

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інженерно – хімічний факультет

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»

«До захисту допущено»

УДК _____

Завідувач кафедри О.Л.Сокольський

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ ___ ” _____ 2021 р.

Магістерська дисертація

зі спеціальності (спеціалізації) 133 – галузеве машинобудування _____
(код і назва спеціальності)

на тему: Машина для лиття під тиском з об'ємом 175 см³ з модернізацією вузла інжекції

Виконав: студент 6 курсу, групи ЛП-01мп

Войтенко Вадим Анатолійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник доцент, к.п.н. Казак Ірина Олександрівна _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти з: Монтаж і експлуатація обладнання Борщик С. О. _____

(назва розділу)(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)(підпис)

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

(назва розділу)(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2021 року

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Інститут/факультет Інженерно – хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування —
Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною
програмою
Спеціальність (спеціалізація) 133 – Галузеве машинобудування
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ О.Л.Сокольський
(підпис) (ініціали, прізвище)
«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Войтенку Вадиму Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Машина для лиття під тиском з об'ємом 175 см³ з модернізацією вузла інжекції
науковий керівник дисертації доцент, к.п.н. Казак Ірина Олександрівна,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від « 01 » 11 2021 р. № 3609-С
2. Строк подання студентом дисертації 13.12.21р.
3. Об'єкт дослідження Технологічний процес лиття під тиском пластмасових виробів
4. Предмет дослідження: машина для лиття під тиском з об'ємом 175 см³, номінальний тиск лиття 120 МПа, номінальний діаметр черв'яка 0,05 м, номінальні зусилля запирання 1000 кН, хід рухомої плити 320 мм, найбільший хід черв'яка 0,15 м
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: пояснювальна записка включає в себе: вступ, призначення та галузь застосування машини для лиття під тиском, літературно – патентний огляд варіантів модернізації машини для лиття під тиском, обґрунтування вибору варіантів модернізації машини для лиття під тиском, розрахунки, які підтверджують працездатність машини для лиття під тиском, доцільність розробки та використання машини для лиття під тиском, модернізація машини для лиття під тиском.
6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: машина для лиття під тиском з об'ємом 175 см³ з модернізацією вузла інжекції (формат А1); Технологічна лінія для виготовлення виробів з пластмас (формат А1); Базовий вузол інжекції (формат А1); Базовий механізм змикання (формат А1); Модернізований вузол інжекції (формат А1); Модернізований механізм змикання (формат А1);

Гідроциліндр прижиму (формат А2); Результати чисельних розрахунків матеріального циліндра в Abacus (формат А1).

7. Орієнтовний перелік публікацій: 2 тези на XIV Всеукраїнську науково-практичну конференцію ІХФ «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки», 13-14 грудня 2021 р.

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Монтаж і експлуатація обладнання	Борщик С.О., ст..викл. каф. ХПСМ		
Модернізація	Щербина В.Ю., д.т.н., проф. каф. ХПСМ		

9. Дата видачі завдання 28.10.21 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Вступ. Опис лінії.	28.10 – 13.11.2021	
2	Літературно-патентний огляд.	13.11 – 20.11.2021	
3	Монтаж та експлуатація	20.11 – 23.11.2021	
4	Стартап	23.11 – 24.11.2021	
5	Охорона праці	24.11 – 25.11.2021	
6	Розрахунки	25.11 – 01.12.2021	
7	Креслення	01.12 – 10.12.2021	

Студент

_____ (підпис)

Войтенко В.А.

_____ (ініціали, прізвище)

Керівник дисертації

_____ (підпис)

Казак І.О.

_____ (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Виконано магістерську дисертацію на тему «Машина для лиття під тиском з об'ємом 175 см³ з модернізацією вузла інжекції».

Пояснювальна записка магістерської дисертації складається із вступу, 6 розділів, висновків, 12 таблиць, 28 рисунка. Загальний обсяг записки становить 99 сторінок. Графічна частина складається із 7 креслень формату А1 та 1 креслення формату А2.

Актуальність дослідження полягає у необхідності виготовлення якісних товарів з пластмаси для споживачів.

Метою магістерської дисертації є модернізація вузла інжекції для покращення якості виробів та зменшення відсотку браку.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виготовлення виробів з пластмаси в машинах для лиття під тиском.

Предмет дослідження – машина для лиття під тиском з об'ємом 175 см³ з модернізацією вузла інжекції.

Під час виконання магістерської дисертації було знайдено технологічну схему для виготовлення виробів з пластмаси з використанням машини для лиття під тиском.

Вивчено конструкцію та роботу машини для лиття під тиском. Виконано параметричні, теплові та розрахунки на міцність базової машини. Виконано розрахунок модернізованого вузла інжекції, що дало змогу визначити працездатність модернізованого вузла.

З метою усунення недоліків базової конструкції машини для лиття під тиском було проведено літературно-патентний огляд для вибору її модернізації. Обрано вузол інжекції що дає змогу краще гомогенізувати матеріал, що призводить до зменшення кількості браку та покращення якості виробу. Також обрана конструкція механізму запирання, що дає змогу полегшити ремонтпридатність механізму.

Було розроблено розділ охорони праці, для безпечної роботи, стартап та розділ монтаж та експлуатація. За темою роботи було опубліковано 2 тези на XIV Всеукраїнську науково-практичну конференцію ІХФ НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського» 13-14 грудня 2021 р.

Ключові слова: МАШИНА, ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ, ВУЗОЛ, ІНЖЕКЦІЯ, ЦИЛІНДР, МЕХАНІЗМ ЗМИКАННЯ.

ABSTRACT

The master's dissertation on the topic "Injection molding machine with a volume of 175 cm³ with the modernization of the injection unit" was completed.

The explanatory note of the master's dissertation consists of an introduction, 6 chapters, conclusions, 12 tables, 28 figures. The total volume of the note is 99 pages. The graphic part consists of 8 drawings in A1 format and 1 drawing of A2 format.

The relevance of the study lies in the need to produce quality plastic products for consumers.

The aim of the master's dissertation is to modernize the injection site to improve the quality of products and reduce the percentage of waste.

The object of research is the technological process of making plastic products in injection molding machines.

The subject of the research is a 175 cm³ injection molding machine with modernization of the injection unit

During the master's dissertation a technological scheme was found for the manufacture of plastic products using a die-casting machine

The design and operation of the injection molding machine are studied. Parametric, thermal and strength calculations of the base machine are performed. The calculation of the modernized injection site was performed, which made it possible to determine the operability of the modernized site

In order to eliminate the shortcomings of the basic design, a literature and patent review was conducted for the choice of modernization. An injection unit is selected, which allows better homogenization of the material, which reduces the amount of waste and improves the quality of the product. The design of the locking mechanism is also chosen, which allows to facilitate the maintainability of the mechanism.

A section on labor protection, for safe work, a startup and a section on installation and operation were developed. On the topic of the work were published 2 theses for the XIV All-Ukrainian scientific-practical conference of IHF NTUU "KPI named after Igor Sikorsky" of December 13-14, 2021.

Keywords: MACHINE, INJECTION CASTING, KNOT, INJECTION, CYLINDER, CLOSING MECHANISM.

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ

- N – потужність, кВА;
 Π – продуктивність, т/год;
 n – частота обертання, об/ хв;
 τ – загальний час циклу, с;
 T – температура, 0 С;
 p – тиск, Па;
 E – модуль пружності, Па;
 σ – напруження, Па;
 $H_{ш}$ – хід шнека м;
 $M_{кр}$ – крутний момент шнека, Н·м;
 L – довжина, м;
 D – діаметр, м;
 P – навантаження, Н;
 η – коефіцієнт корисної дії;
 μ – коефіцієнт Пуассона;
 λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/м °С;
 α – коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м² °С;
 e – ширина гребня витка, мм;
 $z_{ср}$ – швидкість, м/с;
 Q – теплота, Дж/м³ ;
 t – крок гвинтової нарізки, мм;
 V – об'єм, м³ .

ЗМІСТ

ВСТУП.....	2
1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ.....	8
1.1 Технічна характеристика базової конструкції машини для лиття під тиском.....	9
1.2 Опис технологічної лінії з застосуванням машини для лиття під тиском	10
1.3 Опис конструкції машини для лиття під тиском.....	11
1.4 Принцип дії машини для лиття під тиском.....	11
1.5 Опис конструкції механізму запирання.....	12
1.6 Принцип дії механізму запирання.....	13
1.7 Опис конструкції прес-форми.....	13
2. ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД ВАРІАНТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ.....	17
2.1 Літературно-патентний огляд варіантів модернізації машини для лиття під тиском.....	17
3. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРІАНТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ.....	28
3.1 Обґрунтування вибору варіанту модернізації інжекційного пристрою машини для лиття під тиском.....	28

					ЛП01мн.017246.01-70ПЗ			
	<i>Лис</i>	<i>Недокум</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб..</i>	Войтенко				Машина для лиття під тиском з об'ємом 175 см³ з модернізацією вузла інжекції	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перев.</i>	Казак						7	?
<i>Н.контр.</i>					НТУУ "КПІм.І.Сікорського"			
<i>Затв..</i>	Сокольський				ІХФ			

3.2 Обґрунтування вибору варіанту модернізації механізму змикання машини для лиття під тиском.....30

4. РОЗРАХУНКИ, ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ.....33

4.1 Розрахунок параметрів черв'яка з умов забезпечення заданих параметрів лиття.....33

4.2 Розрахунок продуктивності.....37

4.3 Розрахунок ливникової системи.....38

4.4 Розрахунок системи охолодження прес-форми.....40

4.5 Розрахунок кількості гнізд прес-форми.....45

4.6 Розрахунок довжини рухливої частини прес-форми.....47

4.7 Розрахунок параметрів приводу обертового руху шнека.....47

4.8 Розрахунок параметрів приводу поступового руху шнека.....49

4.9 Розрахунок наконечника на міцність.....51

4.10 Розрахунок черв'яка на міцність.....51

4.11 Розрахунок черв'яка на жорсткість.....53

5. ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ.....55

5.1 Монтаж та експлуатація.....55

5.1.1 Монтаж фундаментних болтів.....55

5.1.2 Монтаж механізму змикання.....55

5.1.3 Монтаж інжекційно – пластикаційного вузла.....56

5.1.4 Монтаж електричного шкафу.....57

5.1.5 Карта змащення.....57

5.2 Стартап.....58

5.2.1 Обґрунтування доцільності проведення модернізації.....58

5.2.2 Розрахунок витрат на проектні роботи.....59

5.2.3 Розрахунок витрат на виготовлення та обґрунтування ціни.....62

5.2.4 Розрахунок додаткових витрат на модернізацію.....67

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
5

5.2.5	Розрахунок техніко – економічних показників до і після модернізації.....	72
5.2.6	Розрахунок ефективності модернізації.....	79
5.3	Охорона праці.....	80
5.3.1	Шкідливі дії факторів.....	82
5.3.2	Шум.....	82
5.3.3	Загазованість.....	83
5.3.4	Мікроклімат.....	84
5.3.5	Освітлення.....	85
5.3.6	Електробезпека.....	86
5.3.7	Пожежна безпека.....	86
6.	МОДЕРНІЗАЦІЯ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ.....	87
6.1	Розрахунок базової конструкції матеріального циліндра.....	87
6.2	Розрахунок модернізованої конструкції матеріального циліндра.....	91
6.3	Аналіз достовірності проведених розрахунків.....	93
	ВИСНОВКИ.....	94
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	97
	ДОДАТКИ.....	100

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
6

ВСТУП

Лиття під тиском – метод формування виробів із пластмас та резинових сумішей. В машинах для лиття під тиском, розм'якшується матеріал до в'язкого стану та послідовно переміщується у форму для лиття, в якій матеріал при охолодженні застигає. Цим методом отримують вироби масою від декілька грам до декількох кілограм з товщиною стінок 6-10 мм (в рідких випадках 15-20 мм). При процесі лиття матеріал через завантажувальну горловину потрапляє до вузла інжекції де нагрівається та гомогенізується. По мірі пластикації шнек відходить назад. Під час переробки пластмас циліндр нагрівають до 200-350 °С, при переробці реактопластів - до 80-120 °С. Гомогенізований матеріал потрапляє до литтєвої форми де він охолоджується до температури 20-40°C, таким чином отримуємо готовий виріб. Велику частину виробів неможливо виготовити без машин для лиття під тиском. До таких виробів відносяться вироби з складною конфігурацією, з дуже малою товщиною стінок, також вироби які неможливо отримати у відкритих формах.

У магістерській дисертації розглянуті питання відповідно до теми: «Машина для лиття під тиском з об'ємом 175см³ з модернізацією вузла інжекції».

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.

7

1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

Термопластавтомат (ТПА) призначений для виготовлення виробів методом лиття під тиском пластмас з об'ємом нагнітання 175 см³ і температурою пластикації до 300 ° С. До таких матеріалів належать полістирол, поліетилен та ін. Машина оснащена шнеком для переробки матеріалу, поліетилену та ін. Машина забезпечує передгвинтову пластифікацію матеріалу. Обертання шнека здійснюється від гідромотора і плавно регулюється. Привід запірно-інжекторних вузлів електрогідравлічний. Нагнітання матеріалу в закриті форми відбувається під тиском 120 МПа. Залежно від конфігурації, ваги та площі лиття машина може виготовляти одну або кілька деталей одночасно. Передбачена можливість виготовлення виробів з металевою фурнітурою. Вихідний матеріал, що підлягає переробці, повинен бути гранульованим. Розмір гранул не повинен перевищувати: діаметр - 4 мм; довжина - 5 мм. В результаті реалізованих в машині технологічних операцій з виробів отримують вироби різного призначення, побутового та спеціального призначення. Обладнання цього класу використовується в різних галузях промисловості.

Лиття під тиском — це спосіб формування виробів із пластмас і гумових сумішей, у литтєвих машинах, яка полягає в розм'якшенні матеріалу до в'язкого стану з подальшим переміщенням його в прес-форму, де матеріал твердне при зниженні температури, отримуючи конфігурацію виробу. Таким способом виходять вироби вагою від кількох грамів до кількох кілограмів із товщиною стінки 6-10 мм (у рідкісних випадках 15-20 мм). При лиття під тиском матеріал у гранульованому або порошкоподібному стані надходить у матеріальний циліндр термопластавтомату, де нагрівається та переміщується обертним шнеком. У міру пластифікації шнек відходить. При обробці термопластів циліндр нагрівають до 200-350 °С, при обробці реактопластів - до 80-120 °С.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
8

Пластифікований матеріал при поступальному русі шнека нагнітається у форму, де термопласт закачується, охолоджують до 20-40 ° С. У формі матеріал витримують під тиском.

Велика кількість виробів не може бути виготовлена жодним із способів обробки полімерних матеріалів, крім лиття під тиском.

1.1 Технічна характеристика базової конструкції машини для лиття під тиском

Базова машина для лиття під тиском має такі технічні характеристики, які наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічні характеристики машини для лиття під тиском

№ n/n	Найменування	Числове значення
1	Найбільший об'єм впорскування, см ³	175
2	Номінальний тиск лиття, МПа	120
3	Найбільша об'ємна швидкість впорскування, см ³ /с	105
4	Номінальний діаметр черв'яка, м	0,05
5	Найбільший хід черв'яка, м	150
6	Частота обертів черв'яка, об/хв	0,07
7	Номінальне зусилля запирання, кН.	1000
8	Хід рухомої плити, мм	320
9	Висота інструменту, що встановлюється, м:	0,32
	- найбільша	0,16
	- найменша	0,64
10	Найбільша відстань між рухомою та не рухомою плитами, м	

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
9

1.2 Опис технологічної лінії з застосуванням машини для лиття під тиском

Загальний вигляд технологічної лінії з застосуванням машини для лиття під тиском зображено на рисунку 1.1.

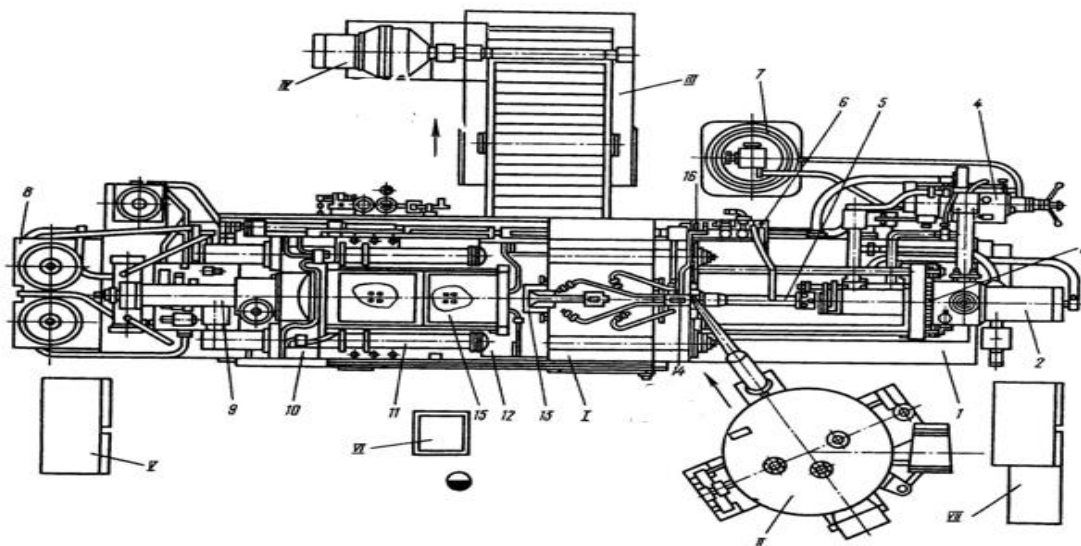


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд технологічної лінії для виробництва виробів з пластмаси з застосуванням машини для лиття під тиском:

I - машина для лиття під тиском; II – дозатор полімеру; III – транспортувач відливок; IV - мотор-редуктор; V – електрошафа; VI - пульт керування; VII - шафа електро- и пневмопристроїв дозатора; 1- станина, 2- гідроциліндр прижиму; 3- механізм пресування; 4 – механізм впирску; 5- прес плунжер; 6- система охолодження; 7- акумулятор; 8- насосна станція; 9- гідроциліндр запирання; 10- нерухома плита; 11- колона; 12- механізм запирання; 13- механізм віддачі відливок; 14- система змазки форм; 15- огорожа; 16- заливний стакан.

Технологічний цикл: змазка форми та її запирання, дозування та заливка матеріалу, пресування, застивання матеріалу, розкриття форми та відвід плунжера, виштовхування відливки, захват відливки маніпулятором.

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
10

1.3 Опис конструкції машини для лиття під тиском

У якості машини для лиття під тиском пропонується розглянути термопластавтомат (ТПА) з об'ємом вприску 175 см^3 (Рисунок 1.2)

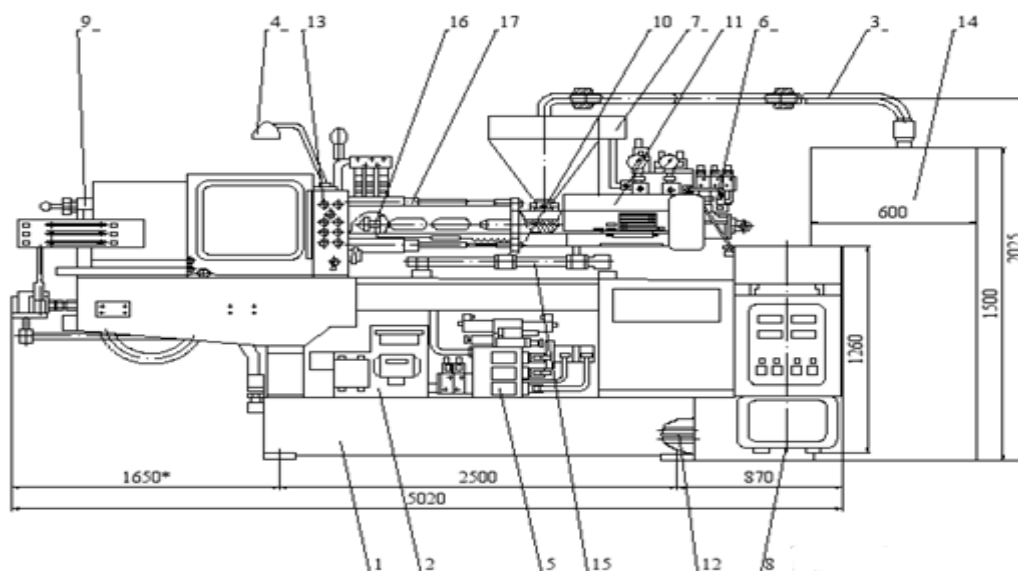


Рисунок 1.2 – Загальний вид термопластавтомату машини для лиття під тиском:

1 – станина; 2 – кронштейн; 3 - вакуум-завантажника; 5 - гідроприводу та 6 - трубоприводу; 9 - гідроциліндра запирання та 10 - гідроциліндру вприску; 11 - командного апарату дозування та переміщення; 12 – масло охолоджувача; 16 - матеріального циліндру; 17 - гідроциліндру прижиму; 15 - направляючих, черв'ячного пластифікатора, бункера; 4 - місцевого освітлення; 13 – електрообладнання; 14 – електрошафи.

1.4 Принцип дії машини для лиття під тиском

Зернистий полімерний матеріал з бункера 7 потрапляє в циліндр з матеріалом пластифікатора 5, захоплюється обертливим шнеком і транспортується в напрямку сопла 8. Гранульований матеріал нагрівається, гомогенізується в пробку і під дією тепла від тертя також за рахунок тепла від зовнішньої зони електронагрівачів пластифікується, тобто плавиться під

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
11

тиском, і, проходячи через зворотний клапан, накопичується в зоні дозування матеріалу циліндра. Під дією виниклого тиску черв'як штовхають вправо, зміщуючи плунжер інжекційного механізму 1. Після спрацьовування кінцевих вимикачів обертання черв'яка припиняється – готується необхідна доза розплаву. Далі за допомогою затискного механізму інжекційний вузол зміщується вліво до тих пір, поки насадка не зімкнеться з носиком, до цього моменту закриття деталей кристалізатора 4 завершує блок преса ЛМ. По суті, це горизонтальний важільно-гідравлічний прес. Після приведення всіх блоків до вихідного стану в гідроприводі осьового переміщення черв'яка створюється тиск, який, діючи подібно поршню, нагнітає розплав полімеру з циліндра матеріалу в кристалізатор, де виріб виходить сформований. Під час формування продукту черв'як обертають для приготування наступної порції. Після охолодження розплаву до заданої температури форма відкривається, і виріб за допомогою ежекторів витягується з робочої зони термопластавтомату. Цикли повторюються.

1.5 Опис конструкції механізму змикання

Механізм змикання напівформ призначений для створення зусилля, необхідного для утримання форми в замкненому стані в процесі лиття та охолодження. Механізм змикання форм складається з двох нерухомих плит, плити регулювання, рухомої плити та ливникової плити (Рисунок 1.3).

Механізм змикання складається з 1 - нерухомої плити та 2 - корпусу, 3 - силових колон, на яких розміщена 4- рухома плита поз. Складається з речажної системи, яка в свою чергу складається з 5 - речагів, 6 - рами, 7- шатунів, які мають з'єднання з речагами та 11 - проміжною плитою, з 12 - кронштейна, який з'єднаний з 5 - речагами. Механізм змикання також включає в себе 8 - виштовхувач, 9 - гідроциліндр запирання, 13 - плиту, 14 - упор та 15 – упор.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
12

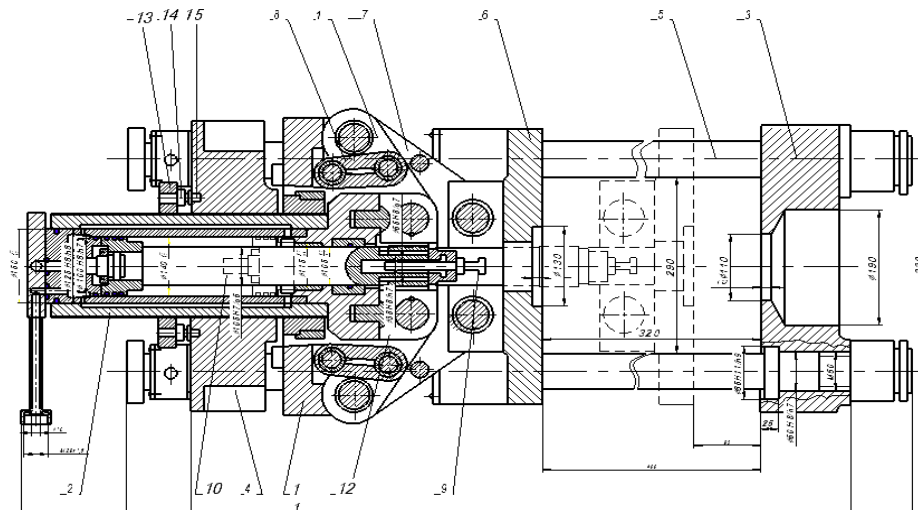


Рисунок 1.3 – Конструкція механізму змикання

1.6 Принцип дії механізму змикання

Робота механізму змикання полягає в тому, що при подачі масла із золотника в ліву порожнину запірнього циліндра, шток гідроциліндра починає відходити, оскільки має з'єднання з проміжною пластиною. Таким чином шток переміщує його перед проміжною пластиною має шарнірне з'єднання через шатуни, з речами, а важіль з'єднується з кронштейном, що відходить проміжна пластина починає випрямляти речі через шатуни, що призводить до переміщення рухома пластина. Таким чином, блокування форми здійснюється шляхом натягування важільної системи, шляхом регулювання зазору, гвинтової пори нерухомої плити і гідроциліндра за допомогою пластины.

