

ННІ « Український державний хіміко-технологічний університет»
Факультет харчових та хімічних технологій
Кафедра технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів

Пояснювальна записка
до дипломного проєкту (роботи)
бакалавра

на тему: «Лиття під тиском виробів загального призначення з виробничою програмою 660 т/рік »

Виконала: студентка 4 курсу, групи ХТ6
Напрямку підготовку (спеціальності)
161 Хімічні технології та інженерія
Хохлов К.О.

Керівник _____ Черваков Д.О

к.т.н., доц. каф. ТПП та ПМ

Рецензент _____

Дніпро – 2026 рік

Державний вищий навчальний заклад

«Український державний хіміко-технологічний університет»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет, відділення Х та ХТ

Кафедра ТПП та ПМ

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія

(шифр і назва)

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

проф. Сухий К.М.

«__»__20__р.

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Хохлов Клім Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Лиття під тиском виробів загального призначення з виробничою програмою 660 т/рік

керівник проєкту (роботи) Черваков Д.О., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «02» 03 .2026 р. №77 к.

2. Термін здачі студентом закінченого проєкту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Дані базового підприємства, матеріали з нової техніки, регламенти, звіти, інша технічна документація і літературні джерела

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Вступ. 1. Загальна частина. 1.1 Характеристика сировини і готової продукції. 1.2. Аналіз існуючих методів виробництва та обґрунтування прийнятого методу виробництва. 2. Технологічна частина. 2.1. Теоретичні основи методики переробки. 2.2. Опис технологічної схеми виробництва. 3. Спеціальна частина. 3.1. Матеріальні розрахунки. 3.2. Технологічні розрахунки. 3.3. Характеристика основного технологічного обладнання. 3.4. Виріб і розрахунок допоміжного технологічного обладнання. 3.5. Контроль та керування хіміко-технологічними процесами. 3.6. Охорона навколишнього середовища. 3.7. Техніка безпеки. 3.8. Техніко- економічні розрахунки. 4. Охорона праці. Висновки. Список літератури. Додатки (за потребою).

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Технологічна схема виробництва – 1 л., компоновка основного обладнання ділянки формування
виробів – 1 л., основний вузол обладнання – 1 л., операційна карта формування – 1 л.

6. Консультанти по проєкту (роботі)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Загальна та спеціальна частина			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Розрахункова частина проєкту. Компоновка обладнання		
2	Загальна частина		
3	Технологічна частина		
4	Спеціальна частина		
5	Контроль та керування процесом		
6	Техніко-економічні розрахунки		
7	Охорона праці та навколишнього середовища		
8	Графічна частина		
9	Оформлений проєкт		

Студент _____ Хохлов К.О.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи) _____ Черваков Д.О.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ВУЗОЛ ПЛАСТИКАЦІЇ, ГНІЗДНІСТЬ, ДІЛЯНКА, ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ, ОБЛАДНАННЯ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ПОЛІЕТИЛЕН, ПОЛІПРОПІЛЕН, ПОЛІСТИРОЛ, ТЕРМОПЛАСТАВТОМАТИ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА.

Записка пояснювальна: 120 с., 14 рис., 36 табл., 56 літературних джерел. Об'єкт проектування – ділянка виробництва литтєвих виробів.

У загальній частині дана характеристика сировини та готової продукції, вказано призначення об'єкту і дана його загальна характеристика.

У технологічній частині обґрунтовано вибір методу виробництва, надані теоретичні відомості про процеси, які мають місце при переробці полімерів лиття під тиском, описана технологічна схема виробництва.

У спеціальній частині виконано матеріальні і технологічні розрахунки, подана характеристика основного обладнання, вибрано і розраховано допоміжне обладнання. Визначено необхідний рівень автоматизації, вказані параметри, що контролюються, і необхідні для цього прилади.

Визначені небезпечні та шкідливі фактори на виробництві та підібрані необхідні індивідуальні засоби захисту.

Наведені основні характеристики промислових викидів виробництва та способи утилізації. Запропоновані основні засоби щодо екологізації виробництва.

Визначені головні техніко-економічні показники ділянки з виробництва литтєвих виробів.

Відомість дипломного проєкту						
№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кіл.аркушів	№ прим.	Примітка
			<u>Документація</u>			
			<u>Загальна</u>			
			Заново розроблена			
1	A4	4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Пояснювальна записка	119		
2	A1	4ХТ6.026.161.001 СТ	Схема технологічна	1		
3	A1	4ХТ6.026.161.001ПД	План ділянки	1		
4	A1	4ХТ6.026.161.001ОК	Операційна карта формування виробу	1		
			<u>Документація по</u>			
			<u>збірних одиницях</u>			
			Заново розроблена			
5	A1	4ХТ6.026.161.0013К	Вузол пластикації термопластавтомата	1		

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ		
Зм	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
					Відомість дипломного Проекту		
Розроб.	Хохлов К.О.						
Перевір.	Черваков Д.О.						

Зміст

	стор.
ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Характеристика сировини.....	8
1.1.1 Поліпропілен.....	9
1.1.2 Поліетилен	14
1.1.3 Полістирол	21
1.1.4 Характеристика пігментів - барвників	26
1.1.5 Характеристика готової продукції.....	28
1.2 Обґрунтування прийнятого методу виробництва.....	34
1.2.1 Технологічні особливості лиття під тиском	36
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	39
2.1 Теоретичні основи методу переробки	39
2.1.1 Технологічний процес лиття під тиском.....	41
2.2 Опис технологічної схеми виробництва.....	42
2.2.1 Вхідний контроль сировини.....	43
2.2.2 Одержання та прийняття сировини	44
2.2.3 Транспортування сировини зі складу до литтєвих машин.....	47
2.2.4 Зберігання сировини	47
2.2.5 Формування виробів	48
2.2.6 Вимоги до точності виготовлення і чистоти поверхні виробу	49
2.2.7 Механічна обробка.....	49
2.2.8 Упаковка.....	50
2.2.9 Дозування виробів.....	51
2.2.10 Подрібнення відходів і підготовка вторинної сировини	52
2.2.11 Види браку при литті під тиском, причини та шляхи запобігання	52
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	55
3.1 Матеріальні розрахунки.....	55
3.1.1 Точна програма.....	55

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Хохлов К.О.			Проект ділянки лиття під тиском		Літ.	Арк.
Перевір.		Черваков Д.О.						Аркуші
Реценз.		Черваков Д.О.					5	120
Н. Контр.		Черваков Д.О.					ДВНЗ УДХТУ каф. ТПП та ПМ гр. 5-ППм	
Затверд.		Сухий К.М.						

3.1.2 Умовна програма	59
3.2 Технологічні розрахунки	62
3.2.1 Точна програма.....	62
3.2.2 Умовна програма	72
3.3 Характеристика основного технологічного обладнання	74
3.3.1 Характеристика основної технологічної оснастки.....	79
3.4 Вибір і розрахунок допоміжного технологічного обладнання	82
3.4.1 Розрахунок допоміжного обладнання	83
3.5 Контроль та керування хіміко- технологічними процесами	84
3.6 Охорона навколишнього середовища.....	87
3.6.1 Охорона водоймищ та інших джерел водокористування	88
3.6.2 Заходи охорони ґрунту	89
3.7 Техніка безпеки.....	90
3.7.1 Загальні вимоги до техніки безпеки	92
3.8 Техніко- економічні розрахунки	96
4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	101
4.1 Оцінка пожежовибухонебезпеки цеху	104
4.2 Розрахунок місцевої вентиляції	106
4.2.1 Розрахунок вентиляції для лабораторії	108
4.3 Штучне освітлення	108
ВИСНОВОК	111
ДОДАТОК А	112
ДОДАТОК Б.....	113
ДОДАТОК В	114
ЛІТЕРАТУРА	115

ВСТУП

Ми живемо у вік повсякденного застосування полімерних матеріалів. З кожним роком в світі з'являється все більше нових видів пластику, який за своїми властивостями може успішно замінювати традиційні метал, скло, дерево і кераміку в різних областях життєдіяльності людини.

Зростання виробництва пластмас і їх поширення, практично, в усіх галузях народного господарства є наслідком науково-технічного прогресу.

Великий інтерес до пластичних мас викликаний не тільки їх своєрідними технічно вигідними властивостями (низька питома густина, висока хімічна стійкість, наявність вискоеластичного стану тощо). Виготовлення виробів з пластмас відзначається низькою трудомісткістю, енергомісткістю, доступністю вихідної сировини. На виготовлення пластмасового виробу потрібно витратити в $2,5 \div 4$ рази менше праці, ніж на виготовлення аналогічного виробу з металу, і при цьому споживається в $3 \div 5$ разів менше енергії [1].

Нині відомо кілька десятків основних і спеціалізованих методів виготовлення виробів з пластмас. Кожен метод – це шлях здійснення технології виготовлення виробу з полімерного матеріалу, який визначається кількома факторами [1].

Лиття під тиском – один із найважливіших методів виготовлення поштучних виробів з пластмас. Основні переваги методу – висока продуктивність, можливість виготовлення широкого асортименту виробів складної конфігурації масою від часток грама до декількох десятків кілограмів, висока точність розмірів, відсутність додаткової обробки, економічність, високий рівень автоматизації. Методом лиття під тиском можна переробляти у вироби практично всі термопласти і частину термореактивних матеріалів [1].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика сировини

У якості сировини на ділянці з переробки пластмас литтям під тиском використовуються поліпропілен та поліетилен. Марочний асортимент та джерела сировини наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Джерела сировини цеху з переробки пластмас

Найменування сировини	Постачальник	Марка
Поліпропілен	SOCAR Polymer	HB 2500 GP (ТУ 2211-006-93911504-2015)
	Luban	HP5101R (ТУ 2211-103-70353562-2013)
		HP1102K (ДСТУ 26996-86)
	WEFA PLASTIC®	Borealis RA -130 E (ТУ 2211-006-93911504-2015)
Поліетилен високого тиску	БАТ «Карпат навтохім»	15803-20 (ДСТУ 16336-77)
	MARLEX	HP 4420 B (ДСТУ 16337-77)
Поліетилен низького тиску	MARLEX	ННМ 5502 BN (ДСТУ 16338-85)
	SABIC	HDPE B5429 (ТУ 2243-188-00203335-2009)
Пігменти-барвники	TOSAF	ME 82943 (білий) ME 80010 (білий) ME 22566A (жовтий) ME 51683R (зелений) ME 42169 (червоний)
Ударотривкий полістирол	Epsotech GmbH	METZOPLAST (ДСТУ Б EN 13163)

1.1.1 Поліпропілен

Поліпропілен (ПП) отримують полімеризацією пропілену в присутності металокомплексних каталізаторів (рис. 1.1). Має відносно високу зносостійкість, хороші електроізоляційні властивості, котрі майже не змінюються у вологому середовищі, але на відміно від поліетилену менш щільний (щільність 0,91 г/см³, що є найменшим значенням взагалі для всіх пластмас). Він застосовується в електротехніці, для виготовлення деталей машин, побутових виробів, контейнерів, синтетичних волокон та ін. [3]

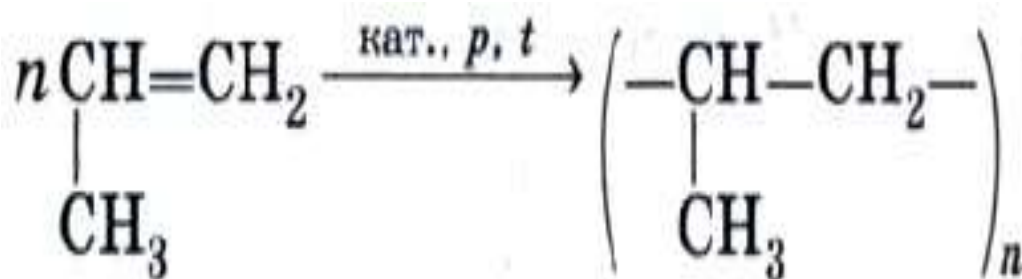


Рисунок 1.1 – Полімеризація пропілену

Стереорегулярний полімер може мати ізотактичну структуру (всі метильні групи розташовані з одного боку від умовної площини) або синдіотактичну (метильні групи чергуються у суворій послідовності з обох боків від умовної площини).

Поряд зі стереорегулярною структурою у поліпропілені є атактична частина (поліпропілен з хаотичним розташуванням бокових метильних груп) і стереоблочний полімер, ланцюг якого має як ізотактичні, так і атактичні ділянки [4].

Полімер, що випускається у промисловості, представляє собою суміш різноманітних структур, співвідношення яких залежить від умов проведення

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

процесу. Найбільш цінним матеріалом є полімер з низьким вмістом домішок атактичних і стереоблочних структур.

Поліпропілен випускається у вигляді порошку білого кольору або гранул з насипною густиною 0,4 - 0,5 г/см³. Поліпропілен випускається стабілізованим і нестабілізованим, забарвленим і незабарвленим[4].

Поліпропілен значно жорсткіший матеріал, ніж поліетилен. Крім того, його поведінка при розтязі ще у більшій мірі, ніж поліетилену, залежить від швидкості прикладання навантаження і від температури.

Чим нижче швидкість розтягу поліпропілену, тим вище значення показників механічних властивостей. При високих швидкостях розтягу межа міцності при розтягу поліпропілену значно нижча його межі текучості при розтязі. Основні фізико-механічні і електричні властивості поліпропілену наведені у табл. 1.2.

Перевершуючи поліетилен за теплостійкістю, поліпропілен поступається йому за морозостійкістю. Його морозостійкість лежить у межах від -5 до -15 °С. Показники основних теплофізичних властивостей наведені у табл. 1.3.

Полімер неполярний, стійкий до дії кислот і лугів, розчинний при підвищених температурах в ароматичних і гідроароматичних, а також хлорованих вуглеводнях, мастилостійкий [3].

Перевершуючи поліетилен за теплостійкістю, поліпропілен поступається йому за морозостійкістю. Його морозостійкість лежить у межах від -5 до -15 °С. Показники основних теплофізичних властивостей наведені у табл. 1.3.

Полімер неполярний, стійкий до дії кислот і лугів, розчинний при підвищених температурах в ароматичних і гідроароматичних, а також хлорованих вуглеводнях, мастилостійкий [3].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.2 – Основні фізико-механічні та електричні властивості поліпропілену [4]

Властивості	Показники
Густина, г/см ³	0,90 - 0,91
Модуль пружності при згині, кг/см ²	6700 – 11900
Межа текучості при розтязі, кг/см ²	250 – 350
Межа міцності при згині, кг/см ²	250 – 400
Питома ударна в'язкість, кг·см/см ²	33 – 80
Відносне видовження при розриві, %	200 – 800
Подовження при досягненні межі текучості, %	10 – 20
Твердість за Бринелем, кг/мм ²	6,3
Питомий об'ємний електричний опір, Ом·см	10 ¹⁶ – 10 ¹⁷
Діелектрична проникність	2,2
Тангенс кута діелектричних втрат	2·10 ⁻⁴ - 5·10 ⁻⁴
Електрична міцність за товщиною зразка 1 мм, кв/мм	28 – 40

Унаслідок наявності третинних вуглецевих атомів поліпропілен більш чутливий до дії кисню, особливо при підвищених температурах. Цим пояснюється значно більша схильність поліпропілену до старіння у порівнянні з поліетиленом.

Таблиця 1.3 – Основні теплофізичні властивості поліпропілену [4]

Властивості	Показники
Температура плавлення, °С	160 – 170
Питома теплоємність, кал/(г·град)	0,46
Теплостійкість, °С	160
Коефіцієнт лінійного термічного розширення, град ⁻¹	$1,1 \cdot 10^{-4}$
Морозостійкість, °С	-(5-15)

Старіння поліпропілену протікає з більш високими швидкостями і супроводжується різким погіршенням його механічних властивостей. Тому у процесі переробки поліпропілену обов'язкове додавання стабілізаторів. Стабілізатори оберігають ПП від руйнування як у процесі переробки, так і під час експлуатації поліпропілен менше, ніж поліетилен піддається розтріскуванню під дією агресивних середовищ[5].

Він успішно витримує стандартні досліди на розтріскування під напругою, що проводяться у найрізноманітніших середовищах [4].

На основі поліпропілену випускають різноманітні композиції: з додаванням каучуку – підвищеної морозостійкості; з додаванням азбесту – підвищеної теплостійкості; з додаванням діоксиду титану – світлотехнічні композиції для виготовлення світильників та ін. [3]

Дані марки (табл. 1.4) призначені для виготовлення виробів загального призначення і можуть бути використані при виробництві деталей методами

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

інжекційного формування, а саме виготовлення виробів технічного, побутового, медичного призначення, труб, листів, литтєвих виробів, плівок, волокон, ниток, нетканих і пакувальних матеріалів, виробів, призначених для контакту з харчовими продуктами, та інших виробів.

Таблиця 1.4 – Характеристики марок поліпропілену [6, 7]

Найменування параметра (показника)	Одиниці виміру	Методика	HB 2500 GP	PPH250 GP/3	HP5101R	HP1102K
ПТР	г/10 хв	ISO 1133-1 ГОСТ 11645	25	25	24	3,4
Густина	г/см ³	ISO 1183-1	0,900	0,900	0,910	0,910
Міцність при розриві	МПа, не менше	ISO 527-1, -2	34	30	35	34
Температура розм'якшення за Віка	°C	ISO 306 ГОСТ 15088	154	145÷160	-	-
Температура теплової деформації	°C	ISO 75B-1, -2 ASTM D 648	90	50÷60	85	85
Відносне видовження при межі текучості	%	ISO 527-1, -2 ГОСТ 11262	10	9	8	9
Модуль пружності при вигині	МПа	ISO 527-2 ГОСТ 9550	1400	1200	1500	1500
Ударна в'язкість за Ізодом, з надрізом	кДж/м ²	ASTM D 256	2,5	2,5	-	-

1.1.2 Поліетилен

Поліетилен (ПЕ) отримують полімеризацією етилену (рис. 1.2) при високому, низькому та середньому тиску. Він надходить на обробку у вигляді гранул від 2 до 5 мм. В залежності від температури, тиску, наявності або відсутності каталізаторів отримують його різні модифікації, наприклад: поліетилен високого тиску (ПЕВТ) або низької густини (ПЕНГ), поліетилен низького тиску (ПЕНТ) або високої густини (ПЕВГ) та поліетилен середнього тиску (ПЕСТ). Асортимент полімерів етилену може бути значно розширений отриманням сополімерів його з іншими мономерами.

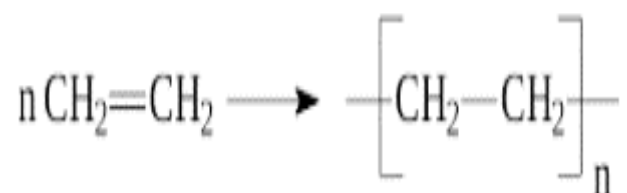


Рисунок 1.2 – Полімеризація етилену

Поліетилен стійкий до води, не реагує з лугами будь-якої концентрації. При кімнатній температурі не розчиняється і не набухає ні в одному з відомих розчинників. Він легко перероблюється екструзією та литтям під тиском, тому що має відносно низьку температуру плавлення і в'язкість розплаву при робочій температурі. В'язкість розплаву характеризується показником текучості розплаву (ПТР) [3].

Властивості поліетилену високого тиску визначаються в основному ступенем кристалічності, величиною молекулярної ваги і характером молекулярно-вагового розподілу [5].

Поліетилен високого тиску випускається у вигляді гранул насипної густини 0,5-0,55 г/см³. Гранули поліетилену можуть бути натурального (білого) кольору і забарвлені в різноманітні кольори [5].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні показники фізико-механічних та електричних властивостей поліетилену високого тиску приведені у табл. 1.5.

