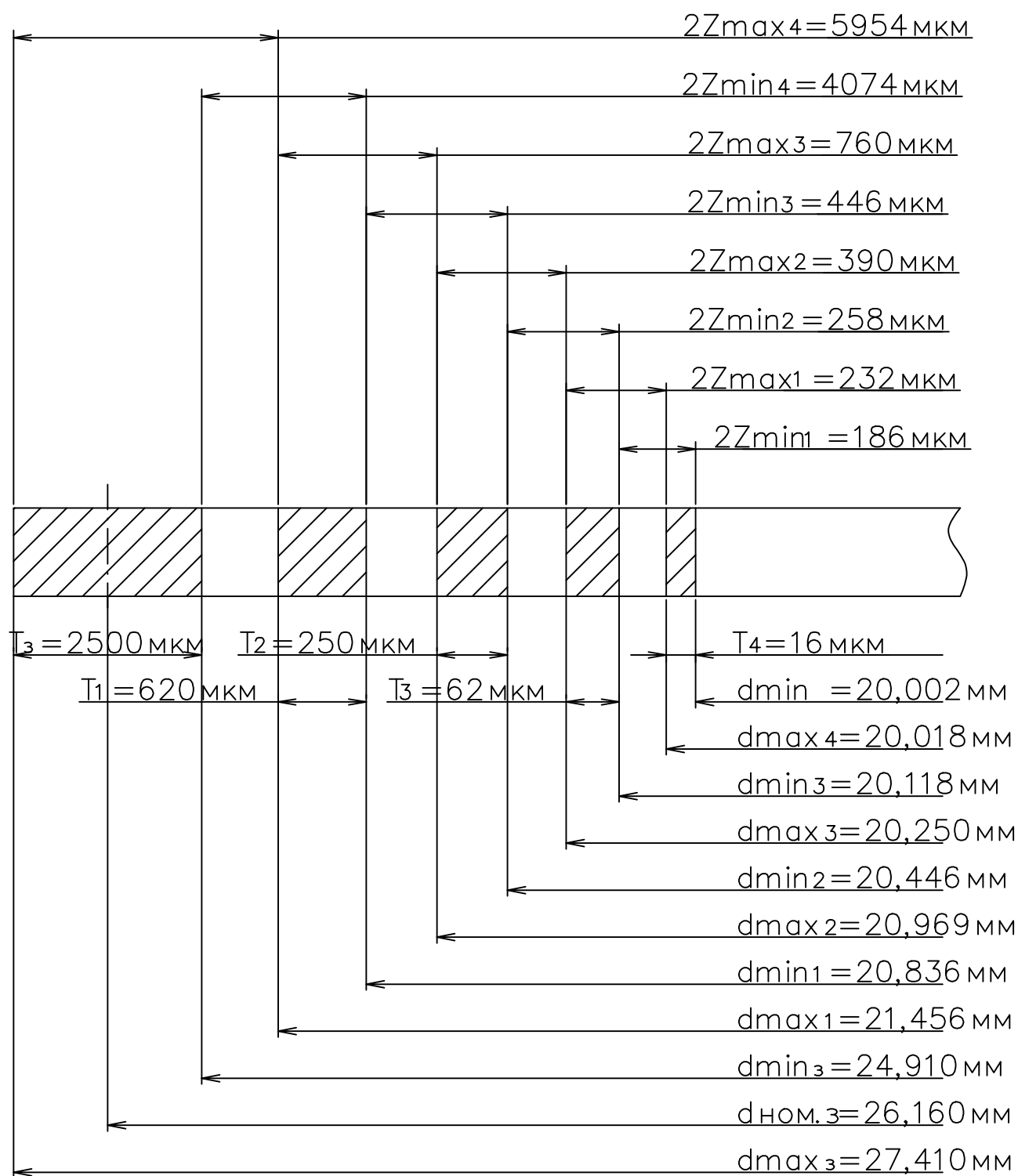
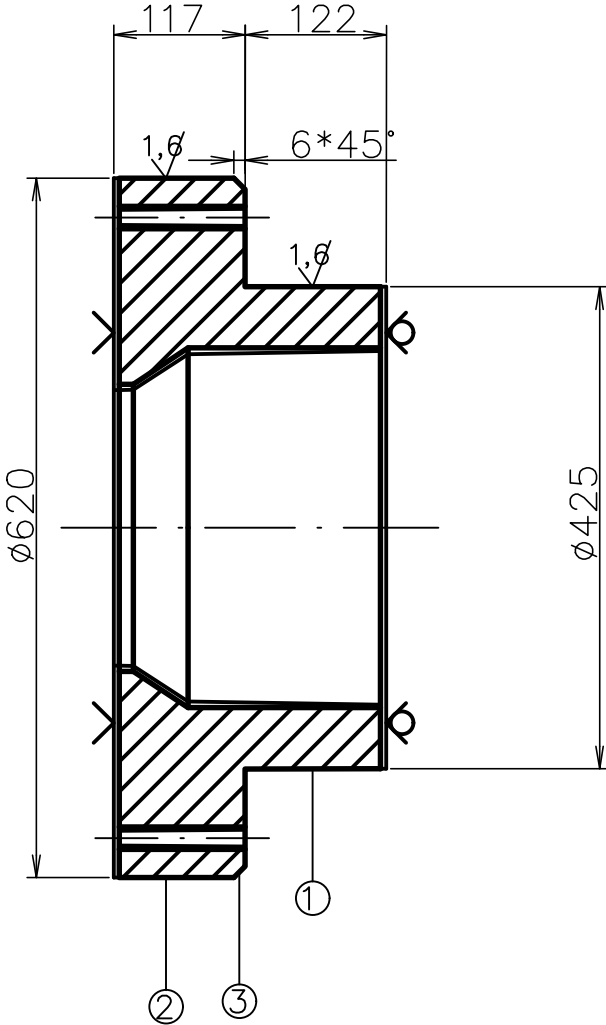