1.7 Опис конструкції прес-форми

Ця форма призначена для лиття під тиском. Нагнітання пластику здійснюється одночасно через загальний заливний отвір з розподілом у кількох формоутворюючих площинах. Утворюючі порожнини знаходяться на рухомій пластині. Ревізійні вікна в кількості 4 штук разом з водостічної системою

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
13

формується в матриці, яка розташована в рухомій пластині.

З'єднувач матриці форми на одній горизонтальній площині з'єднувача.

Форма дозволяє отримувати вироби з термопластичного матеріалу - поліетилену заданої конфігурації, що забезпечує високу точність пресованих виробів методом формування під тиском. Для цього його встановлюють на термопластичну машину, куди в формуючу порожнину подається розплав полімеру з матеріалу циліндра машини.

За експлуатаційними характеристиками прес-форма може використовуватися в дрібносерійному і середньо-серійному виробництві, встановлюється стаціонарно в агрегаті до прес-форми, закріплюється на термопластичному верстаті. Оскільки матеріал впорскується з одного сопла одночасно в кілька формоутворюючих площин, прес-форма є одним з найпоширеніших типів ливарних форм. Однак використовується не вся корисна потужність ливарної машини і виникає необхідність чистити носик на поршнях.

Матеріал, з якого виготовлена форма, має високу зносостійкість, достатню термостійкість, хорошу механічну міцність і стійкість до корозії.

Форма дозволяє отримувати деталі загального призначення в таких режимах лиття:

1. Температура форми - 40-50 °С.
2. Температура формувальної маси - 160-190 °С
3. Максимальний тиск 60 атм.
4. Час витримки під тиском - 30 сек.
5. Час охолодження - 30-40 секунд.

Форма оснащена системою водяного охолодження, яка впускається через просвердлені канали у вигляді ..

Розплав надходить з ливарної машини ливарної машини через інжекційну втулку 15 і канали лиття під тиском.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
14

Після заливки, охолодження та відкриття форми виріб витягується за допомогою виштовхувального механізму, який складається з штовхача 10, штовхача 9, пластини ежектора 8, пуансона 14.

З'єднані гвинтами і штифтами, матриця, проміжна пластина 11 і нерухома пластина 16 є нерухомою частиною форми.

Рухома частина форми також включає механізм викидання.

Нерухома пластина 16 служить для притискання рухомої частини форми на нижню пластину ливарної машини.

Рухома пластина 1 використовується для кріплення рухомої частини форми на нижній пластині ливарної машини.

У проміжній і нижній пластинах термопластавтома виконані Т-подібні пази для кріплення напівформи.

Точність замикання і розжимуформ забезпечують колони 7, встановлені в матриці.

До моменту підведення насадки до носика напівформи повинні бути закриті за допомогою механізму блокування напівформи, пластина штовхача з натискною пластиною знаходиться в крайньому правому положенні; Знаки, за допомогою яких виріб разом із литниковою системою видаляється з формуючої порожнини, знаходяться в крайньому правому положенні.

Розплав під тиском нагнітається і форма, поки насадка ще деякий час не виймається з носика, подається розплавом під тиском, необхідним через усадку матеріалу під час затвердіння. Насадка знімається. Форма охолоджується водою через спеціальні канали.

Після затвердіння виробу і водостічної системи з'єднувач напівформ проходить в площині зіткнення матричної пластини і нерухомої пластини.

Рухома табличка зі знаками рухається ліворуч, ведучи всю водосткову систему.

Як тільки стрижень рухомої пластини напівформи натрапляє на перешкоду, спрацьовує перемикач: рухома пластина зупиняється, а на стрижень

Роз.	Войтенко	сила, яка починає рухати його вправо (коли пластина	Арк.	
Пер	Казак		15	
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

знаходиться стаціонарний). Толкатель відповідно штовхає жорстко з'єднані пластини. Толкатель з'єднаний з пластиною через базову плиту, так що відстань між пластинами буде зменшуватися зі зменшенням відстані між пластинами.

За допомогою ежекторів пресований продукт витягується з форми. Функції ежекторів можуть виконувати рухомі формуючі знаки або спеціально встановлені знаки. У знімних формах ежектори в більшості випадків не з'єднані з формою, в стаціонарних вони закріплені в спеціальних пластинах, які отримують рух від системи викидання пресів.

Для деяких видів пластмасових виробів може застосовуватися виштовхування матриці, що значно підвищує продуктивність праці та покращує умови пресування [3].

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
16

2. ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД ВАРІАНТІВ МОДЕРНІЗАЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

Проведено літературно-патентний пошук переваг і недоліків машини для лиття під тиском[1-9]. Визначені такі переваги машини для лиття під тиском: висока продуктивність (до сотні виливків за годину); можливість виготовлення тонкостінних виливків складної форми; висока чистота поверхні (Ra 1,25...5 мкм); можливість одержання декількох деталей за один цикл.

Також виявлені недоліки машини для лиття під тиском:

- нерівномірність розподілу наповнювача в полімері та як наслідок високий відсоток браку;
- зниження технологічності збірки і ремонтпридатності механізму змикання.

Для усунення цих недоліків машини для лиття під тиском проведено літературно-патентний огляд для вибору варіантів модернізації машини. Було знайдено 6 патентів. Розглянемо їх детальніше.

2.1 Літературно-патентний огляд варіантів модернізації машини для лиття під тиском

Для усунення такого недоліку для машини для лиття під тиском як зниження якості полімерних виробів з причини нерівномірності розподілу наповнювача в полімері і як наслідок збільшення бракованої продукції знайдено 2 патенти, які розглянемо нижче.

У джерелі [4] розглянуто конструкцію встановленого плунжера з можливістю зворотно-поступального руху.

Запропонована конструкція плунжера з можливістю зворотно-поступального руху належить до обладнання для переробки полімерних

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
17

матеріалів і пластичних мас, зокрема до обладнання для лиття під тиском.

В основу запропонованої конструкції плунжера з можливістю зворотно-поступального руху покладено задачу вдосконалити машину для лиття під тиском, у якій нове виконання вузла підготовки розплаву забезпечує високоякісну підготовку останнього при одночасному зменшенні довжини машини.

Поставлена задача вирішується тим, що в машині для лиття під тиском, що містить корпус із завантажувальним і розвантажувальним отворами, накопичувальний циліндр і співвісний з ним плунжер, встановлений з можливістю зворотно-поступального руху, а також вузол підготовки розплаву, згідно з корисною моделлю, що пропонується, новим є те, що вузол підготовки розплаву виконано у вигляді дискового екструдера, диск якого має осьовий отвір, а плунжер розміщено в зазначеному отворі. Сутність даного технічного рішення пояснюється кресленням, на якому зображено поздовжній розріз машини. Машина містить корпус 1 із завантажувальним 2 і розвантажувальним 3 отворами, накопичувальний циліндр 4 і співвісний з ним плунжер 5, встановлений з можливістю зворотно-поступального руху, а також вузол підготовки розплаву, який виконано у вигляді дискового екструдера 6, диск 7 якого має осьовий отвір 8, в якому розміщено плунжер 5 (Рисунок 2.5). Машина працює в такий спосіб. Вихідний матеріал надходить у завантажувальний отвір 2 корпусу 1, де захоплюється диском 7, плавиться, гомогенізується і далі рухається в напрямку до розвантажувального отвору 3. Далі розплав потрапляє в накопичувальний циліндр 4, після заповнення розплавом якого плунжер 5 виходить (на Рисунок 5.5. позначено пунктирною лінією) за межі осьового отвору 8 диска 7 і виштовхує розплав у форму (не показана).

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
18

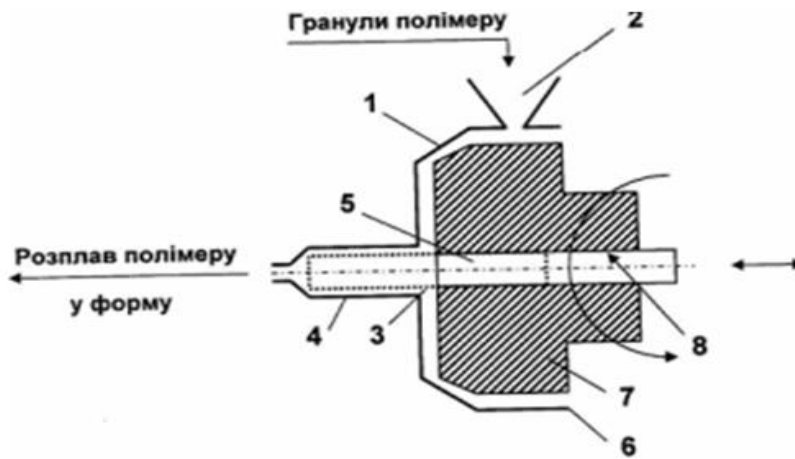


Рисунок 2.5 – Конструкція корпусу інжекційного вузла

Технічним результатом є виконання вузла підготовки розплаву забезпечує високоякісну підготовку останнього при одночасному зменшенні довжини машини.

В джерелі [5] пропонується конструкція інжекційного вузла розташованого на кінці матеріального циліндра з плунжером в порожнині пластикаційного шнека з можливістю зворотно-поступального руху для машини для лиття під тиском

Поставлена задача вирішується тим, що в машині для лиття під тиском, що містить матеріальний циліндр з розташованим у ньому з можливістю обертання пластикаційним шнеком, а також інжекційний вузол з нагромаджувальною камерою, плунжером і випускним соплом інжекційний вузол, який розташовано на кінці матеріального циліндра, пластикаційний шнек виконано порожнистим, а плунжер розташовано в порожнині пластикаційного шнека з можливістю зворотно-поступального руху.

Машина для лиття під тиском працює в такий спосіб. Полімерний матеріал у вигляді гранул або частинок довільної форми надходить у 55 завантажувальний отвір матеріального циліндра 1, де потрапляє у гвинтовий канал пластикаційного шнека 2, розплавляється, гомогенізується і транспортується до інжекційного циліндра 3, заповнюючи нагромаджувальну камеру 4. Після набору потрібної порції розплаву в нагромаджувальній камері,

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
19

вимикається привід обертання пластикаційного шнека 2. Підготовлена порція розплаву полімеру виштовхується з нагромаджувальної камери 4 через сопло 5 з заданим тиском за рахунок осьового переміщення плунжера 6 гідроциліндром 7. Відвід плунжера 5 у вихідне положення від сопла 6 здійснюється гідроциліндром 7. Цикл повторюється. Величина потрібної порції розплаву здійснюється шляхом регулювання величини ходу h плунжера 6.

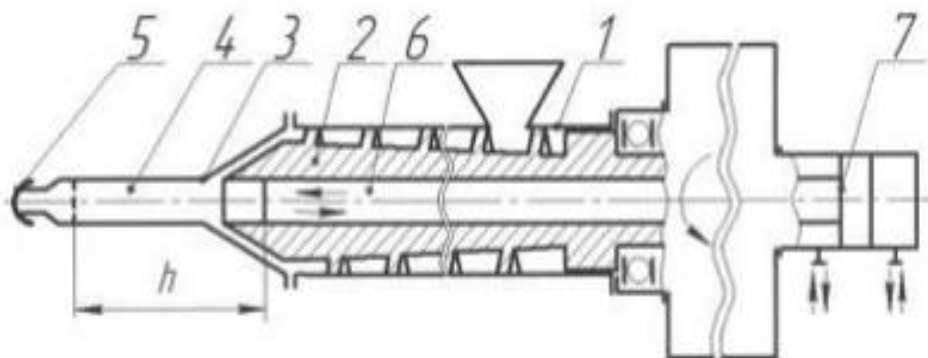


Рисунок 2.6 – Конструкція інжекційного вузла розташованого на кінці матеріального циліндра з плунжером в порожнині пластикаційного шнека з можливістю зворотно-поступального руху для машини для лиття під тиском

Технічним результатом запропонованої конструкції для модернізації форми для лиття є забезпечення компактності конструкції, а отже і невелику матеріалоемність машини в цілому за умови якісного виконання всіх технологічних операцій циклу лиття під тиском.

В джерелі [6] запропонований матеріальний циліндр із завантажувальним отвором і випускним соплом, розміщений у матеріальному циліндрі з можливістю обертання.

Поставлена задача вирішується тим, що в машині для лиття під тиском, що містить матеріальний циліндр із завантажувальним отвором і випускним соплом, розміщений у матеріальному циліндрі з можливістю обертання порожнистий пластикаційний шнек, у порожнині якого з можливістю осьового руху розташовано плунжер, а також гідросистему руху плунжера, новим є те,

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
20

що плунжер з боку завантажувального отвору матеріального циліндра споряджено поршнем, а гідросистему руху плунжера сполучено з порожниною пластикаційного шнека. У найприйнятнішому прикладі виконання машини порожнину пластикаційного шнека виконано ступінчастою, при цьому поршень виконано діаметром більшим за діаметр плунжера.

Машина для лиття під тиском працює в такий спосіб. Полімерний матеріал у вигляді гранул або частинок довільної форми надходить у завантажувальний отвір матеріального циліндра 1, де потрапляє у гвинтовий канал пластикаційного шнека 4, розплавляється, гомогенізується і транспортується в напрямку порожнини сопла 3 та нагромаджу вальної камери 5, виштовхуючи плунжер 7 у напрямку інжекційної камери 6. При цьому робоча рідина з порожнини інжекційної камери 6а виштовхується поршнем 8 за мінімального тиску P1. Після набору потрібної порції розплаву в нагромаджу вальній камері 5, гідросистема руху плунжера 9 перемикає подачу робочої рідини в порожнину 6а з тиску P1 на тиск інжекції P2, що забезпечує переміщення поршня 8 з плунжером 7 у напрямку сопла 3. При цьому нагромаджена порція розплаву виштовхується крізь сопло із заданим тиском лиття. Для зменшення енергетичних втрат процесу лиття порожнина 6в 2 сполучена з атмосферою (P0), наприклад рухомою трубкою 10. У такий спосіб готується чергова доза розплавленого матеріалу. Після цього цикл повторюється. За рахунок запропонованого рішення зменшуються габарити машини шляхом об'єднання гідроциліндра інжекції зі шнеком. Таким чином, виконання машини із зазначеними ознаками забезпечує спрощення конструкції та підвищення надійності роботи машини в цілому за умови якісного виконання всіх технологічних операцій циклу лиття під тиском.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
21

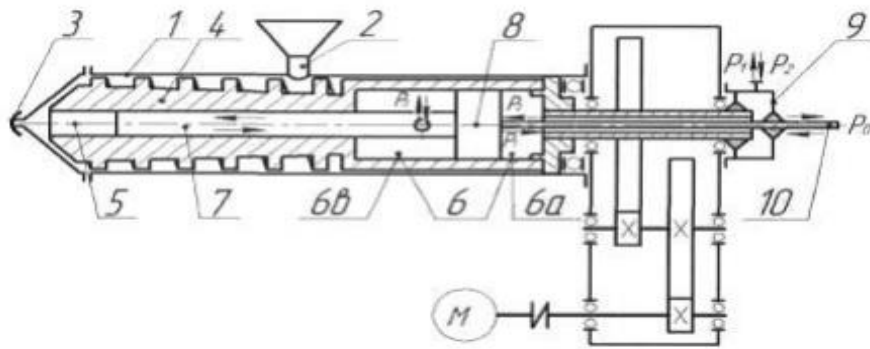


Рисунок 2.7 – Конструкція інжекційного вузла

Технічним результатом запропонованої конструкції для модернізації форми для лиття є спрощення конструкції та підвищення надійності роботи машини в цілому за умови якісного виконання всіх технологічних операцій циклу лиття під тиском.

В технічному рішенні [7] пропонується конструкція інжекційного вузла в середині якого розташований з можливістю переміщення відносно повздовжньої осі шнек, який кінематично зв'язаний із заслінкою за допомогою механізму регулювання зворотно-поступального переміщення заслінки.

В основу запропонованої конструкції вузла інжекції з зворотно-поступального переміщення заслінки поставлено задачу вдосконалення інжекційного механізму машини для лиття під тиском шляхом кінематичного поєднання осьового руху шнека із заслінкою, що регулює подачу матеріалу за допомогою механізму регульованого перетворення переміщень заслінки і забезпечує високу стабільність процесу гомогенізації перероблюваного матеріалу. Поставлена задача вирішується тим, що в інжекційному механізмі машини для лиття під тиском, що містить завантажувальну горловину, споряджену заслінкою регулювання подачі перероблюваного матеріалу, корпус, всередині якого розташований з можливістю переміщення відносно повздовжньої осі шнек, згідно з корисною моделлю, шнек кінематично

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
22

зв'язаний із заслінкою за допомогою механізму регулювання зворотно-поступального переміщення заслінки.

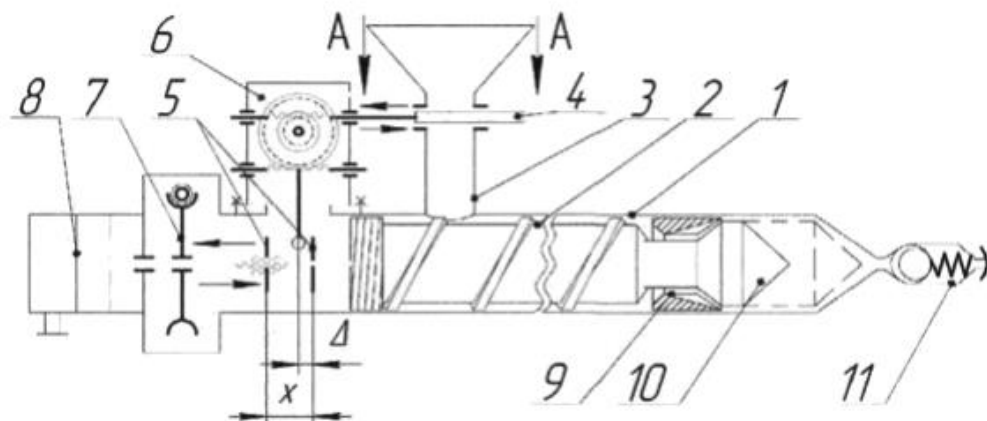


Рис.2.8 Загальний вигляд вузла інжекції з зворотно-поступального переміщення заслінки

Технічним результатом є істотне поліпшення гомогенізації набраної дози матеріалу, що сприяє покращенню якості полімерних виробів і зменшенню кількості бракованої продукції. У такий спосіб може бути модернізована будь-яка машина для лиття під тиском.

Для усунення такого недоліку для машини для лиття під тиском як зниження технологічності збірки і ремонтпридатності механізму змикання знайдено 4 патенти, які розглянемо нижче.

У технічному рішенні [8] пропонується конструкція механізму запирання форми що містить привід зворотно-поступального переміщення, пов'язаний з опозитно розташованими на одній з робочих плит.

В даному замковому пристрої механізму запирання півформ машини для лиття, що містить привід зворотно-поступального переміщення, пов'язаний з опозитно розташованими на одній з робочих плит, зокрема, на рухомій плиті, двома паралельними шарнірами, з'єднаними між собою однаково направленими ланками, на кінцях яких закріплені сухарі, виконані з сегментоподібними виїмками, в замкнутому положенні сухарів обхоплюючих відповідні окружні виступи на колонах, змонтованих на іншій робочій плиті,

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
23

вирішується за рахунок того, що привід зворотнопоступального переміщення з'єднаний з протилежно направленими ланками паралельних шарнірів, однаково направлені ланки яких з'єднані через осі обертання з штангами, установленими в направляючих колодках, зафіксованих на них зі сторони протилежно направлених ланок, з'єднаних з приводом зворотно-поступального переміщення, а зі сторони протилежно направлених ланок виконаних з втулкою, регульованою по міжосьовій відстані між штангами.

У джерелі [9] пропонується конструкція механізму змикання напівформи, наприклад термопластавтомату, з розташованої на ній нерухомою плитою з вмонтованими силовими гідроциліндрами.

Дана конструкція відноситься до області лиття під тиском виробів методом інжекційної подачі матеріалу у форму. Механізм змикання півформ литтєвої машини, наприклад термопластавтомата, містить станину з розташованої на ній нерухомою плитою з вмонтованими силовими гідроциліндрами, штоки яких по кінцях пов'язані листової перемичкою і проходять через плиту. Плита з'єднана з гідроциліндрами швидкого її переміщення в положення контакту півформ, регульоване пристроєм його виставки і фіксується замками механізму їх замикання у вигляді втулок, коаксиально розташованих на штоках силових гідроциліндрів. При цьому замки механізму замикання півформ виконані з можливістю їх закриття тільки в одному положенні висунутих штоків гідроциліндрів швидкого переміщення плити, з'єднаних з листової перемичкою, жорстко встановленої на штоках силових гідроциліндрів, пов'язаних з влаштуванням виставки положення контакту підлозі форм (Рисунок 2.9).

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
24

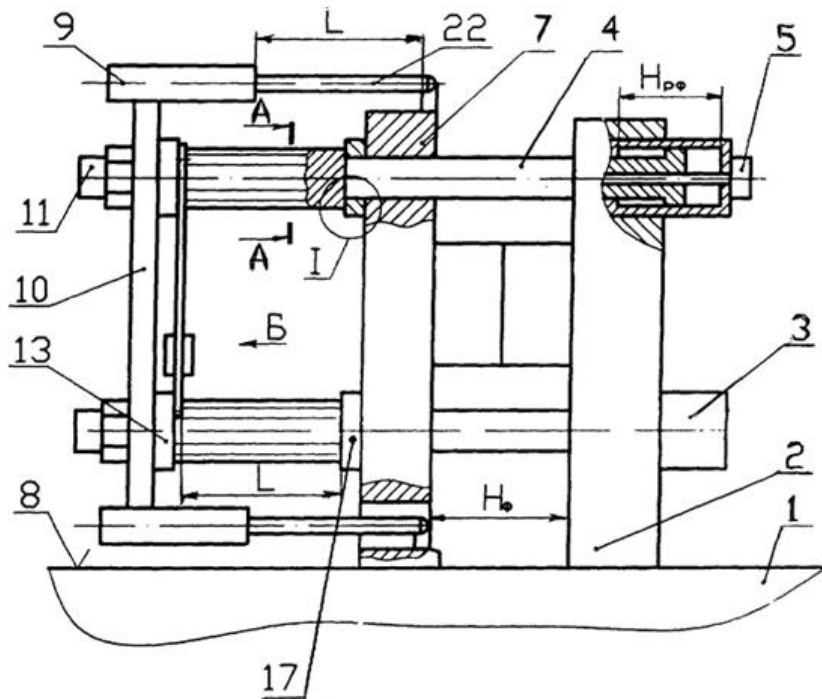


Рисунок 2.9 – Конструкція механізму змикання напіформи

Механізм змикання півформ машини для лиття під тиском, наприклад термопластавтомату, складається з станини 1 із закріпленою на ній нерухомою плитою 2 до встановлених силовими гідроциліндрами 3, штоки 4 яких пов'язані з пристроєм 5 виставки положення контакту півформ 6. Мобільна плита 7 розташована на напрямних 8 станини 1 і гідроциліндрами 9 швидкого її переміщення в положення контакту півформ 6 з'єднана з листової перемичкою 10, жорстко встановленої на кінцях 11 штоків 4 силових гідроциліндрів 3. Привід обмеженого радіального повороту штоків 4 виконаний у вигляді гідроциліндра 12, з'єднаного з однією з чотирьох шліцьових втулок 13, розташованих на шліцьових ділянках 14 штоків 4 і пов'язаних стяжками 15 в одну кінематичну систему. При цьому довжина L шліцьових ділянок 14 вибирається мінімально необхідної для даного параметричного ряду ливарних машин з умови забезпечення видалення відлитих виробів. Торцеві поверхні 16 (Рис.5.1) шліцьових втулок 17, жорстко з'єднаних з мобільною плитою 7, знаходяться в одній площині з торцевими поверхнями 18 шліцьових ділянок 14 штоків 4 з зазором ΔL . Зазор ΔL необхідний для забезпечення вільного радіального повороту штоків 4 при зміні кутового положення виступів 19 їх

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
25

шліцьових ділянок 14 щодо виступів 20 і пазів 21 шліцьових втулок 17. При цьому поворот відбувається тільки при висунутих штоках 22 гідроциліндрів 9 швидкого переміщення мобільного плити 7.