Дуже цінною властивістю ПЕВТ є порівняно невелика зміна величини діелектричних втрат і діелектричної проникності у широкому діапазоні частот і температур [5].

Діелектрична проникність практично залишається постійною при різних частотах. З підвищенням температури значення діелектричної проникності небагато зменшується у зв'язку зі зміною густини матеріалу.

Таблиця 1.5 – Фізико-механічні та електричні властивості поліетилену високого тиску [5]

Властивості		Показники
Фізико-механічні властивості		
Густина, г/см ³		0,918 - 0,935
Модуль пружності при згині, кг/см ²		1500 – 2500
Межа текучості при розтязі, кг/см ²		90 – 100
Межа міцності, кг/см ²	при розтязі	120 - 160
	при згині	120 - 170
Відносне видовження при розриві, %		150 - 600
Твердість за Бринелем, кг/мм ²		1,4 - 2,5
Електричні властивості		
Питомий об'ємний електричний опір, Ом·см		10 ¹⁷
Діелектрична проникність при 10 ⁶ Гц		2,2 - 2,3
Тангенс кута діелектричних втрат при 10 ⁶ Гц		2·10 ⁻⁴ - 3·10 ⁻⁴
Електрична міцність, кв/мм за товщиною зразка	1 мм	45 - 60
	2 мм	28 - 36

Показники основних теплофізичних властивостей ПЕВТ наведені у табл. 1.6.

Таблиця 1.6 – Теплофізичні властивості ПЕВТ [5]

Властивості		Показники
Температура плавлення, °С		105 - 108
Питома теплоємність, кал/(г·град)		0,5 - 0,68
Теплостійкість, °С		108 – 110
Коефіцієнт термічного розширення, град ⁻¹	лінійного при 0÷100 °С	2,2·10 ⁻⁴ – 5,5·10 ⁻⁴
	об’ємного при 50÷100 °С	6,7·10 ⁻⁴ –16,5·10 ⁻⁴
Морозостійкість, °С		Нижче -70

Поліетилен низького тиску випускається у вигляді гранул з насипною густиною 0,5 - 0,55 г/см³ або у вигляді порошку білого кольору з насипною густиною 0,11 – 0,38 г/см³.

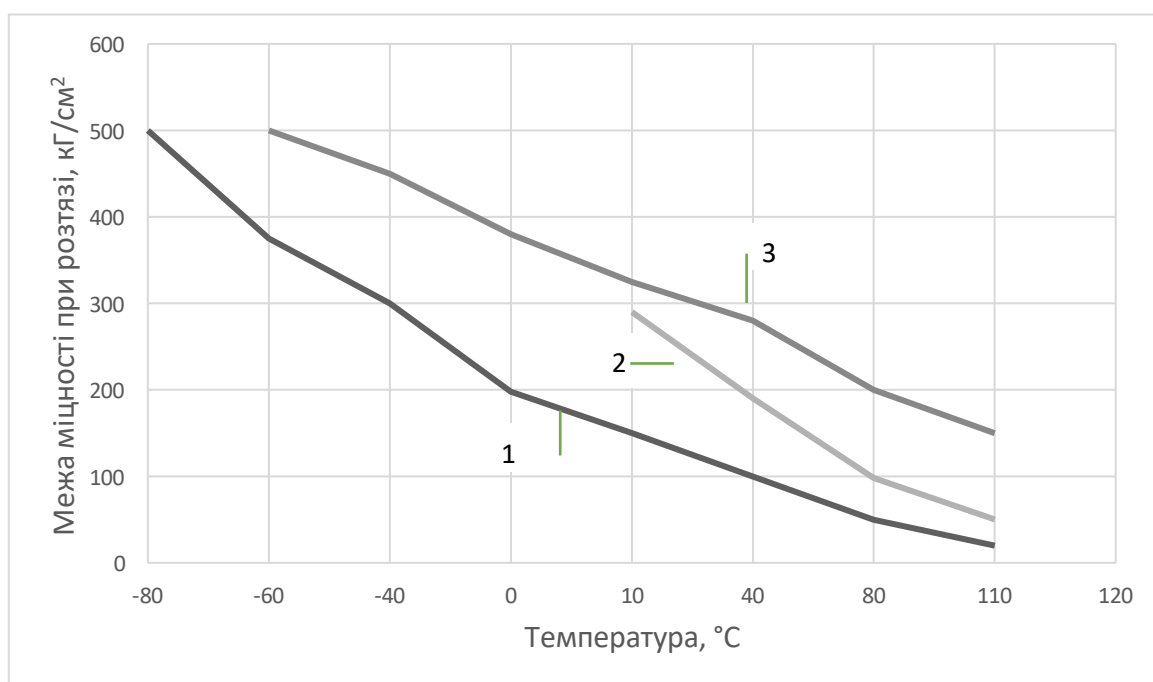
Особливостями структури ПЕНТ (табл. 1.7) порівняно з ПЕВТ пояснюються значні відмінності у механічних властивостях цих полімерів. Велика молекулярна вага та більш високий ступінь кристалічності ПЕНТ обумовлюють збільшення густини, механічної міцності, модуля пружності при згині і теплостійкості [5].

ПЕНТ більш жорсткий матеріал, ніж ПЕВТ. Його модуль пружності при згині при 20 °С у 2,6 рази перевищує модуль пружності ПЕВТ.

Зміна межі міцності при розтязі поліетиленів низького и високого тисків від температури показано на рис 1.3. Приведені дані отримані на пластинах товщиною 1 мм при швидкості деформації 100 мм/хв [5].

Таблиця 1.7 – Фізико-механічні властивості поліетилену низького тиску [5]

Властивості		Показники
Густина, г/см ³		0,945 - 0,955
Модуль пружності при згині, кг/см ²		5500 – 8000
Межа текучості при розтязі, кг/см ²		220 – 260
Межа міцності, кг/см ²	при розтязі	220 – 320
	при згині	200 - 350
Відносне видовження при розриві, %		400 - 800
Твердість за Бринелем, кг/мм ²		4,5 - 5,8



1 – поліетилен високого тиску; 2 – поліетилен низького тиску з молекулярною масою 30 000; 3 – поліетилен низького тиску з молекулярною масою 350 000.

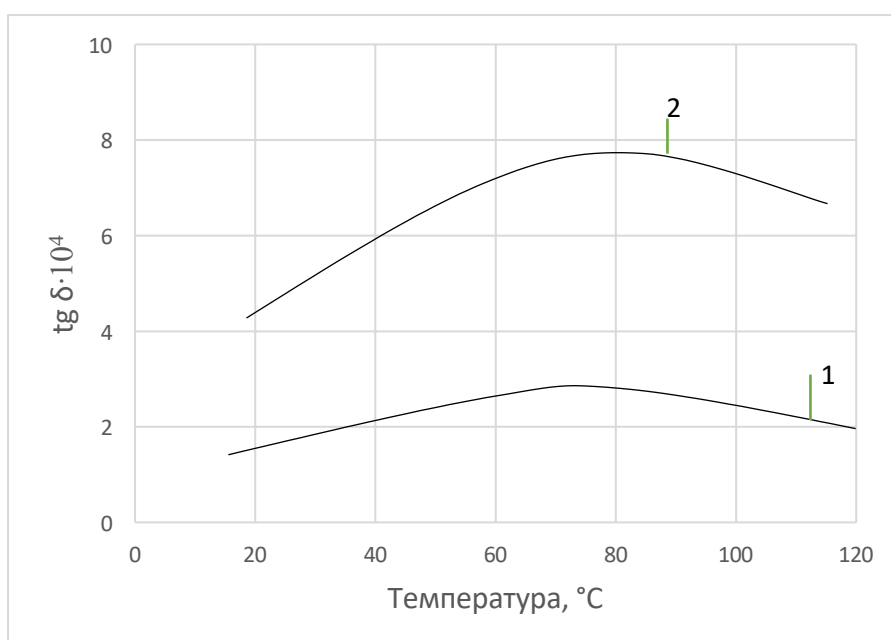
Рисунок 1.3 – Залежність межі міцності при розтязі від температури

Показники електричних властивостей ПЕНТ відповідають вимогам, що пред'явлені до високочастотних діелектриків. Основні показники електричних властивостей наведені у табл. 1.8.

Таблиця 1.8 – Електричні властивості поліетилену низького тиску [5]

Властивості		Показники
Питомий об'ємний електричний опір, Ом·см		10^{17}
Діелектрична проникність при 10^6 Гц		2,1 - 2,4
Тангенс кута діелектричних втрат при 10^6 Гц		$2 \cdot 10^{-4}$ - $5 \cdot 10^{-4}$
Електрична міцність, кВ/мм за товщиною зразка	1 мм	45 – 60
	2 мм	28 – 36

Залежність тангенса кута діелектричних втрат від температури при частоті $3 \cdot 10^9$ Гц показана на рис. 1.4. Домішки у ПЕНТ (наприклад, залишки каталізатора) погіршують тангенс кута діелектричних втрат.



1 – ПЕНТ; 2 – ПЕВТ

Рисунок 1.4 – Залежність тангенса кута діелектричних втрат ПЕНТ і ПЕВТ від температури

ПЕНТ володіє більш високою теплостійкістю порівняно з ПЕВТ. Основні показники теплофізичних властивостей ПЕНТ наведені у табл. 1.9.

Таблиця 1.9 – Теплофізичні властивості ПЕНТ [5]

Властивості	Показники
Температура плавлення, °С	120 – 125
Питома теплоємність, кал/(г·град)	0,55
Теплостійкість, °С	120 – 128
Коефіцієнт об'ємного термічного розширення при 20°С, 1/град	$4 \cdot 10^{-4}$
Морозостійкість, °С	Нижче -70

Поліетилен низького тиску стійкий до дії кислот і лугів, але не стійкий до дії сильних окислювачів. Внаслідок більш високої ступені кристалічності має високі міцностні властивості, високу теплостійкість, жорсткість та твердість. Відрізняється високою морозостійкістю, хімічною та радіаційною стійкістю (табл. 1.10). Поліетилен легко формується і зварюється у вироби складних форм, стійкий до ударних і вібраційних навантажень, відрізняється високими електроізоляційними показниками.

Таблиця 1.10 – Основні властивості поліетилену середнього тиску [5]

Властивості	Показники
Густина, г/см ³	0,96 - 0,97
Модуль пружності при згині, кГ/см ²	8000 – 10500
Питомий об'ємний електричний опір, Ом·см	10^{17}
Діелектрична проникність при 10^6 Гц	2,3
Тангенс кута діелектричних втрат при 10^6 Гц	$2 \cdot 10^{-4}$ - $4 \cdot 10^{-4}$
Температура плавлення, °С	127 – 130
Питома теплоємність, кал/(г·град)	0,53 – 0,58
Теплостійкість, °С	128 – 133

Поліетилен середнього тиску за властивостями дещо відрізняється від ПЕНТ та ПЕВТ. Він є найжорсткішим матеріалом порівняно з іншими поліетиленами, має низькі газо- і паропроникність, є хорошим діелектриком.

На основі поліетилену можна виготовляти композиції із різноманітними властивостями: самозатухаючі, стійкі до розтріскування, з високим електричним опором, електропровідні, антистатичні, для виготовлення технічних виробів і т. п. [3]

Нижче зазначені марки призначені для виготовлення виробів побутового та господарського призначення, виробництва пляшок для води та соків, для виробів, призначених для контакту з харчовими продуктами, іграшок, плівок і плівкових виробів, профільнопагонажних виробів.

Сорт В5429 - це середньомолекулярний кополімер високої щільності, в першу чергу призначений для видувних виробів невеликих розмірів. Марки серії В5429 пропонують відмінне поєднання міцності, стійкості до розтріскування, навантажувальної міцності з легкою технологічністю. Характеристики марок зазначені у табл. 1.11.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Таблиця 1.11 – Характеристики марок поліетилену [7, 8, 9]

Найменування параметра (показника)	Одиниці виміру	Методика	НВ 2500 GP	PP H250 GP/3	HP5101R	HP1102K
ПТР	г/10 хв	ISO 1133-1 ГОСТ 11645	25	25	24	3,4
Густина	г/см ³	ISO 1183-1	0,900	0,900	0,910	0,910
Міцність при розриві	МПа, не менше	ISO 527-1, -2	34	30	35	34
Температура розм'якшення за Віка	°C	ISO 306 ГОСТ 15088	154	145÷160	-	-
Температура теплової деформації	°C	ISO 75B-1, -2 ASTM D 648	90	50÷60	85	85
Відносне видовження при межі текучості	%	ISO 527-1, -2 ГОСТ 11262	10	9	8	9
Модуль пружності при вигині	МПа	ISO 527-2 ГОСТ 9550	1400	1200	1500	1500
Ударна в'язкість за Ізодом, з надрізом	кДж/м ²	ASTM D 256	2,5	2,5	-	-
Ударна в'язкість з надрізом за Шарпі	кДж/м ² , не менше	ISO 179/1eA	2,0	-	2,5	4

1.1.3 Полістирол

Полістирол – прозорий твердий матеріал, стійкий до дії багатьох хімічних речовин: сульфатної, фосфорної, борної кислот, лугів, розчинів солей, розчинів соляної й оцтової кислот (розведених). Він руйнується концентрованою нітратною кислотою. Полістирол розчиняється у

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ароматичних і хлорованих карбоногідрогенах, складних етерах, кетонах та сульфурокарбоні. Молекулярна маса полістиролу становить від 50000 до 200000. Він дуже крихкий і має невисоку міцність при розтягуванні, коли його молекулярна маса низька. При середній й високій молекулярній масі полістирол має міцність при розтяганні 35–60 МПа, при згинанні – 56–135 МПа. Теплостійкість полістиролу становить 80°C. Він схильний до старіння, згодом у виробках можуть виникати значні внутрішні напруження, які спричиняють їх розтріскування.

Для усунення крихкості полістиролу здійснюють співполімеризацію стиролу. Стирол – це прозора жовта рідина, яку одержують шляхом дегідрування етилбензолу при наявності водяної пари (рис. 1.5). Полімеризацію стиролу здійснюють у блоці, розчині, емульсії і суспензії. з каучуком, внаслідок чого одержують ударотривкий полістирол.

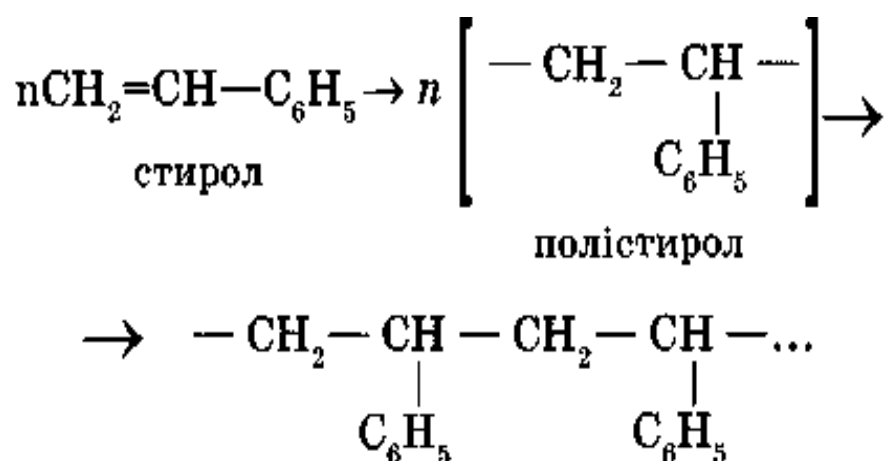


Рисунок 1.5 – Результат полімеризації стиролу

Полістирол - жорсткий, крихкий, аморфний полімер з високим ступенем оптичного світло пропускання, невисокою механічною міцністю. Полістирол має низьку щільність (1060 кг / м³), усадка при литтєвий переробці 0,4-0,8%. Полістирол володіє відмінними діелектричними властивостями і непоганий

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

морозостійкістю до -40°C (табл 1.12). Має невисоку хімічну стійкість (крім розведених кислот, спиртів і лугів).

Розчиняється в ацетоні, толуолі, дихлоретані, повільніше у бензині. Не розчинний у воді. Термопластичний матеріал. Полістирол легко формується і забарвлюється. Добре обробляється механічними способами. Добре склеюється. Володіє низьким вологи́поглоті́нням, високу вологостійкість і морозостійкість.

Полістирол горить жовтим полум'ям, що коптить, що утворюються пари мають характерний солодкуватий запах. При нагріванні виділяються важкі пари білого кольору - полістирол розпадається на мономері.

Таблиця 1.12 - Основні фізико-механічні та електричні властивості полістиролу

Властивості	Показники
Молекулярна маса	50-200 тисяч
Густина, $\text{кг} / \text{м}^3$	1050
Міцність при розриві, МПа	35
Відносне видовження при розриві, %	2
Питом ударна в'язкість, $\text{кг}\cdot\text{см}/\text{см}^2$	15
Температура плавлення, $^{\circ}\text{C}$	180-220
Теплостійкість, $^{\circ}\text{C}$	105
Максимальна температура експлуатації, $^{\circ}\text{C}$	80
Морозостійкість, $^{\circ}\text{C}$	-40
Водопоглинання, %	0,02
Питомий об'ємний електричний опір, $\text{Ом}\cdot\text{см}$	10^5
Тангенс кута діелектричних втрат при 10^6 Гц	0,0002-0,003

Промислове виробництво полістиролу засноване на радикальній полімеризації стиролу. Розрізняють 3 основних способи його отримання:

Емульсивний (ПТЕ) Найбільш застарілий метод отримання, який не отримав широкого застосування у виробництві. Емульсивний полістирол отримують в результаті реакції полімеризації стиролу у водному розчині лужних речовин при температурі 85-95 °С. Для цього методу потрібні: стирол, вода, емульгатор і ініціатор полімеризації. Стирол попередньо очищають від інгібіторів: треба пірокатехіна або гідрохінона. В якості ініціаторів реакції застосовують водорозчинні сполуки, двоокис водню або персульфат калію. В якості емульгаторів застосовують солі жирних кислот, луку (мило), солі сульфокислот. Реактор наповнюють водним розчином касторової олії і ретельного перемішуючи вводять стирол та ініціатори полімеризації, після чого отримана суміш нагрівається до 85-95 ° С. Мономер, розчинений у міцелях мила, починає полімеризуватися, надходячи з крапель емульсії. В результаті чого утворюються полімер-мономерні частинки. На стадії 20% полімеризації міцелярна мило витрачається на освіту адсорбованих шарів і процес далі протікає всередині частинок полімеру. Процес закінчується, коли вміст вільного стиролу стане менше 0,5%. Далі емульсія транспортується з реактора на стадію осадження з метою подальшого зниження залишкового мономера, для цього емульсію коагулюють розчином кухонної солі і сушать, отримуючи порошкоподібну масу з розмірами частинок до 0,1 мм. Залишки лужних речовин впливають на якість отриманого матеріалу, оскільки повністю усунути сторонні домішки неможливо, а їх наявність додає полімеру жовтуватий відтінок. Даним методом можна отримувати полістирол з найбільшою молекулярною масою. Полістирол одержуваний за цим методом має абревіатуру - ПСЕ, яка періодично зустрічається в технічній документації і старих підручниках з полімерних матеріалів[9].

Суспензійний (ПСС) Суспензійний метод полімеризації проводиться з періодичною схемою в реакторах з мішалкою і тепловідвідної сорочкою. Стирол готують, суспензуючи його в хімічно чистій воді за допомогою

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосування стабілізаторів емульсії (полівінілового спирту, поліметакрилату натрію, гідроксиду магнію) та ініціаторів полімеризації.