Рис.5.1.Схема графического расположения припусков и допусков на обработку поверхности $\varnothing 20k6$

Разраб.					Лист
Провер.					
Изм	Лист	# док.	Пігн	Дат	

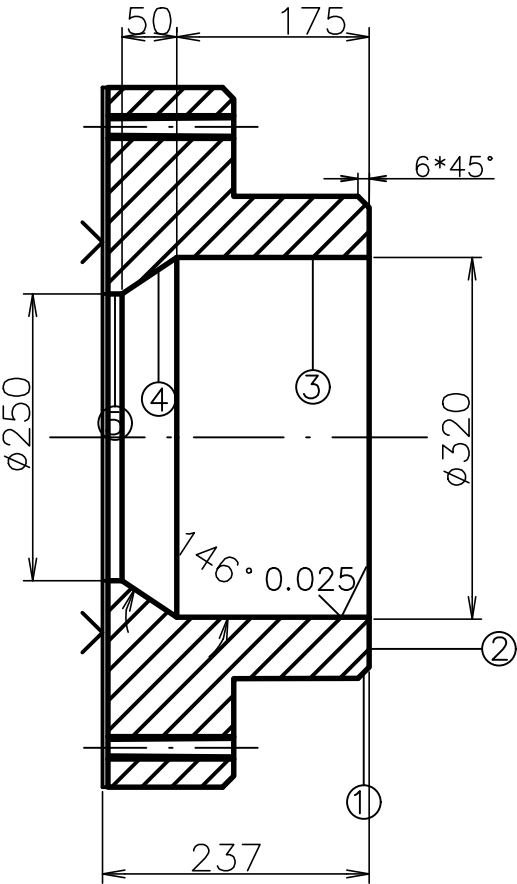
	КАРТА ЭСКИЗОВ	КТМ	номер операции
		Мунгштук	005



											Рзроб.				Лист
											Первiр.				
															Листiв
	Зм	Лист	# докум.	Пiдпис	Дата	Зм	Лист	# докум.	Пiдпис	Дата	Н. контр.				