Технічним результатом запропонованої конструкції для модернізації машини для лиття зі спрощенням виготовлення замків та механізму замикання півформ є підвищення ремонтпридатності та якості вихідного матеріалу.

У джерелі [10] розглянуто конструкція форми для лиття під тиском без зняття литникової форми з термопластавтомата.

Ливарна форма як показано на рис. 5.2, та рис.5.3 складається з нерухомої півформи 1, яка містить напрямні колонки 20, литникову втулку 31, нерухому плиту кріплення 21, на якій кріпляться симетрично до поздовжньої осі литтєвої форми дві плити 3 і 4 з дзеркально виконаними пазами 18 для роликів 6 в сторону осі литтєвої форми, мають горизонтальні і похилі в межах 20 ... 45 ° ділянки, і рухомий півформи 2, яка містить напрямні втулки 19, рухливу плиту кріплення 22, опорні стійки 23 і 24, проміжну плиту 25, виштовхуючу систему, в яку входять виштовхувачі 26, штовхачі повернення 27, держатель 28, плита держателя 29, хвостовик 30. на рухомій півформі кріпиться блок знаків 5, який складається з оформляють знаків 10, які формують отвори в відливаються виробках, паралельні площині роз'єму литтєвої форми, встановлених в знакотримачі 13, роликів 6, встановлених на осях 7 на торцевих сторонах знакотримача, плити знакотримача 14, що складається з двох рознімних п про осях оформляють знаків і центруючих втулок 8 половинок, які кріпляться болтами до знакотримача і в які впираються оформляють знаки, центруючих стійок 9, по яких переміщається знакотримач з центруючими втулками, підстави 17, стійок 16 і кришки 15, при цьому центруючі стійки встановлені між підставою і кришкою блоку знаків, кришка кріпиться болтами через стійки до основи, а блок знаків через підставу кріпиться до рухомої півформи, причому в кришці блоку знаків є отвори 12 для доступу до болтів кріплення плити знакотримача і отвори 11 для вилучення оформляють знаків для ремонту або їх заміни без зняття литникової форми з термопластавтомата.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
26

На Рисунку 2.10 зображений вид зверху на ливарні форми в розімкненому стані, встановлену на термопластавтомат

На Рисунку 2.10 зображений вид на нерухому півформу.

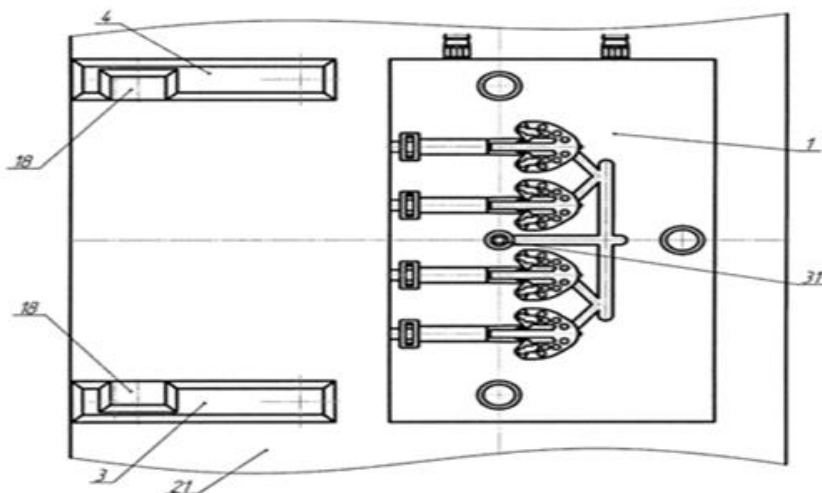


Рисунок 2.10 – Конструкція нерухомої півформи

Технічним результатом запропонованої конструкції для модернізації механізму змикання напівформи в машині для лиття під тиском є спрощення виготовлення замків механізму змикання півформ з одночасним підвищенням технологічності його збірки і поліпшенням ремонтпридатності.

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
27

3 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРІАНТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

3.1 Обґрунтування вибору варіанту модернізації інжекційного пристрою машини для лиття під тиском

Для усунення такого недоліку для машини для лиття під тиском як зниження якості полімерних виробів з причини нерівномірності розподілу наповнювача в полімері і як наслідок збільшення бракованої продукції найдоцільніше обрати конструкцію вузла інжекції з зворотно-поступальним переміщенням заслінки на основі прототипу [7] (Рисунок 2.8). Розглянемо обрану конструкцію вузла інжекції з зворотно-поступальним переміщенням заслінки детальніше.

В основу запропонованої конструкції вузла інжекції з зворотно-поступального переміщення заслінки поставлено задачу вдосконалення інжекційного механізму машини для лиття під тиском шляхом кінематичного поєднання осьового руху шнека із заслінкою, що регулює подачу матеріалу за допомогою механізму регульованого перетворення переміщень заслінки і забезпечує високу стабільність процесу гомогенізації перероблюваного матеріалу. Поставлена задача вирішується тим, що в інжекційному механізмі машини для лиття під тиском, що містить завантажувальну горловину, споряджену заслінкою регулювання подачі перероблюваного матеріалу, корпус, всередині якого розташований з можливістю переміщення відносно повздовжньої осі шнек, згідно з корисною моделлю, шнек кінематично зв'язаний із заслінкою за допомогою механізму регулювання зворотно-поступального переміщення заслінки.

Вузла інжекції з зворотно-поступального переміщення заслінки працює таким чином. Перед початком набору дози шнек 2 перебуває в крайньому правому положенні. Внаслідок обертового руху шнек 2 гомогенізує та нагнітає

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
28

матеріал через зворотний клапан 9 перед соплом 11 і поступово відходить у напрямку завантажувальної горловини 3, приводячи одним з упорів 5 до руху механізм регулювання поступального переміщення заслінки 6, внаслідок чого вона поступово перекриває завантажувальну горловину 3. Співвідношення величини переміщення шнека 2 і ходу h заслінки 4 (Рисунок 2.9) регулюються передаточним числом механізму регулювання поступального переміщення 6, наприклад, варіатора та рейкових пар тощо. Для регулювання моменту початку і закінчення періоду закривання заслінки 4 відстань χ між упорами 5 шнека 2 (Рисунок 2.8) регулюється зміною відстані між упорами 5 і зазором Δ (Рисунок 5.8), наприклад, за рахунок гвинтової пари. Матеріал із завантажувальної горловини 3, потрапляє в корпус 1, де захоплюється витками 60 шнека 2 і транспортується в напрямку сопла 11. За підвищення протитиску перероблюваного матеріалу перед шнеком 2 до заданого значення, шнек переміщується в напрямку завантажувальної горловини 3 разом з упорами 5. Після проходження зазору Δ , що визначає вибрану частку набору підготовленої порції матеріалу, один з упорів 5 приводить до руху механізм зворотно-поступального руху 6, а він у свою чергу - заслінку 4, яка, переміщуючись на 5 відстань h , перекриває отвір завантажувальної горловини 3. Повне перекривання отвору завантажувальної горловини 3 відбувається в момент закінчення набору дози перед шнеком 2, але процес гомогенізації матеріалу у гвинтовому каналі шнека 2 продовжується. Після завершення часу відведеного у виробничому циклі на підготовку дози" тиск у порожнині інжекції гідроциліндра 8 збільшується, шнек рухається в напрямку сопла 11, виштовхуючи матеріал у 10 форму, і процес набору дози повторюється.

Технічним результатом є істотне поліпшення гомогенізації набраної дози матеріалу, що сприяє покращенню якості полімерних виробів і зменшенню кількості бракованої продукції. У такий спосіб може бути модернізована будь яка машина для лиття під тиском.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
29

3.2 Обґрунтування вибору варіанту модернізації механізму змикання машини для лиття під тиском

Для усунення недоліку для машини для лиття під тиском - зниження технологічності збірки і ремонтпридатності механізму змикання найдоцільніше обирати конструкцію механізму змикання на основі прототипу [10] (Рисунок 2.9). Розглянемо обрану конструкцію механізму змикання на основі прототипу [10] детальніше.

Дане технічне полягає в тому, що в пропонованій литниковій формі, що складається з нерухомої і рухомої півформи, на нерухомій плиті кріплення литникової форми кріпляться симетрично до поздовжньої осі литникової форми дві плити з дзеркально виконаними пазами для роликів в сторону осі литникової форми, що мають горизонтальні і похилі в межах 20 ... 45 ° ділянки, а на рухомій півформі кріпиться блок знаків, який складається з оформляють знаків, які формують отвори в відливаються виробках, паралельні площині роз'єму литникової форми, встановлених в знакотримачах, роликів, встановлених на осях на торцевих сторонах знакотримачах, плити знакотримачах, що складається з двох рознімних по осях оформляють знаків і центруючих втулок половинок, які кріпляться болтами до знакотримачах і в які впираються оформляють знаки, центруючих стійок, по яких переміщається знакотримачах з центруючих втулками, підстави, стійок і кришки, при цьому центруючі стійки встановлюєни між підставою і кришкою блоку знаків, кришка кріпиться болтами через стійки до основи, а блок знаків через підставу кріпиться до рухомої івформи, причому в кришці блоку знаків є отвори для доступу до болтів кріплення плити знакотримача і для вилучення оформляють знаків для ремонту або їх заміни без зняття литникової форми з термопластавтомата, при цьому плити з пазами для роликів, а саме пази для роликів повинні забезпечити робочий хід оформляють знаків, що перевищує робочу довжину оформляють знаків на 2 ... 3 мм, ширина паза ролика повинна

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
30

перевищувати діаметр ролика на 0,5 ... 1,0 мм.

На рисунку 3.1 зображена конструкція ливарної форми розімкнутому стані.

На рисунку 3.2 зображений вид на рухому півформу, блок знаків зображений в перерізі по площині роз'єму литникової форми.

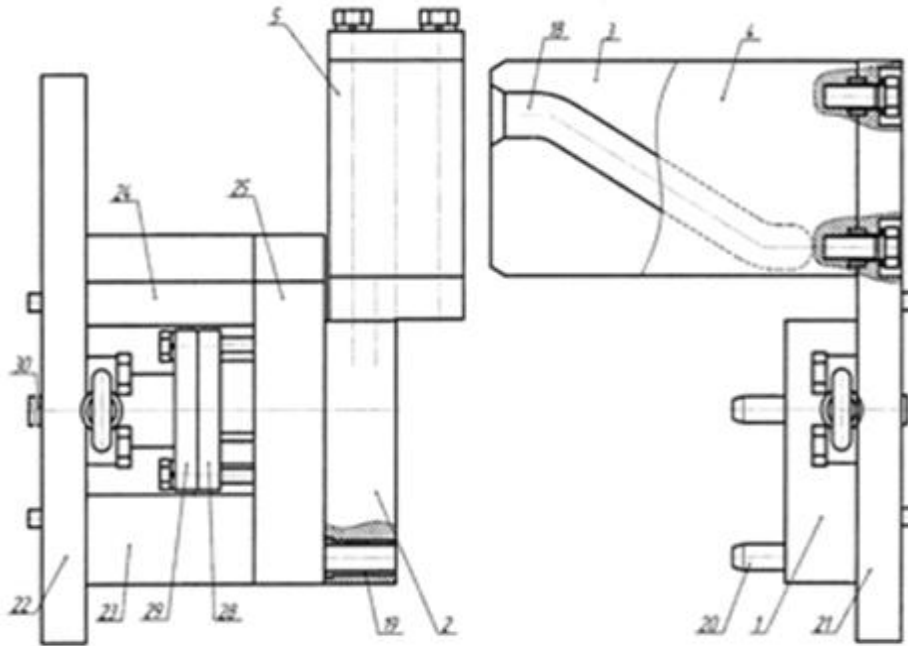


Рисунок 3.1 – Конструкція ливарної форми в розімкнутому стані

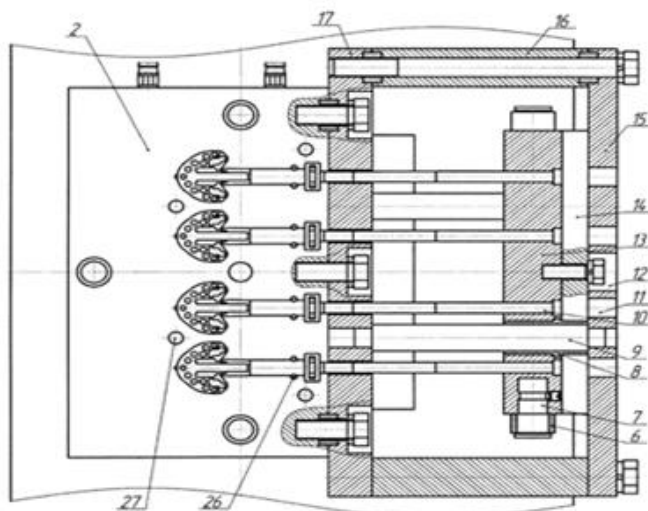


Рисунок 3.2 – Конструкція рухомої півформи

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
31

Техічним результатом є те що на нерухомій плиті кріплення литникової форми кріпляться симетрично до поздовжньої осі литникової форми дві плити з дзеркально виконаними пазами для роликів в сторону осі литникової форми.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
32

4 РОЗРАХУНКИ, ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

4.1 Розрахунок параметрів черв'яка з умов забезпечення заданих параметрів лиття.

На рисунку 4.1. наведена розрахункова схема черв'яка.

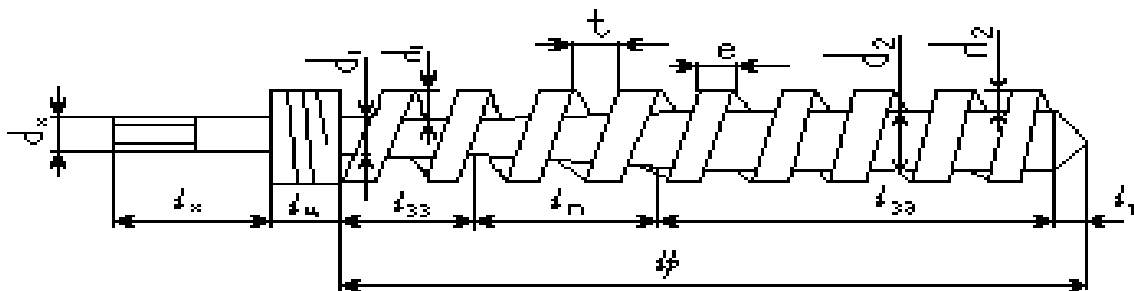


Рисунок 4.1. Розрахункова схема черв'яка

Діаметр черв'яка рахується з умов забезпечення заданого об'єму закачування для циклу V_n , пластифікаційній здатності $q_{пл}$ і номінального тиску заливки P_d . Розрахунок діаметра черв'яка з умов забезпечення необхідного об'єму закачування для циклу V_n буде здійснюватись згідно з методикою [11].

1. Коефіцієнт для розрахунку діаметра черв'яка D_1 , що забезпечує необхідний об'єм вприску за цикл V_n ;

$$D_1 = \sqrt[3]{\frac{V_n \cdot K}{(0,785 \cdot K_1)}}$$

де V_n – об'єм вприску за цикл, $V_n = 175 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$

K – коефіцієнт що враховує витоку і стиснення полімеру при вприску, K

$= 1,2$

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
33

K_1 – коефіцієнт геометрії черв'яка, $K_1=2,5$

Підставимо значення в формулу;

$$D_1 = \sqrt[3]{\frac{175 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2}{0,785 \cdot 2,5}} = 0,047 \text{ м}$$

2. Діаметр черв'яка з умови забезпечення пластифікаційної здатності можна розрахувати по формулах, що містять ряд параметрів, що ускладнюють розрахунок. Приблизні емпіричні або практичні співвідношення можуть бути корисними для цієї мети:

$$D_2 = 2,5 \sqrt{\frac{q_{пл}}{0,7}} \cdot 10^{-2}$$

де $q_{пл}$ – пластикаційна здатність, $q_{пл} = 33$ кг/ч.

$$D_2 = 2,5 \sqrt{\frac{33}{0,7}} \cdot 10^{-2} = 0,0467 \text{ м}$$

3. Для розрахунку діаметра черв'яка D_n за умови заданого тиску лиття P_l визначають діаметр поршня гідроциліндру прижиму. По заданому тиску лиття P_l , тиску $P_{гд}$ в системі і діаметру черв'яка D_1 або D_2 визначаємо діаметр поршня гідроциліндра.

$$D_n = \sqrt{\frac{P_n \cdot D_1^2}{P_{гд}}}$$

де P_l – тиск лиття, $P_l = 120$ Мпа,

D_1 – діаметр черв'яка, $D_1 = 0,05$ м,

$P_{гд}$ – тиск в гідросистемі, $P_{гд} = 10$ Мпа,

По стандартному ряду діаметрів приймаємо $D_n = 0,18$ м

4. По знайденому значенню P_l , визначаємо діаметр черв'яка D_3 :

$$D_3 = \sqrt{\frac{P_{гд} \cdot D_n^2}{P_l}}$$

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
34

де $P_{л}$ – тиск лиття, $P_{л} = 120$ МПа

$D_{п1}$ – діаметр поршня гідроциліндрвприску, $D_{п1} = 0,18$ м.

$P_{гд}$ – тиск в гідросистемі, $P_{гд} = 10$ МПа

$$D_3 = \sqrt{\frac{10 \cdot 0,18^2}{120}} = 0,049 \text{ м}$$

По знайдених значеннях діаметра D_1 , D_2 , D_3 приймаємо номінальний діаметр черв'яка $D_1 = 0,05$ м

5. Хід черв'яка при розрахунковому діаметрі черв'яка D_n уточнюють по вираженню:

$$H_{ш} = \frac{4 \cdot V_p}{(\pi \cdot D_n^2)}$$

де D_n – номінальний діаметр черв'яка, $D_n = 0,05$ м

V_p – об'єм полімеру, підготовленого в черв'ячному пластикаторі до вприску:

$$V_p = V_m K$$

де V_m – об'єм вприску за цикл, $V_m = 175 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$.

K – коефіцієнт враховуючий втрати та стиск полімера при вприску,

$$K=1,2 \quad V_p = 175 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2 = 2,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$$

Тоді, хід черв'яка при розрахунковому діаметрі черв'яка:

$$H_{ш} = \frac{4 \cdot 2,1 \cdot 10^{-4}}{(\pi \cdot (0,05)^2)} = 0,11 \text{ м},$$

6. Визначаємо фактичний тиск лиття при номінальному діаметрі черв'яка $[12]D_n$ і діаметрі поршня $D_{п1}$:

$$P_{\phi} = \frac{P_{гд} \cdot D_{п1}^2}{D_n^2}$$

де $D_{п1}$ – діаметр поршня гідроциліндра вприску, $D_{п1} = 0,18$ м,

$P_{гд}$ – тиск в гідросистемі, $P_{гд} = 10$ МПа,

D_n – номінальний діаметр черв'яка, $D_n = 0,05$ м.

$$P_{\phi} = \frac{10 \cdot (0,18)^2}{0,05^2} = 130 \text{ МПа}$$

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
35

7.Визначаємо довжину зони дозування:

$$L_0 = 0,3 L_p = 0,3 \cdot 1 = 0,3 \text{ м}$$

де L_p – довжина робочої частини черв'яка,

$$L_p = 0,05 \cdot 20 = 1 \text{ м}$$

8.Визначаємо довжину зони завантаження:

$$L_3 = 0,55 \cdot L_p = 0,55 \cdot 1 = 0,55 \text{ м}$$

9.Знаходимо довжину зони пластикації:

$$L_n = 0,15 \cdot L_p = 0,15 \cdot 1 = 0,15 \text{ м}$$

Основні геометричні параметри черв'яка можна виразити через коефіцієнти K_2 , K_3 , K_4 ,

K_2 – відношення глибини каналу черв'яка в зоні завантаження h_1 до діаметру D , $K_2 = 0,133$,

K_3 – відношення кроку черв'яка t до діаметру D , $K_3 = 1$,

K_4 – відношення товщини витка каналу черв'яка до діаметру D , $K_4 = 0,11$.

10.Глибина нарізки черв'яка у зоні завантаження:

$$h_1 = D \cdot K_2 = 0,05 \cdot 0,133 = 0,0066 = 0,007 \text{ м.}$$

11.Діаметр стержня у зоні завантаження:

$$d_1 = D - 2h_1 = 0,05 - 2 \cdot 0,007 = 0,036 \text{ м}$$

12.Крок нарізки :

$$t = D \cdot K_3 = 0,05 \cdot 1 = 0,05 \text{ м}$$

13.Товщина витка:

$$e = D \cdot K_4 = 0,05 \cdot 0,11 = 0,0055 \text{ м}$$

14.Кут під'йому винтової лінії гребня черв'яка φ :

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{t}{\pi \cdot D}$$

де t – крок винтової лінії, $t = 0,05$ м.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{0,05}{3,14 \cdot 0,05} = 0,318$$

$$\varphi = \operatorname{arctg} (0,318) = 17^\circ 40'$$

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
36

15. Глибина каналу у зоні дозування застосовується рівно h/K_5 , де K_5 – відношення глибини каналу у зоні завантаження h_1 до глибини його у зоні дозування h_2 , K_5 приблизно визначається ступеня стиску черв'яка і, $K_5 = i = 2,3$.

$$h_2 = \frac{h_1}{K_5} = \frac{0,007}{2,3} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

16. Діаметр черв'яка у зоні дозування:

$$d_2 = D - 2h_2 = 0,05 - 2 \cdot 0,003 = 0,044 \text{ м}$$

17. Глибина нарізки у зоні пластикації дорівнює півсуми висоті каналів у зоні завантаження і дозування:

$$h_3 = \frac{h_1 + h_2}{2} = \frac{0,007 + 0,003}{2} = 0,005 \text{ м}$$

18. діаметр черв'яка у зоні пластикації:

$$d_3 = D - 2h_3 = 0,05 - 2 \cdot 0,005 = 0,04 \text{ м}$$

19. Довжина частини хвостовика:

$$L_n = 2,1 D = 2,1 \cdot 0,05 = 0,105 \text{ м}$$

20. Довжина хвостовика:

$$L_x = (1 \dots 2) \cdot D = 1,8 \cdot 0,05 = 0,09 \text{ м}$$

21. Діаметр хвостовика: $d_x = 0,045 \text{ м}$;

22. Довжина накінецьника $L_T = 0,12 \text{ м}$;

23. Зазор між корпусом та черв'яком: $\delta = 0,0001 \text{ м}$.

4.2 Розрахунок продуктивності

Продуктивність пластифікатора, що використовується в цій автоматичній формувальній машині, може бути виражена через продуктивність зони дозування. Таким чином розрахунок зони подачі, в якій знаходиться полімер у вигляді гранул, розраховано на теорії переміщення і саме на теорії переміщення об'ємних тіл, а теорія розрахунку зони стиснення досі не відома:

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
37

$$Q = \pi^2 \rho n (D - h_1) h_1 \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi}{(\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \varphi)}$$

де ρ - густина полімеру, вона дорівнює $0,950 \text{ т/м}^3$ для поліетилену[13]; n - частота обертання черв'яка, $n=20-180$ про/хв. Приймаємо $n=70$ про/хв;

D - діаметр черв'яка, $D=50 \times 10^{-3}$ м; h_1 - глибина нарізки черв'яка у зоні завантаження 7×10^{-3} м; $\varphi = 17^{\circ}45'$ - кут тертя матеріалу о метал, $\operatorname{tg} \alpha = f$, де f - коефіцієнт тертя матеріалу о холодну поверхню, $f=0,1-0,9$; приймаємо $f=0,3$ [13].

$$Q = 3,14^2 \cdot 0,950 \cdot 10^3 \cdot 70 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \cdot (50 \cdot 10^{-3} - 7 \cdot 10^{-3}) \cdot 7 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,3 \cdot \operatorname{tg} 17,75}{0,3 + \operatorname{tg} 17,75} \cdot 60 = 92 \text{ кг/год}$$

4.3 Розрахунок ливникової системи

Будь-яка ливникова система складається з трьох елементів: центрального каналу, розводячого каналу і впускного каналу.

Центральний канал оформлений у спеціальній ливниковій втулці у виді усіченого конуса.