Процес полімеризації проводиться при поступовому підвищенні температури (до 130 °C) під тиском. Результатом є - отримання суспензії з якої полістирол виділяють шляхом центрифугування, потім його промивають і сушать. Даний метод отримання полістиролу також є застарілим і найбільш придатний для отримання і сополімерів стиролу. Даний метод в основному застосовується у виробництві пінополістиролу[5].

Блоковий або отримується в масі (ПСМ) Розрізняють дві схеми виробництва полістиролу загального призначення: повної та неповної конверсії. Термічна полімеризацією в масі по безперервній схемі являє собою систему послідовно з'єднаних 2-3 колонних апарату-реактора з мішалками. Полімеризацію проводять по стадійно в середовищі бензолу - спочатку при температурі 80-100 ° C, а потім стадією 100-220 ° C. Реакція припиняється при ступені перетворення стиролу в полістирол до 80-90% маси (при методі неповної конверсії ступінь полімеризації доводять до 50-60%). Стирол який не прореагував мономер видаляють з розплаву полістиролу вакуумування , знижуючи вміст залишкового стиролу в полістиролі до 0,01-0,05%, мономер який не прореагував повертається на полімеризацію. Полістирол, отриманий блоковим методом відрізняється високою чистотою і стабільністю параметрів. Дана технологія найбільш ефективна і практично не має відходів.

Випускається у вигляді прозорих гранул циліндричної форми, які переробляються в готові вироби литтям під тиском або екструзією при 190-230 ° C. Широке застосування полістиролу (ПС) і пластиків на його основі базується на його невисокої вартості, простоті переробки та величезному асортименті різних марок[10].

Найбільш широке застосування (понад 60% виробництва полістирольних пластиків) отримали ударостійкі полістироли, що представляють собою сополімери стиролу з бутадієнового і бутадієн-

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стирольним каучуком. В даний час створені й інші численні модифікації кополімерів стиролу.

З полістиролів виробляють найширшу гаму виробів, які в першу чергу застосовуються в побутовій сфері діяльності людини (одноразовий посуд, упаковка, дитячі іграшки та інше. А також будівельної індустрії (теплоізоляційні плити, незнімна опалубка, сандвіч панелі), облицювальні та декоративні матеріали (стельовий багет, стельова плитка, полістирольні звукопоглинальні елементи, клейові основи, полімерні концентрати), медичний напрямок (частини систем переливання крові, чашки Петрі, допоміжні одноразові інструменти). Полістирол після високотемпературної обробки водою або парою може використовуватися в якості фільтруючого матеріалу (фільтрує насадки) в колонних фільтрах при водо підготовки і очищення стічних вод. Високі електротехнічні показники полістиролу в області надвисоких частот дозволяють застосовувати його у виробництві: діелектричних антен, опор коаксіальних кабелів. Можуть бути отримані тонкі плівки (до 100 мкм), а в суміші з сополімерами (стирол-бутадієн-стирол) до 20 мкм, які також успішно застосовуються у пакувальній та кондитерської індустрії, а також виробництві конденсаторів.

Ударостійкий полістирол і його модифікації отримали широке застосування у сфері побутової техніки та електроніки.

1.1.4 Характеристика пігментів - барвників

Суперконцентрати (мастербатчи) це полімери з концентрованими пігментами, що диспергують в них. Основа суперконцентрату повинна в точності відповідати матеріалу виробу, оскільки інша основа може негативно вплинути на зовнішній вигляд і його механічні властивості. Проте, нині, існують поліолефінові суперконцентрати високої якості, які, без особливих проблем, можна використати у виробництві побутових виробів з будь-яких поліолефінів[11].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Універсальні ж суперконцентрати можна використати для фарбування практично будь-якого полімеру. Основа універсального суперконцентрату є "ноу-хау" кожній фірми-виробника. Високоякісні світлостійкі суперконцентрати, що не дають плям, розлучень, обважнюють і інших небажаних ефектів, досить дорогі. Але при виробництві конкретних виробів потрібно менше їх дозування. Зрештою можна навіть виграти в ціні, оскільки висококласного суперконцентрату знадобиться в півтора – два рази менше.

Так компанія Viba (Італія) пропонує цілу серію Masterbatch Polycolor різних кольорів, які наведені в табл.1.13.

Таблиця 1.13 – Деякі види мастербатчів компанії Viba

Колір	Марка Masterbatch Polycolor	ПТР, г/ 10хв.	Волога, %	Густина, г/см ³	Норма застосування, %
Синій	Blue 01002	0,47- 0,63	0,25	730-890	0,3-2
Зелений	Green 01001	0,41- 0,65	0,2	780-90	0,3-2
Помаранчевий	Orange 04012	0,25- 0,45	0,2	860-1040	0,3-2
Червоний	Red 04094	0,5- 5,0	0,25	810-990	0,3-2
Жовтий	Yellow 04058	0,38- 0,62	0,2	1060- 1260	0,3-2
Коричневий	Brown 04004	0,3- 0,5	0,25	950-1150	0,3-2

Барвники - прозорі речовини, що надають яскраві насичені кольори, готовому виробу. Використання концентратів на основі барвників доцільне для фарбування прозорих виробів, так як при розчиненні барвника в полімері легше добитися рівномірного фарбування без розлучень. Для отримання

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

непрозорих виробів застосовуються концентрати, виготовлені з використанням неорганічних і органічних пігментів. Враховуючи підвищені вимоги до фарбувальної складової концентраті фірми пропонують цілий ряд пігментів і барвників, які можуть бути використані для цих цілей[12].

1.1.5 Характеристика готової продукції

Набраний асортимент складових деталей формує помпу-дозатор серії 301 поворотного типу, тобто перехід у робочий стан здійснюється поворотом актуатора. Вона використовується для дозування рідин - рідкого мила, лосьйонів, кремів, масел [11].

Особливість серії 301 - відсутність контакту пружини і рідини, що гарантує захист від побічних забруднень [11].

Забезпечується вибір варіанту корпусу помпи, дизайну та діаметру кришки горловини, можливість багатобарвного виконання, а також підбір будь-якої моделі актуатора [11].

Основні характеристики [11]:

- дозування: $2,00 \pm 0,20$ мл;
- кришка горловини: 24/410; 24/415; 28/400; 28/410; 28/415
- упаковка –картонна коробка;
- кількість у коробці: 800 – 1000 шт;
- розмір коробки – 580 x 380 x 370 мм;
- вага брутто – $13,0 \pm 0,2$ кг

Ескізи деталей набраного асортименту предсталені на рис 1.6-1.10.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

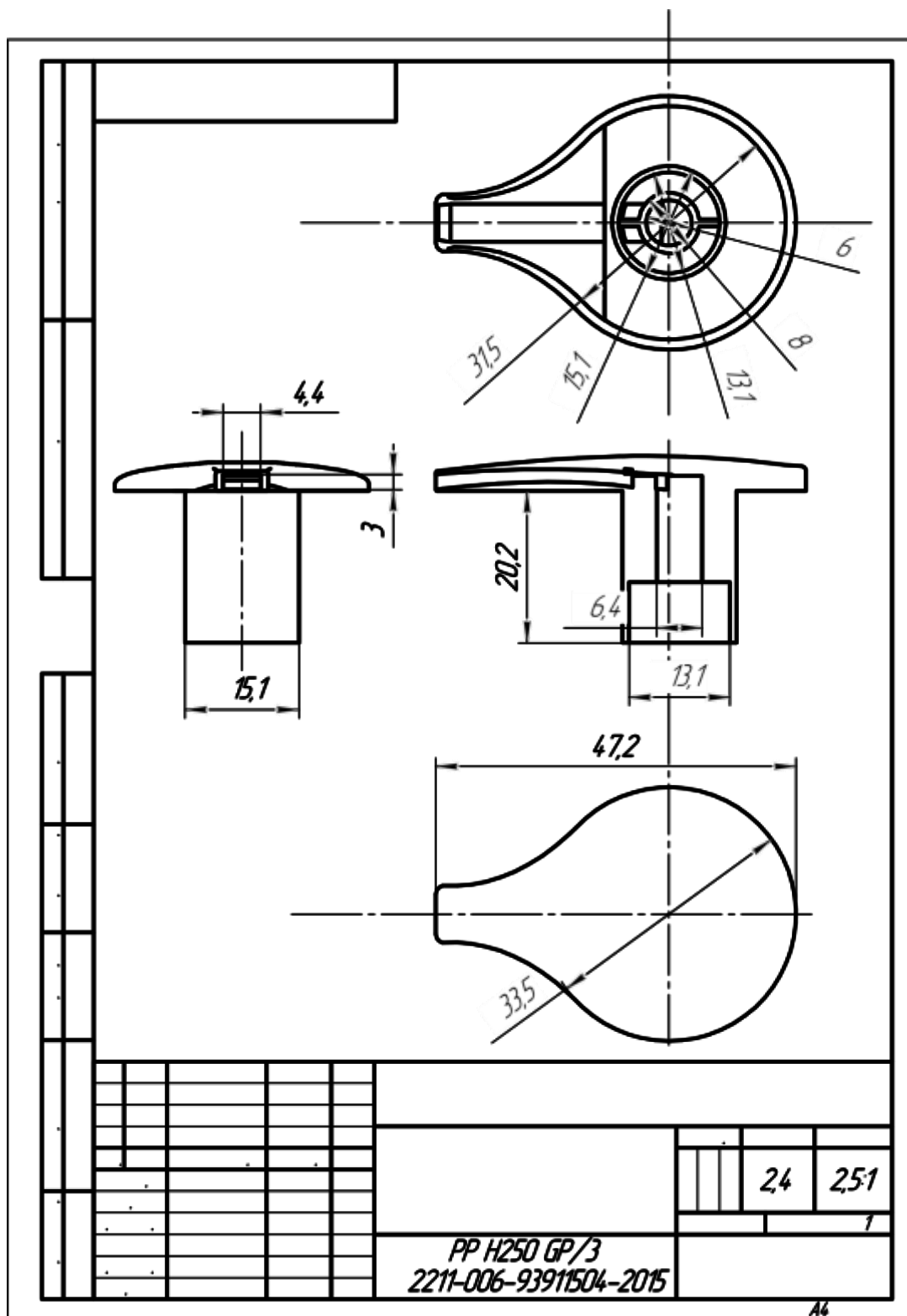


Рисунок 1.7 – Ескіз деталі носик дозатора тип №1

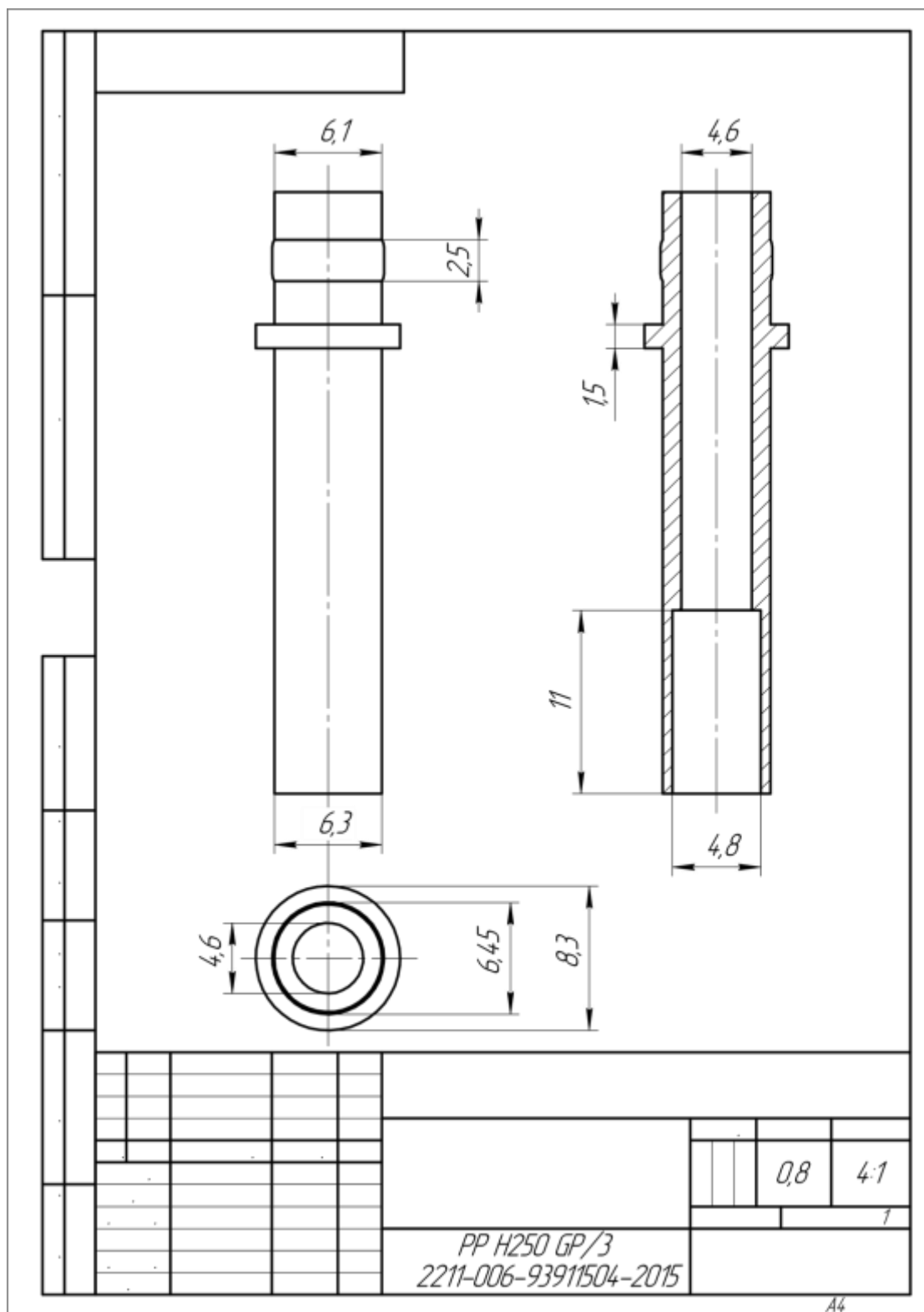


Рисунок 1.10 - Ескіз деталі з'єднувальна трубка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4ХТ6.026.161.001 ПЗ

Арк.

33

Підприємство для мого проекту спеціалізується на виготовленні закупорювальної та дозуючої продукції: куркових і косметичних розпилювачів, pomp для миючих та інших засобів.

Випускаються флакони з об'ємом від 50 мл до 4 л, які підходять для зберігання парфюмерно-косметичних рідин, засобів побутової хімії, автомобільної косметики, препаратів захисту рослин, дезінфектантів та ін. У комплекті з флаконами виготовляються кришки різної конфігурації та кольору відповідно до бажання замовника [2].

1.2 Обґрунтування прийнятого методу виробництва

Лиття під тиском - це основний метод переробки полімерних матеріалів і отримання виробів, що полягає в пластикації, гомогенізації полімерного матеріалу в матеріальному циліндрі і впорскуванні його в заздалегідь замкнену форму, яка охолоджується для термопластів і нагрівається для реактопластів.

Литтям під тиском виготовляють вироби з термопластичних і термореактивних пластмас різноманітної конфігурації та маси, що розрізняються від десятих часток грама до багатьох десятків кілограм, по товщині стінок - від десятих часток міліметра до декількох десятків сантиметрів. При чому вироби мають високу точність і стабільність розмірів.

При литті термопластів розплав, заповнює форму, твердне при охолодженні, після чого форма розкривається і виріб виштовхується.

При формуванні реактопластів полімерну композицію впорскують у форму, яку потім нагрівають до температури затвердіння матеріалу. Після цього форму відкривають, і виріб також витягується.

Переробка пластмас у вироби зводиться до створення конструкції, що забезпечує заданий комплекс експлуатаційних властивостей, шляхом переводу полімерного матеріалу в стан, в якому він легко здобуває необхідну форму з його подальшою фіксацією (збереженням).

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лиття під тиском має ряд переваг в порівнянні з пресуванням і екструзією: хороша пластикація і гомогенізація продукту; точне дозування полімерного матеріалу; легко автоматизується процес.

Серед недоліків слід відзначити: анізотропію властивостей, при литті; різну усадку для матеріалів.

Пресування - це технологічний процес, сутність якого полягає в пластичній деформації полімерного матеріалу при одночасній дії на нього тепла і тиску з наступною фіксацією форми. В даний час методом пресування переробляються тільки реактопласти. Даним методом виготовляють: шаруваті листові пластики, дозуючі таблетки з прес-порошків.

Пневмо- і вакуумформування - це процес формування виробу з листового полімерного матеріалу, переведеного нагріванням в високоеластичний стан і надання необхідної конфігурації за рахунок різниці тисків під і над листовою заготовкою, створеної стисненням повітрям або вакуумом.

Це відносно дешевий спосіб отримання великогабаритних виробів (ванни, корпуси, упаковка для харчових продуктів).

Перевага даного методу: мала вартість і металоємність обладнання; добре піддається автоматизації.

Недоліками методу є: низька продуктивність через тривалість циклу формування; складність нагріву, формування й обрізки листів понад 3 мм; велика кількість відходів до 40 %.

При виборі методу переробки будемо виходити з проведеного літературного огляду і на основі комплексного аналізу наступних показників:

- вид матеріалу, що переробляється;
- вимоги асортиментної програми (за формою виробу; по граничним значенням товщини стінок; по співвідношенню габаритних розмірів виробу);
- серійність виробництва;
- вимоги до якості виробів.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У цьому випадку більш підходящим методом переробки полімерів є лиття під тиском, так як пресуванням переробляють, як правило, реактопласти.

Крім того, литтям під тиском переробляються усі без винятку термопластичні матеріали, вид і марки яких вибираються в залежності від призначення виробів, міцності, теплостійкості, і інших властивостей. В даний час, більш 30 % обсягу термопластів переробляється цим методом, і обсяги виробництва виробів з термопластів методом лиття під тиском мають тенденцію до збільшення.

При литті під тиском забезпечується точність розмірів виробів, більш висока чистота їх поверхні і менша витрата сировини, ніж при отриманні виробів іншими методами (видуванням, вакуумним і пневматичним формуванням). Вартість литтєвих машин порівняно невелика. Таким чином, з урахуванням проведених досліджень для проектованої ділянки найбільш зручним і вигідним методом переробки термопластів є лиття під тиском, тому що він більш повно відповідає вимогам завдання на проектування за видами переробки, вимогам асортиментної програми, серійності виробництва і якості виробів[13].

1.2.1 Технологічні особливості лиття під тиском

Технологічний процес лиття виробів з термопластичних полімерів складається з наступних операцій: плавлення, гомогенізація і дозування полімеру; змикання форми; підведення вузла впорскування до форми; впорскування розплаву; витримка під тиском і відведення вузла впорскування; охолодження виробу; розкриття форми і витяг виробу.

Операції впорскування розплаву і витримки його під тиском супроводжуються тим, що циліндр литтєвої машини вже підведений до литтєвої форми і сопло з'єднане з ливниковим каналом форми. Шнек під дією поршня вузла впорскування переміщується до форми, і розплав впорскується в формуючу порожнину. Для виключення витікання розплаву з форми дається

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

витримка під тиском. Під час охолодження виробу, коли розплав в ливниках достатньо охолоджений, вузол вприскування відводиться від форми і починається дозування нової порції розплаву, шнек зупиняється. Після закінчення охолодження форми, відбувається її розкриття і виріб видаляється. Така загальна послідовність технологічних операцій[14].