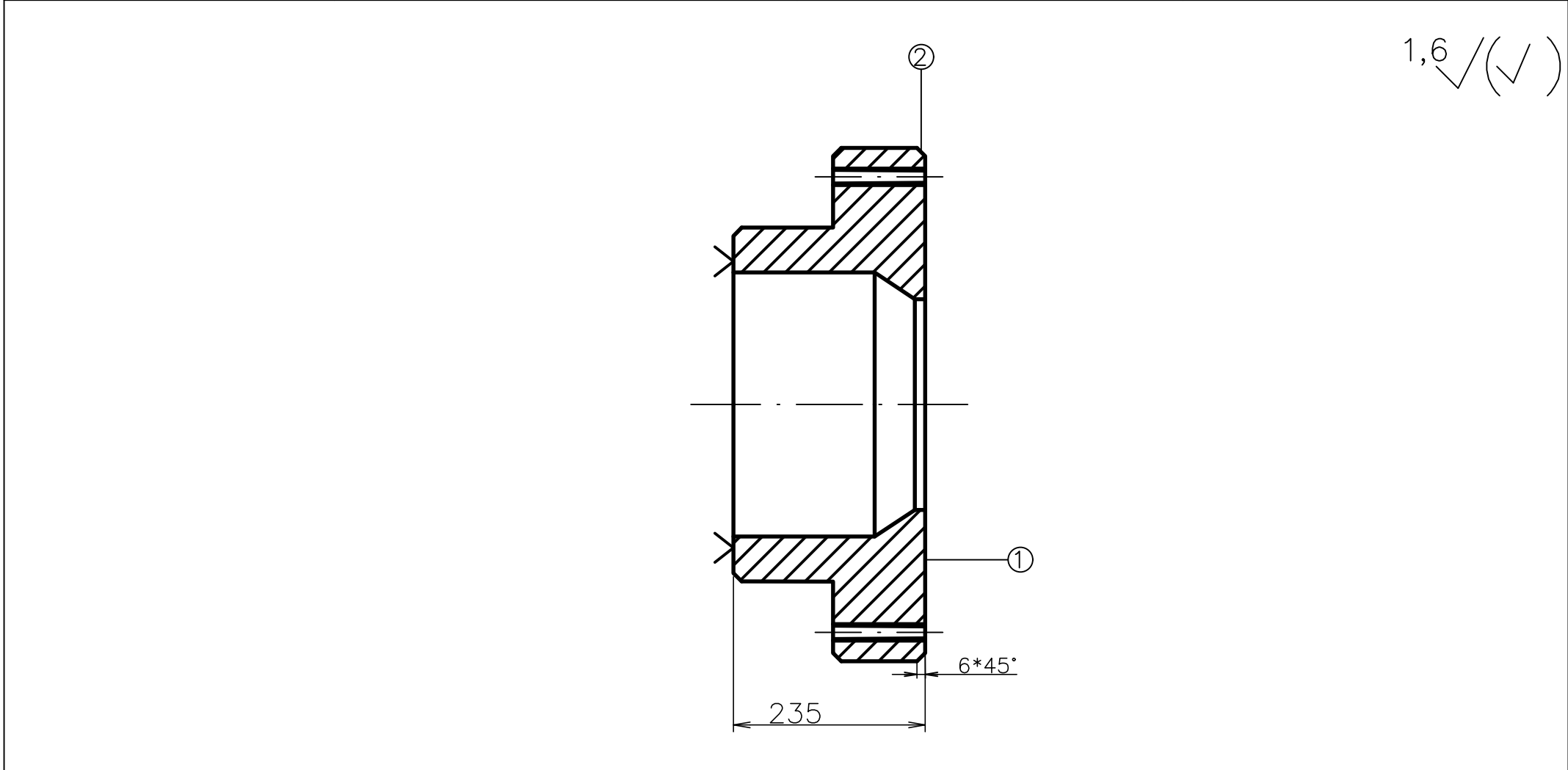
	КАРТА ЭСКИЗОВ	КТМ	номер операции
		Мунгштук	010

12,5/(✓)



											Рзроб.				Лист
											Первiр.				
															Листiв
	Зм	Лист	# докум.	Пiдпис	Дата	Зм	Лист	# докум.	Пiдпис	Дата	Н. контр.				

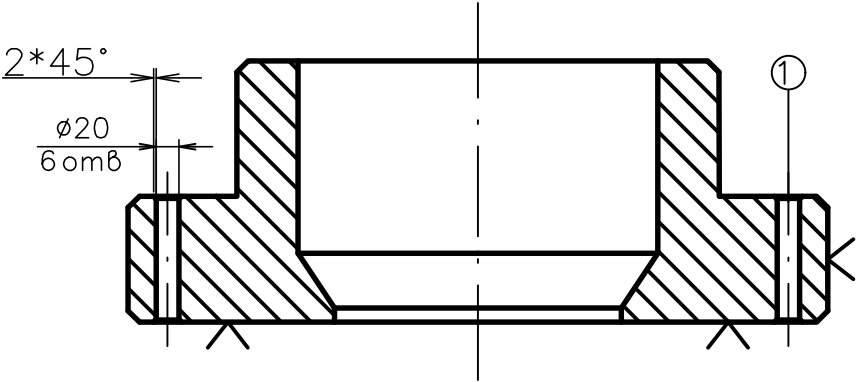
	КАРТА ЭСКИЗОВ	КТМ	номер операции
		Мунгштук	015



											Рзроб.				Лист
											Первiр.				
															Листiв
	Зм	Лист	#	докум.	Пiдпис	Дата	Зм	Лист	#	докум.	Пiдпис	Дата	Н.контр.		

	КАРТА ЭСКИЗОВ	КТМ	номер операции
		Мунгштук	020

1,6✓(✓)



											Рзроб.				Лист
											Первїр.				
															Листів
	Зм	Лист	# докум.	Підпис	Дата	Зм	Лист	# докум.	Підпис	Дата	Н.контр.				