Розрахунковий діаметр на вході в ливникову втулку визначаємо:

$$d_{1p} = 0,2 \sqrt{\frac{V_{в.н}}{\pi \nu \tau}} [2],$$

де $V_{в.н.}$ - обсяг чи упорскування сума обсягів виробів, що одночасно відливаються, $V_{в.н.} = m/\rho = 150/0,950 = 158 \times 10^{-3} \text{ мм}^3$, де m - маса виробу, $m=150$ гр для 4 виливків; ρ - густина поліетилену, $\rho=0,950 \text{ г/см}^3$; V - середня швидкість плину матеріалу в ливниковій утулці, $V=110 \text{ мм/с}$ [12]; T - тривалість упорскування, $T=4 \text{ сек}$.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
38

$$d_{1p} = 0,2 \sqrt{\frac{158 \times 10^{-3}}{3,14 \times 110 \times 4}} = 3 \text{ мм} .$$

Діаметр d_2 центральної ливникового каналу на виході визначають по табл. 4.4[12] у залежності від кута φ конуса. При $\varphi = 4^\circ$ і $d_{1p} = 3$ мм - $d_2 = 8$ мм. Максимально припустиме значення $d_{2\text{max}}$ центральні ливникові канали на виході:

$$d_{2\text{max}} = e + 1,5 ,$$

де e - товщина виробу, що відливається, $e = 8$ мм.

$$d_{2\text{max}} = 8 + 1,5 = 9,5 \text{ мм}.$$

Т.к. $d_{2\text{max}} > d_2$ і оскільки центральний літник не примикає до виробу, то зупиняємося на цьому варіанті і приймаємо $d_1 = d_{1p} = 3$ мм, $d_2 = 8$ мм.

Розводящі ливникові канали є частиною ливникової системи, що з'єднує порожнини форми, що оформляють, з центральним літником. Форму розводящого каналу приймаємо трапеційдальну, тому що вона більш технологічна і менш трудомістка при виготовленні.

Розміри перетину розводящих каналів визначаємо з табл. 4.6[12] і приймаємо $b = 4$ мм, $h = 2$ мм, $F_{\text{п.с.}} = 26,8$ мм². Впускні канали являють собою останню ланку в змішувачі ливникових каналів, що підводять матеріал до порожнини форми, що оформляє.

Площа перетину цього каналу визначається:

$$F_{\text{в.н.}} \leq F_{\text{у.н.}} / n_{\text{в.н.}},$$

де $F_{\text{у.н.}}$ - площа перетину вхідного отвору центрального каналу. $F_{\text{у.н.}}^2 = \pi r^2 = 3,14 * (2,25 * 10^{-3})^2 = 1,59 * 10^{-5}$ м²; $n_{\text{в.н.}}$ - кількість впускних каналів, $n_{\text{в.н.}} = 4$.

$$F_{\text{в.н.}} \leq (1,59 * 10^{-5}) / 4 = 3,976 * 10^{-6} \text{ м}^2$$

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
39

Приймаємо $F_{в.н.}=3,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$. Діаметр впускного каналу дорівнює: $d=2 \dots 2,5$ мм.

Приймаємо $d=2$ мм. Довжину L каналу приймаємо 316 мм. Ширину каналу b приймаємо 10 мм.

Розрахунок ливникової системи завершуємо розрахунком вентиляційних каналів. Канали розташовуються в місцях, заповнюваних розплавом в останню чергу.

Площа перетину вентиляційного каналу одного гнізда:

$$F=f \cdot V_{т,}$$

де f – площа питомого перетину вентиляційного каналу, [12] і при часі упорскування $t=4$ сек, $f=5 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{см}^3$; V – обсяг гнізда форми. $V=59,73 \text{ см}^3$

$$F=5 \cdot 10^{-3} \cdot 59,73=298,64765 \text{ мм}^2=0,29 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2.$$

Глибину каналу h_1 , приймаємо в залежності від матеріалу. Так у форму заливається поліетилен, то $h_1=0,04$ мм. Довжину вентиляційного каналу L приймаємо 2 мм. Він переходить у канал глибиною $h_2=2$ мм, що з'єднуємо з атмосферою. Ширину каналу приймаємо $b=1,8$ мм. Число каналів виходячи з конструкторських розумінь приймаємо 4[12]. Канали виконуються у формі після її випробовування і тільки тоді, коли поперечний переріз зазорів у рухливій частині прес-форми виявляється менше рарозрахункової величини $F_{в.}$

4.4 Розрахунок системи охолодження прес-форми

Для розрахунку системи охолодження прес-форми задамося даними: розмірами форми-360x316x316; матеріалом для лиття - поліетилен з максимальною товщиною $\delta=8$ мм у формі колеса з розмірами 60x18; температура полімерного розплаву $t_{п}=135^{\circ}\text{C}$; температура навколишньої

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
40

середовища-повітря $t_{н.с.}=20^{\circ}\text{C}$; температура води на вході $t_{в.п.}=16^{\circ}\text{C}$; температура форми $t_{\phi}=57,5^{\circ}\text{C}$; температура готового виробу $t_{д}=60^{\circ}\text{C}$; маса виробу $G_{д}=35$ г.

Безрозмірна температура:

$$\theta = \frac{t_{\phi} - t_{\partial}}{t_{\phi} - t_{н}}$$

$$\theta = \frac{57,5 - 60}{57,5 - 135} \approx 1$$

Час охолодження виробу:

$$t_{охл} = \frac{0,405(\delta/2)}{a} \text{Ln}(1,27\theta) ,$$

де a -коефіцієнт температуропровідності поліетилену в умовах переробки, $a=0,8465 \times 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$, δ – максимальна товщина стінки, $\delta = 8 \text{ мм}$

$$t_{охл} = \frac{0,405(8 \times 10^{-3}/2)}{0,8065 \times 10^{-7}} \text{Ln}(1,27 \times 1) = 46 \text{ сек.}$$

Повний час циклу:

$$t_{цикл} = t_{мех} + t_{охл},$$

де $t_{мех}$ – час механічної роботи машини, він дорівнює 15 сек[12].

$$t_{цикл} = 15 + 46 = 61 \text{ сек.}$$

Площа поверхні форми:

$$F = (L_1 V_1 + L_1 H_1 + H_1 V_1) + (L_2 V_2 + L_2 H_2 + V_2 H_2),$$

де $L_1, V_1, H_1, L_2, V_2, H_2$ -лінійні розміри частин форми, що оформляють, $L_1=0,285 \text{ м}$, $V_1=0,316 \text{ м}$, $H_1=0,316 \text{ м}$, $L_2=0,075 \text{ м}$, $V_2=0,316 \text{ м}$, $H_2=0,316 \text{ м}$.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
41

$$F=(0,285 \times 0,316 + 0,285 \times 0,316 + 0,316 \times 0,316) + \\ + (0,075 \times 0,316 + 0,075 \times 0,316 + 0,316 \times 0,316) = 0,427 \text{ м}^2$$

Витрата води:

$$G_{\text{в}} = \frac{G_{\text{д}} C_{\text{д}} (t_{\text{н}} - t_{\text{д}}) + \alpha_{\text{ф}} F_{\text{ф}} (t_{\text{ф}} - t_{\text{визн}})}{C_{\text{х}} (t_{\text{вк}} - t_{\text{вн}})},$$

Де $C_{\text{изд}}$ - середня теплоємність полістиролу, $C_{\text{д}} = 1,92 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$; $\alpha_{\text{ф}}$ - коефіцієнт тепловіддачі вільної конвекції від форми в навколишнє середовище, $\alpha_{\text{ф}} = 9 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{С}$

$C_{\text{х}}$ - теплоємність охолоджуючої рідини при визначальній температурі,

$$C_{\text{х}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}};$$

$$T_{\text{визн}} = 0,5 \cdot (t_{\text{вп}} + t_{\text{вк}}) = 0,5 \cdot (45 + 16) = 30,5^\circ\text{С}.$$

$$G_{\text{в}} = \frac{0,035 \cdot 1,92 \cdot 10^3 \cdot (135 - 60) + 9 \cdot 0,427 \cdot (57,5 - 30,5)}{4200 \cdot (45 - 16)} = 0,042 \frac{\text{кг}}{\text{с}},$$

Площа поверхні оформлення деталі пуансоном і матрицею:

$$F_{\text{оо}} = 2\pi R_1 (R_1 + H_1 + \delta),$$

де R, H - радіус і висота пуансона, $R = 0,020 \text{ м}$, $H = 0,010 \text{ м}$; R_1, H_1, δ - радіус, висота матриці і товщина стінки виробу. $R_1 = 0,030 \text{ м}$, $H_1 = 0,018 \text{ м}$; $\delta = 8 \text{ мм}$.

$$F_{\text{оп}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,020 \cdot (0,020 + 0,010) = 0,0037 \text{ м}^2,$$

$$F_{\text{ом}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,030 \cdot (0,030 + 0,018 + 0,008) = 0,0106 \text{ м}^2,$$

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
42

$$G_n = \frac{2G_\partial \cdot F_{on}}{F_{on} + F_{om}},$$

$$G_m = 2G_\partial - G_n,$$

$$G_n = \frac{2 \cdot 0.035 \cdot 0.0037}{0.0037 + 0.0106} = 0.018 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$G_m = 2 \cdot 0,035 - 0,018 = 0,034 \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

Перетин каналів пуансона і матриці:

$$f_n = \frac{G_n}{\rho_v v},$$

$$f_m = \frac{G_m}{\rho_v v},$$

де v - швидкість води в каналі віднесена до 1 мм за 1с; ρ_v - густина води, 10^3 кг/м³.

$$f_n = \frac{0.018}{10^3 \times 1} = 0.018 \times 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$f_m = \frac{0,034}{10^3 \times 1} = 0.034 \times 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Діаметри каналів пуансона і матриці круглого перетину:

$$d_n = \sqrt{\frac{4f_n}{n}},$$

$$d_m = \sqrt{\frac{4f_m}{n}},$$

$$d_n = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,018 \cdot 10^{-3}}{3,14}} = 4,79 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$d_m = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,034 \cdot 10^{-3}}{3,14}} = 6,58 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Приймаємо $d_n = d_m = 10$ мм.

Роз.	Войтенко		
Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис
			Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.

43

Режим руху води в каналі:

$$Re = \frac{vd}{\nu},$$

де ν - кінематична в'язкість води, $1,159 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;

$$Re = \frac{1 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{1.159 \cdot 10^{-6}} = 8628.$$

Критерій Нусельта.

Значення критерію Рейнольдса відповідає перехідному режиму руху води[14]:

$$Nu_n = 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot Re^{1,3} \cdot Pr^{0,43} \quad (2.50)$$

Де $Pr = 8,27$ при $t_{\text{визн}} = 30,5^\circ\text{C}$.

$$Nu_n = 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 8628^{1,3} \cdot 8,27^{0,43} = 73,34.$$

Коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha_n = \alpha_m = \frac{Nu\lambda}{d},$$

де $\lambda = 58,65 \cdot 10^{-2} \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$

при

$$t_{\text{визн}} = 30,5^\circ\text{C}$$

$$\alpha_n = \alpha_m = \frac{73,34 \cdot 58,65 \cdot 10^{-2}}{10^{-2}} = 4301 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

Площа поверхні теплообміну каналів:

$$F_n = \frac{G_n C_p (t_{xu} - t_{xn})}{\alpha(t_{\phi} - t_{\text{опр.ср}})},$$

$$F_m = \frac{G_m C_p (t_{en} - t_{ek})}{\alpha(t_{\phi} - t_{\text{н.с}})},$$

$$F_n = \frac{0,018 \cdot 4200 \cdot (45 - 16)}{4301 \cdot (57,5 - 20)} = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$F_m = \frac{0,034 \cdot 4200 \cdot (45 - 16)}{4301 \cdot (57,5 - 20)} = 2,6 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$$

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
44

Загальна довжина каналів:

$$L_n = \frac{F_n}{nd_{np}},$$

$$L_m = \frac{F_m}{nd_m},$$

$$L_n = \frac{1,4 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 10^{-2}} = 0,446 \text{ м}$$

$$L_m = \frac{2,6 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 10^{-2}} = 0,828 \text{ м}$$

4.5 Розрахунок кількості гнізд прес-форми

Розрахунок кількості гнізд прес-форми зв'язаний з вибором ливарної машини по наступним її параметрам: ваги упорскування, пластикаційній продуктивності, зусиллю змикання.

Кількість гнізд n_1 , виходячи з ваги упорскування машини:

$$n_1 = \frac{G_b}{U_1 G_g};$$

де G_b - вага упорскування машини в гр, $G_b=150$ гр[15]; G_g -вага однієї деталі, $G_g=35$ гр;

k_1 -коефіцієнт, що враховує вагу ливникової системи щодо ваги однієї деталі, $k_1=1.1$ [2]

$$n_1 = \frac{150}{35 \times 1,1} = 4;$$

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
45

Кількість гнізд n_2 , виходячи з пластикаційної продуктивності матеріального циліндра машини:

$$n_2 = \frac{Q(T_b G_g + T_x)}{3.6k_1 G_g} ;$$

T_b -тривалість витримки деталі у формі, у розрахунку на 1гр ваги; T_x -тривалість циклу, що включає час змикання форми підведення сопла, упорскування пластмаси, розмикання форми, виштовхування деталі і т.д., $T_x=20$ сек[16]

$$n_2 = \frac{92(1 \times 0,035 + 20)}{3,6 \times 1,1 \times 0,035 \times 3600} = 23;$$

Кількість гнізд n_3 , виходячи з зусилля змикання машини:

$$n_3 = \frac{P}{1.25 P_0 k_2 F} ;$$

де P - зусилля змикання форми, $P=1000$ кН; P_0 - тиск пластмаси в гнізді, $P_0=60$ МПа; F - площа деталі (у плані), $F=2,75 \times 10^{-3}$ м²; k_2 - коефіцієнт, що враховує площу ливникової системи (у плані), $k_2=1,1$ [17].

$$n_3 = \frac{1 \times 10^6}{1,25 \times 60 \times 10^6 \times 1,1 \times 2,75 \times 10^{-3}} = 4$$

Приймаємо кількість гнізд $n=4$, виходячи з ваги упорскування машини.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
46

4.6 Розрахунок довжини рухливої частини прес-форми

Орієнтовно хід рухливої частини форми L_x можна визначити: для деталей, що вимагає застосування стрижневих витовкувачев:

$$L_x = l + c \leq L_m \quad (1.6)$$

Де l – висота деталі, $l = 18$ мм; c – величина, що враховує висоту центрального літника, просвіт, необхідний для видалення деталі і т.д.; у формах зі стрижневою і точно – стрижневою ливниковою системою $c = 60$ мм [12];
 $L_m = 320$ мм;

$$L_x = 18 + 60 = 78 \text{ мм} \leq 320 \text{ мм.}$$

Остаточна величина довжини шляху рухливої частини форми приймаємо
 $L_x = 100$ мм.

4.7 Розрахунок параметрів приводу обертового руху шнека

Вихідні дані:

- об'єм вприску 175 см^3 ;
- діаметр шнека $D = 50$ мм,
- частота обертання шнека $n_{\text{ср}} = 70$ об/хвл;
- тиск відходу черв'яка $P = 5$ МПа.

1. Потужність приводу обертового руху черв'яка:

$$N_{\text{вр}} = K (D \cdot 10^3)^{K1} \cdot 10^3$$

де $K = 3,41 \cdot 10^{-4}$, тоді:

$$N_{\text{вр}} = 3,41 \cdot 10^{-4} (50 \cdot 10^{-3} \cdot 10^3)^{2,5} \cdot 10^3 = 6,03 \cdot 10^3 \text{ Вт.}$$

2. Крутний момент $M_{\text{кр}}$ шнека з частотою його обертання $n_{\text{ср}}$ можна визначити за формулою:

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
47

$$M_{кр} = 9,55 \cdot \frac{N_{ер}}{n_{ср}}$$

де – потужність приводу обертального руху черв'яка, $N = 6,03$ кВт;

$$M_{кр} = 9,55 \cdot \frac{6,03}{70} = 0,82 Н \cdot м$$

4. За крутним моментом шнека $M_{кр}$ розраховуємо момент на валу $M_{гд}$:

$$M_{гд} = M_{кр} / i_{хд};$$

де i – передаточне відношення, $i = 15 \dots 25$;

$X_{д}$ – КПД механічної передачі, $X_{д} = 0,95$;

$$M_{гд} = \frac{823}{20 \cdot 0,95} = 43,3 Н \cdot м$$

Вибираємо модель гідродвигуна; $M_{гд} = 50$ Нм, $n_{макс} = 1500$ об/хвл.

3. Визначаємо подачу насоса $q_{н}$;

$$q_{н} = q_{гд} \cdot n_{гдо} / (60 \cdot X_{об.гд})$$

де $q_{гд}$ – подача робочої рідини за один оберт вала, $q_{гд} = 70 \cdot 10^{-6}$ об/хвл

$$n_{гдо} = n_{ср} \cdot i = 70 \cdot 15 = 1050 \text{ об/хвл};$$

$X_{об.гд}$ – об'ємний КПД гідродвигуна; $X_{об.гд} = 0,98$

$$q_{н} = \frac{70 \cdot 10^{-6} \cdot 1050}{60 \cdot 0,98} = 1,25 \cdot 10^{-3} \frac{м^3}{с}$$

4. Потужність $N_{н}$ насоса, питаючого гідродвигун:

$$N_{н} = \frac{P_{гд} \cdot q_{н}}{X_{еф.гд} \cdot X_{еф.н}}$$

де P – номінальний тиск, $P = 5$ МПа;

$X_{еф.гд}$ – ефективний КПД гідродвигуна; $X_{еф.гд} = 0,8$;

$X_{еф.н}$ – ефективний КПД насоса; $X_{еф.н} = 0,7$.

$$N_{н} = \frac{5 \cdot 10^6 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 0,7} = 1,12 \cdot 10^4 \text{ Вт};$$

5. Фактична частота обертання вала гідродвигуна під

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
48

навантаженням:

$$n_{гд.ф} = n_{гд.о}(1 - C);$$

де C – жорсткість механічної характеристики вала; $C = 0,05$.

$$n_{гд.ф} = 1050 \cdot (1 - 0,05) = 997,5 \text{ об/хв.}$$

6. Потужність $N_{гд}$ передаєма гідродвигуном шнеку:

$$N_{гд} = \frac{M_{гд} \cdot n_{гд.ф}}{9,55} = \frac{50 \cdot 997,5}{9,55} = 5,22 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

7. По тиску $P = 5 \text{ МПа}$ і продуктивністю $q_n = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ вибираємо лопасний насос типу 8Г12-25А. Його характеристика: $q_n = 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$; $P = 6,5 \text{ МПа}$.

8. Потужність електродвигуна вибираємого насоса ;

$$N_{н} = \frac{P \cdot q_n}{X_{эф.н} \cdot X_{эф.гд}} = \frac{6,5 \cdot 10^6 \cdot 1,67 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 0,7} = 1,94 \cdot 10^4 \text{ Вт}$$

9. Максимальна можлива частота двигуна за вибраним насосом:

$$n_{гд.д} = \frac{q_n \cdot X_{об.гд} \cdot 60}{q_{гд}} = \frac{1,67 \cdot 10^{-3} \cdot 0,98 \cdot 60}{70 \cdot 10^{-6}} = 1400 \text{ об / хв.}$$

4.8 Розрахунок параметрів приводу поступового руху шнека

Вихідні дані:

- номінальний тиск лиття, $P_{л.н.} = 120 \text{ МПа}$;
- час вприску $t = 4 \text{ с}$.

Потужність приводу поступового руху шнека розраховуємо за умовами забезпечення необхідного для заповнення форми тиску і заданого часу вприску.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
49

Насос повинен розвивати тиск, яке забезпечить тиск лиття P_l , необхідне для заповнення системи сопло-форма і подолати втрати тиску в інжекційному вузлі ливарної машини.

1. Об'ємна швидкість вприску:

$$Q_{впр} = K_{ут1} \cdot K_{сж} \cdot Q = \frac{K \cdot V_n}{t},$$

де $K = K_{ут1} \cdot K_{сж} = 1,3$;

V_n – об'єм вприску за цикл, $V_n = 175 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$.

$$Q_{впр} = \frac{1,3 \cdot 175 \cdot 10^{-6}}{4} = 0,56 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с}$$

2. Потужність приводу поступового руху шнека:

$$N_{впр} = \frac{K_{пер} \cdot K_{утч} \cdot P_l \cdot Q_{впр}}{X}$$

де $K_{пер}$ – коефіцієнт перевантаження, $K_{пер} = 0,75$

$K_{ут}$ – коефіцієнт втрати гідрорідини, приймаємо 1,05.

X – КПД насосу і гідросистеми вприску, приймаємо від 0,85...0,9.

$$N_{впр} = \frac{0,75 \cdot 1,05 \cdot 120 \cdot 10^6 \cdot 0,56 \cdot 10^{-4}}{0,9} = 5,88 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигуна $N_d = 19,4 \text{ кВт}$

Максимальний крутний момент:

$$M_{кр} = 9550 \cdot N_d / n = 9550 \cdot 19,4 / 1400 = 132 \text{ Н*м},$$

де n – частота двигуна, об/хв

Осьове зусилля:

$$P_{ос} = 2 \cdot M_{кр} \cdot \text{tg} \varphi / D = 2 \cdot 132 \cdot \text{tg} 17^\circ 45' / 0,05 = 1689,6 \text{ Н},$$

де D – діаметр черв'яка,

φ – кут нахилу гвинтової лінії черв'яка, $\varphi = 17^\circ 45'$

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
50

4.9 Розрахунок наконечника на міцність

Для розрахунку наконечника задамося даними: матеріал і термообробка Сталь 38Х2МЮА, НВ 260...280; питомий тиск лиття-

$p=120$ МПа; зовнішній діаметр контакту наконечника і компенсатора- $D=30$ мм; внутрішній діаметр контакту наконечника і компенсатора- $d=21$ мм.

Напруга зняття в місці контакту наконечника і компенсатора:

$$[\sigma_{см}] = \frac{PD^2}{D^2 - d^2},$$

$$[\sigma_{см}] = \frac{120 \cdot 10^6 \cdot 0.03^2}{0.03^2 - 0.021^2} = 235 \text{ МПа}$$

Напруга змінання, що допускається

$$[\sigma_{см}]_2 = 240 \text{ МПа} \quad [4].$$

4.10 Розрахунок черв'яка на міцність

Розрахунок черв'яка на міцність – перевірка проєктованих на підставі попередніх розрахунків розмірів черв'яка [17] .

Вихідні дані: Матеріал черв'яка сталь 38ХМЮА, границя текучості $\sigma_m = 450 \text{ МПа}$ згідно [14], діаметр черв'яка 50мм .

Розрахункова схема черв'яка зображена на рисунку .3.2.

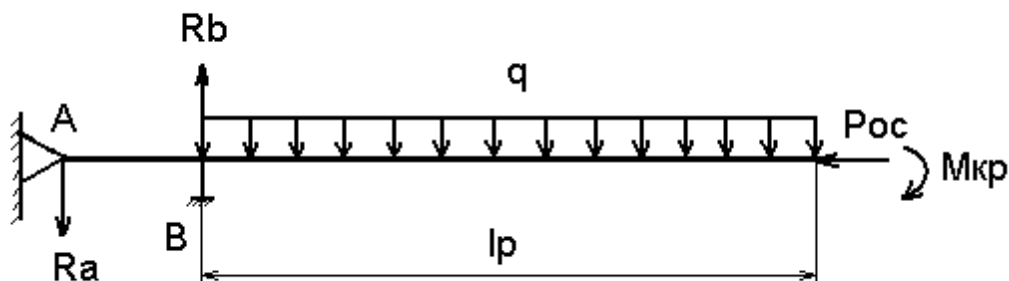


Рисунок 3.2. Розрахункова схема черв'яка на міцність та жорсткість.

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
51

Полярний момент інерції :

$$I = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} (1 - \alpha^4) = \frac{3,14 \cdot (0,036)^4}{64} (1 - 0,72^4) = 6 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

де α - відношення діаметра стрижня черв'яка і внутрішнього охолоджувального каналу в небезпечному перерізі

$$\alpha = \frac{d_1}{d_{in}} = \frac{36}{50} = 0,72;$$

Площа небезпечного перерізу:

$$F_{пер} = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (1 - \alpha^2) = \frac{3,14 \cdot 0,036^2}{4} (1 - 0,72^2) = 0,49 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Радіус інерції:

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 10^{-8}}{0,49 \cdot 10^{-3}}} = 1,11 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

Ступінь твердості черв'яка:

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l_p}{i} = \frac{2 \cdot 1,000}{1,11 \cdot 10^{-2}} = 180;$$

де μ - коефіцієнт способу закладення , $\mu = 2$.