Більшість термопластів не потребує попередньої обробки перед завантаженням у литтєву машину, якщо не вважати фарбування в потрібний колір. Поліаміди і полікарбонат, здатні при зберіганні воложитися, піддаються сушці. Підвищена зволоженість матеріалів призводить до утворення пухирів, сріблястості на поверхні виробів. Підсушування проводять безпосередньо перед переробкою.

Ливники, браковані вироби та інші відходи переробки термопластів підлягають попередньому розбиранню, очищенню та подрібленню. Після цього вони можуть бути використані як добавки до свіжого матеріалу.

Нагрівальний циліндр є основним технологічним вузлом машини, що визначає її продуктивність і якість виробів. До нагрівального циліндра висувають такі вимоги:

- високий коефіцієнт теплопередачі від джерел нагріву до матеріалу при невеликих різницях температур стінок циліндра і матеріалу;
- рівномірний нагрів матеріалу і відсутність місцевих перегрівів.

Для вимірювання температури розплаву в різних зонах обігрівання циліндра використовують термопари.

Режим охолодження виробу у формі впливає як на продуктивність машини, так і на якість виробів. Інтенсивне охолодження збільшує продуктивність машини, але може привести до зниження якості виробів через появу внутрішніх напружень. Чим вище температура затвердіння термопласту, тим вище повинна бути температура форми.

Температура форми перед заповненням звичайно нижче температури лиття на 100 - 150 °С.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тривалість циклу складається з часу змикання форми, впорскування, витримки під тиском і розкриття форми. Час впорскування залежить від маси відливки, форми виробу, перерізів впускних клапанів, плинності термопласту, температури і тиску розплаву в матеріальному циліндрі та інтенсивності охолодження виробу у формі. Для різних термопластів при рівних умовах тривалість вприскування особиста і коливається в межах від 2 - 3 с (для полістиролу) до 40 - 60 с (для поліаміда - 54) на 1 мм товщини виробу.

Чим більше маса відливки, тонше стінки виробу і складніше його форма і чим менше перетин впускних каналів форми, тим більше час вприскування. Чим вище плинність термопласту, тиск і температура розплаву в матеріальному циліндрі машини, тим менше тривалість[16].

Одним з основних технологічних показників процесу є тиск лиття. Під тиском матеріал проходить матеріальний циліндр, ливникові канали і заповнює порожнину форм. Тиск, під яким перебуває розплав в порожнинах форми, завжди менше тиску, створюваного черв'яком або поршнем [6].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Теоретичні основи методу переробки

Лиття під тиском – один із найважливіших методів виготовлення поштучних виробів з пластмас. Основні переваги методу – висока продуктивність методу, можливість виготовлення широкого асортименту виробів складної конфігурації масою від часток грама до декількох десятків кілограмів, висока точність розмірів, відсутність додаткової обробки, економічність, високий рівень автоматизації.

Переробка термопластів литтям під тиском полягає в нагріванні матеріалу до розм'якшення і подальшого переходу у в'язко текучий стан в нагрівальному циліндрі і інжекції (уприскуванні) його в литтєву форму, де матеріал набуває необхідну форму (формується) і твердне. У каналах литтєвий форми циркулює охолоджуюча вода заданої температури. Метод характеризується високою продуктивністю, так як нагрів матеріалу здійснюється поза форми. Ливарні вироби виходять з високою точністю розмірів і вимагають мінімальної механічної обробки. Методом лиття під тиском можна виготовити всілякі деталі складної конфігурації, деталі з арматурою, а також переробляти матеріали, наповнені скловолокном та іншими наповнювачами. Перевагою методу є також можливість повної автоматизації процесу, застосування АСУТП, автоматичних маніпуляторів і т.д. Однак метод лиття під тиском пов'язаний з великими витратами на устаткування і оснащення, що не доцільний при виготовленні виробів невеликими серіями і деталей, які можуть бути виготовлені іншими методами.

В даний час є близько 35 типів термопластів, які переробляються литтям під тиском. На основі того чи іншого термопласта випускаються численні марки матеріалів, що відрізняються за фізико-механічними властивостями і призначенні для різних цілей.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вироби, одержувані литтям під тиском, різноманітні як за масою, так і по конфігурації і розмірам. Ливарні вироби широко застосовуються в автомобільній промисловості, приладобудуванні, в будівництві, суднобудуванні, медицині і побутіх[30].

Процес лиття під тиском здійснюється на ливарних машинах, що складаються з двох основних частин: механізму пластикації - уприскування і механізму замикання форми. Перша частина служить для дозування матеріалу, його пластикації і уприскування розплаву в форму. Друга частина призначена для кріплення литтєвий форми, її переміщення та утримання в зімкнутому стані.

Машини для лиття під тиском класифікуються за низкою параметрів і ознак.

Основним класифікаційним параметром є потужність литтєвий машини, або обсяг вприскування, який виражається числом кубічних сантиметрів матеріалу, що витрачається на виготовлення однієї виливки.

Крім того, ливарні машини підрозділяються за принципом дії механізму пластикації уприскування (поршневі, черв'ячно - поршневі, черв'ячні), по вид) приводу (механічні, гідравлічні, гідромеханічні), по числу прес-вузлів (одно - і багатопозиційні), за типом переробляються матеріалів і т. д. По взаємному розташуванню осей механізмів пластикації уприскування і замикання форми ливарні машини поділяються на горизонтальні, вертикальні і кутові. Найбільшого поширення набули машини горизонтального типу, в яких осі механізмів пластикації уприскування і замикання форми розташовані горизонтально. Машинний час є паспортної характеристикою машини, а технологічний час (тривалість витримки під тиском і без тиску) встановлюється дослідним шляхом.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.1 Технологічний процес лиття під тиском

Якість виробів, що виготовляються методом лиття під тиском, в значній мірі залежить від вибору оптимальних режимів переробки, точного дотримання встановленого режиму, якості устаткування і оснащення, якості та підготовки сировини, що переробляється, наступної обробки отриманих виробів. Технологічна схема виробництва литтєвих виробів являє собою систему взаємопов'язаних процесів: підготовчих операцій, основного процесу лиття, процесів подальшої обробки та пакування виробів[17].

В даний час найбільш доцільно застосовувати технологічні схеми виробництва литтєвих виробів, здійснювані в напіваавтоматичному та автоматичному режимах роботи устаткування, на автоматичних лініях і на автоматизованих дільницях.

Норми технологічного режиму складаються окремо на кожен вид виробів і контролюється за режимною картою. Операційна карта знаходиться на робочому місці. У режимній карті записуються температура, тиск, час витримки, матеріал, обладнання, арматура на даний вид виробу. Технологічні режимні карти складаються технологами. Норми технологічного режиму можливо зменшити, якщо удосконалення технологічного процесу або заміна іншого матеріалу

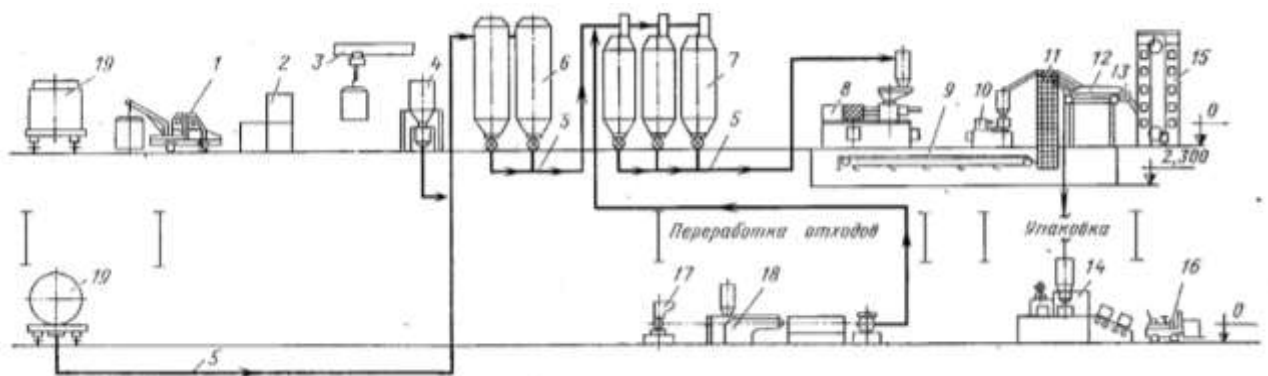
Вибраний асортимент виробів виготовляється методом лиття під тиском. Вироби мають сільськогосподарське призначення і користується широким попитом у населення. Вироби проходять перевірку у санітарно – епідеміологічних закладах і мають відповідний дозвіл на виробництво. Всі вироби мають радіуси заокруглень для поліпшення знімання виробу з форми. Вироби не повинні мати тріщин, сколів, різного забарвлення, відтінків, утяжки. Поверхня виробів повинна бути гладкою без подряпин. Деталі зберігаються в сухих приміщеннях на відстані від обігрівуючих приладів не менше 1м. Упаковані деталі транспортуються всіма видами транспорту із захистом їх від дії зовнішнього середовища. Відвантаження готової продукції,

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що виготовляються підприємством, постачають у багато міст та населених пунктів території України[18].

2.2 Опис технологічної схеми виробництва

Виробничий процес будь-якого виду продукції складається з певного набору дій та операцій, що дозволяють досягти кінцевого результату. Тут також враховується використовуване при цьому устаткування, лінії потоків, механізований і ручна праця, і транспортні засоби. Для раціоналізації виробничого процесу і створення оптимальних режимів роботи на підприємстві складається технологічна схема, яка дозволяє наочно побачити всю послідовність створення продукту[3].



1 - автокран; 2 - м'який контейнер; 3 - підвісна кран-балка; 4 - розтарювальна установка контейнерів; 5 - пневмотранспорт; 6, 7 - ємності для зберігання сировини; 8 - литтєва машина; 9 - транспортер; 10 - автомат механічної обробки; 11 - вертикальний транспортер; 12 - транспортер; 13 - рахуючий пристрій; 14 - автомат упаковки; 15 - автоматизований склад продукції; 16 - електронавантажувач; 17 - дробарка; 18 - гранулятор для переробки відходів; 19 - напіввагон (цистерна).

Рисунок 2.1 - Технологічна схема виробництва литтєвих виробів з термопластів на автоматичній лінії

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Типовий технологічний процес (рис. 2.1) складається із ряду послідовних стадій:

1. Приймання, транспортування і складування сировини;
2. Контроль технологічних властивостей сировини;
3. Стадії підготовки сировини;
4. Транспортування сировини технологічною лінією;
5. Стадія формування виробу;
6. Механічна обробка відливки;
7. Термообробка виробу;
8. Контроль якості продукції;
9. Транспортування і пакування виробів;
10. Складування виробів.

У сучасних умовах виробництва обов'язковою є стадія переробки (утилізації) технологічних відходів і підготовки вторинної сировини до виробництва [15].

Тут матеріал нагрівається і плавиться, після чого впорскується в литьову форму, де відбувається формування виробів. Відформовані вироби можуть подаватися по конвеєру. Вторинний матеріал додають до свіжого в тих самих кількостях, в яких він виходить в технологічному процесі; додавання вторинного матеріалу допускається для отримання менш відповідальних деталей. У наведеній технологічній схемі можна виділити наступні етапи: підготовка сировини (прийом, зберігання, аналіз фарбування, підсушка); лиття виробів; обробка (механічна, термічна); контроль і упаковка виробів. Розглянемо докладніше окремі етапи[7].

2.2.1 Вхідний контроль сировини

Вхідний контроль сировини, матеріалів – запорука якості готової продукції. Однією з основних функцій організації виробництва на підприємстві є технічний контроль якості продукції, головне завдання якого

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

дотримання технічних умов і вимог, що ставляться до якості продукції на всіх стадіях її виготовлення, від етапу проектування та постановки продукції на виробництво до випуску готової продукції і оцінці її якості за зовнішнім видом фізико-механічним та фізико-хімічним властивостям.

Сировина, що надходить на підприємство в будь-якій упаковці, супроводжується відповідним документом (паспортом), в якому зазначаються його основні характеристики та відповідність вимогам ДЕСТ або ТУ.

Для визначення параметрів перероблюваності сировини, а також відповідності характеристик, зазначених у супровідному документі, проводиться так званий вхідний контроль. При цьому визначається однорідність матеріалу в партії і показник плинності розплаву. Для визначення останнього застосовується прилад ИИРТ[19].

Визначення основних технологічних і фізико-механічних показників сировини при необхідності проводяться в лабораторії, що має відділення технологічних, фізико-механічних та хіміко-аналітичних випробувань.

Виробнича практика показує, що якщо на підприємстві проводиться переєвірка продукції на її відповідність установленим вимогам, як в ході технологічного процесу виготовлення виробу та режимів його обробки (проміжний поопераційний контроль), так і якості поставленої сировини (вхідний контроль ресурсів). А також за параметрами, що вимірюються: контроль геометричних розмірів і форм, зовнішнього вигляду, визначення властивостей готових виробів – то таке підприємство має гарантію випуску конкурентноспроможної продукції світового рівня[20].

2.2.2 Одержання та прийняття сировини

Матеріал у гранульованому виді надходить на завод у автофургонах в контейнерах по 500 кг або поліетиленових мішках по 25-30 кг. Вивантаження із вагона проводиться за допомогою електронавантажувача.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сировина з контейнерів розтарюється і подається пневмотранспортом в складські ємності.

Сировина в мішках у сировини складається партіями на піддони і міжцеховим транспортом перевозиться на заводський склад. При прийомі сировини в будь-якій упаковці обов'язковою умовою є облік прибулої сировини, для чого передбачаються залізничні і автомобільні ваги.

Відповідно з умовами затарювання сировини виробництва – виробника на виробництві з переробки полімерних матеріалів методом лиття під тиском, сировина приймається в баулах та мішках[14].

Враховуючи різноманітність перероблюваної сировини та відносно невелику її тоннажність, ліпше сировину упаковувати в м'які контейнери одноразового використання.

Сировина в мішках транспортується з вагону грузовими машинами до цеху, потім електрокарою мішки укладаються на піддони в склад сировини. Гранульовану сировину в контейнерах об'ємом -1,5 автотранспорту подається до зовнішньої стінки цеху, де знаходиться приймальний пристрій системи пневмотранспорту, що забезпечує подачу гранульованої сировини у прийомні бункери.

Підготовка сировини виконується в залежності від його властивостей і вимог до якості готової продукції. Як правило, для отримання продукції високої якості і точності необхідно сировину піддавати сушці і гоменізації. У зв'язку з цим у виділенні підготовки будуть виконуватися операції сушіння сировини та змішання його з концентратами барвників і добавками. Змішання буде відбуватися в спеціальних пристроях для змішування, що знаходяться над бункерами ливарних машин[7].

Підготовка сировини полягає в її підсушуванні. Основну масу термопластів сушать при $60 \div 80$ °C в сушарках протягом кількох годин. Гігроскопічні полімери сушать при $80 \div 120$ °C у вакуум-гребкових сушарках.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Крім підсушування можливі додаткові змішування з метою укрупнення партій або введення технологічних додатків (барвників, стабілізаторів, наповнювачів). Фарбування, як правило, проводять, змішуючи термопласт з концентратами барвників. Для забарвлення до сировини вводять $0,2 \div 1,5$ % концентрату до прозорих композицій і $1 \div 2$ % – до непрозорих. Можливе фарбування шляхом обпудрювання гранул порошкоподібним барвником у барабанних змішувачах. Барвники додаються до полімерної сировини в кількості до 0,3 % від загальної маси [15].

Вологість сировини є одним з важливих параметрів, що впливають на якість литтєвих виробів. У зв'язку з цим термопласти перед переробкою рекомендується піддавати сушці відповідно до рекомендацій, наведених в табл. 2.1.

Для полімерних матеріалів, що не вимагають вакуумної сушки, рекомендується (за необхідністю) використовувати підсушування гарячим повітрям з температурою $60 - 80^{\circ}\text{C}$. Для литтєвих машин з об'ємом вприскування 250 см^3 і більш можливе підсушування сировини безпосередньо біля машини за рахунок установки додаткового бункера з вентилятором, електричним нагрівачем, розподільником повітря та системи контролю і управління. Для машин з меншим об'ємом вприскування рекомендується централізований спосіб підготовки сировини[6].

Таблиця 2.1 – Технологічні режими переробки термопластів методом лиття під тиском [1]

Термопласт	Температура матеріального циліндра, $^{\circ}\text{C}$				Тиск лиття, МПа	Температура форми, $^{\circ}\text{C}$	Число обертів шнека, хв^{-1}
	Сопло	1 зона	2 зона	3 зона			
ПЕВТ	210-230	180-190	190-200	200-220	60-100	15-25	40-100
ПЕНТ	230-280	180-220	200-240	220-260	80-120	15-30	
ПП	220-250	190-210	200-220	210-230	100-120	20-40	

2.2.3 Транспортування сировини зі складу до литтєвих машин

Спосіб транспортування сировини у відділення лиття залежить від організації виробництва, режиму роботи і потужності литтєвих машин, номенклатури виробів і сировини, яку застосовують.

Централізований пневмотранспорт може застосовуватися як напірний, так і вакуумний. Подача різних видів сировини може здійснюватися або по декількох трубопроводах, або по одному трубопроводу з обов'язковою ударною продувкою після закінчення транспортування будь-якого виду сировини. По одному трубопроводу не можна транспортувати забарвлену (особливо в чорний колір) сировину та сировину натурального кольору.

Сировина транспортується за допомогою електрокарів, пневмотранспортом або стрічковим конвеєром. Використання пневмотранспорту чи конвеєра перспективне, оскільки дозволяє автоматизувати виробничу лінію.

2.2.4 Зберігання сировини

Заводський склад необхідно проектувати з розрахунку 10 – 15-добового запасу сировини (уточнюється в залежності від того, в складі якого підприємства розміщується виробництво литтєвих виробів).

Сировину, що надійшла в цистернах або оборотних контейнерах, рекомендується зберігати в ємностях об'ємом 100 м³ і більше.

Контейнери разового використання з затареною сировиною найбільш доцільно зберігати на контейнерному майданчику. Кількість сировини в одному контейнері - 0,5 т, площа, яку займає контейнер, - близько 0,6 м². Кількість рядів контейнерів по висоті - до трьох[5].

Сировина, що надійшла в мішках, зберігається партіями на заводському складі. Оптимальним є стелажний спосіб зберігання сировини на піддонах. Для поліпшення використання висоти приміщень

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рекомендується використовувати штабелери, за допомогою яких здійснюється установка і виймання пакетованої сировини. Управління штабелером може бути місцевим або дистанційним [1].

В автоматизованих виробництвах застосовують автоматизовані склади зберігання сировини, що представляють собою систему ємностей, обладнаних показниками рівня сировини. Сировина подається до місця споживання за допомогою пневмотранспорту, включається автоматично за викликом від литтєвої машини при зниженні рівня сировини в бункері або через певні проміжки часу [15].

2.2.5 Формування виробів

В даний час для формування виробів застосовуються однопозиційні і двопозиційні литтєві машини, а також роторні або роторно-конвеєрні лінії.

Найбільше застосування отримали однопозиційні машини для виготовлення широкого асортименту виробів і двопозиційні - для двоколірного лиття[1].

Виготовлення виробів, тиражність яких становить 0,3 - 5,0 млн. шт./рік, доцільно проводити на автоматизованих лініях, що складаються з литтєвих машин, об'єднаних спільністю систем подачі сировини, відбору, контролю, обробки та пакування готової продукції.

Технологічний цикл виготовлення виробів у литтєвій машині забезпечується за рахунок взаємопов'язаної роботи трьох вузлів: вузла змикання та запирання форм, вузла пластикації і впорскування та механізму підведення і відведення вузла пластикації і впорску.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

2.2.6 Вимоги до точності виготовлення і чистоти поверхні виробу

Для виконання вимог до точності виготовлення виробів необхідно застосовувати машини зі спеціальним інжекційним вузлом, а в окремих випадках і спеціальні машини.