Таблиця розглянутих патентів

№ п.п	Предмет пошуку	№ свідоцтва, МПК, країна, організація, автор	Суть заявленого технологічного рішення та ціль його створення
1	Головка екструдера	UA, № 102027 МПК B29C 47/16 (2006.01) Автори: Носко Сергій Вікторович (UA); Шевчук Олександр Анатолійович (UA)	Формуюча головка відрізняється тим, що пружний елемент фільтри при деформації сегментних секторів автоматично регулює прохідний переріз дроселюючих каналів фільтри, а конусна поверхня фільтри утворює з корпусом головки кільцевий канал, гідравлічний опір якого змінюється гнучкою хвильовою оболонкою при деформації мембрани.
2	Головка екструдера	№ 418 МПК B29C 47/16 (2006.01) Зверлін Валерій Григорович (UA); Міщенко Віталій Олександрович (UA); Жемгуліс Казімир Юстинович (UA); Дяченко Володимир Миколайович (UA Магеррамович (UA	В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення головки екструдера з тим, щоб на ній була можливість одержувати труби різного діаметра змінюючи лише її формуючу частину, а також одержувана внутрішню поверхню тонкої трубної оболонки повинна бути шерсткою. Досягається рішення технічної задачі за рахунок того, що головка екструдера містить корпус з входним і вихідним отворами. У корпусі встановлено дорнотримач із спіральними канавками, дорн і матрицю. Вони

		); Кияниця Євген Володимирович (UA); Никитюк Олександр Євгенович (UA)	утворюють з корпусом робочий кільцевий канал, в якому перед вихідним отвором розташована формувальна діляниця, довжина якої дорівнює не менш ніж 20 товщинам стінки труби, яка формується.
3	Формуюча головка	№138580 МПК B29D 7/00 (2006) Мамчур Олександр Валерійович	Формуюча головка для виготовлення рукавної полімерної плівки містить формуючу втулку і дорн з кільцевою порожниною, канал подачі рідини і канал подачі стисненого повітря. Формуюча втулка виконана з кільцевою порожниною, а кільцева порожнина утворена циліндричними поверхнями, співвісними з внутрішньою поверхнею формуючої втулки.
4	Екструзійна головка	№165 МПК B29C47/20 (2006.01) Крестінін С.В.	В патенті поставлена задача вирішується тим, що екструзій на голівка обернена донизу і виконана у вигляді з'єднаного з перехідним фланцем корпуса, пустотілий дорн, на вихідному кінці дорну встановлена з гарантованим зазором матриця, яка базується в корпусі, до вхідного кінця дорну приєднана система роздуву рукава, а в

			перехідному фланці на виході із екструдера встановлений фільтр, система охолодження рукава охолоджуючий елемент виконаний у вигляді охоплюючого рукав кільця, встановленого під екструзійною голівкою яка має можливість осьового і радіального переміщення відносно рукава, при цьому вузол протягування і намотки виконаний у вигляді корпусу, в якому встановлені осі для протягуючих валків і вихідна вісь, на одному кінці якої встановлений фрикціон, а на другому кінці барабан намотки виконаний у вигляді ступить, з'єднаних між собою через шарнірно закріплених на них планки, при цьому одна зі ступить має можливість переміщення вздовж вихідної вісі
5	Екструзійна головка	Україна Авторське посвідчення №1763227, кл. B29C 47/22, 1992 рік. Петров П.И., Алексеев А.В., Панов А.К., Романчук В.А., Чуров В.П.,	Екструзійна головка має роз'ємний корпус. В корпусі розміщені дорн, дорнотримач і формуюча втулка. Головка має чотири лінійні коректори з ноніусами, розміщені в місці роз'єму корпусу. Фланець дорнотримача виконаний кільцевим з установочною торцевою поверхнею.

6	Екструзійна головка	Росія Авторське посвідчення №2340454, кл. B29C 47/20, 2006 рік. Маглер Франц, Байер Кристиан, Гейнекер Михаель, Либовский Йохим	Екструзійна головка містить живильник розплаву, кілька каналів у вигляді кільцевих щілин. Канали розташовані концентрично відносно центральної осі екструзії головки зі спіральними розподільниками. Спіральний розподільник внутрішнього каналу для розплаву розташований відносно центральної осі екструзії головки на внутрішній обмежує стінці. Спіральний розподільник зовнішнього каналу розташований на зовнішній обмежує стінці. Кілька первинних розподільників поділяють розплав, що виходить з живильника розплаву на окремі потоки, які зливаються в спіральних розподільниках. Екструзійна головка містить кільцеподібний фільтеру, в якій зливаються канали для розплаву. Технічним результатом є виготовлення рукавної плівки без освіти матових смуг або хвилястих ділянок за рахунок використання екструзійної головки.
---	--------------------------------	--	---

[illegible]

[illegible]

[illegible]