Оскільки $\lambda = 209$, то черв'як вважається довгим і розраховується на твердість [16].

Осьовий момент опору:

$$W = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32} (1 - \alpha^3) = \frac{3,14 \cdot 0,036^3}{32} (1 - 0,72^3) = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Дотичні напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W} = \frac{132}{1,7 \cdot 10^{-6}} = 78 \text{ МПа}.$$

Роз.	Войтенко		
Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис
			Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
52

Напруга стиску:

$$\sigma_c = \frac{P_{oc}}{F} = \frac{1689,6}{0,49 \cdot 10^{-3}} = 3,45 \text{ МПа.}$$

Результати напруги за III-ій теорією міцності:

$$\sigma_{iii} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{3,45^2 + 4 \cdot 78^2} = 156 \text{ МПа.}$$

Запас міцності :

$$N = \sigma_t / \sigma_{iii} = 450 / 156 = 2.8$$

4.11 Розрахунок черв'яка на жорсткість

На ряду з умовами міцності важливим є забезпечення умов жорсткості – максимальний прогин черв'яка повинен бути меншим конструкційного зазору[15] $\delta_{\max} \geq \delta_k$.

Вихідні дані: Матеріал черв'яка сталь 38ХМЮА,

діаметр черв'яка $d = 50$ мм,

зазор між корпусом і черв'яком $\delta_{\max} = (0,002 \dots 0,003)D = 0,1$ мм,

Е - модуль пружності , $E = 2 \cdot 10^5$ МПа.

Максимальний прогин розраховується за формулою:

$$\delta = \frac{1}{EI} \left[\frac{q}{k^2} \left(\frac{1}{k^2} + \frac{l_p}{2} \right) - \frac{1}{k} \left(\frac{q}{k^2} + A \cdot l_p \right) \cdot \cos(k \cdot l_p) - \frac{1}{k^2} \left(\frac{q \cdot l_p}{k} - A \right) \cdot \sin(k l_p) \right];$$

де $k = \sqrt{\frac{P_{oc}}{EI}} = \sqrt{\frac{1689,6}{2 \cdot 10^{11} \cdot 6 \cdot 10^{-8}}} = 0,375;$

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.

53

$$A = \frac{q \left[l_p - \frac{1}{k} \sin(kl_p) \right]}{k \cdot \cos(kl_p)} =$$

$$= \frac{5.53 * \left[1,000 - \frac{1}{0,375} \sin(1,000 * 0,375) \right]}{0,375 \cos(0,375 * 1,000)} = 17,61.$$

Максимальний прогин дорівнює

$$\delta_K = \frac{1}{2 \cdot 10^{11} \cdot 2,4 \cdot 10^{-7}} \left[\begin{aligned} & \frac{124}{0,375^2} \left(\frac{1}{0,375^2} + \frac{1,000}{2} \right) - \\ & - \frac{1}{0,375} \left(\frac{1,000}{0,375^2} + 17,61 \cdot 1,000 \right) \cdot \cos(0,375 \cdot 1,000) - \\ & - \frac{1}{0,375^2} \left(\frac{5,53 \cdot 1,000}{0,375} - 17,61 \right) \cdot \sin(0,375 \cdot 1,000) \end{aligned} \right] = 0,00042 \text{ мм};$$

Прогин в межах допустимого.

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

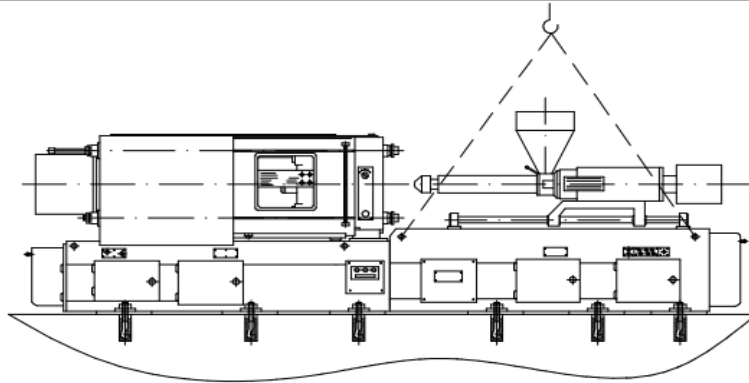
Арк.

54

Карта ескізів		Номер операції	
		Монтаж механізму змикання	
			
			Розроб. <i>Войтенко</i>
			Перев. <i>Борщук</i>
			Н.Контр.
			Арк.
			Арк-в
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис
			Дата
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис
			Дата
			Затв. <i>Сокольський</i>

5.1.3 Монтаж інжекційно-пластикаційного вузла

Застропити, підняти станину з інжекційно-пластикаційним вузлом, встановити фундаментні болти у відповідні отвори станини, надіти шайби. Нагвинтити гайки, станину опустити за місцем.

Карта ескізів		Номер операції	
		Монтаж інжекційно-пластикаційного вузла	
			
			Розроб. <i>Войтенко</i>
			Перев. <i>Борщук</i>
			Н.Контр.
			Арк.
			Арк-в
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис
			Дата
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис
			Дата
			Затв. <i>Сокольський</i>

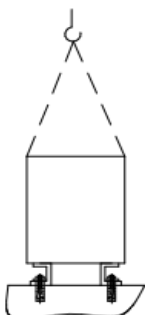
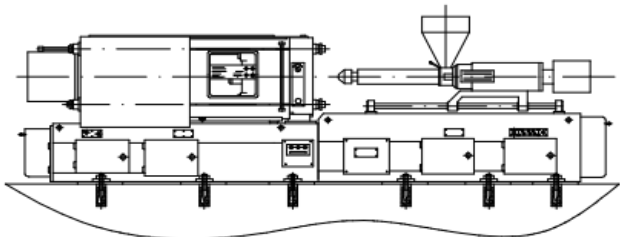
Роз.	<i>Войтенко</i>		
Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис
			Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

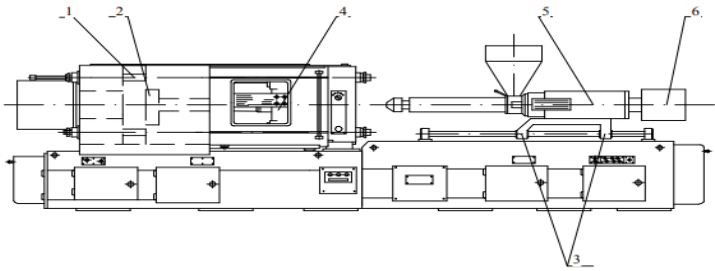
Арк.
56

5.1.4 Монтаж електричного шкафу

Застропити, підняти шкаф електроуправління, вставити фундаментні болти, надіти шайби, наживити гайки, шкаф поставити за місцем на фундамент. Під'єднати шланги гідросистеми до гідронасосу та двигуна, встановити манометри. Машину заземлити, підключити до джерела електричного струму, зробити покраску машини та провести пробний пуск машини.

Карта ескізів		Номер операції	
		Монтаж електричного шкафу	
		3	
			
			Розроб. Войтенко
			Перев. Борщук
			Н. Коитр.
			Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис
		Дата	
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис
		Дата	
		Затв.	Соколовський
			Арк-в

5.1.5 Карта змащення

Карта ескізів		Номер операції	
			
			Розроб. Войтенко
			Перев. Борщук
			Н. Коитр.
			Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис
		Дата	
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис
		Дата	
		Затв.	Соколовський
			Арк-в

Роз.	Войтенко		
Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис
			Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
57

1. Плита проміжна: солідол М та мастило індустриальне 30
2. Засувка: солідол М та мастило індустриальне 30
3. Салаки механізму інжекції: солідол М та мастило
4. Рухома плита: солідол М
5. Вузол опірною підшипника: мастило ТАП-15
- ..6. Опора валу: УС-3

Креслення гідроциліндра прижиму та специфікація ЛП01мп.017242.01-70ТЕ представлені у додатку А.

5.2 Спартап

5.2.1 Обґрунтування доцільності проведення модернізації

Завданням хімічної інженерії є підвищення продуктивності праці, покращення якості продукції, збільшення кількості продукції, зменшення споживання енергії та металу.

Переваги базової конструкції:

- висока продуктивність (до сотні виробів за годину);
- можливість виготовлення тонкостінних виливків складної форми;
- висока чистота поверхні;
- можливість одержання кількох виробів за один цикл.

Недоліки попередньої конструкції:

- Після закінчення набору дози гомогенізованого матеріалу перед шнеком відбувається зупинка приводу обертання, внаслідок чого погіршується стабільність процесу гомогенізації матеріалу;

- Нерівномірність розподілу наповнювача в полімері, як наслідок великий відсоток браку.

З метою підвищення продуктивності, покращення якості виробів проводиться модернізація вузла інжекції машини для лиття під тиском.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мп.017246.01-70ПЗ

Арк.
58

- Модернізація дозволила підвищити годинну та річну продуктивність за рахунок скорочення виробничого циклу та підвищити якість продукції, що виготовляються без зміни її ціни, зменшити відсоток браку, що також підвищує Qp; за рахунок скорочення часу вимушених простоїв, збільшення фактичного запасу обладнання, трохи зменшити вагу пристрою.

- Зведемо показники, що характеризують базову конструкцію, та очікувані показники модернізованої машини до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1- Очікувані показники базової та модернізованої машини

Показник	Одиниця	Техніка	
		Базова	Проектована
Зайнята площа	М2	2,84	2,84
Маса машини	Кг	3750	3740
Продуктивність	Кг/год	80	92
Річна продуктивність	Кг/рік	24111	37312
Норма обслуговування	Чол.	2	2

5.2.2 Розрахунок витрат на проектні роботи

Розрахунок трудомісткості проектних робіт:

- Для кожного з видів робіт відповідно до новизни, трудомісткості проектного об'єкта та використання нормативів часу на розробку конструкторської документації, наведених у [8], визначають загальний нормативний час підготовки проекту до виробництва із зазначенням професії та кваліфікації виконавців.

Результати розрахунку трудомісткості конструкторської підготовки зводимо в таблицю 5.2.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
59

Таблиця 5.2 - Результати розрахунку трудомісткості конструкторської підготовки

Найменування Конструкторської документації або видів робіт	Кількість облікових одиниць .	Групи		Норми часу, Год		Каліфіка- ція виконавця
		Новиз- ни	Складнос- ті	На одини- цю	Всього	
Креслення заг. Вигляду.	1	A	4	39	39	I.К.-I
Схема гідравлічна.	1	A	3	57	57	I.К.-I
Черв'ячний пластифікатор ЗК.	1	A	3	24	24	I.К.-II
Мех. Запирання ЗК.	1	A	3	24	24	I.К.-II
Мех. Впорскування ЗК.	1	A	3	24	24	I.К.-II
Механізм інжекції ЗК.	1	A	2	19	19	I.К.-II
Мат.Цилін. З.К.	1	A	1	17	17	I.К.-II
Гідро циліндр запирання З.К.	1	A	3	15	15	I.К.-II
Гідро циліндр впорскування З.К.	1	A	3	15	15	I.К.-II
Прес-форма В.З.	1	B	4	46	46	I.К.-I
Черв'як З.К.	1	B	4	53	53	I.К.-I
Інжекційно-пласт. вузол З.К.	1	B	4	53	53	I.К.-I
Функціональна	1	Г	5	437	437	В.К

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
60

схема автоматизації						
Механізм прижиму сопла З.К.	1	Г	2	27	27	І.К.-ІІ
Пояснювальна записка	1	Г	5	1.5	1.5	І.К.-ІV
Специфікації	14	А	3	0.7	9.8	С.Т.К
Відомість Специфікацій	1	А	3	0.5	0.5	І.К.-ІІ
Патентний формуляр	1	В	4	57	57	І.К.-ІІ
Разом загальна трудомісткість =909,7 годин .						

Примітка:

В.К. –ведучій конструктор

С.Т.К –старший технік конструктор

І.К.І. –інженер-конструктор першої категорії

І.К.ІІ. -інженер-конструктор другої категорії

І.К.ІV.-інженер-конструктор четвертої категорії

Креслення загального виду віднесене до групи новизни А, так як являється проєктованим за наявними зразками існуючих моделей без значних конструктивних та розмірних змін. Група складності 4, так, як містить кінематичні передачі та елементи автоматики.

Схема гідравлічна, черв'ячний пластифікатор ЗК, механізм запирання ЗК, механізм впорскування ЗК, гідроциліндр запирання ЗК. гідроциліндр впорскування ЗК, специфікації, та відомості специфікацій віднесені до групи новизни А так як являється проєктованим за наявними зразками існуючих моделей без значних конструктивних та розмірних змін. Група складності 3, так, як включають литі, зварні, корпусні, з прямолінійною і криволінійною

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.

61

поверхнею, що містять три і більше кінематичних пар, які вимагають розрахунку кінематичних передач з декількома ступенями свободи.

Інжекційний вузол, механізм змикання модернізовані віднесені до групи новизни В, так, як модернізація передбачає проектування з проведенням принципових змін окремих складових, вимагає проведення експериментальної перевірки. Група складності 4, містить складні кінематичні передачі, вимагає проведення розрахунку великої кількості спряжених розмірів.

5.2.3 Розрахунок витрат на виготовлення та обґрунтування ціни

Виконаємо розрахунок трудомісткості технологічної підготовки виробництва.

Технологічна підготовка виробництва включає:

- забезпечення технологічності конструкції виробу;
- проектування технологічних процесів;
- проектування технологічного оснащення.

Трудомісткість технологічного контролю конструкцій врахована в розрахунку витрат часу на конструкторську підготовку виробництва.

Трудомісткість технологічної підготовки виробництва з врахуванням складності виготовлюваної деталі визначаємо. Результати розрахунку зводимо в таблицю 5.3. Трудомісткість технологічної підготовки представлено в таблиці 5.3

Таблиця 5.3 - Трудомісткість технологічного контролю конструкцій

Види робіт	Групи складності	Кількість облікових одиниць	Норми часу, Годин		Кваліфікація виконавця
			На одиницю	Всього	

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
62

Проектування тех. процесу виготовлення валу шестерні					
Операційна технологія	4	1	43.6	43.6	I.T.-I
Маршрутна технологія	4	1	5,7	5,7	I.T.-I
Загальна трудомісткість проектування технологічних процесів 49.3					
Проектування Оснастки			13.9	13.9	IT-1
Сумарна трудомісткість технологічної підготовки виробництва 90.8					

Примітка: I.T.-I.- інженер-технолог 1-ї категорії.

Розрахунок витрат

Витрати на проектні роботи включають наступні статті:

- основна заробітна плата робітників;
- додаткова заробітна плата;
- відрахування на соціальні заходи;
- матеріали на проектування;
- консультації.

Основна заробітна плата

Основна заробітна плата розробників визначається на основі даних про складність окремих робіт та окладів, отриманих на момент випуску за даними компанії

Результат розрахунків основної заробітної плати зводимо до таблиці 5.4.

Таблиця 5.4. - Основна заробітна плата розробників

	Роз.	Войтенко			ЛП01мн.017246.01-70ПЗ	Арк.
	Пер	Казак				63
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата		

Посада робітника	Трудомісткість, год	Відпрацьовано, Люд.-міс.	Оклад, грн	Сума заробітної плати, грн
В.К.	437	1.75	1200	2100
І.К.-І	248	1.14	1150	1311
І.К.ІІ	222.5	0.78	1100	852
І.К.-ІV	1.5	0.009	1050	9.45
С.Т.К	9.8	0.053	1050	55.65
І.Т.-І	63.2	0.343	950	325.85
Сумарна основна заробітна плата 4653.95 грн.				

Додаткова заробітна плата

Додаткова заробітна плата визначається у відсотках від основної заробітної плати робітників. Величина нормативу визначається за даними організації (50-70%) згідно [8]

Приймаємо 50% ,

$$Здо = Зосн * 0,5 = 4653,95 * 0,5 = [2326.97 \text{ Грн.}] \dots\dots\dots (5.1)$$

Відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи визначаються у відсотках від суми основної та додаткової заробітної плати робітників, та являє (39%): (32% - пенсійний фонд; 2,9% - фонд соціального страхування; 1,9% - фонд зайнятості; 2,2% - страхування від нещасних випадків (середня по машинобудівний галузі)).

$$\text{Соц.Зах.} = (Здо + Зосн) * 0,39 = (2326,97 + 4653,95) * 0,39 = 2722,56 \text{ грн} \quad (5.2)$$

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Вартість матеріалів на проектування

Вартість матеріалів на проектування розраховуємо по діючим роздрібним цінам на момент проектування. Розрахунок вартості зводимо до таблиці 5.5. Вартість матеріалів витрачених на проектування представлено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5- Вартість матеріалів витрачених на проектування

Найменування матеріалів	Одиниця вимірювання	Кількість	Ціна за одиницю , грн	Сума, грн
Папір формату А1	Шт.	10	1	10
Папір формату А4	Шт.	120	0.05	6
Специфікації	Шт.	15	0.15	2.25
Олівець	Шт.	5	0.5	2.5
Гумка	Шт.	5	0.7	3.5
Картридж до принтеру ОкіPage 6w	Шт.	1	150	150
Невраховані матеріали 10%				17.425 грн
Сумарні витрати на матеріали				191.42 грн

Витрати на консультації

Витрати на консультації, їх види, час консультацій та кваліфікацію консультанта зводимо в таблицю 6.6. Величину годинної оплати консультацій визначаємо відповідно [18].

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
65

Витрати на консультації зображено в таблиці 5.6

Таблиця 5.6- Витрати на консультації

№	Найменування	Час консультації, год	Оплата, грн/год	Сума, грн
1	Спецкурс	23	35,00	805,00
2	Економічна частина	1	35,00	35,00
3	Охорона праці	1	35,00	35,00
4	Технологія машинобудування	1	35,00	35,00
5	Автоматична система управління	1	35,00	35,00
Разом: витрати на консультації		27	175,00	945

Накладні витрати

Накладні витрати визначаються у відсотках (80-100 %) від основної заробітної плати $Z_{осн}=4653,95$ Грн

$$B_n = Z_{осн} \times \frac{80}{100} = 4653,95 \times \frac{80}{100} = 3723,16 \text{ (грн.)} \quad (5.3)$$

Вартість роботи на комп'ютерному обладнанні становить 1,60 грн/год згідно даних підприємства.

Таким чином:

$$B_{мч} = 229 \times 1,6 = 366 \text{ (грн.)} \quad (5.4)$$

Зм.	Пер	Казак		
Дрк.	№. документа	Підпис	Дата	

ЛІІІІМН.01 / 246.01 - / 0113

к.

66

Сумарні витрати

Сумарні витрати на проектні роботи визначаються, як сума всіх часткових витрат:

$$B_{проб} = Z_{осн} + Z_{дод} + B_{сі} + B_{мат} + B_{кон} + B_{н} + B_{мч} = 4653,95 + 2326,95 + 2722,56 + 191,42 + 1890 + 3723,16 + 366 = 15874,04 \text{ грн} \quad (5.5)$$

Розраховані данні по затратах на проектні роботи зводимо до таблиці 5.7

Таблиця 5.7- Розраховані данні по затратах на проектні роботи

Статті витрат	Витрати , грн	Питома вага в загальній сумі , %
Основна заробітна плата розробників	4653,95	24,6
Додаткова заробітна плата	2326,95	12,344
Відрахування на соціальні заходи	2722,56	14,29
Вартість матеріалів на проектування	191,42	2,61
Накладні витрати	3723,16	19,7
Витрати на консультації	1890	21,3
Машииний час	366	4,99
Всього.	15874,04	100

5.2.4 Розрахунок додаткових витрат на модернізацію

Витрати на виготовлення окремих елементів власними силами

Розрахунок собівартісті:

(5.6)

$$C_{\pi} = \left\{ \left[M + Z_{ек} \left(1 + \frac{P}{100} \right) + Z_{ек} \left(1 + \frac{\eta}{100} \right) \right] + \frac{Z_{пф}}{N} \right\}$$

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
67

де М – витрати на матеріали, напівфабрикати та покупні вироби;

Зо – Основна заробітна плата виробничих робітників, грн;

P=180-230% - витрати на експлуатацію та обслуговування, цехові та заготівельні витрати у відсотках від основної заробітної плати виробничих робітників; згідно [8], прийmemo 230%;

A=90-110% - додаткова заробітна плата та нарахування; прийmemo 110%

N=1,5-2,5%- поза виробничі витрати у відсотках від загальної собівартості, прийmemo 2%:

Зпр – загальні витрати на проектні роботи ;

N – кількість нового або модернізованого обладнання, що виготовляється.

Таблиця 5.8 – Витрати на додаткові елементи

Витрати	Одиниця	Марка	Чиста маса	К-т	Використання	Чорна маса	Ціна за одиницю	Сума грн
1	2	3	4	5	6	7	8	
Лист 400x350x15	кг	У8	10.59	0.64		16.3	3.5	57.05
Плита 400x350x25	Кг	У8	16.38	0.6		27.3	4.5	122.85
Круг 160x50	Кг	Ст 45	5.07	0.65		7.8	5.2	40.56
Σ			32.04			51.13		220.46
Транспортно заготівельні витрати (6-8% від вартості матеріалів)								15.43
Відходи чорних металів		19,09 кг			*			24.99
Інші невраховані матеріали (8-10% вартості врахованих)								22.046
Приймаємо 8% [220.46*0.1]=22.46.								
Всього матеріалів								232,946

*Ціна відходів:

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
68

$$C_{\text{Відх}} = (G_{\text{чорн}} - G_{\text{чист}}) \cdot C_{\text{Мат}} \cdot 30\%$$

де $G_{\text{чорн}}$ – чорна маса матеріалу;

$G_{\text{чист}}$ – чиста маса матеріалу;

$C_{\text{мет}}$ – Ціна матеріалу;

% – приймаємо в межах 20–40%.

$$C_{\text{Відх}} = (G_{\text{чорн}} - G_{\text{чист}}) \cdot C_{\text{Мат}} \cdot 30\% = (16,3 - 10,59) \cdot 3,5 \cdot 0,30 = 5,99 \text{ грн}$$

$$C_{\text{Відх}} = (G_{\text{чорн}} - G_{\text{чист}}) \cdot C_{\text{Мат}} \cdot 30\% = (27,3 - 16,38) \cdot 4,5 \cdot 0,30 = 14,742 \text{ грн}$$

$$C_{\text{Відх}} = (G_{\text{чорн}} - G_{\text{чист}}) \cdot C_{\text{Мат}} \cdot 30\% = (7,8 - 5,07) \cdot 5,2 \cdot 0,30 = 4,258 \text{ грн}$$

Примітка: Вартість металів взята згідно „Бізнес – прайс листів” на початок виконання дипломного проекту.

Витрати на придбання стандартних елементів для машини

Таблиця 5. 9- Витрати на придбання стандартних елементів для машини

Витрати	Одиниця	Марка	Ціна за одиницю	Кількість	Сума Грн
Патрубок	Шт	ГОСТ 1491-80	0,70	12	8,4
Гвинт М8х25	Шт	ГОСТ 11738-72	0,30	8	2,4
Сума					11,2

Роз.	Войтенко				ЛП01мн.017246.01-7013	Арк.
Пер	Казак					
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата		69

Транспортно-заготівельні витрати (6-8% вартості) $0,07 \times 11,2 = 0,784$	
Всього	11,984

$$M = 232,946 + 11,984 = 244,93 \text{ грн} \quad (5.6)$$

M – Витрати на матеріали, напівфабрикати та покупні вироби.

Примітка: Вартість металів взята згідно „Бізнес - прайс листів” на початок виконання дипломного проекту.

Основна заробітна плата виробничих робітників при укрупнених розрахунках.

$$Z_{осн} = T_H \cdot C_{ТС.Р} \quad (5.7)$$

де T_H – нормативна ставка трудомісткості виготовлення нової машини, год.

$C_{ТС.Р}$ - тарифна ставка середнього розряду; за даними ВАТ „Полімермаш”
 $C_{ср} = 4,50$ грн.

Нормативна трудомісткість виготовлення проектного обладнання визначається за формулою.

$$T_H = G_H \cdot K \quad \dots\dots\dots(5.8)$$

K-питома нормативна трудомісткість на 1 кг чистої ваги;

$$T_H = 275 \cdot 0,5 = 137,5 \text{ год}$$

$$Z_{осн} = T_H \cdot C_{ср} = 35,244 \cdot 4,50 = 618,75 \text{ грн}$$

Собівартість:

$$C_H = \left\{ \left[244,93 + 618,75 \left(1 + \frac{230}{100} \right) + 618,15 \cdot \left(\frac{110}{100} \right) \right] \left(1 + \frac{2}{100} \right) \right\} + \frac{15874,04}{1} = 18900,82 \text{ грн}$$

Розрахунок ціни

Роз.	Войтенко				ЛП01мн.017246.01-70ПЗ	Арк.
Пер	Казак					70
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата		

Розрахункову ціну нового обладнання знаходять, виходячи з її собівартості C_n , нормативного прибутку Π_n та податку на додану вартість H ;

$$C_n = C_n + \Pi_n + H \quad (5.9)$$

Нормативний прибуток :

$$\Pi_n = C_n \frac{\eta}{100}, \quad (5.10)$$

де η - нормативна рентабельність по собівартості, % .