Для підвищення точності виробу використовують підвищений тиск лиття або спеціальні пристрої, що дозв[5]оляють в окремих випадках здійснювати прецезійне лиття.

Чистота поверхні виробу забезпечується в основному за рахунок правильності підготовки сировини, чистоти поверхні форми, а також прийнятих параметрів лиття[1].

В окремих випадках для забезпечення заданої точності і якості поверхні йдуть на неповне використання потужності ливарних машин.

2.2.7 Механічна обробка

Одним з переваг методу лиття під тиском є можливість отримання деталей з пластмас, що не потребують зовсім або в незначній мірі потребують механічної обробки.

Успіхи в конструюванні і виготовленні ливарних форм, забезпечення ливарних машин спеціальними пристроями і пристосуваннями для формування порожнин, пазів, отворів і т.п. в процесі лиття обумовлюють неухильне зменшення числа виробів, що підлягають механічній обробці на спеціально передбаченому для цієї мети обладнанні.

Види механічної обробки та необхідне обладнання визначаються за технологічними процесами, розробленим для конкретної асортиментної програми, або за типовими технологічними процесами[2].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.8 Упаковка

Процес упаковки визначається вимогами, що пред'являються до виробів, організацією виробництва і режимом роботи обладнання.

Централізація упаковки. Упаковка може здійснюватися централізовано (на ділянці контролю і упаковки) і децентралізовано (у литтєвій машині).

Співвідношення централізованого та децентралізованого процесів упаковки становить приблизно 40:60. Застосування автоматичних ліній і зберігання виробів в автоматичних складах може змінити це співвідношення в бік збільшення числа централізовано упаковуваних виробів (до 60-70%).

Автоматизація упаковки. Упаковка може здійснюватися автоматично (за допомогою автоматів для пакування виробів), напівавтоматично і вручну.

У систему автоматичної упаковки входять пристрої: безперервного накопичення виробів; дозування (штучно, навалом і т.д.); подачі тари; відбору і прийняття затарених виробів; закриття тари і етикетування; видачі готових виробів, упакованих в тару[2].

Зі збільшенням числа виробів, що виготовляються в автоматичному режимі, і з ростом застосування маніпуляторів для відбору і укладання виробів частка автоматичного методу упаковки буде рости.

Способи укладання виробів. Залежно від вимог, що пред'являються до виробів, упаковка може проводитися внаслідок або впорядкованим укладанням.

Упаковка внаслідок застосовується, як правило, для виробів, на поверхні яких не утворюються подряпини (незначні подряпини, які можуть утворитися, не впливають на якість виробів), а також для виробів, у яких при такому способі зберігання не змінюються розміри і конфігурація.

Орієнтоване укладання застосовується для деталей, до яких пред'являються підвищені вимоги по чистоті поверхні або точності розмірів, а також для деталей, у яких один розмір значно менше іншого (наприклад, товщина виробу становить 0,5-1,5% від інших розмірів).

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.9 Дозування виробів

Дозування виробів може бути ваговим, об'ємним або поштучним. При упаковці внаслідок дрібних виробів застосовується, як правило, вагове дозування. Для визначення числового і вагового співвідношень від кожної партії виробів відбирається не менше трьох-п'яти проб.

При використанні автоматів для упаковки в наслідок застосовується вагове або об'ємне дозування з наступним перерахунком на кількість виробів. При цьому бажано використовувати всі можливості автоматів, в тому числі максимально використовувати метод упаковки в полімерні мішки, що виготовляються автоматами в процесі упаковки, що забезпечує максимальну механізацію цього процесу[1].

Для великих виробів, а також спеціальних виробів або виробів, що піддаються в подальшому процесам обробки та конфекціонування, застосовується поштучна упаковка. Залежно від техніко-економічної доцільності ця операція може виконуватися автоматами, напів-автоматами, маніпуляторами за заданою програмою. Упаковка вручну може застосовуватися тільки в разі малої тиражності виробів або неможливості застосування машинного способу упаковки.

При організації автоматизованих виробництв рекомендується користуватися автоматичними складами-накопичувачами готової продукції. Після контролю виробу системами транспортування (конвеєри, пневмотранспорт) подаються до рахункових пристроїв і далі по напрямних – в ємності (контейнери, ящики), встановлені на спеціальних підвісках безперервних автоматизованих складів. Після відліку заданого числа виробів підвіска з ящиками пересувається на один крок, і відбувається накопичення ящиків на наступній підвісці. Управління складами автоматизовано[4].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.10 Подрібнення відходів і підготовка вторинної сировини

Стадію проводять з метою економії матеріалів і суттєвого зменшення забруднення навколишнього середовища.

Відходи (технологічний брак, ливники) подрібнюють на спеціальних дробарках. Подрібнений матеріал очищують від забруднення стиснутим повітрям, промивають водою; металеві домішки видаляються на магнітних сепараторах. Отримують матеріал з розміром частинок 5-8 мм, який підсушують і подають на агрегат для гранулювання. Гранули (вторинну сировину) повертають у виробництво у вигляді додатка до основної сировини в кількості 10-30 %. Після змішування з основною сировиною проводять повторне визначення технологічних характеристик з метою встановлення технологічного режиму переробки одержаної продукції.

Переробка і використання вторинної сировини – основа безвідходних технологій, які нині є основним напрямком розвитку народного господарства[1].

2.2.11 Види браку при литті під тиском, причини та шляхи запобігання

Основні види браку при литті під тиском, їх причини та способи усунення наведені в табл. 2.2.

Існують і інші види браку – застрягання виробу у формі (великий залишковий гиск), деформація виробу при виштовхуванні (малий час охолодження, висока температура форми), прилипання виробу (висока адгезія матеріалу, погано змащена форма), глибокі сліди від виштовхувачів (великий тиск виштовхування, малий час охолодження) тощо.

Як бачимо, для усунення браку необхідна детальна і комплексна оцінка всього процесу лиття під тиском і аналіз конструкції оснащення.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 - Види браку при литті під тиском, причини та шляхи запобігання

Вид браку	Причина	Шляхи усунення
1	2	3
Недолив	Неправильне дозування, низька температура розтопу й форми, низький тиск лиття, неправильно вибрано поперечний переріз ливників, неправильно розміщений впускний канал, погана система вентиляції	Збільшення дози упорскування, підвищення температури розтопу, температури форми, швидкості упорскування, тиску лиття; коригування конструкції форми
Смуги та продовгуваті бульбашки на поверхні деталі	Підвищений вміст вологи в матеріалі	Підсушити сировину
Впадини (утяжини)	Низький тиск лиття, висока температура розтопу й форми, малий час витримки під тиском, недостатня доза упорскування, малий поперечний переріз ливників	Збільшити тиск лиття, температуру розтопу і форми, а також час витримки під тиском і дозу упорскування; змінити конструкцію форми і ливників
Внутрішні порожнини	Недостатній тиск лиття; малий час витримки під тиском; висока швидкість упорскування; висока в'язкість розтопу, погана система вентиляції; вологий матеріал; холодне сопло	Збільшити тиск лиття, збільшити час витримки під тиском; збільшити швидкість упорскування; підвищити температуру розтопу; змінити конструкцію форми; підсушити матеріал; змінити температуру сопла
Матова поверхня виробу	Низька температура розтопу й форми; низький тиск упорскування; недостатня доза матеріалу; зношена поверхня форми; висока адгезія матеріалу до поверхні форми	Підвищити температуру розтопу і форми; збільшити тиск упорскування; збільшити дозу матеріалу; поновити хромове покриття форми; використати антиадгезійне мастило

1	2	3
Сріблястість поверхні деталі	Підвищена температура розтопу і низька температура форми; підвищена вологість матеріалу; підвищена швидкість упорскування; мала площа перерізу впускних каналів; невдало вибраний час пластикації; недостатньо відполірована поверхня форми	Знизити температуру розтопу, підвищити температуру форми; підсушити матеріал; зменшити швидкість упорскування; змінити конструкцію ливників; зменшити час пластикації; відполірувати форму
Лінії стику на поверхні деталі	Низька температура розтопу й форми; низький тиск упорскування; велика усадка; низька текучість матеріалу; неправильно обрано режим вентиляції та охолодження	Підвищити температуру розтопу і форми; збільшити тиск упорскування; змінити партію матеріалу; змінити конструкцію форми
Жолоблення виробів	Неправильний температурний режим переробки; невдале розміщення впускного ливника	Збільшити час охолодження виробу, знизити температуру матеріалу і форми; використати термообробку виробів, змінити розташування впускного ливника
Великий грат (переливка) на виробі	Підвищена температура розтопу; високий тиск упорскування; недостатнє зусилля запирання форми; надто велика доза матеріалу; висока текучість матеріалу	Зменшити температуру розтопу, знизити тиск при упорскуванні; збільшити зусилля запирання; зменшити дозу матеріалу; замінити матеріал

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Матеріальні розрахунки

Проект ділянки переробки пластмаси методом лиття під тиском з виробничою програмою 660 т/рік.

3.1.1 Точна програма

Таблиця 3.1 - Асортимент виробів точної програми

Найменування	Матеріал	Група складності	Маса виробу	Випуск, тис. шт		Випуск, т/рік	
				Завод	Проект	Завод	Проект
Кришка	Поліпропілен (ІПП) (ТУ 2211-006-93911504-2015)	3	2,8	2000	2400	5,6	6,72
Носик тип №1		3	2,31	1500	1800	3,47	4,16
Носик тип №2		3	2,4	1300	1560	3,12	3,74
Носик тип №3		3	2,6	1700	2040	4,42	5,3
З'єднувальна трубка		1	0,8	2000	2400	1,6	1,92
Всього						18,21	21,84

Умовна програма: 830 т/рік – 21.84т/рік = 808,16 т/рік

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку точної програми

Найменування	Технологічні втрати			Не використані відходи (K ₄)
	K ₁ Сушіння	K ₂ леткі	K ₃ переробка відходів	
Кришка	-	0,0021	0,0077	0,026
Носик тип №1	-	0,0021	0,0077	0,026
Носик тип №2	-	0,0021	0,0077	0,026
Носик тип №3	-	0,0021	0,0077	0,026
З'єднувальна трубка	-	0,0027	0,0162	0,025

Розраховуємо індивідуальну форму витрати на виробництво одиниці з пластмас:

$$H_{\text{во}} = q_0 + q_0 * \sum_{i=1}^n K_i \quad (3.1)$$

де: q_0 – маса виробу; K_i – коефіцієнт втрат за стадіями технічного процесу;

$$K_i = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 \quad (3.2)$$

де: K_1 – нормативний коефіцієнт втрат присутнього матеріалу; K_2 – нормативний коефіцієнт втрат при переробці полімеру; K_3 – нормативний коефіцієнт технічних втрат при переробці відходів; K_4 – нормативний коефіцієнт технічних відходів, які не використовувались[30].

1. Для виробу « Кришка»:

$$H_{\text{во}} = 2,8 + 2,8 * (0,0021 + 0,0077 + 0,026) = 2,9 \text{ г}$$

2. Для виробу « Носик тип №1 »:

$$H_{\text{во}} = 2,31 + 2,31 * (0,0021 + 0,0077 + 0,026) = 2,393 \text{ г}$$

3. Для виробу « Носик тип №2 »:

$$H_{\text{во}} = 2,4 + 2,4 * (0,0021 + 0,0077 + 0,026) = 2,486 \text{ г}$$

4. Для виробу « Носик тип №3 »:

$$H_{\text{во}} = 2,6 + 2,6 * (0,0021 + 0,0077 + 0,026) = 2,693 \text{ г}$$

5. Для виробу « З'єднувальна трубка »:

$$H_{\text{во}} = 0,8 + 0,8 * (0,0027 + 0,0162 + 0,025) = 0,835 \text{ г}$$

$$K_{\text{в}} = H_{\text{во}} / q_0 \quad (3.3)$$

де : $K_{\text{в}}$ – витратний коефіцієнт; $H_{\text{во}}$ – індивідуальна форма витрат на одиницю продукції

1.1 Розраховуємо витратний коефіцієнт для виробу « Кришка » :

$$K_{\text{в}} = 2,9 / 2,8 = 1,036$$

2.1 Розраховуємо витратний коефіцієнт для виробу « Носик тип №1 » :

$$K_{\text{в}} = 2,393 / 2,31 = 1,036$$

3.1 Розраховуємо витратний коефіцієнт для виробу « Носик тип №2 » :

$$K_{\text{в}} = 2,486 / 2,4 = 1,036$$

4.1 Розраховуємо витратний коефіцієнт для виробу « Носик тип №3 » :

$$K_{\text{в}} = 2,693 / 2,6 = 1,036$$

5.1 Розраховуємо витратний коефіцієнт для виробу « З'єднувальна трубка »:

$$K_{\text{в}} = 0,835 / 0,8 = 1,044$$

$$H_{\text{в}} = \Pi * K_{\text{в}} \quad (3.4)$$

де: Π - випуск виробу тон / рік; $H_{\text{в}}$ – потреба сировини на весь випуск продукції

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

1.1.1 Знайдемо потребу сировини на весь випуск продукції для виробу
«Кришка» :

$$H_B = 6,72 * 1,036 = 6,96$$

2.1.1 Знайдемо потребу сировини на весь випуск продукції для виробу
«Носик тип № 1» :

$$H_B = 4,16 * 1,036 = 4,31$$

3.1.1 Знайдемо потребу сировини на весь випуск продукції для виробу
«Носик тип № 2» :

$$H_B = 3,74 * 1,036 = 3,87$$

4.1.1 Знайдемо потребу сировини на весь випуск продукції для виробу
«Носик тип № 3» :

$$H_B = 5,3 * 1,036 = 5,49$$

5.1.1 Знайдемо потребу сировини на весь випуск продукції для виробу
«З'єднувальна трубка» :

$$H_B = 1,92 * 1,044 = 2,01$$

Таблиця 3.3 – Результати розрахунку за точним прогнозуванням асортименту виробу

Найменування	Матеріал	Випуск, т/рік	Витратний коефіцієнт	Потреба сировини, т/рік
Кришка	ПП	6,72	1,036	6,96
Носик тип №1	ПП	4,16	1,036	4,31
Носик тип №2	ПП	3,74	1,036	3,87
Носик тип №3	ПП	5,3	1,036	5,49
З'єднувальна трубка	ПП	1,92	1,044	2,01
всього		21,84		22,64

3.1.2 Умовна програма

Метою матеріальних розрахунків є визначення потреби у вихідній речовині для забезпечення виробничої програми об'єкту дослідження.

Приймаємо, що на ділянці, що проектується, планується випуск виробів із наступних матеріалів: поліпропілен (ПП), поліетилен (ПЕ) та ударотривкий полістирол (УПС):

ПП – 250 т / рік

ПЕ – 250 т / рік

УПС – 330 т / рік

Всього: 830 т / рік

Знайдемо скільки піде на умовну програму:

ПП – $250 - 21,84 = 228,16$ т / рік

ПЕ – 250 т / рік

УПС – 330 т / рік

Умовна програма : $830 - 21,84 = 808,16$ т / рік

Для кожного виду сировини обираємо масові групи виробу за даними літератури або виробництва. І витратний коефіцієнт для розрахунку приймається як середній арифметичний витратний коефіцієнт:

$$K_v = (K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_n) / n \quad (3.5)$$

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Таблиця 3.4 – Вихідні дані для розрахунку за умовною програмою

Матеріал	Масові групи	Випуск т / рік	Витратні коефіцієнти по групі складності					
			1	2	3	4	5	6
ПП	До 0,5	70	1,070	1,072	1,073	1,075	1,076	1,077
	0,5-1	150,56	1,044	1,045	1,046	1,048	1,049	1,050
	1-5	205	1,034	1,035	1,036	1,037	1,038	1,041
	5-10	450,6	1,029	1,030	1,031	1,032	1,033	1,034
	10-30	500	1,026	1,027	1,028	1,028	1,030	1,030
	30-50	532	1,024	1,025	1,026	1,026	1,028	1,029
	50-100	570	1,022	1,023	1,024	1,024	1,026	1,027
Всього		2478,16						
ПЕ	1-5	52	1,034	1,035	1,036	1,037	1,038	1,041
	5-10	86	1,029	1,030	1,031	1,032	1,033	1,034
	10-30	153	1,026	1,027	1,028	1,029	1,030	1,030
	30-50	365	1,024	1,025	1,026	1,027	1,028	1,029
	50-100	421	1,022	1,024	1,024	1,025	1,026	1,027
	100-1000	423	1,020	1,023	1,023	1,023	1,024	1,025
Всього		1500						
УПС	1-5	45	1,042	1,043	1,044	1,046	1,047	1,050
	5-10	74	1,037	1,038	1,039	1,040	1,041	1,043
	10-30	92	1,033	1,034	1,035	1,037	1,038	1,039
	30-50	157	1,030	1,031	1,033	1,034	1,035	1,036
	50-100	241	1,028	1,029	1,030	1,031	1,032	1,033
	100-1000	266	1,024	1,025	1,026	1,027	1,028	1,029
Всього		875						

Таблиця 3.5 – Розрахунок за умовною програмою

Матеріал	Масова група	Випуск, т / рік	Витратний коефіцієнт	Потреба сировини, т / рік
ПП	до 0,5	70	1,074	75,18
	0,5-1	150,56	1,047	157,64
	1-5	205	1,037	212,59
	5-10	450,6	1,032	465,02
	10-30	500	1,028	514
	30-50	532	1,027	546,36
	50-100	570	1,025	584,25
Всього		2478,16		2555,04
ПЕ	1-5	52	1,037	53,92
	5-10	86	1,032	88,75
	10-30	153	1,028	157,28
	30-50	365	1,027	374,86
	50-100	421	1,025	431,53
	100-1000	423	1,023	432,73
Всього		1500		1539,07
УПС	1-5	45	1,045	47,025
	5-10	74	1,040	76,96
	10-30	92	1,036	95,31
	30-50	157	1,033	162,18
	50-100	241	1,031	248,47
	100-1000	266	1,027	273,182
Всього		875		903,13

Потреба сировини на всю програму:

$$22,64 + 2555,04 + 1539,07 + 903,13 = 5019,88 \text{ т / рік}$$

Таблиця 3.6 – Потреба сировини для виконання виробничої програми

Матеріал	Потреба сировини, т		
	Річна	місячна	добова
ПП	2577,68	214,81	7,06
ПЕ	1539,07	128,26	4,22
УПС	903,13	75,26	2,47
Всього	5019,88	418,33	13,75

3.2 Технологічні розрахунки

3.2.1 Точна програма

Метою технологічних розрахунків є визначення моделей та кількості основного та допоміжного устаткування для виконання заданої виробничої програми ділянки з переробки пластмаси.

Таблиця 3.7 – Вихідні дані для розрахунку τ – технологічного

Виріб	Товщина виробу, см	Температура провідності α , $\text{м}^2 / \text{год}$	T_k $^{\circ}\text{C}$	T_p $^{\circ}\text{C}$	T_f $^{\circ}\text{C}$
Кришка	0,0016	$0,86 \cdot 10^{-7}$	40	270	20
Носик тип №1	0,0009		30	270	20
Носик тип №2	0,001		40	270	20
Носик тип №3	0,0012		30	270	20
З'єднувальна трубка	0,001		30	270	20

$$\tau_{\text{техн}} = \frac{0,405}{a} * \left(\frac{\delta}{2}\right)^2 * \left(\ln 1.27 - \ln \frac{t_k^0 - t_{\Phi}^0}{t_n^0 - t_{\Phi}^0}\right) \quad 3.6$$

1. Знаходимо $\tau_{\text{техн}}$ для виробу « Кришка » :

$$\tau_{\text{техн}} = \frac{0,405}{0,86 * 10^{-7}} * \left(\frac{0,0016}{2}\right)^2 * \left(\ln 1.27 - \ln \frac{40-20}{270-20}\right) = 8,33 \text{ с}$$

2. Знаходимо $\tau_{\text{техн}}$ для виробу « Носик тип №1 »:

$$\tau_{\text{техн}} = \frac{0,405}{0,86 * 10^{-7}} * \left(\frac{0,0009}{2}\right)^2 * \left(\ln 1.27 - \ln \frac{30-20}{270-20}\right) = 3,30 \text{ с}$$

3. Знаходимо $\tau_{\text{техн}}$ для виробу « Носик тип №2 »:

$$\tau_{\text{техн}} = \frac{0,405}{0,86 * 10^{-7}} * \left(\frac{0,001}{2}\right)^2 * \left(\ln 1.27 - \ln \frac{40-20}{270-20}\right) = 3,26 \text{ с}$$

4. Знаходимо $\tau_{\text{техн}}$ для виробу « Носик тип № 3 » :

$$\tau_{\text{техн}} = \frac{0,405}{0,86 * 10^{-7}} * \left(\frac{0,0012}{2}\right)^2 * \left(\ln 1.27 - \ln \frac{30-20}{270-20}\right) = 5,86 \text{ с}$$

5. Знаходимо $\tau_{\text{техн}}$ для виробу « З'єднувальна трубка » :

$$\tau_{\text{техн}} = \frac{0,405}{0,86 * 10^{-7}} * \left(\frac{0,001}{2}\right)^2 * \left(\ln 1.27 - \ln \frac{30-20}{270-20}\right) = 4,07 \text{ с}$$

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{техн}} + \tau_{\text{зм}} + \tau_{\text{впр}} \quad (3.7)$$

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. $\tau_{ц}=8,33+1,8+1,7=11,83$ с
2. $\tau_{ц}=3,30+1,8+1,7=6,8$ с
3. $\tau_{ц}=3,26+1,8+1,7=6,76$ с
4. $\tau_{ц}=5,86+1,8+1,7=9,36$ с
5. $\tau_{ц}=4,07+1,8+1,7=7,57$ с

Таблиця 3.8 – Результат розрахунку τ - технологічного

Виріб	$\tau_{\text{техн}}, \text{с}$	$\tau_{\text{зм}}, \text{с}$	$\tau_{\text{впр}}, \text{с}$	$\tau_{\text{ц}}, \text{с}$
Кришка	8,33	1,8	1,7	11,83
Носик тип №1	3,30			6,8
Носик тип №2	3,26			6,76
Носик тип №3	5,86			9,36
З'єднувальна трубка	4,07			7,57

Розрахуємо гніздність

Таблиця 3.9 – Об'єм ливникової системи при розрахунку на об'єм одного вироб

Водного виробу	до 0,5	0,5-2	2-10	10-20	20-30	30-50	50-250	250-500	більше 500
K_1	1,5	1,3	1,2	1,1	1,05	1,03	1,02	1,01	1,005

Розрахунок гніздності виконується за трьома основними параметрами литтєвої машини:

- За об'ємом впорскування матеріалу у форму.
- За зусиллям змикання плит литтєвої машини.
- За пластикаційною продуктивністю.

1.Розраховуємо гніздність за об'ємом впорскування матеріалу у прес форму

$$n_1 = \frac{\beta_1 \cdot Q_H}{Q_b \cdot K_1} \quad (3.8)$$

Де: Q_H — об'єм впорскування литтєвої машини HASKY GL 300 GEN-RS
60/50 - 511см³;

β_1 — коефіцієнт використання литтєвої машини (для аморфних 0.7-0.8)

Q_b — Об'єм виробу (см³).

K_1 — коефіцієнт, що враховує об'єм ливникової системи в розрахунку на об'єм одного виробу

2.Розраховуємо гніздність за зусиллям змикання плит машини за формулою:

$$n_2 = \frac{10 \cdot P_{н.т}}{q \cdot F_{пр} \cdot K_2 \cdot K_3} \quad (3.9)$$

де: $P_{н.т}$ — зусилля змикання плит машини - 3300 КН;

q — тиск пластмаси в оформляючому гнізді для ПП=32 МПа;

$F_{пр}$ — площа проекції виробу на площину об'єму (см²):

$$F_1 = 4,95 ;$$

$$F_2 = 5,67 ;$$

$$F_3 = 6,58 ;$$

$$F_4 = 10,48 ;$$

$$F_5 = 0,37 ;$$

K_2 — коефіцієнт, що враховує площу роз'єму (см²), ($K_2 = 1,1$);

K_3 — коефіцієнт, що враховує виконання максимального зусилля змикання плит ($K_3 = 1,11 - 1,25$).

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Розраховуємо гніздність за пластикаційною продуктивністю за формулою:

$$n = \frac{A_n \cdot \beta_2 \cdot \tau_{\text{тех}}}{3,6 \cdot K_1 \cdot Q_B} \quad (3.10)$$

1. Розраховуємо гніздність для виготовлення виробу « Кришка»:

HASKY GEL 300 RS 60 / 50:

$$Q_B = \frac{2,8}{0,910} = 3,08 \text{ см}^3$$

Гніздність литтєвої форми , яка обумовлена V-впорскування литтєвої машини:

$$n_1 = \frac{0,7 \cdot 511}{3,08 \cdot 1,2} = 97$$

Гніздність, що обумовлена зусиллям змикання литтєвої форми :

$$n_2 = \frac{10 \cdot 3300}{32 \cdot 4,95 \cdot 1,1 \cdot 1,2} = 158$$

Гніздність литтєвої форми, яка обумовлена пластикаційною продуктивністю литтєвої машини:

$$n_3 = \frac{432 \cdot 0,88 \cdot 8,33}{3,6 \cdot 1,2 \cdot 2,8} = 262$$

2. Розраховуємо гніздність для виготовлення виробу « Носик тип № 1»:

HASKY GEL 300 RS 60 / 50

$$Q_B = \frac{2,31}{0,910} = 2,54 \text{ см}^3$$

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гніздність литтєвої форми , яка обумовлена V-впорскування литтєвої машини:

$$n1 = \frac{0,7*511}{2,54*1,2} = 117$$

Гніздність, що обумовлена зусиллям змикання литтєвої форми :

$$n2 = \frac{10*3300}{32*5,67*1,1*1,2} = 138$$

Гніздність литтєвої форми , яка обумовлена пластикаційною продуктивністю литтєвої машини:

$$n3 = \frac{432*0,88*3,30}{3,6*1,2*2,31} = 126$$

3. Розраховуємо гніздність для виготовлення виробу « Носик тип №2»:
HASKY GEL 300 RS 60 / 50

$$Q_B = \frac{2,4}{0,910} = 2,64 \text{ см}^3$$

Гніздність литтєвої форми , яка обумовлена V-впорскування литтєвої машини:

$$n1 = \frac{0,7*511}{2,64*1,2} = 113$$

Гніздність, що обумовлена зусиллям змикання литтєвої форми :

$$n2 = \frac{10*3300}{32*6,58*1,1*1,2} = 119$$

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гніздність литтєвої форми , яка обумовлена пластикаційною продуктивністю литтєвої машини:

$$n3 = \frac{432*0,88*3,26}{3,6*1,2*2,4} = 120$$

4. Розраховуємо гніздність для виготовлення виробу « Носик тип №3»:
HASKY GEL 300 RS 60 / 50

$$Q_B = \frac{2,6}{0,910} = 2,86 \text{ см}^3$$

Гніздність литтєвої форми , яка обумовлена V-впорскування литтєвої машини:

$$n1 = \frac{0,7*511}{2,86*1,2} = 104$$

Гніздність, що обумовлена зусиллям змикання литтєвої форми :

$$n2 = \frac{10*3300}{32*10,48*1,1*1,2} = 75$$

Гніздність литтєвої форми , яка обумовлена пластикаційною продуктивністю литтєвої машини:

$$n3 = \frac{432*0,88*5,86}{3,6*1,2*2,6} = 199$$

5. Розраховуємо гніздність для виготовлення виробу « З'єднувальна трубка»:

HASKY GEL 300 RS 60 / 50

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_B = \frac{0,8}{0,910} = 0,88 \text{ см}^3$$

Гніздність литтєвої форми , яка обумовлена V-впорскування литтєвої машини:

$$n_1 = \frac{0,7 \cdot 511}{0,88 \cdot 1,3} = 339$$

Гніздність, що обумовлена зусиллям змикання литтєвої форми :

$$n_2 = \frac{10 \cdot 3300}{32 \cdot 0,37 \cdot 1,1 \cdot 1,2} = 2111$$

Гніздність литтєвої форми , яка обумовлена пластикаційною продуктивністю литтєвої машини:

$$n_3 = \frac{432 \cdot 0,81 \cdot 4,07}{3,6 \cdot 1,2 \cdot 0,8} = 414$$

Таблиця 3.10 – Результати розрахунку гніздності

Виріб	Гніздність			Конструктивно прийнята гніздність
	n ₁	n ₂	n ₃	
Кришка	97	158	262	48
Носик тип №1	117	138	126	48
Носик тип №2	113	119	120	48
Носик тип №3	104	78	199	48
З'єднувальна трубка	339	211	414	48

Розраховуємо кількість литтєвих машин для виконання точної програми:

$$K = \frac{P \cdot 10^3}{T_{\text{еф}} \cdot Q_{\text{ф}}} \quad (3.11)$$

де: P – випуск конкретного виробу, т / рік;

$T_{\text{еф}}$ – ефективний фонд роботи обладнання, годин;

$Q_{\text{в}}$ – продуктивність даного виду обладнання по конкретному виробу, кг / год.

$$T_{\text{еф}} = T_{\text{реж}} - P_{\text{реж}} - P_{\text{техн}} \quad (3.12)$$

де: $T_{\text{реж}}$ – режимний час обладнання;

$P_{\text{реж}}$ – простій обладнання в ремонті;

$P_{\text{техн}}$ – технологічні простої (вимушені простої);

$$T_{\text{реж}} = (T_{\text{кал}} - P_{\text{реж}}) \cdot t_{\text{доб}} \quad (3.13)$$

де: $T_{\text{кал}}$ - кількість годин за рік, 365 годин;

$t_{\text{доб}}$ - кільсьть годин роботи обладнання у добу;

Розрахуємо $T_{\text{еф}}$:

$$T_{\text{реж}} = (365 - 52 \cdot 2 - 11) \cdot 22,5 = 5625 \text{ годин}$$

$$P_{\text{реж}} = 5,3 \% \text{ від } T_{\text{реж}} = 298 \text{ годин}$$

$$P_{\text{техн}} = 2,9 \% \text{ від } T_{\text{реж}} = 163 \text{ годин}$$

$$T_{\text{еф}} = 5625 - 298 - 163 = 5164 \text{ годин}$$

$$Q_{\text{ф}} = \frac{3600 \cdot q_0 \cdot n}{t_{\text{ц}}} \quad (3.14)$$

де: q_0 – маса виробу в кг;

n – гніздність форми;

$t_{\text{ц}}$ – час цикла лиття виробу, с.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Розраховуємо для виробу « Кришка»:

$$Q_{\phi} = \frac{3600 \cdot 2,8 \cdot 10^{-3} \cdot 48}{11,83} = 40,90 \text{ кг/год}$$

$$K = \frac{6,72 \cdot 10^3}{5164 \cdot 40,9} = 0,032$$

2. Розраховуємо для виробу « Носик тип №1»:

$$Q_{\phi} = \frac{3600 \cdot 2,31 \cdot 10^{-3} \cdot 48}{6,8} = 58,70 \text{ кг/год}$$

$$K = \frac{4,16 \cdot 10^3}{5164 \cdot 58,70} = 0,014$$

3. Розраховуємо для виробу « Носик тип №2»:

$$Q_{\phi} = \frac{3600 \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} \cdot 48}{6,76} = 61,35 \text{ кг/год}$$

$$K = \frac{3,74 \cdot 10^3}{5164 \cdot 61,35} = 0,012$$

4. Розраховуємо для виробу « Носик тип №3 »

$$Q_{\phi} = \frac{3600 \cdot 2,6 \cdot 10^{-3} \cdot 48}{9,36} = 48 \text{ кг/год}$$

$$K = \frac{5,3 \cdot 10^3}{5164 \cdot 48} = 0,021$$

5. Розраховуємо для виробу « З'єднувальна трубка »:

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\phi} = \frac{3600 * 0,8 * 10^{-3} * 48}{7,57} = 18,26 \text{ кг/год}$$

$$K = \frac{1,92 * 10^3}{5164 * 18,26} = 0,020$$

3.2.2 Умовна програма

Розрахунок кількості основного обладнання для виконання умовної програми:

$$K = \frac{\Pi * 10^3}{T_{\text{еф}} * \sum_{i=1}^n a_i * q_i} \quad (3.15)$$

$$\Pi = \frac{\Pi_{\text{уп}} * 10^3}{T_{\text{еф}}} * \left(\frac{\gamma_{\text{ПП}}}{K_{\text{ПП}}} + \frac{\gamma_{\text{ПЕ}}}{K_{\text{ПЕ}}} + \frac{\gamma_{\text{УПС}}}{K_{\text{УПС}}} \right) \quad (3.16)$$

де: γ – частин відповідно ПЕ, ПП, УПС в умовній програмі;

$\Pi_{\text{уп}}$ – умовна програма, т / рік;

K – коефіцієнт перерахунку.

$$\gamma_{\text{ПП}} = \frac{2478,16}{4853,16} = 0,51$$

$$\gamma_{\text{ПЕ}} = \frac{1500}{4853,16} = 0,31$$

$$\gamma_{\text{УПС}} = \frac{875}{4853,16} = 0,18$$

$$\Pi = \frac{4853,16 * 10^3}{5164} * \left(\frac{0,51}{0,8} + \frac{0,31}{0,8} + \frac{0,18}{1} \right) = 1132,47 \text{ кг/год}$$

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = \frac{1132,47}{0,1 \cdot 18,5 + 0,3 \cdot 37,5 + 0,1 \cdot 16,0 + 0,5 \cdot 41} = 32,172$$

Таблиця 3.11 – Парк литтєвих машин

Тип машин HASKY	Частка обладнання, а _i	Продуктивність, кг / год
GL 300 GEN- RS 60 /50	0,1	18,5
Q 1650 KS 70 / 60	0,3	37,5
GL 300 KS 70 / 60	0,1	16,0
1350 KS 115 /95	0,5	41,0
Всього	1	

GL 300 GEN- RS 60 /50:

$$K = 0,1 \cdot 32,172 + 0,032 + 0,014 + 0,012 + 0,021 + 0,020 = 3,32$$

(конструктивно приймаємо 4);

Q 1650 KS 70 / 60:

$$K = 0,3 \cdot 32,172 = 9,65 \text{ (конструктивно приймаємо 10)}$$

GL 300 KS 70 / 60

$$K = 0,1 \cdot 32,172 = 3,21 \text{ (конструктивно приймаємо 4)}$$

1350 KS 115 /95

$$K = 0,5 \cdot 32,172 = 16,09 \text{ (конструктивно приймаємо 17)}$$

Таблиця 3.12 – Результати розрахунків

Тип машини HASKY	Точна	Умовна	Конструктивно прийнято машин
GL 300 GEN- RS 60 /50	0,089	3,21	4
Q 1650 KS 70 / 60	-	9,65	10
GL 300 KS 70 / 60	-	3,21	4
1350 KS 115 /95	-	16,09	17
Всього			35

В ході розрахунків було виявлено, що для проєкту ділянки переробки методом лиття під тиском потужністю 4975 т / рік, необхідно 35 литтєвих машин, якщо використовувати машини фірми HASKY.

3.3 Характеристика основного технологічного обладнання

Для лиття під тиском мого проєкту використовується ливарна машина фірми «HUSKY». Машина складається з чотирьох основних частин: механізм затиску (і пресформи), блок уприскування, блок засобів управління і вантажно-розвантажувальне обладнання, призначене для видалення готових виробів. З бункера для попереднього сушіння матеріал безперервно зсипається в завантажувальну зону блоку уприскування з шнеком, де відбувається розм'якшення полімеру до в'язко-поточного стану. Шнек обертається для завантаження і плавлення необхідної кількості матеріалу з бункера. Гідравлічний мотор обертає шнек. Коли шнек обертається, розплавлений полімер збирається в екструдері і потім полімер через розподільний клапан

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

передається в завантажувальну ємність циліндра уприскування.

Ця передача полімеру рухає поршень назад, поки не досягається задане положення обсягу уприскування. Коли виконано положення каретки вперед, включається відсікач сопла і поршень уприскування рухається вперед і матеріал вводиться в пресформу[27].

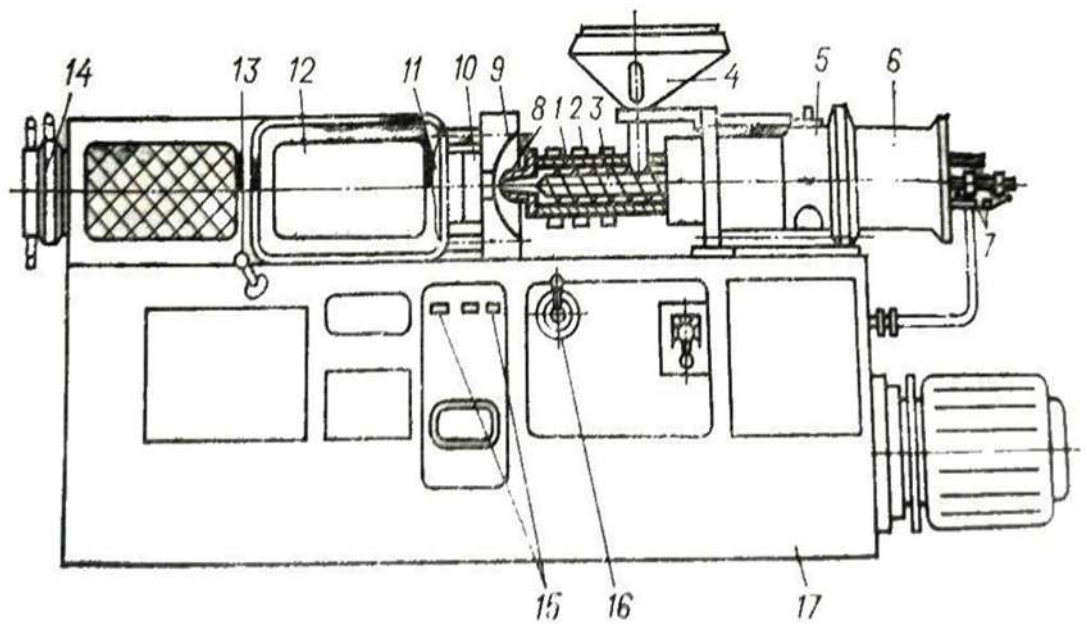
Робочий цикл машини включає в себе наступні стадії:

- змикання і затиск пресформи;
- уприскування пластмаси в пресформ;
- витримка під тиском, охолодження, відведення блоку уприскування;
- гранули полімеру розплавлені і готові до наступного вприскування,
- відкриття пресформи;
- витяг автоматично виробів роботом;
- остаточне охолодження виробів в роботі;
- скидання виробів на стрічковий транспортер.

Після отримання виливки в литтєвій формі, робочий здійснює її контроль. Контроль проводиться за зовнішнім виглядом і за розмірами. За зовнішнім виглядом відлиті деталі контролюються на відсутність недоливів, переливів, викривлення, подряпин, внутрішніх включень.