Податок на додану вартість :

$$H = (C_n + \Pi_n) \frac{\gamma}{100}, \quad (5.11)$$

де $\gamma=20\%$ -ставка податку на додану вартість згідно [18] .

Норматив рентабельності беруть укрупнено 20-30%

Нормативний прибуток

$$\Pi_n = 18900,82 \frac{25}{100} = 4725,205 \quad \text{Грн}$$

Податок на додану вартість :

$$H = (18900,82 + 4725,205) \frac{20}{100} = 4725,205 \quad \text{Грн},$$

$$\text{Ціна } C_n = C_n + \Pi_n + H = 18900,82 + 4725,205 + 4725,205 = 28351,23 \quad \text{грн}$$

По даним підприємства ціна модернізованого обладнання складає 168351,23

Грн

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.

71

$$Ц_M = 168351,23;$$

$$Ц_Б = 150000;$$

$$Ц_{CM} = 140000;$$

Витрати на збірково-монтажні роботи

Витрати на збірково-монтажні роботи складають 10-14% від собівартості приймаємо 10 згідно[18].

$$Ц_M = 168351,23 \text{ грн}$$

$$З_{\text{монт}} = Ц_M \cdot \frac{10}{100} = 168351,23 \cdot 0.1 = 16835,123 \text{ (грн.)} \quad 5.12$$

Додаткові витрати.

Додаткові витрати обчислюємо за формулою:

$$\Delta K = Ц_M + З_{\text{монт}} + З_{\text{буд}} = 168351,23 + 16835,123 = 185186,353 \text{ грн,}$$

де $З_{\text{буд}}=0$ – витрати на будову при незмінній площі.

5.2.5 Розрахунок техніко-економічних показників до і після модернізації

Розрахунок всіх капітальних витрат.

Капітальні витрати на базову машину розраховуються за формулою:

$$K_B = Ц_B + Ц_{CM} + K_{DM} + K_{БУД} + K_C \quad (5.13)$$

де $Ц_B$ - вартість придбання зразка оснащення, що розглядається;

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.

72

$C_6=150000$ (грн.) – ціна базової моделі за даними підприємства.

C_{cm} - вартість суміжного оснащення, що працює в комплексі зі зразком, визначається за даними підприємства

C_{cm} – по даним заводу виробника 140000 грн

K_{DM} - витрати на доставку і монтаж оснащення, що модернізується являють 10% від ціни.

$K_{БВД}$ - витрати на виробничі споруди;

K_C - спеціальні капітальні витрати (КВП і автоматика й ін.).

Витрати на доставку, монтаж машини і будівництво фундаменту розраховуємо у відсотках від ціни машини, згідно [18] вони складають 8-12 відсотків, приймаємо 10 відсотків.

$$K_{DM}=(10/100)*C_6=0.1*150000=15000 \text{ грн} \quad \dots\dots\dots (5.14)$$

Витрати на виробничі будівлі обчислюємо за формулою:

$$K_{6y6} = K_{6y6H} = s \cdot \eta_g \cdot C_{6y6} = 2,84 \cdot 3,5 \cdot 1200 = 11928 \quad \text{грн} \quad (5.15)$$

де $S = 2,84$ (м²) – площа машини (у плані);

$\eta_g = 3,5$ - коефіцієнт, що враховує додаткову площу на проходи, службові приміщення та інше, прийнятий по [18];

$C_{БВД} = 1200$ (грн/м²) - питома вартість виробничої площі (За даними ККБМ на початок проектування).

Спеціальні витрати на автоматику і КВП розраховуємо у відсотках від ціни машини, згідно [18] вони складають 10-15 відсотків, приймаємо 10 відсотків.

Повна базова ціна по даним заводу складає 150000 грн.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
73

$$K_{CB} = C_{\sigma} \cdot \frac{10}{100} = 150000 \cdot 0,1 = 15000 \quad \text{грн}$$

$$K_{CH} = C_H \cdot \frac{10}{100} = 168351,23 \cdot 0,1 = 16835,123 \quad \text{грн} \quad (5.16)$$

Підставляючи числові дані до формули (5.13) та (5.17) отримуємо:

$$K_B = 150000 + 140000 + 15000 + 11928 + 15000 = 331928 \quad \text{грн}$$

$$K_H = K_B + \Delta K - K_{Real} \quad \dots\dots\dots(5.17)$$

В нашому випадку $K_{Real} = 280$.

$$K_H = 331928 + 185186,353 - 280 = 516834,353 \quad \text{грн}$$

Річна продуктивність

Річна продуктивність шнеку Q_p розраховується по формулі:

$$Q_p = Q_c - F_d \quad (5.18)$$

де Q_c – годинна продуктивність підготовки розплаву, кг/год;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи машини зі шнеком, год.

Дійсний річний фонд часу розраховують по формулі:

$$F_d = F_n \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad \dots\dots\dots(5.19)$$

де δ - відсоток часу простою шнека в планово-попереджувачому ремонті до номінального фонду часу, $\delta = 4 \div 10\%$. Приймаємо при роботі на безперервному тижні без зупинок виробництва $\delta = 5\%$ для модернізованої і 10% для базової машини. [18];

F_n – річний номінальний фонд часу роботи шнеку, год.

Номінальний фонд часу роботи F_n визначаємо за формулою.

$$F_n = S \cdot h \cdot D_p, \quad (5.20)$$

де $S=1$ – кількість змін роботи;

Роз.	Відс.	Тривалість	робочої	зміни;	ЛП01мн.017246.01-70ПЗ	Арк.
Пер	Казак					74
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата		

$D_p=365$ – кількість робочих днів у році.

Підставляючи числові дані до (5.20), (5.19), (5.18) отримуємо:

$$F_n = 1 * 8 * 365 = 2920 \quad \text{год.}$$

$$F_{\text{дв}} = 2920 * \left(1 - \frac{8}{100}\right) = 2688 \quad \text{год}$$

$$F_{\text{дн}} = 2920 * \left(1 - \frac{7}{100}\right) = 2715,6 \quad \text{год}$$

$$Q_{\text{рб}} = 8.97 * 2688 = 24111,36 \quad \text{кг}$$

$$Q_{\text{рб}} = 13.01 * 2715.6 = 37312,34 \quad \text{кг}$$

Поточні витрати

Поточні витрати на утримання та експлуатацію базової та проектуємої машини складаються з:

заробітної плати;

відрахувань на заробітну плату;

витрат на електроенергію;

витрати на збірково - монтажні роботи;

витрати на утримання та ремонт;

витрати на утримання будівель;

амортизаційні відрахування з устаткування;

амортизаційні відрахування з споруд.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.

75

Заробітна плата основних робітників

Витрати на оплату праці основних працівників, що обслуговують обладнання, розраховуємо по формулі:

$$C_3 = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^m t_{C_i} \cdot F_d \cdot \eta_d \quad (5.21)$$

де $m=2$ – число основних працівників, що обслуговують обладнання;

$t_1=4,50$ (грн / год)– годинна тарифна ставка працівника за даними підприємства;

$F_{дб} = 2688$ (год) ; $F_{дн} = 2715,6$ (год) – дійсний річний фонд часу;

$\eta_{дод} = 1,1 \div 1,4$ – коефіцієнт, що враховує доплати до основної зарплати.

Приймаємо $\eta_d = 1,4$ [18];

Підставляючи числові дані до (5.21) отримуємо:

$$C_{зб} = 2 \cdot 4,50 \cdot 2688 \cdot 1,4 = 33868,8 \quad \text{грн}$$

$$C_{зн} = 2 \cdot 4,50 \cdot 2715,6 \cdot 1,4 = 34216,56 \quad \text{грн}$$

Нарахування на заробітну плату

Нарахування на заробітну плату відповідно до діючого законодавства складають 39% (32% - пенсійний фонд; 2,9% - фонд соціального страхування; 1,9% - фонд зайнятості; 2,2% - страхування від нещасних випадків (середня по машинобудівний галузі)).

$$H_{з.р.б} = C_3 \cdot \frac{39}{100} = 33868,8 \cdot \frac{39}{100} = 13208,832 \quad \text{грн}$$

$$H_{зн} = C_4 \cdot \frac{39}{100} = 34216,56 \cdot \frac{39}{100} = 13344,458 \quad \text{грн}$$

Роз.	№	Войтенко	$C_3 \cdot \frac{39}{100} = 33868,8 \cdot \frac{39}{100} = 13208,832$	$C_4 \cdot \frac{39}{100} = 34216,56 \cdot \frac{39}{100} = 13344,458$	грн
Пер		Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата	Арк. 76

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Витрати на електроенергію

Дані витрати залежать від потужності встановлених електродвигунів (N=250 кВт), та ступеня їх використання.

Розраховуються як:

$$C_e = \frac{1}{100} N_y F_g K_v K_m C_e$$

де N_y – сумарна встановлена потужність електродвигунів

K_v – 0,7-0,8 коефіцієнт, що враховує використання електродвигунів протягом робочого дня.

Приймаємо $K_v=0,7$

K_m – 0,7-0,8 коефіцієнт, що враховує використання встановленої потужності електродвигунів машини. $K_m=0,7$

C_e – тариф на 1 кВт год. електроенергії (0,24 грн. за даними підприємства)

$$C_e = \frac{1}{100} N_y F_g K_v K_m C_e = 250 \cdot 2715,6 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 0,24 = 73185,42 \text{ грн}$$

Витрати на утримання і ремонт

Витрати на утримання і ремонт визначають у відсотках від вартості машини, відповідно до [18] вони складають: 2,4% - на будівлі та споруди, 8% - на обладнання, 10% - на інструменти та засоби автоматизації.

Для базового устаткування:

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
77

$$C_{p\bar{o}} = C_{p\bar{n}} = \frac{11928 * 2,4}{100} = 286,272 \quad \text{грн}$$

$$C_{p\bar{o}} = \frac{150000 * 8}{100} = 12000 \quad \text{грн}$$

$$C_{p\bar{o}} = \frac{15000 * 10}{100} = 1500 \quad \text{грн}$$

Для нового обладнання:

$$C_{p\bar{n}o\bar{v}} = \frac{168351,23 * 8}{100} = 13468,098 \quad \text{грн}$$

$$C_{p\bar{n}} = \frac{16835,123 * 10}{100} = 1683,512 \quad \text{грн}$$

Амортизаційні відрахування

Амортизаційні відрахування на повне відновлення з машини розраховують за формулою:

$$A_{уст.} = (C_{см} + K_{дм}) \cdot \frac{a}{100} + K_c \cdot \frac{a_c}{100}, \quad (5.23)$$

де $a = 15\%$, $a_c = 25\%$ - норма амортизаційних відрахувань з устаткування [8].

$$A_{уст.о} = (140000 + 15000) * \frac{15}{100} + 15000 * \frac{25}{100} = 27000 \quad \text{грн}$$

$$A_{уст.н} = (140000 + 13468,098) * \frac{15}{100} + 16835,123 * \frac{25}{100} = 27228,246 \quad \text{грн}$$

Амортизаційні відрахування на повне відновлення з будинків розраховують за формулою:

$$A_{б\bar{y}\bar{d}} = K_{б\bar{y}\bar{d}} \cdot \frac{a_{б\bar{y}\bar{d}}}{100}, \quad (5.24)$$

де $a_{б\bar{y}\bar{d}} = 5\%$ - норма амортизації відрахувань з будинків [8].

	Роз.	Войтенко	$= 11928 \cdot \frac{5}{100} = 596,4$	грн	ЛП01мн.017246.01-70ПЗ	Арк.
	Пер	Казак				78
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата		

Розраховані поточні витрати зводимо до таблиці 5.9

Таблиця 5.9- Розраховані поточні витрати

Стаття	Витрати на обладнання, грн.	
	Базова	Проектована
1. Заробітна плата	33868,8	34216,56
2. Нарахування на заробітну плату	13208,832	13344,458
3. Витрати на збірково - монтажні роботи	2600	1890,082
4. Витрати на утримання і поточний ремонт обладнання та засобів автоматизації	12000	13468,098
5. Витрати на електроенергію	64243	73185,42
6. Витрати на утримання та поточний ремонт будівель	221,86	221,86
7. Амортизаційні відрахування на обладнання	27000	27228,246
8. Амортизаційні відрахування на будівлі	596,4	596,4
Разом	153738,89 2	164151,124

5.2.6 Розрахунок ефективності модернізації

Оцінка ефективності модернізації розраховується по формулі:

$$\mathcal{E} = (Z_{н.б.} + E_n \cdot K_б) \cdot \frac{Q_n}{Q_б} - (Z_{н.н.} + E_n \cdot K_n)$$

(5.25)

де $Z_{н.б.}$ та $Z_{н.н.}$ - поточні витрати по базовому та новому обладнанню відповідно; $E_n = 0,15$ - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$K_б$, K_n - капітальні витрати по базовому та модернізованому обладнанню відповідно.

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
79

$$\begin{aligned} \Theta &= (153738,892 + 0,15 \cdot 331928) \frac{37312,34}{24111,36} - (164151,124 + 0,15 \cdot 352718,902) = \\ &= 88233,1787 \quad \text{грн} \end{aligned}$$

Таким чином, проведений економічний розрахунок доводить економічну доцільність проведення модернізації. Порівняльні характеристики базової і модернізованої машини представимо у виді таблиці 5.10

Таблиця 5.10 - Порівняльні характеристики базової і модернізованої машини

№	Показники	Одиниця виміру	Базовий пласти-фікатор	Проектований пласти-фікатор
1	Річна продуктивність	Кг/рік	24111	37312
2	Годинна продуктивність	Кг/год	8,97	13,01
3	Загальна маса	Кг	3750	3740
4	Собівартість	Грн.	-	18900,82
5	Капітальні вкладення споживача	Грн.	331928	352718,902
6	Чисельність обслуговуючого персоналу	Чол.	2	2
7	Поточні витрати при експлуатації машини	Грн.	153738,892	164151,124

5.3 Охорона праці

Розроблена машина для лиття під тиском, призначений для виготовлення виробів із термопластичних матеріалів методом лиття під тиском. Машина для лиття під тиском призначена для використання в помірному та холодному кліматі по 4-й категорії розміщення. На таких машинах виготовляється одна, чи

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
80

декілька виливків за цикл, залежно від конфігурації, об'єму, та площі лиття з номінальним об'ємом впорскування за цикл 175 см³ відповідно при номінальному тиску лиття 140 МПа з температурою пластикації до 350о С.

Матеріалами придатними для переробки на машині для лиття під тиском - є матеріали, придатні для перероблювання методом лиття під тиском, полістирол його співполімери, поліетилен низької та високої щільності та інші.

В процесі литті під тиском пластмаса в гранульованому стані поступає в інжекційний циліндр машини для лиття під тиском, де нагрівається та транспортується шнеком, що обертається. По мірі пластикації черв'як відходить назад. При переробці термопластів матеріальний циліндр нагрівають до 200-350 °С, при переробці реактопластів - до 80-120 ° С. Пластифікований матеріал при поступальному русі шнека нагнітається в литтєву форму, де термопласт охолоджується до 20-40 °С. В формі матеріал витримується під тиском.

Лиття під тиском - є одним з методів переробки полімерів в промисловості. Такий метод дає змогу виготовляти вироби високої якості з різних полімерних матеріалів, при порівняно, невеликих затратах й великої продуктивності праці .

Машини для лиття під тиском удосконалюють для збільшення швидкохідності та надійності, рішення універсальності в виборі технологій. Перспективне створення уніфікованих вузлів замикання форми й інжекції різної потужності, котрими можна комплектувати в різноманітних варіаціях .

Багато виробів складно виготовляти не одним з методів переробки полімерних матеріалів, окрім лиття під тиском. Такі вироби мають складну конфігурацією, малу товщину стінки, з складною апертурою, з різною товщиною стінок, а також вироби які неможливо виготовити у відкритих формах.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
81

5.3.1 Шкідливі дії факторів

Проектована машина як і інші машини даного класу, впливають на навколишнє середовище та на обслуговуючий персонал.

Шкідливими факторами для даного типу машин, являється цілий комплекс шкідливих та травмонебезпечних факторів. Такими факторами являються:

Шум

Загазованість

-Повітря робочої зони(хімічний склад)

- Освітлення

- Електронебезпека

- Пожежонебезпека

5.3.2 Шум

Джерелом шуму при роботі машини є:

-Гідродвигуни

- Електродвигун

- Вентилятори охолодження

- Механізм запирання

- Механізм підводу сопла

В даній машині присутні вузькополісні, непостійні механічні, аеродинамічні шуми та гідродинамічні шуми з L=95 дБА, які по ДСН 3.3.6.037-99 не повинні перевищувати L=80 дБА, тому це означає приймання наступних обмежень захисту від виробничого шуму:

- змазка всіх поверхонь, що труться, також належність прокладочних матеріалів;

- застосування захисних кожухів.

Сила вібрації починається з неточності установки деталей що обертаються,

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.

82

з нещільного з'єднання корпусів частин з фундаментом.

У цьому виникає технологічна вібрація, яка через опорні поверхні проходить до оператора. Робітник слабо піддається вібрації, оскільки знаходиться далеко від основи машини – біля панелі керування. Таким чином така вібрація не впливає на організм оператора. Рівень технологічної вібрації в виробничому приміщенні не перевищує 90 дБ, що відповідає ДСН 3.3.6.039 – 99.

Зниження вібрації досягається прийманням наступних мір:

за рахунок використання амортизаторів;

за рахунок додаткових ребер жорсткості;

за рахунок встановлення екрану.

Сумарний час роботи в контактi з вібрацією не перевищує 2/3 робочої зміни. Тривалість неперервної дії вібрації не перевищує 5 – 10 хв. При такому режимі обідня перерва не менше 40 хвилин.

5.3.3 Загазованість

Ще одним шкідливим фактором при роботі з ливарною машиною є вплив на навколишнє середовище тих шкідливих газів, які виділяються при руйнуванні полімерів. Знищення – шкідливий процес співіснує з технологічним процесом переробки полімерів.

Спосіб боротьби з газами, що виділяються при руйнуванні полімеру, для боротьби з цим фактором в даному випадку

використовується система вентиляції і витяжка, витяжка розташована зверху. матеріал циліндра, в якому відбувається пластифікація полімеру. У деяких випадках при знищенні високотоксичних полімерів використовують індивідуальні засоби захисту органів дихання та автоматичні системи контролю лінії. Шкідливі речовини:

гази, при обробці полімерів;

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
83

пил, при завантаженні матеріалів.

Засоби органів дихання:

респіратор ШБ-1;

респіратор протипиловий “Пульс-М”,

що відповідають ГОСТ 12.1.005-88/98-ГДК, мг/м³.

5.3.4 Мікроклімат

Диференціація за категоріями праці за тяжкістю здійснюється на основі сумарних енергетичних витрат організму.

У нашому випадку робота оператора підпадає під категорію 1b, оскільки до категорії 1b входить робота, яка виконується в положенні сидячи і стоячи або пов’язана з ходьбою і супроводжується незначними фізичними навантаженнями, супроводжується споживанням енергії 121..150 ккал / г (140..174 Вт). Для нормалізації мікроклімату виходячи з того, що ТПА термічний пристрій, необхідно раціонально розмістити верстат у цеху, під аераційним ліхтарем, щоб теплові потоки від машин не перетиналися

на робочих місцях. Потрібно передбачити раціональну вентиляцію, опалення та кондиціювання повітря. Для даного обладнання застосовані методи теплоізоляції та захисних екранів .

Спосіб боротьби з інфрачервоним випромінюванням, в машинах цього класу, для боротьби з випромінюванням опорних нагрівачів, які розташовані в трьох зонах нагріву, кожна з яких має робочу потужність 1,5 кВт і температуру 350 °С. На екранування та ізоляцію зон опалення від навколишнього середовища, зменшення радіації впливає також система охолодження, яка є елементом системи термостабілізації.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.

84

5.3.5 Освітлення

Для якісного освітлення приміщення, в якому розміщена машина для лиття під тиском використані світильники серії НВ.

Світильник НВД 250 М – ртутна лампа типу ДРЛ

Н – металогалогенна лампа типу ДРИ

S – натрієва лампа типу ДНаТ

Внаслідок непередбачуваного відключення мережі має місце блок аварійного живлення. Блок вмонтований у світильник з лампами потужністю від 13 Вт до 58 Вт.

Так як $E_n=150\text{лк}$, а $E_f=200\text{лк}$. $E_f > E_n$ Освітленість відповідає нормам СНіП II-4-79

5.3.6 Електробезпека

1) Клас приміщення по ПУЕ.

2) Для цього в ливарній машині зоною підвищеної електричної небезпеки може бути енергетичне обладнання, автоматика живиться від трифазного змінного струму напругою. $U=220/380\text{В}$

3) Причини електрокорекції - система автоматики організована таким чином, включає систему захисту від перевантажень. Від короткого замикання автомат має бути заземлений на шину заземлення, а всі дроти мають бути ізольовані та екрановані та в захисній оболонці. Оператор повинен працювати з утеплювачем риштування. Виконуючи заходи в робочому та аварійному режимах, машина оснащена дистанційним керуванням і автоматичним аварійним відключенням.

5.3.7 Пожежна безпека

В машині ДЕ 3330.Ф1 основними факторами пожежі можуть бути недотримання правил технології обробки термопластів, несправність електрообладнання, нехтування правилами пожежної безпеки на підприємстві.

Причини виникнення пожежі: к.з., великий перехідний опір,

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
85

перевантаження мережі і т.і.

При загоранню автоматики необхідно спочатку відключити систему живлення, потім можна загасити пожежу, якщо вимкнути не вдається, електрообладнання можна гасити тільки вуглекислим, вуглекислотно-бромметильним, порошковим і холодоагентом вогнегасником, вогнегасники, вуглекислотно-бромметиліві вогнегасники, оскільки заряд вогнегасника токсичний.

Клас пожежі – В, горіння рідких горючих речовин.

В приміщенні знаходяться два еваковиходи, що відповідають СНіП 2.09.02-85. Сам цех – це приміщення, яке розташоване на першому поверсі. Ширина шляхів евакуації не менше одного метру, а дверей на шляху евакуації – не менше 0,8 м [19].

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
86

6. МОДЕРНІЗАЦІЯ МАШИНИ ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ

6.1 Розрахунок базової конструкції матеріального циліндра

Для розрахунку базової моделі було обрано систему Abaqus в якій ми створили модель матеріального циліндра, навантажили її, та перевірили на працездатність.

1. Створюємо 3D модель матеріального циліндра

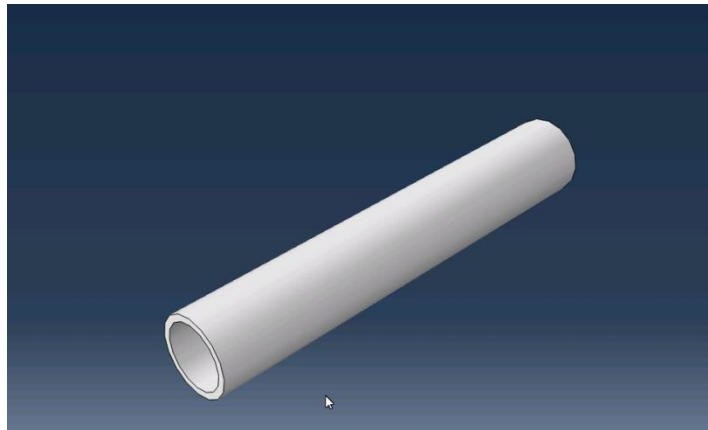


Рисунок 6.1 – 3D модель матеріального циліндра

2. Розбиваємо деталь на кінцеві елементи.