При виявленні браку проводиться його усунення за допомогою внесення змін на інтерфейсі литтєвої машини. Виготовлені преформи по стрічковому транспортеру поступаю: в картонні коробки готової продукції. Бракована продукція проходить дроблення, сушіння та потрапляє знову в бункер з сировиною[1].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75



1 – обігрів; 2 – матеріальний циліндр; 3 – черв'як; 4 – бункер; 5 – редуктор; 6 – циліндр механізму впорску; 7 – механізм дозування; 8 – сопло; 9 – нерухома плита; 10 – литтєва форма; 11 – рухома плита.

Рисунок 3.1 – Термопластавтомат HUSKY GL300GEN-RS60/50

Конструкції литтєвих машин різноманітні і можуть бути класифіковані за наступними ознаками [17]:

- за об'ємом відливки (в см³);
- за приводом вузлів інжекції та замикання – гідравлічні, гідромеханічні та електромеханічні;
- за конструкцією інжекційного приладу – черв'ячні і поршневі, з передпластикацією та без неї;
- за числом інжекційних та пресових частин – однопозиційні та багатопозиційні;
- за взаємному розташуванні інжекційної та пресової частин – горизонтальні, вертикальні та кутові;

- за призначенням – універсальні та спеціалізовані;
- за видом матеріалу, що перероблюється – для термопластів та реактопластів.

Вибір термопластавтомата залежить від типу виробу: для широкої номенклатури матеріалів і виробів застосовують черв'ячні литтєві машини з горизонтальною компоновкою механізмів інжекції і замикання форми (рис. 3.1); для виробів з арматурою використовують черв'ячні литтєві машини з вузлом введення і виведення знаку і з вертикальною компоновкою пресової частини [18].

Найбільше поширення отримали горизонтальні одноциліндрові машини з черв'ячною пластикацією. Поршневі машини, що широко застосовувалися раніше, тепер використовуються значно рідше черв'ячних.

Основними у литтєвій машині є вузли інжекції (впорску) та замикання, що установлюються на сталій зварній або литій чавунній станині.

Всередині станини литтєвої машини встановлено гідрообладнання – масляний бак, насоси, що працюють від електродвигуна і система гідравлічного управління [17].

Машина працює наступним чином. Матеріал у вигляді гранул завантажується у бункер і звідти потрапляє у інжекційний циліндр. При обертанні черв'яка матеріал захоплюється ним, пластикується, при чому черв'як відходить назад під тиском розплаву. Коли розплав подано у передню частину циліндра у достатній кількості, черв'як перестає обертатися і рухається поступально зусиллям штока гідроциліндра, виробляючи впорскування розплаву у форму. Далі йде витримка розплаву у формі під тиском. Виріб охолоджується і отвержується і після розмикання форми скидається у тару [17].

Завдяки великій продуктивності і високому рівню автоматизації цей метод є основним способом формування порожнистих виробів [20].

Машини даної серії Hasky повністю управляються за допомогою комп'ютера, легкі в управлінні і обслуговуванні, а також високо надійні. Таке

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання може виробляти вироби різної складності і спрямованості, що дозволяє задовольняти будь-які вимоги замовника [20].

Повністю автоматична видувна машина серії MP70D оснащена системою паралельного переміщення модуля і повністю автоматичної мастильної системою. В такому випадку переміщення модуля відбувається без коливань, що забезпечує точність роботи і легкість в управлінні обладнанням.

Таблиця 3.13– Технічні характеристики машин Hasky

Найменування	Термопластоавтомат		
Виробник	Канада		
Модель	Hasky		
Тип	HASKY GL300 GEN-RS60/50	HASKY HyPET 120 P85/95 E85	HASKY GL300 P100/120 E120
Робочий об'єм, см ³	511	490	374
Діаметр шнека, мм	50	46	48
Тиск лиття, МПа	185	162	176
Зусилля запирання, кН	3300	3100	2950
Провідне співвідношення L / D	20,5	21,0	24
Швидкість обертання шнека, об / хв	0-195	-	-
Кількість, шт	1	1	1
Вага, т	16,3	9,4	12,3
Габаритні розміри,мм	7,38 * 2,1 * 2,5	4,85 * 1,30 * 1,95	5,5 * 1,35 * 1,95

3.3.1 Характеристика основної технологічної оснастки

Основна технологічна оснастка – це форми для лиття під тиском.

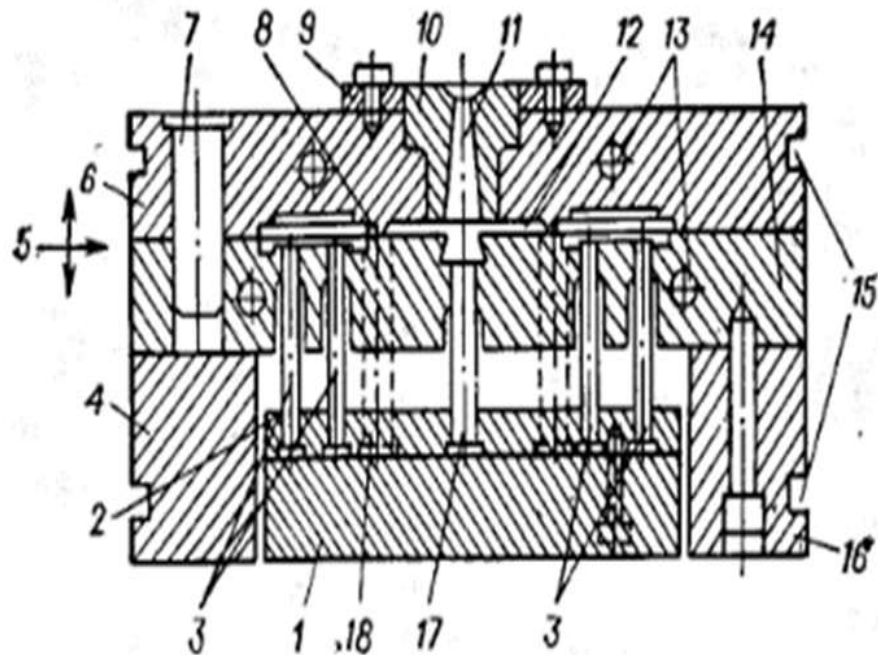
В процесі роботи литтєві форми піддаються впливу високих температур і тисків, зусиль стирання і хімічної дії речовин, що виділяються з розплаву. Тому їх виготовляють зі спеціальних марок високоміцних сталей[44].

На рис.3.2 представлена багатогніздна форма для лиття під тиском звичайного типу, яка складається з двох напівформ – нерухомої (матриці) і рухомої (пуансона), закріплених на плитах машини, приклад креслення яких представлений на рис.3.3. У нерухомій напівформі, до якої при упорскуванні притискається сопло інжекційного циліндра, є ливникова втулка 10 з центральним ливниковим каналом 11, що конічно розширюється. У місці з'єднання напівформ розташовані розвідні ливникові канали 12 круглого або трапецевидного перерізу.

У випадку каналів другого типу вироби краще утримуються на пуансоні при розмиканні форми[4].

По центральному ливниковому і розвідному каналах розплав полімеру з інжекційного циліндра машини через сопло подається в оформлюючі гнізда. Розташування оформлюючих гнізд і розвідних каналів в формі може бути різним у залежності від властивостей розплаву і розмірів виробів. Наприклад, при литті масивних виробів, що вимагають притоку великої кількості розплаву, його шлях вкорочують, розташовуючи гнізда по колу. Якщо ж потрібно прискорене охолодження виробів, то гнізда розташовують в два паралельних ряди, створюючи таким чином велику поверхню охолодження. Безпосередньо біля гнізд перетин розвідних каналів зменшується, утворюючи впуски 8, що полегшує відділення виробу від ливника. У формі є канали 13 для охолодження її проточною водою.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – нижня з'єднувальна планка системи штовхання; 2 – верхня з'єднувальна планка системи штовхання; 3 – виштовхувачі; 4. 16 – підкладки; 5 – площина роз'єму; 6 – матриця форми; 7 – направляюча колонка; 8 – впуск; 9 – направляюче кільце; 10 – ливникова втулка; 11 – ливниковий канал; 12 – розвідний канал; 13 – канал для охолодження; 14 – пуансон; 15 – пази для кріплення; 17 – центральний виштовхувач (виштовхувач ливника); 18 – штифт для зворотньої посадки виштовхувача.

Рисунок 3.2 – Литтєва форма звичайного типу

Вироби і ливник (матеріал, що затвердів в ливникових каналах) витягуються з форми за допомогою виштовхувачів (штифтів) 3 і 17, встановлених головками між з'єднувальними планками 1 і 2. При розмиканні форми виштовхуюча система, спочатку рухається разом з пуансоном, зупиняється, досягнувши упору, тоді як пуансон з розташованими на ньому виробами продовжує ще деякий час рухатися. При цьому вироби і ливник зштовхуються з пуансона зупиненими штифтами.

Утворення ливника при литті під тиском небажано, так як для повторного використання його потрібні операції подрібнення і грануляції. Крім того, ливник, отриманий при литті полімерів, що окислюються, поступається за фізико-механічними властивостями вихідному матеріалу. Тому значний інтерес представляють процеси безливникового і точкового.

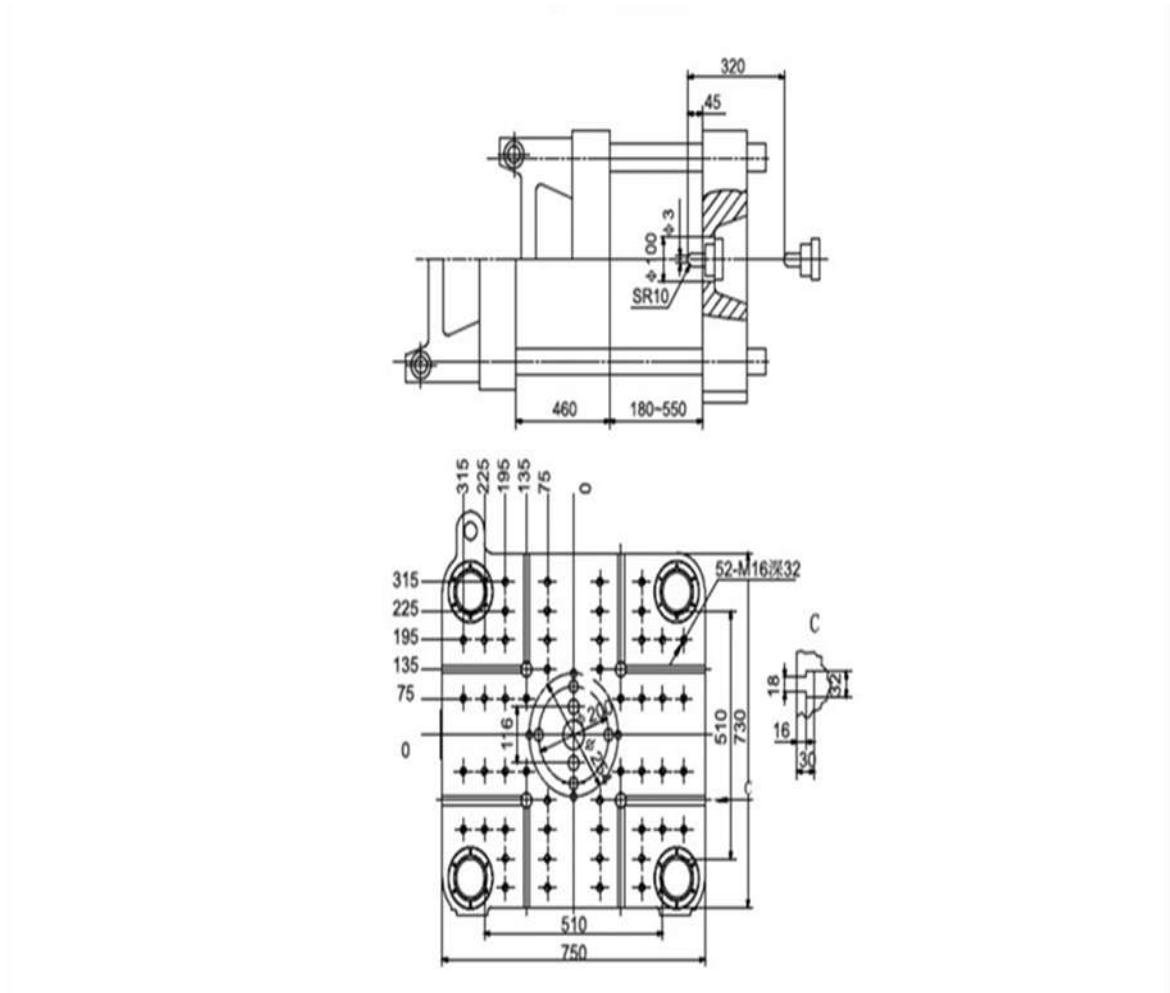


Рисунок 3.3 - Креслення плит термопластавтомата марки HASKY моделі HASKY GL300 GEN-RS60/50

					4XT6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

3.4 Вибір і розрахунок допоміжного технологічного обладнання

Виробничі потужності моєї компанії оснащені сучасним устаткуванням, що дає можливість виготовляти високоякісну продукцію. Зокрема, лінія виготовлення деталей із пластику обладнана агрегатами від провідних світових виробників – термопластавтоматами (ТПА) HASKY (Німеччина) для лиття виробів із пластику під тиском і супутнім периферійним обладнанням для ліній ТПА Moretto (Італія) та PIOVAN (Італія).

Необхідність осушення ударотривкого полістиролу перед використанням обумовлена гігроскопічністю матеріалу. Процес видалення вологи здійснюється осушувачем фірми PIOVAN (Італія).

Процес сушіння здійснюється гарячим повітрям ($t = 185^{\circ}\text{C}$), який готується в осушувачі, потім проходить через бункер з УПС, забираючи з нього вологу, і повертається назад в осушувач для підготовки до наступного циклу. Відпрацьований вологе повітря подається на картридж з адсорбентом, де з повітря видаляється волога. Картридж піддається регенерації гарячим повітрям з температурою 300°C . В осушувачі встановлено 2 картриджа (один працює на поглинання вологи, інший перебуває на регенерації). Час сушіння складає 5 годин[5].

Після механічної обробки виникає брак, для його переробки використовуємо дробарки фірми «Shini», деякі їх характеристики наведені в табл.3.14.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Таблиця 3.14 – Характеристики деяких видів дробарок Shini

Модель SKD11 Характеристики	SGS-6090D	SGS-60120D	SGS-80120S
Міцність двигуна, кВт	15x2	15x2	18,5x2
Швидкість обертання ротора, об/ хв	41	41	87
Матеріал ножів	SKD11	SKD11	Cr12 для фіксованих ножів SKD11 з обертовими лопатями
Продуктивність, кг/год	500	600	800
Рівень шуму, Дб	85-90	85-90	90-95

3.4.1 Розрахунок допоміжного обладнання

Приймаємо, що в процесі переробки на ділянці лиття буде утворюватись 5% відходів, які будуть повертатись у технологічний процес:

$$\text{Пвідходи} = 5019,88 \text{ т / рік} * 0,05 = 250,99 \text{ т / рік}$$

Обираємо дробарку SGS – 6090 D, характеристики якої наведені в табл

3.17. Розраховуємо $T_{\text{еф}}$ ділянки підготовки сировини:

$$T_{\text{реж}} = (T_{\text{кал}} - P_{\text{реж}}) * t_{\text{добове}} = (365 - (52*2 - 11)) * 8 = 2176 \text{ годин}$$

$$P_{\text{реж}} = 5,3 \% \text{ від } T_{\text{реж}} = 115 \text{ годин}$$

$$P_{\text{техн}} = 2,9 \% \text{ від } T_{\text{реж}} = 63 \text{ годин}$$

$$T_{\text{еф}} = T_{\text{реж}} - P_{\text{реж}} - P_{\text{техн}} = 2176 - 115 - 63 = 1998 \text{ годин}$$

$$K = \frac{P * 10^3}{T_{\text{еф}} * Q_{\text{ф}}} \quad (3.17)$$

$$K = \frac{250,99 \cdot 10^3}{1998 \cdot 500} = 0,25$$

Приймаємо 1 дробарку марки SGS – 6090 D.

3.5 Контроль та керування хіміко-технологічними процесами

Управління процесом виробництва виробів починається з проектування продукції, виготовлення дослідного зразка, формування, складання, інших операцій і процесів виготовлення виробів методом лиття під тиском. Безпосередньо управління процесом починається з ідентифікації всіх параметрів продукції для перевірки їх ідентифікації, аналізу їх впливу на процес і управління виробництвом продукції. Необхідно здійснювати управління параметрами у всіх операціях, які передбачають використання обладнання; проектування форм; вибір матеріалів; виробничого, основного, допоміжного і додаткового обладнання; установку форми і параметри процесу; навчання персоналу і знання персоналу особливостей процесу лиття під тиском[43].

При литті під тиском призначення контролю полягає в тому, щоб при переході від циклу до циклу зберегти відтворюваність виробів. Також дуже важливо знати, чи може використовуване обладнання відповідати пропонованому типу контролю, який необхідний для виробництва високоякісних виробів.

Литтєві машини і допоміжне обладнання забезпечено пристроями, які в реальному часі дозволяють вимірювати контрольні параметри. Виробники машин встановлюють на них відповідні пристрої або вибірково, або за конкретним замовленням покупця. Чим досконаліша система контролю, тим більш надійною виявляється дана литтєва машина.

Для здійснення контролю і моніторингу виробничого процесу постачальник обладнання використовує програмне забезпечення, налагодження якого здійснюється на основі досвіду попередньої діяльності.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комп'ютеризована система фіксує і зберігає численні параметри технологічного процесу для кожної форми, причому в кожен момент часу в процесі лиття може бути отримана точна інформація про характеристики роботи литтєвих форм. Регулюючі пристрої відстежують, зіставляють і зберігають в пам'яті технологічні параметри, які регулюються і встановлюються таким чином, щоб вони увійшли в заздалегідь певний діапазон їх значень і могли бути порівняні з даними центрального процесора, що дозволяє контролювати процес лиття і відстежувати точність роботи обладнання. Таким чином, техніка дозволяє постійно регулювати мінливі параметри технологічного процесу з використанням замкненої та відкритої систем контролю. Використовувані обчислювальні пристрої можуть бути також пов'язані з допоміжним обладнанням, що дозволяє створити тотальну систему контролю процесу в цілому. Крім того, вони подають сигнал, якщо параметри процесу виходять за допустимі рамки, що дозволяє оператору взяти на себе вирішення виниклої проблеми. Цим досягається прекрасний рівень контролю і моніторингу за усім циклом переробки[35].

Термопластавтомати також оснащують вбудованими датчиками для того, щоб відстежувати певні особливості роботи механічних, гідравлічних або електричних компонентів обладнання. Ці особливості відображають відгук даних компонентів на зміну параметрів роботи обладнання, що дозволяє здійснювати зворотний зв'язок з регулюючими пристроями. У таких машинах можна здійснювати моніторинг технологічних параметрів матеріалу після заповнення форми, що дозволяє домогтися мінімізації тривалості технологічного циклу при виробництві високоякісних виробів[34].