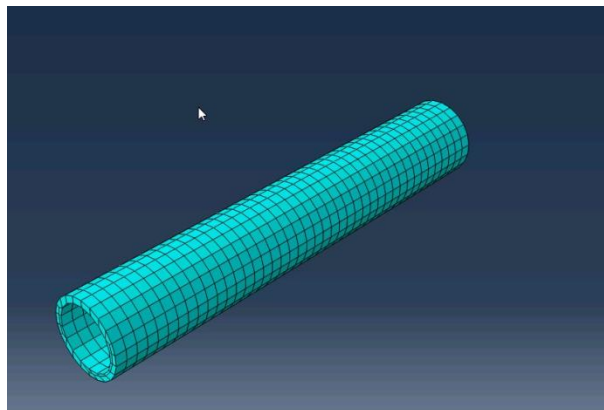


Рисунок 6.2 – Модель матеріального циліндра з сіткою

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
87

3. Задаємо матеріал циліндра

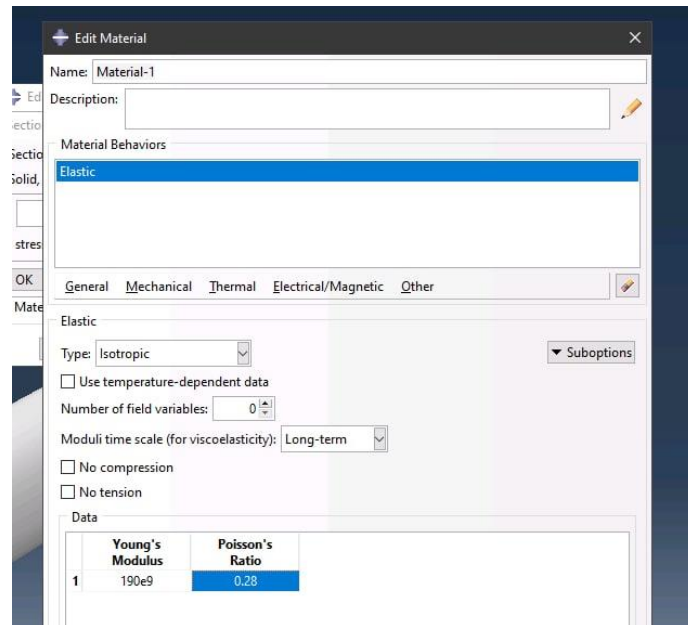
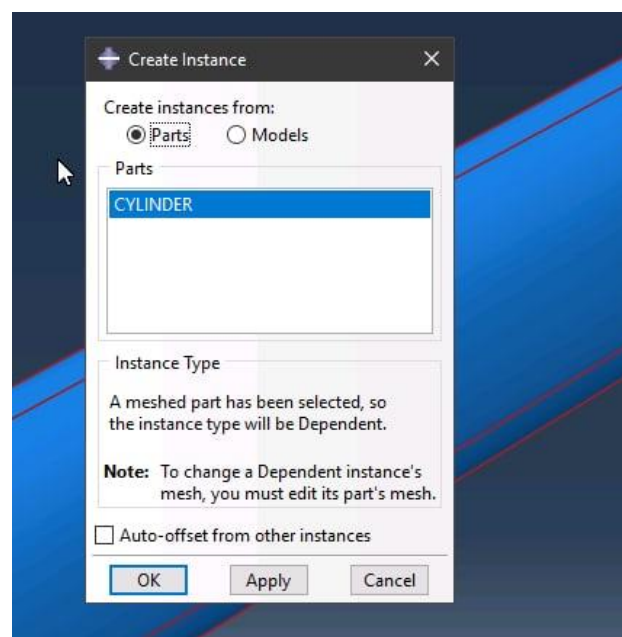


Рисунок 6.3 – Матеріал циліндра

4. Створюємо Assembly – Instances



Роз.	Войтенко		
Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
88

Рисунок 6.4 - Assembly – Instances

5. Створюємо новий Step

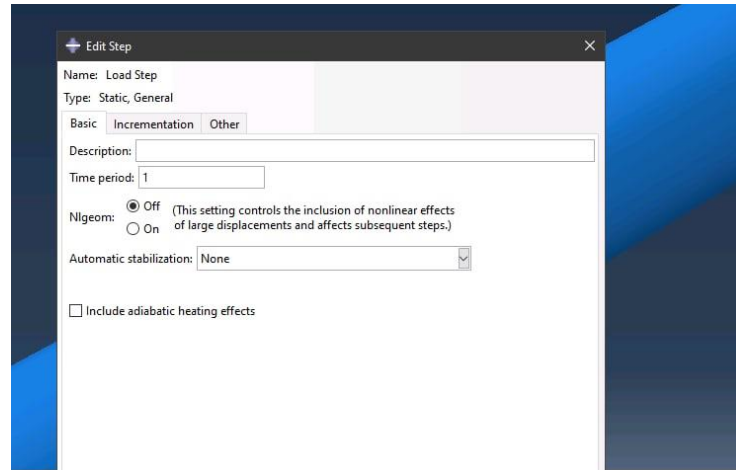


Рисунок 6.5 – Крок навантаження

6. Задаємо сили, напрям та амплітуду навантаження

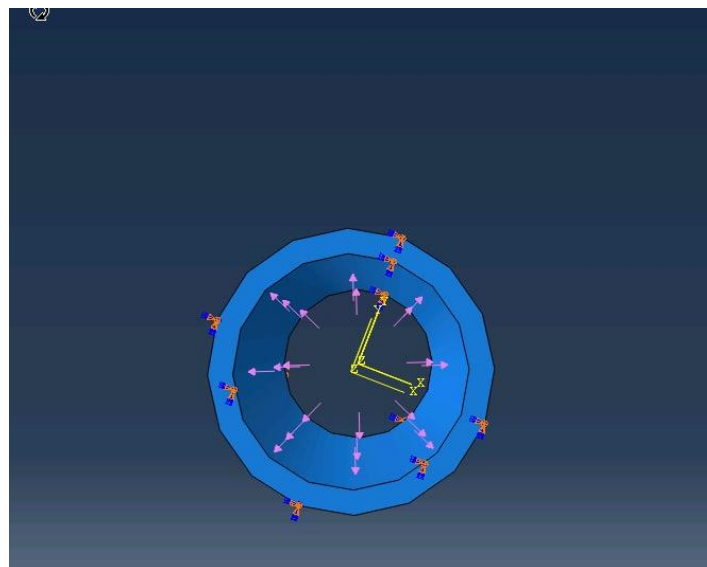


Рисунок 6.6 – Напрямок та амплітуда навантаження

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.

89

7. Задаємо Job

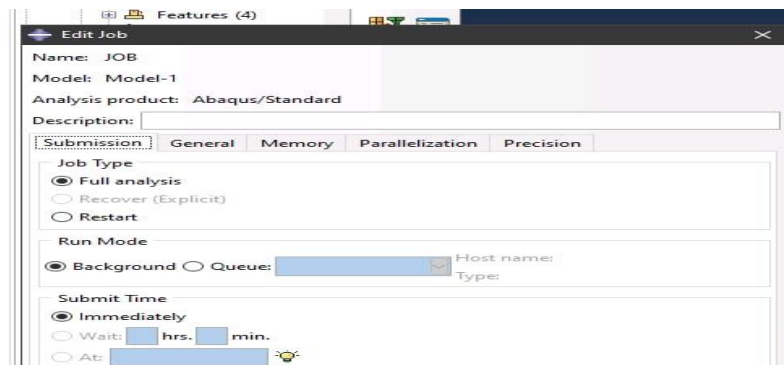


Рисунок 6.7 – Задання роботи

8. Запускаємо Submit. Отримуємо результат

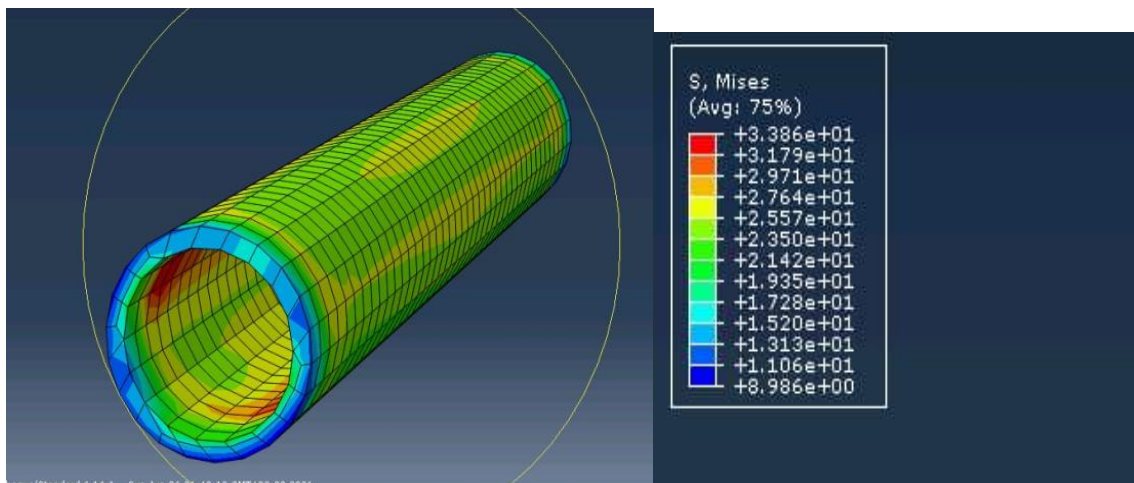


Рисунок 6.8 – Результати розрахунків

Найбільше напруження дорівнюють 3,386 МПа, що набагато менше границі міцності що є 600 МПа. Можемо зробити висновок, що базова конструкція матеріального циліндра працює та витримує навантаження, які прикладаються в машині для лиття під тиском.

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
90

6.2 Розрахунок модернізованої конструкції матеріального циліндра

1. Створюємо 3D модель матеріального циліндра (рисунок 6.9)

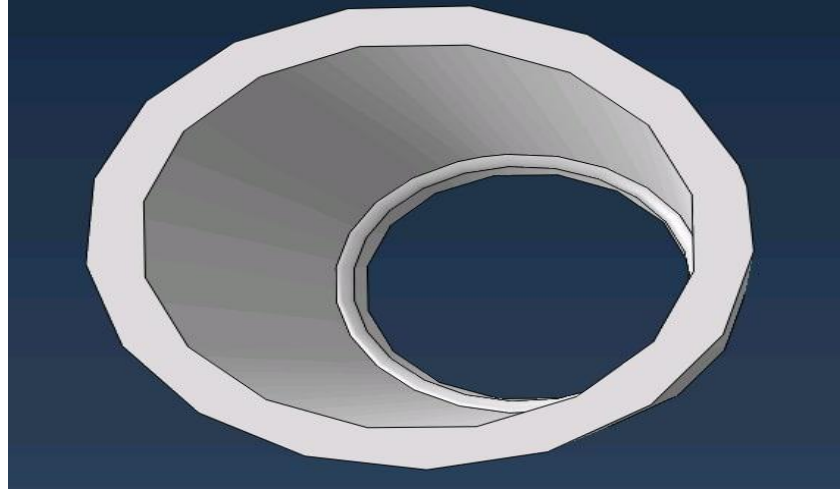


Рисунок 6.9 – 3D модель модернізованого циліндра

2. Задаємо матеріал (рисунок 6.10)

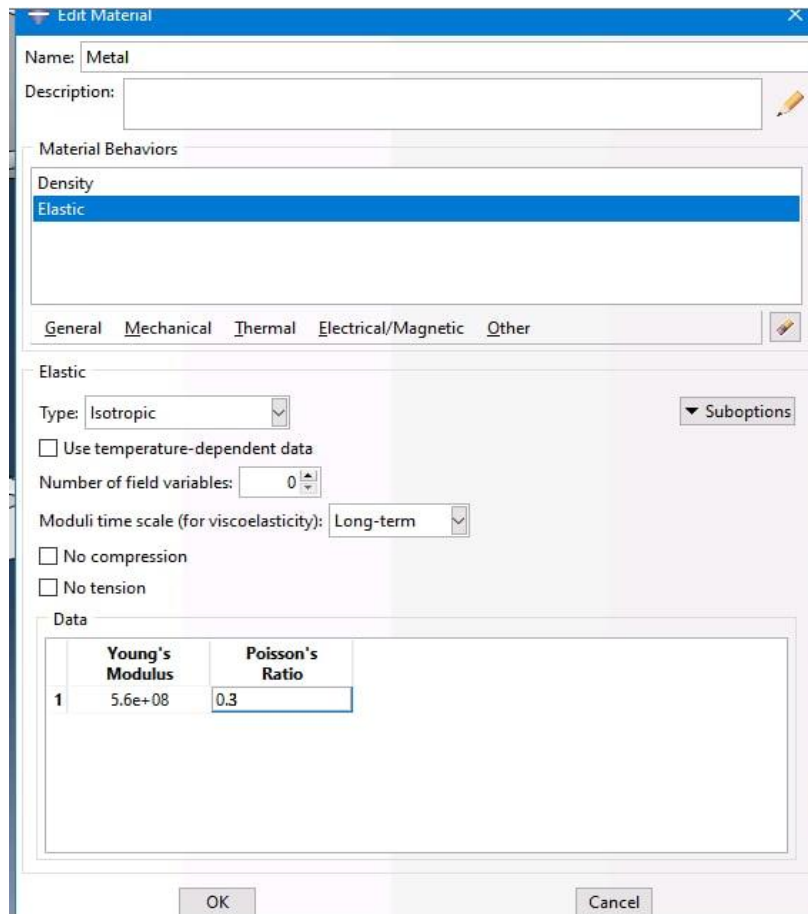


Рисунок 6.10 – Матеріал циліндра

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
91

3. Створюємо Section Assignments (рисунок 6.11)

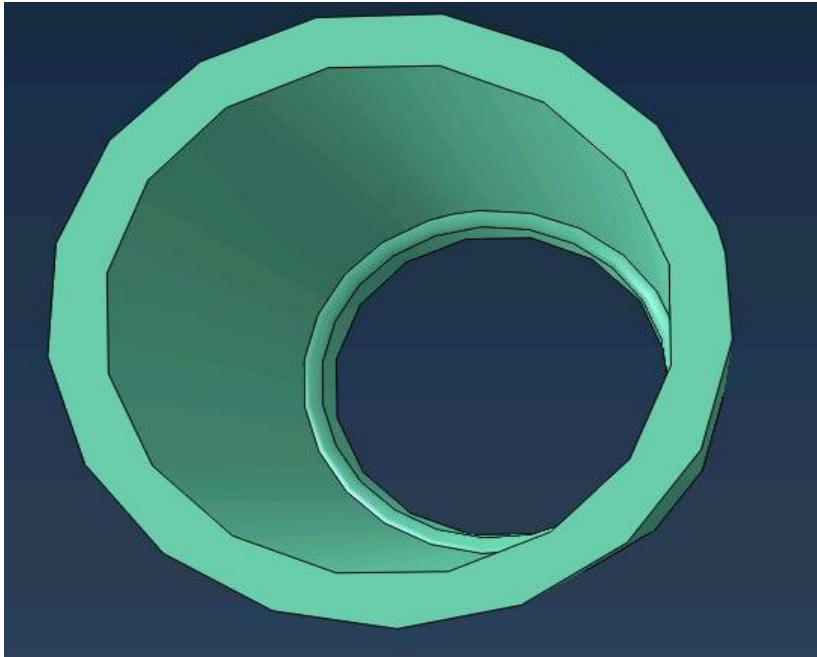


Рис. 6.11 - Section Assignments

3. Розбиваємо циліндр на сітку (рисунок 6.12)

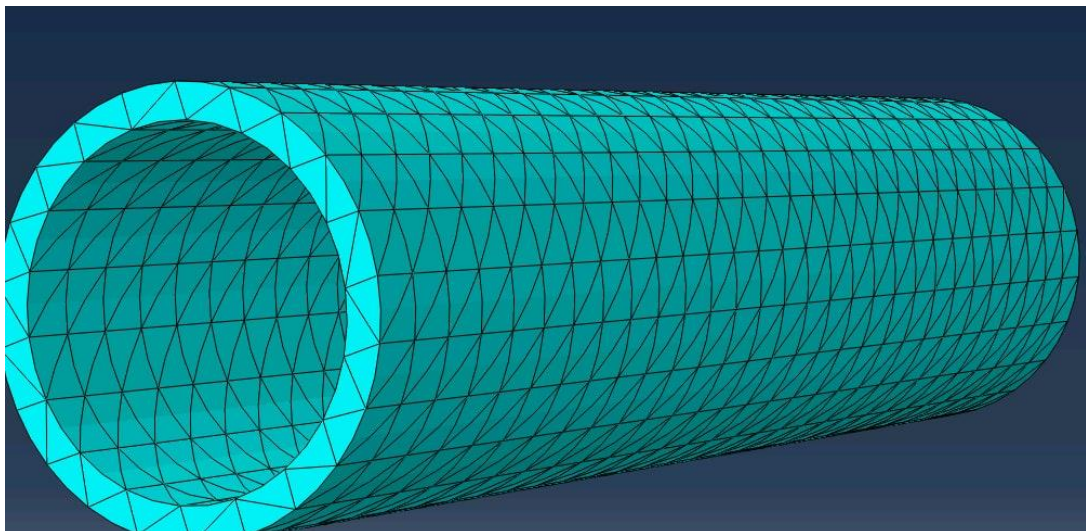


Рисунок 6.12 – Сітка

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
92

5. Робимо закріплення (рисунок 6.13)

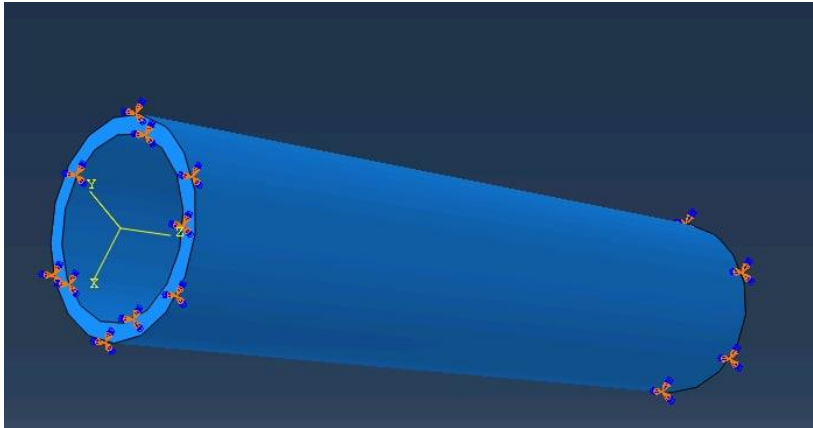


Рисунок 6.13 – Закріплення матеріального циліндра

6. Навантажуємо циліндр (рисунок. 6.14)

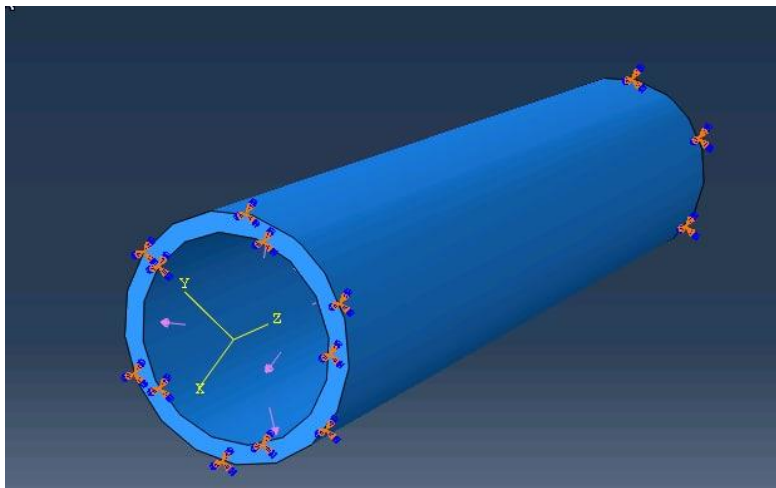


Рисунок 6.14 - Навантаження

7. Запускаємо роботу та отримуємо результати (рисунок 6.15)

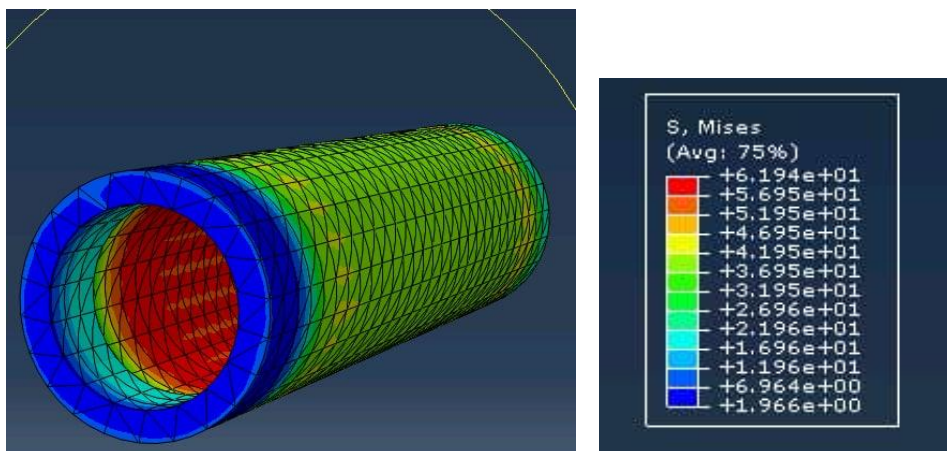


Рисунок 6.15 – Результати розрахунків

Роз.	Войтенко			
Пер	Казак			
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

6.3 Аналіз достовірності проведених розрахунків

При проведенні розрахунків на міцність модернізованого матеріального циліндра, ми побачили зміну тиску в матеріальному циліндрі. Найбільше напруження дорівнюють 6 МПа, що набагато менше границі міцності що є 600 МПа. Можемо зробити висновок, що модернізація працює та витримує навантаження, які прикладаються в машині для лиття під тиском.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
94

ВИСНОВКИ

Виконано магістерську дисертацію на тему «Машина для лиття під тиском з об'ємом 175 см³ з модернізацією вузла інжекції».

Відповідно до мети магістерської дисертації досліджено призначення, конструкцію та принцип дії машини для лиття під тиском, описано технологічну схему виробництва виробів з пластмаси. В результаті проведення літературно-патентного огляду було виявлено переваги та недоліки машини для лиття під тиском та обрано два варіанти усунення недоліків базової конструкції машини.

Аналізуючи варіанти покращення роботи машини було вирішено взяти за основу технічне рішення, в якому завантажувальний бункер, оснащений заслінкою та кінематично зв'язаною з шнеком, яка дає змогу дозувати матеріал, та в результаті забезпечує кращу гомогенізацію матеріалу і покращення якості виробів.

В магістерській дисертації було виконано параметричний, тепловий розрахунок та розрахунки на міцність базової конструкції машини, що проектується. Проведені також розрахунки на міцність базової та модернізованої конструкції в програмному середовищі Abaqus, які показали що модернізація працює та витримує навантаження під тиском.

Магістерська дисертація також містить в собі розділи, які підтверджують доцільність розробки та використання машини для лиття під тиском з модернізацією вузла інжекції, монтаж та експлуатація, старптап-проект та охорона праці.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
95

Написані і опубліковані 2 тези за темою магістерській дисертації у збірнику XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції ІХФ «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки» 13-14 грудня 2021 р.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
96

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Інтернет джерело <https://uk.wikipedia.org>
2. Басов Н.І., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Розрахунок і конструювання машин для виробництва та переробки полімерних матеріалів. М. Хімія, 1986.-488 с.
3. Розенплентер А.Е., Панішева Т.В. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту. - Київ: КПІ, 2001.
4. Патент 200902789 Україна, МПК В29С 45/46, В29С 45/53. Машина для лиття під тиском / Мікульонок І.О. - № u200902789; заявл. 25.03.2009; опубл. 25.08.2009, Бюл.№ 16, 2009 р.
5. Патент 94063 Україна, МПК В29С 45/46 Машина для лиття під тиском / Сівецький В.І. , Сокольський О.Л. , Мікульонок І.О. , Колосов О.Є. , Куриленко В.М. , Войтенко В.С. . - № u 201405506; заявл. 22.05.2014; опубл. 27.10.2014, Бюл.№ 20, 2014 р.
6. Патент 100079 Україна, МПК В29С 45/46. Машина для лиття під тиском / Сівецький В.І. , Сокольський О.Л. , Мікульонок І.О. , Куриленко В.М. , Поліщук А.С. - № u 201414160; заявл. 30.12.2014; опубл. 10.07.2015, Бюл.№ 13, 2015 р.
7. Патент 89800 Україна, МПК В29С 45/54. Інжекційний механізм машини для лиття під тиском / Сівецький В.І. , Сокольський О.Л., Мікульонок І.О., Куриленко В.М., Шевченко В.С., власник Сокольський О.Л. - № u 201315206; заявл. 25.12.2013; опубл. 25.04.2014, Бюл.№ 8, 2014 р.
8. Патент 93773 україна, мпк b29c 45/64. Замковий пристрій механізму запирання півформ машини для лиття, наприклад, термопластавтомата / Петровіч Т.Е., бу, Русак А.А., бу, Кривецькій Є.Г., бу - № a200908646; заявл. 17.08.2009; опубл. 10.03.2011, бюл.№ 5, 2011 р.

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
97

9. Патент 2 255 863 Росія, МПК В29С 45/68. Механізм запирання напівформи / Харченко С.М. - №2004109777/12; заявл.30.032004; опубл. 10.07.2005, Бюл. №19, 2005 р

10. Патент 2 664 874 Росія, МПК В29С 45/26. Механізм запирання напівформи / Зиков В.А., Синельщиков О.В. – 2017133083; заявл 21.09.2017; опубл. 23.08.2018, Бюл. № 24, 2018 р.

11. Лукач Ю.Е., Рябінін Д.Д., Метлов Б.М. та ін. Машины для переробки пластмас. Довідник. М. Машинобудування, 1976.

12. Басов Н.І., Казанков Ю.В., Любартович В.А. Розрахунок і конструювання машин для виробництва та переробки полімерних матеріалів. М. Хімія, 1986.

13. Меленков Д.Е. Литтєві машини. М. Машиностроение, 1978.

14. Писаренко Г.С., Агарьов В.А., Квітка А.Л. та ін. Опір матеріалів.- К.:Вища школа, 1979.

15. Дьомін Є.М. Прес-форми. Лениздат, 1967.

16. Балабанов К.А. Довідник конструктора-машинобудівельника. М. Хімія, 1977.

17. Щербина В.Ю., Швачко Д.Г., “Моделювання процесу нестационарного теплообміну в футерівці обертових агрегатів”. Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, – 2020, – №2(19). С. 20-31. DOI: <https://doi.org/10.20535/2617-9741.2.2020.208052>

18. Розенплентер А.Е., Панішева Т.В. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту. - Київ: КПІ, 2001.

19. Охорона праці в хімічній промисловості. Під ред. Г.В. Макарова.- М. Хімія, 1989.

20. Войтенко В.А., Казак І.О. Поліпшення гомогенізації матеріалу у машині для лиття під тиском на основі удосконалення вузла інжекції //

	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
98

Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки: зб. наук. праць за матеріалами XIV Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 13-14 грудня 2021 р.). - К: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2021. - С.4

21. Войтенко В.А., Казак І.О. Модернізація механізму змикання у машині для лиття під тиском з метою підвищення технологічних можливостей і ремонтпридатності// Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки: зб. наук. праць за матеріалами XIV Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 13-14 грудня 2021 р.). - К: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2021. - С.6

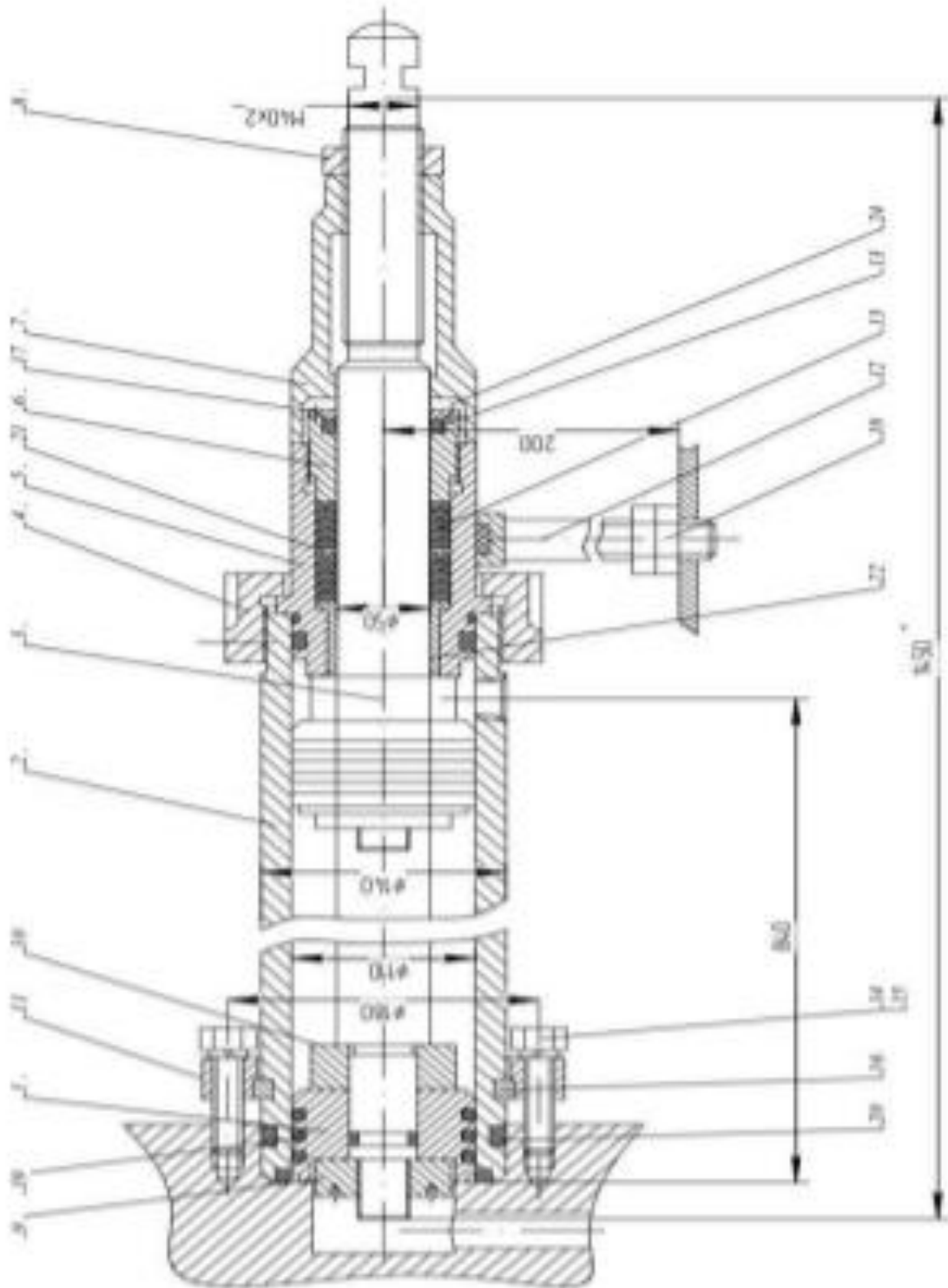
	Роз.	Войтенко		
	Пер	Казак		
Зм.	Арк.	№. документа	Підпис	Дата

ЛП01мн.017246.01-70ПЗ

Арк.
99

ДОДАТКИ

Позначення	Назва	Кількість	Примітки					
	<u>Документація</u>							
<i>ЛП01мт.017245.001-70</i>	<i>Технологічна схема</i>							
	<u>Складальні одиниці</u>							
1	<i>ЛП01мт.017245.001.01</i>	<i>станина</i>	1					
2	<i>ЛП01мт.017245.001.02</i>	<i>гідравлічний прижиму</i>	1					
3	<i>ЛП01мт.017245.001.03</i>	<i>механізм пресування</i>	1					
4	<i>ЛП01мт.017245.001.04</i>	<i>механізм випуску</i>	1					
5	<i>ЛП01мт.017245.001.05</i>	<i>прес-клубер</i>	1					
6	<i>ЛП01мт.017245.001.06</i>	<i>система охолодження</i>	1					
7	<i>ЛП01мт.017245.001.07</i>	<i>аккумулятор</i>	1					
8	<i>ЛП01мт.017245.001.08</i>	<i>насосна станція</i>	1					
9	<i>ЛП01мт.017245.001.09</i>	<i>гідравлічний затискання</i>	1					
10	<i>ЛП01мт.017245.001.10</i>	<i>надкожма кліта</i>	1					
11	<i>ЛП01мт.017245.001.11</i>	<i>колона</i>	2					
12	<i>ЛП01мт.017245.001.12</i>	<i>механізм зашивання</i>	1					
13	<i>ЛП01мт.017245.001.13</i>	<i>механізм віддачі відливки</i>	1					
14	<i>ЛП01мт.017245.001.14</i>	<i>система змазки форм</i>	1					
15	<i>ЛП01мт.017245.001.15</i>	<i>огорожа</i>	1					
16	<i>ЛП01мт.017245.001.16</i>	<i>затисний стакан</i>	1					
<i>ЛП01мт.017245.001-70ТС</i>								
Зм.	Лист	№ документа	Підп.	Дата	<i>Технологічна лінія для виробництва виробів з пластмаси</i>	Літер	Лист	Листів
Розроб.		<i>Войткевич В.А.</i>					1	1
Перев.		<i>Кочан І.О.</i>						
Н. контр.								
Затв.		<i>Семельський С.П.</i>				<i>НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», ІХФ</i>		



Эк.	Тех.рис.	Тех.нар.	Детали

ЛП01мп.017242.01-70TE

Лист

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

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

**ЕФЕКТИВНІ ПРОЦЕСИ ТА
ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ
ТА ПАКУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

Київ, 13-14 грудня 2021 року

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ	Стор.
Войтенко В.А., Казак І.О. Поліпшення гомогенізації матеріалу у машині для лиття під тиском на основі удосконалення вузла інжекції.	4
Войтенко В.А., Казак І.О. Модернізація механізму змикання у машині для лиття під тиском з метою підвищення технологічних можливостей і ремонтпридатності.	6
Клименко Д.Д., Сідоров Д.Е. Машина для лиття кришок з поліетилену із модернізацією приводу.	8
Кункова В.О., Павов Є.М. Інжекційний вузол машини для лиття під тиском.	10
Кункова В.О., Павов Є.М. Інжекційний вузол литтєвої машини.	12
Витвицький В.М., Мікульонюк І.О., Витвицький В.М., Борщук С.О. Елемент насадки масообмінного апарата.	14
Витвицький В.М., Мікульонюк І.О., Витвицький В.М., Борщук С.О. Перерозподільний пристрій насадкової масообмінної колони.	16
Романченко Д.С., Сокольський О.Л. Змішувальна секція черв'яка екструдера.	18
Левченко В.М. Дослідження контролю температури при процесі лиття полімерних виробів.	20
Левченко В.М. Дослідження процесу охолодження в литтєвих машинах з водною системою охолодження.	21
Мінченко І.О. Вплив відношення коефіцієнтів тертя на характер зростання тиску.	22
Ільїн А.С. Експериментальне дослідження тиску на виході з черв'ячного екструдера.	23
СЕКЦІЯ МАШИНИ І ТЕХНОЛОГІЇ ПАКУВАННЯ	
Новік А.В. Використання бар'єрних плівок у сучасних упаковках.	25
СЕКЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНКІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОЦЕСІВ	
Кумар Д., Омельчук І.В. Числове моделювання тепло-гідродинамічного та термопружного стану вузла валків валкових машин з метою визначення їх працездатності.	27
Жуковська А.О., Гондляр О.В. Процес ультразвукового диспергування агломератів фрактальної форми вуглецевих нанотрубок в епоксидній смолі ЄД-20.	29
Кувшинов О.В., студ.; Гондляр О.В. Дослідження зіткнення одиноких частинок з впливом рідини.	33
Мамчур О.В.; Гондляр О. В. Числові дослідження параметрів тріщиностійкості наномодифікованих гумових виробів.	37
Маковський В.Р., Чемерис А.О. Дослідження нових композитних багатошарових фільтруючих матеріалів на основі полімерних тканин.	40
Скулкін Н.О., студ., Чемерис А.О. Дослідження критичної швидкості частинки для оцінки її зчеплення з полімерною підкладкою при холодному газодинамічному напilenні.	42

СЕКЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

УДК 678.5.002.8

Поліпшення гомогенізації матеріалу у машині для лиття під тиском на основі удосконалення вузла інжекції

Войтенко В.А., студ.; Казак І.О., доц., к.п.н.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м.Київ

Запропоновано варіант удосконалення вузла інжекції машини для лиття під тиском. Технічним рішенням даного вузла інжекції у машині для лиття під тиском є удосконалення роботи шнеку кінематично зв'язаного із заслінкою у горловині завантажувального патрубків матеріалу за допомогою механізму регулювання зворотно-поступального переміщення заслінки від шнеку, що сприяє поліпшенню гомогенізації набраної дози матеріалу. Така конструкція вузла інжекції дозволяє покращити якість полімерних виробів та зменшити кількість бракованої продукції.

Вступ. Лиття під тиском — найпоширеніший і найпрогресивніший метод переробки пластиків, оскільки дозволяє отримувати вироби порівняно складної конфігурації при невеликих витратах праці та енергії [1].

Лиття під тиском застосовується дуже часто як метод формування виробів із пластмас та резинових сумішей. В литтєвих машинах, що полягає в розм'якшенні матеріалу до в'язкотекучого стану й послідовного переміщенні його в литтєву форму, де матеріал затвердіває при зменшенні температури, отримуючи конфігурацію виробу.

Основними перевагами даної машини є висока продуктивність, можливість виготовлення тонкостінних виливків складної форми, можливість одержання декількох деталей за один цикл. Основними недоліками є те що, після закінчення набору дози гомогенізованого матеріалу перед шнеком відбувається зупинка приводу обертання інжекційного механізму, внаслідок чого порушується стабільність процесу гомогенізації перероблюваного матеріалу, нерівномірність розподілу наповнювача в полімері та як наслідок виникає високий відсоток браку.

Для удосконалення вузла інжекції машини для лиття під тиском було проведено літературно-патентний огляд для вибору найдодільнішого варіанту для поліпшення гомогенізації матеріалу. Обрано технічне рішення на основі прототипу [2], яке представлено на рис.1.

Матеріал із завантажувальної горловини 3, потрапляє в корпус 1, де захоплюється витками шнека 2 і транспортується в напрямку сопла 9. За підвищення протитиску перероблюваного матеріалу перед шнеком 2 до заданого значення, шнек переміщується в напрямку завантажувальної горловини 3 разом з упорами 5. Після проходження зазору Δ , що визначає вибрану частку набору підготовленої порції матеріалу, один з упорів 5 приводить до руху механізм зворотно-поступального руху, а він у свою чергу - заслінку 4, яка, переміщуючись на відстань h , перекриває отвір завантажувальної горловини 3. Повне перекривання отвору завантажувальної горловини 3 відбувається в момент закінчення набору дози перед шнеком 2, але процес гомогенізації матеріалу у гвинтовому каналі шнека 2 продовжується. Після завершення часу відведеного у виробничому циклі на підготовку дози тиск у порожнині інжекції гідроциліндра 7 збільшується, шнек рухається в напрямку сопла 9 та покращується гомогенізація матеріалу, що сприяє покращенню якості виробів.

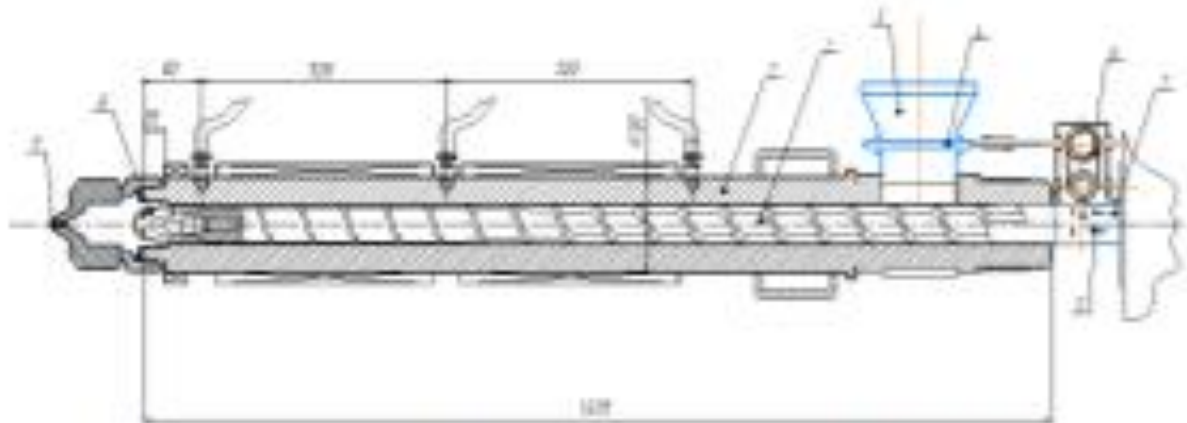


Рисунок 1 – Удосконалена конструкція вузла інжекції із застінковою у горловині тавантажувального патрубку: 1 – корпус; 2 – шток; 3 – тавантажувальна горловина; 4 – застінка; 5 – упор; 6 – резонна передача; 7 – гідроциліндр затворення; 8 – шкворень; 9 – сопло

Висновок. Таким чином запропонована конструкція удосконаленого вузла інжекції машини для лиття під тиском дозволяє забезпечити якісніший гомогенізації набраної дози матеріалу, що сприятиме покращенню якості полімерних виробів і зменшенню кількості бракованої продукції. У такий спосіб може бути удосконалена будь-яка машина для лиття під тиском.

Перелік посилань

1. Лиття пластиків під тиском. Доступ з сайту: https://uk.wikipedia.org/wiki/Лиття_пластиків_під_тиском
2. Патент 89800 Україна, МПК В29С 45/54. Інжекційний механізм машини для лиття під тиском / В.Г. Сивоченко, О.П. Сивоченко, І.О. Міхульський, Р.М. Курченко, В.С. Шваченко, вихідний О.Л. Соколовський. № u 201315206; заявл. 25.12.2013; опубл. 25.04.2014, Бюл.№ 8. 3 с.

УДК 678.5

Модернізація механізму змикання у машині для лиття під тиском з метою підвищення технологічних можливостей і ремонтпридатності

Войтенко В.А., студ.; Казак І.О., доц., к.п.н.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», м.Київ

Запропоновано варіант модернізації механізму змикання машини для лиття під тиском. Метою даної модернізації являється створення такої конструкції литварної форми для переробки термопластичних матеріалів литтям під тиском, яка дозволить виготовлявати вироби з піднутрішніми глибокими отворами, напрямом яких збігається з площиною змикання литварної форми. Така конструкція механізму змикання збільшує технологічні можливості, спрощує трудомісткість конструкції під час ремонту форми.

Вступ. Лиття під тиском – це технологічний процес виготовлення виробів із пластмас шляхом переробки полімерів, їх розплавлення, уприскування під тиском цього розплаву в прес-форму і подальшого охолодження виробів [1].

Більше третини всіх вироблених пластмасових виробів виготовляються за допомогою методу лиття пластмас під тиском. Даний метод характеризується високою продуктивністю і високою вартістю необхідного оснащення обладнання. Саме тому метод лиття пластмас під тиском рекомендується застосовувати при багатосерійному або масовому виробництві виробів. Одним з важливих вузлів в машині для лиття під тиском являється механізм змикання півформ, який забезпечує якість готового виробу.

Основними ознаками класифікації механізмів змикання у машині для лиття під тиском є:

1. За видом системи замикання прес-форм:
 - колінчасто-важільні ТПА;
 - гідравлічні ТПА.
2. За конструкцією приводу:
 - електричні;
 - електромеханічні;
 - гідромеханічні.
3. За кількістю вузлів замикання (змикання) прес-форм:
 - однокомпозиційні;
 - двокомпозиційні;
 - багатокомпозиційні (ротаційні і креслень) [1].

Для удосконалення механізму змикання машини для лиття під тиском з метою підвищення його технологічних можливостей було проведено літературно-патентний огляд для вибору варіанту модернізації механізму змикання. В результаті обрано конструкцію механізму змикання на основі прототипу [2], що зображена на рис. 1, яку далі розглянемо детальніше.

Дане технічне рішення полягає в тому, що в запропонованій литникової формі, яка складається з нерухою 1 і рухою 2 півформи, на нерухомій плиті кріплення литникової форми розміщуються симетрично до поздовжньої осі литникової форми дві плити 3 з дзеркально виконаними пазами 4 для роликів в сторону осі литникової форми, що мають горизонтальні і похилі в межах 20... 45 ° ділянки. А на рухомій півформі 2 кріпиться блок знаків 6, який складається зі знаків, що формують отвори в виробах, паралельні площині роз'єму литникової форми, встановлених в знакотримачах роликів, встановлених на осях у торцевих

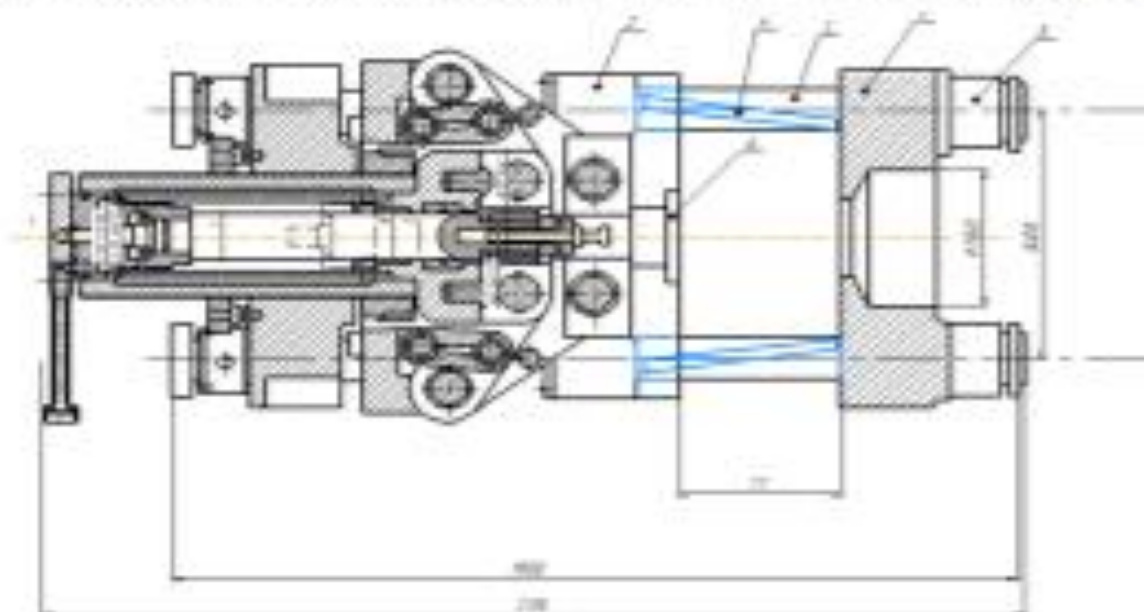


Рисунок 1 – Конструкція модернізованого механізму зливання металу для лиття під тиском:
1 – нерухома лів форма; 2 – рухома правформа; 3 – пластина; 4 – пази для ролників; 5 – болти кріплення; 6 – блок шківів

сторонах швидкознімачів плити швидкознімачів, що складається з двох рівнинних по осях для оформлення шківів і центруючих втулок підшипників, які кріпляться болтами до швидкознімачів, а які вставляються оформлюючої шківів центруючих стійок, по яким переміщуються швидкознімачі з центруючими втулками. Підстави стійок і кривки, при цьому центруючі стійки встановлені між підставою і кривкою блоку шківів, а кривка кріпиться болтами 5 через стійки до підстави, а блок шківів через підставу кріпиться до рухомої правформи 2. Причому в кривці блоку шківів 6 є отвори для доступу до болтів кріплення плити швидкознімачів і для вилучення оформлюючих шківів, для ремонту або їх заміни без лиття литвишкової форми з термопластматомату. При цьому плити з пластина для ролників, а саме пази для ролників 4 повинні забезпечити робочий від оформлюючих шківів, що перевищує робочу довжину оформлюючих шківів на 2 ... 3 мм, а ширина паза ролника повинна перевищувати діаметр ролника на 0,5 ... 1,0 мм.

Висновок. Таким чином технічним результатом запропонованої конструкції для модернізації механізму зливання у машині для лиття під тиском є те, що на нерухомих плити ліварної форми кріпляться симетрично до подовженої осі дві плити з дзеркально вивороченими пазами для ролників в сторону осі литвишкової форми, що дозволяє виготовляти вироби з підвищеними глибокими отворами, напрямком яких збігається з планарною зливання ліварної форми. Модернізована конструкція механізму зливання збільшує технічні можливості, а також забезпечує підвищення її ремонтотривалості.

Перелік посилань

1. Машини для лиття пластмас під тиском (термопластматомату та ручні). Підприємства, що займаються литтям під тиском в Україні. Доступ з сайту: <http://ukr.com.ua/ua/blank-3d-tekhnologii/maabity-slya-litya-plastmasa-pod-drukom-temoplastmatom-tumaty-i-ruchnye.html>
2. Патент 2664874 Росія, МПК В29С 45/26. Литвишкова форма для виготовлення деталей з подпружинюючих із пластических мас / В.А. Звон, О.В. Сивильяков; Патентообладатель Акционерное общество "Новосибирский механический завод "Искра". № 2017133083; заявл. 21.09.2017; опубл. 23.08.2018, Бюл. № 24. 17 с.