Регулювання параметрів процесу здійснюється в реальному часі, що дозволяє здійснювати контроль якості виробів, реагувати на виникаючі технологічні проблеми, якщо вони трапляються, і миттєво знаходити їх вирішення. Крім моніторингу електрогідравлічних систем роботи машини, використовувані комп'ютерні пристрої також дозволяють збирати і зберігати всю інформацію, що надходить до них, виробляти її статистичну обробку, що

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дозволяє гарантувати виробництво виробів в рамках заданих стандартів якості. Це позбавляє оператора від необхідності збирати відповідні дані, які можуть використовуватися в реальному масштабі часу для підтримки режиму ведення технологічного процесу в заданих межах. Контрольна система також подає сигнал тривоги, який сповіщає оператора у випадках, коли система виходить за межі заданої специфікації. У деяких випадках такі системи відключають обладнання до тих пір, поки не будуть внесені необхідні коректування. Існують також системи контролю, які перевіряють вагу формованих виробів з точністю до 0,001 г. Сталість ваги виробів служить надійним методом контролю того, що обладнання функціонує належним чином, тобто в даному випадку вага виробу служить індикатором якості[37].

При здійсненні контролю протягом процесу виробництва проводиться періодична перевірка якості виробів і виконання вимог до точності розмірів і форми виробів. Шаблони і калібри, використовувані при перевірці відповідності виробів, повинні зазначатися в інструкціях з виконання робіт, при цьому виробничий персонал, який буде здійснювати таку перевірку, повинен бути навчений способам здійснення подібних порівняльних вимірювань. Отримані в результаті порівняльних вимірювань дані документуються із зазначенням партії переробляється полімерного матеріалу, тривалості формування виробу, номера формуючого інструмента, прізвища оператора литтєвої машини, марки литтєвої машини, а також прізвища спеціаліста, який проводив вимірювання[28].

Показники, що контролюються на стадії формування литтєвих виробів: температури циліндра і форми, тиск, час впорску, тривалість витримки під тиском і якість готових виробів. Засоби контролю і регулювання технологічних параметрів литтєвого контролю: системи регулювання 1-го класу (реле часу, датчики температури); інтегральні схеми і мікропроцесори спрощують ведення процесу, довгий час «утримуючи» його в оптимальному режимі.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Охорона навколишнього середовища

При переробці пластмас у виробі відбувається виділення газоподібних продуктів (фенол, стирол і т.д), які забруднюють повітряне середовище. Перед тим як здійснити викид в атмосферу повітря, треба очистити від шкідливих речовин. Очищення повітря відбувається за допомогою фільтра ФВТ, циклонів марок ЛПОТ, антициклонів, які встановлюються на вихлопній трубі.

Основна частина газоподібних шкідливих речовин, які виділяються, поглинаються місцевими відсмоктувачами, інші - розчиняються системами загально обмінної вентиляції. Шкідливі речовини, які видаляються системами витяжної вентиляції поступають на пристрої знешкоджування або розсіювання у атмосферу[40].

Для цього вихлопні труби постачаються спеціальними насадками, які утворюють факельний викид, що збільшує ефект розсіювання. Розсіювання шкідливих речовин у атмосфері є найбільш простим та дешевим засобом захисту навколишнього середовища[28].

Однак, його можна використовувати лише у тому випадку, коли розрахунок доведе, що вміст шкідливих речовин в приземному шарі з існуючим фоном не перевищує допустимого значення по санітарним нормам.

Метод переробки пластмас у виробі - лиття під тиском супроводжується поряд несприятливих факторів, які відображаються на умовах праці робітників. Однак цей метод, порівнюючи з іншими методами переробки пластмас - пресування, контактне формування, екструзія - крім технологічних, економічних переваг, являє більш досконалим з точки зору охорони праці. Процес лиття під тиском в значній мірі автоматичний, перероблюваний матеріал поступає у менш пильній формі (гранули) і робоче місце віддаляє на деяку відстань (0,5 - 0,6) від газо виділяючих вузлів. У повітрі при переробці термопластів виділяються газоподібні хімічні речовини: формальдегід, ацетальдегід, органічні кислоти, окис вуглецю, стирол, бензол, етилбензол, толуол, бензальдегід[30].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для очищення повітря робочої зони, над вузлом впорскування термопластавтоматів встановлена місцева витяжка вентиляція. На ділянці встановлена загально обмінна вентиляція за ГОСТом 12.4.021 - 75. СНП 2.04.05.- 86. Захист повітряного басейну регламентується меже пропускними концентраціями (МПК) шкідливих речовин в атмосферному повітрі населених пунктів і меже - припустимими викидами (МРВ) шкідливих речовин. Повітря, яке видаляють від пилового обладнання (подрібнювана фарбою), уловлюється циклонами, рукавними фільтрами, перед викидом в атмосферу піддається очистці. Конструкція пило утримувачів пристроїв відповідає умові, щоб концентрація пилу викидає у повітря не перевищувала припустиму норму. Систематичними перевірками екологічного стану навколишнього середовища, проводиться районними та місцевими інспекціями з охорони навколишнього середовища, не виявлених викидів вище МПК. Контроль за атмосферним повітрям здійснюється лабораторіями заводу. Викиди шкідливих сполук в атмосферу знижується за рахунок удосконалення технологічного процесу та зниження відходів продукції яку випускає підприємство[51].

3.6.1 Охорона водоймищ та інших джерел водокористування

На проектному виробництві з переробки пластичних мас необхідно застосовувати для промислового водопостачання закриті схеми з застосуванням водозвороту. Також необхідно передбачити спеціальні рішення по очищенню стічних вод. До них відносяться:

- Нейтралізація кислих і лужних стоків.
- Розбавлення стоків до гранично - допустимої концентрації.
- Термознешкодження стоків на спеціальних обладнаннях.

Найбільш забруднені стоки отримуються у гальванічних відділеннях інструментальних цехів. Обладнання нейтралізації стічних вод складається з

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

насосної станції з резервуарами - накопичування, колір реакції лужних та хромових стічних вод та господарства[54].

Таблиця 3.15 – Гранично допустимі концентрації основних шкідливих речовин у повітрі

Шкідливі речовини	Гранично допустима концентрація, мг/м³				Клас небезпеки
	у повітрі робочої зони	в приземному шарі		у воді водойм санітарно-побутового використання	
		промисло-вого майданчика	житлової зони		
Окис вуглецю	20,0	6,0	3,0	-	4
Ацетальдегід	5,0	1,5	0,01	0,2	3
Формальдегід	0,5	0,15	0,035	0,05	2
Органічні кислоти (у перерахунку на оцтову кислоту)	5,0	-	-	1,0	3
ПЕНТ (аерозоль)	10,0	3,0	0,5	0,3	3
ПП нестабілізований (аерозоль)	10,0	3,0	0,5	0,3	3

3.6.2 Заходи охорони ґрунту

У зв'язку з тим, що на заводі з переробки пластмас утворюються тверді відходи полімерного походження, які не представляється можливим використовувати, за погодженням з санітарними органами організовується їх поховання в спеціально обладнаних місцях (яри, гірничі виробки, печери та ін.) або створюються спеціальні установки по вогневому спалюванню твердих відходів.

На термічне знешкодження направляються. попередньо підготовлені відходи, тобто подрібнені з усередненим складом. Чим вище ступінь подрібнення, тим краще протікає процес вигорання і вище продуктивність установки. Максимальний розмір шматка не повинен перевищувати 260- 300 мм. Відходи, що містять сірку, хлор, фтор, фосфор і інші речовини, при згорянні яких утворюються токсичні сполуки, не рекомендується направляти на спалювання, а необхідно спрямовувати тільки на поховання. Це пов'язано з тим, що заходи з очищення високотемпературних димових газів від зазначених речовин та їхніх сполук неекономічні[48].

Установки термічного знешкодження на заводах з переробки пластмас у вироби створюються при річному кількості відходів, що підлягають спалюванню, понад 100 т / рік.

3.7 Техніка безпеки

Виготовлення виробів із пластичних мас методом лиття під тиском відноситься до **IV** класу небезпеки.

У цеху виготовляють вироби із таких матеріалів:

- Поліпропілен;
- Поліетилен низької густини;
- Поліетилен високої густини.

Всі ці матеріали при кімнатній температурі не виділяють в навколишнє середовище токсичних речовин і не мають шкідливого впливу на організм людини при безпосередньому контакті.

При нагріванні поліпропілену в процесі переробки понад 140 °С допускається виділення в повітря летких продуктів, що містять формальдегід, ацетальдегід, окис вуглецю та аерозоль поліпропілену. При нагріванні поліетилену в процесі переробки понад 140 °С допускається виділення в повітря летких продуктів термоокислювальної деструкції полімерів, що

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

містять органічні кислоти, карбонільні сполуки, в тому числі формальдегід, ацетальдегід і окис вуглецю та аерозоль поліетилену[17].

При при отруєнні інгаляційним шляхом (при вдиханні) складових поліолефінів спостерігаються такі симптоми:

- ацетальдегід – в'ялість, запаморочення, головний біль;
- формальдегід – слюзотеча, першіння у горлі, кашель, нежить;
- окис вуглецю – головний біль, різка слабкість, нудота, блювота;
- органічні кислоти (у перерахунку на оцтову кислоту) – кашель, першіння у горлі, порушення ритму дихання.

При впливі на шкіру людини поліолефінів спостерігаються: почервоніння, свербіж, хворобливість шкіри. Потрапляння гарячого полімеру на шкіру викликає опіки[24].

При потраплянні у очі поліолефінів спостерігається: почервоніння, печіння, слюзотеча, хворобливість очей.

Шкідливою речовиною в виробництвах різних видів полімерів є також полімерний пил, що виділяється на кінцевих стадіях технологічного процесу і в основному при сушінні, транспортуванні та затарюванні готової продукції. Ступінь шкідливого впливу полімерного пилу залежить від його дисперсності і змісту в ній залишкових мономерів. Пил негативно впливає на слизову оболонку дихальних шляхів, кожний покрив і призводить до подразнень.

У цеху є фізичнонебезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- рухомі машини і механізми;
- рухомі частини виробничого устаткування;
- підвищена температура повітря робочої зони;
- підвищена температура поверхонь устаткування, матеріалів;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;

Наявні хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- за характером дії на організм людини – канцерогенні, мутагенні, токсичні, сенсibilізуючі та подразливі;

- за шляхом проникнення в організм людини через – органи дихання, шкірні покриви та слизисті оболонки.

Оксиди вуглецю знижують вміст кисню у повітрі, здатні надавати токсичну дію на клітини, порушуючи тканинне дихання (ПДКроб.з. – 20 мг/м³, клас небезпеки – 4).

Формальдегід – подразнюючий газ, володіючий загальнотоксичною дією, надають сильну дію на центральну нервову систему (ПДКроб.з. – 0,5 мг/м³, клас небезпеки – 2).

Пари ацетальдегіду викликають подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, задуху, різкий кашель, бронхіти, запалення легенів (ПДКроб.з. – 5,0 мг/м³, клас небезпеки – 3).

Пари оцтової кислоти подразнюють шкіру і слизові оболонки верхніх дихальних шляхів (ПДКроб.з. – 5,0 мг/м³, клас небезпеки – 3).

Пил поліетилену може сформувати вибухонебезпечну суміш з повітрям (ПДКроб.з. – 5,0 мг/м³, клас небезпеки – 3).

Також у цеху наявні психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники – фізичні перевантаження[26].

3.7.1 Загальні вимоги до техніки безпеки

Для роботи ливника допускаються працівники, які досягли 18 річного віку, пройшли медичний огляд, спеціальне навчання. Ливарник повинен пройти первинний інструктаж з техніки безпеки на робочому місці і не менш одного разу в квартал періодичний інструктаж. Ливарник повинен виконувати тільки ту роботу, яка отримана і дозволена майстром. До нової роботи слід приступати після проходження спеціального інструктажу з техніки безпеки на робочому місці. Ливарник повинен дотримуватись правил руху в цеху і на території заводу (користуючись встановленими переходами через кабель,

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тари, ящики з відходами виробництва, коробок з деталями). Щоб запобігти травмування не торкатись до оголення електрокабелю, не проводити контроль (ремонт) електрообладнання, контрольна – вимірювальних приладів. Об всіх зауваженнях, неполадженості обладнання і виникнення під час роботи безпеки, виникнення огорожень рухаючихся частин механізмів, неізолюваних частин електроприладів, і струмо ведучих частин, ливник повинен повідомити майстру. Процес лиття під тиском супроводжується забрудненням повітряного середовища різними небезпечними леткими речовинами від переробки пластмас: ПС; ПА; ПК смоли, пластикати сополімеру, які можуть викликати подразнення верхніх дихальних шляхів, мати наркотичну дію на організм людини. Не менш одного разу на тиждень повинна робитися загальне прибирання усіх робочих місць і обладнання повинно проводитися після кожної зміни. Норма переносу вантажу вручну: для чоловіків 50кг, для жінок 10кг. При недостатньому освітленні робочого місці повинно бути обладнане місце освітлення. Допускається до місцевого освітлення з люмінесцентними лампами електронапругою 127 – 220 В. При травмуванні (пораненні, поразенні струмом) докласти майстру і звернутись до медичного пункту для отримання допомоги. Отримуючи допомогу повинен вимити руки. Для перев’язки рани слід користуватись індивідуальним пакетом[23].

Перед початком роботи необхідно спеціалізований одяг: халат бавовняний, косинка не повинна заважати руху і не мати звисаючих кінців. Перевірити заземлення і роботу місцевого обладнання. Молотком з кольорового металу ударити по болтам кріплення форми, якщо вони не рухаються, то литтєва форма закріплена добре, міцно повинна бути закріплена чотирма болтами. Перевірити наявність масла в резервуарі. Перевірити справність контрольна – вимірювальних приладів, впевнитись у цілості скла на монометрі, наявність пломб і штампа з датою перевірки, у межах 2/3 повинна бути червона смуга. Виготовлені деталі укладати в пакувальні коробки, дерев’яну тару чи викласти в стопки висотою 1,5м. На режимі « наладка»

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевірити роботу блокування, ввімкнути на машині кнопку « пуск» натиснути кнопку « змикання», подати литтєву форму вперед і різко відкрити блокування, литтєва форма зупинилась – блокування вимкнено. Перевірити прилягання сопла до литтєвої втулки литтєвої форми. Перевірити ефективність роботи приточно – витяжної вентиляції[56].

Завантажувати в бункер литтєвої машини матеріал за допомогою частки з завантажувальної площадки з великих мішків, а з малих мішків вимірювальним стаканом. Перевірити налагодженість приладів для нанесення різьбо – знаків, роботу електродвигуна, насадку. Перевірити наявність огорожень навколо всіх обертаючих і рухомих частин. Молоток повинен бути з кольорового металу з прямими втулками, з цільною дерев'яною ручкою, без сколів. Виколютки виготовляють з кольорового металу, щоб запобігти пошкодженню литтєвої форми внутрішньої частини. Гачок із сталєвої проволочи з дерев'яною чи пластмасовою ручкою. Кожне робоче місце повинно мати дерев'яний стелаж під ноги[44].

Під час роботи необхідно пильно слідкувати за роботою машини, за відливним механізмом, щоб запобігти поломок не замикає машину в робочому стані. Працювати тільки зі спеціальними приладами для знімання деталі з робочої зони. При зніманні деталі вручну одягати комбіновані рукавички. Якщо виріб завис у формі, слід решітку огороження і спеціальним гачком винести форму. Якщо виріб залишився в литтєвій формі – вимкнути машину загальною кнопкою « Стоп» і латунною виколюткою вичистити литтєву форму. При очищення циліндру від прогрітої маси користуватися спеціальним захисним щитом « запобігаючи» від опіків обличчя і рук, а також комбінованими рукавицями. При видаленні ливника із сторони сопла відкрити руками огороження сектора литтєвої форми, віднести грісочний циліндр, узяти латунну виколютку і молоток з кольорового металу і виштовхнути ливник. При встановленні арматури: зачинити блокування, натиснути кнопку « пуск» , і після того як литтєва форма пройде вперед різко відкрити блокування і зупинити литтєву машину кнопкою « стоп» , встановити арматуру по черзі у

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гніздо литтєвої форми. Зняти готовий виріб і викрутити різьбо значки, якщо вони є на спеціальному обладнанні ОВ. При виникненні аварійної ситуації в процесі роботи натисніть кнопку « Стоп» і повідомити майстру[43].

При закінченні роботи необхідно вимкнути литтєву машину кнопкою « Стоп». Очистити литтєву форму, залишив на робочому місці для замітника останню відливку. Витерти станки і контрольно вимірювальні прилади від масла і пилу, змазати направляючу колону солідолом, підмести біля литтєвої машини, винести ливники та браковані деталі на дробарки чи на викатку. Вимити обличчя та руки теплою водою з милом і прийняти душ. Робочий одяг зберігати в спеціально відведеному місці в залізних шкафах.

За порушення даної інструкції винуваті несуть відповідальність згідно ст.50 « Основ законодавств з праці».

Крім того, в процесі полімерів під дією температури проходить деструкція полімеру з виділенням мономера та інших шкідливих речовин, які виділяються в повітря робочої зони робітників. Тому приміщення обладнано механічною припливною витяжною та місцевою вентиляцією по ДСТУ 12.4.021-75, а також забезпечені технічними засобами контролю за станом повітряного середовища по ДСТУ 12.1.005-88. При одночасній наявності в повітрі робочої зони декількох речовин, сума відношення фактичних концентрацій кожного з них і їх ГДК не повинні перевищувати одиниці.

Очищення приміщення відбувається за допомогою місцевих відсотків, та в першу чергу вмонтованих над технологічним обладнанням. При такому засобі вентиляції з кожним м³, повітря може видаляти в десятки, а іноді і в сотні разів більшу кількість шкідливих речовин, ніж загальною вентиляцією.

У виробничих приміщеннях встановлено медичні аптечки і раковини[49].

Робочі поверхні із термопластавтоматів не рідше 1 разу в зміну обдуваються струмом стиснутого повітря для запобігання накопичування на них полу поліетилену, полістиролу, ПА.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Складські приміщення обладнані автоматичною пожежною сигналізацією.

При роботі з гарячими поліетиленовими виробами використовуються п'ятипалі трикотажні рукавиці за ТУ-06-7745-8.

Приміщення для зберігання легкозаймистих речовин (ЛЗР) і горючих речовин (ГР) та робочі приміщення з їх застосуванням повинні відповідати вимогам техніки безпеки та пожежної безпеки та приймаються до експлуатації заводською комісією.

3.8 Техніко- економічні розрахунки

Метою цього підрозділу є техніко-економічне обґрунтування доцільності запропонованих під час виконання дипломного проекту техніко-економічних рішень.

В економічній частині надається техніко-економічні характеристики основного обладнання.

Для обґрунтування доцільності запропонованих під час виконання дипломного проекту техніко-технологічних рішень треба розрахувати виробничу потужність, коефіцієнти використання обраного в проекті обладнання, коефіцієнти резерву потужності та використання потужності.

Оцінювати економічну ефективність проектних рішень необхідно, виходячи з основних техніко-економічних показників проекту на момент їх повного освоєння. Освоєність району будівництва, природно-кліматичні умов, наявність місцевих будівельних матеріалів, стан і потужність будівельних організацій впливають на кошторисну вартість будівництва[35].

Отже, і за економічність проекту в цілому. Демографічний склад населення та національно-побутові особливості, наявність трудових ресурсів впливають на розміщення нового будівництва, на розширення житлового та культурно- побутового будівництва, що в кінцевому підсумку підбирається на економічних показниках проекту[30].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В окрему групу виділяються фактори, що характеризують прогресивність обраного технологічного процесу та обладнання. Високі темпи технічного прогресу дозволяють в переробці пластмас застосовувати принципово нове обладнання з великою одиночною потужністю, безперервні технологічні процеси, автоматизовані ділянки і потоки, роботи-маніпулятори, нові види полімерних матеріалів і так далі.

Економічність проекту в кінцевому підсумку встановлюється в процесі експлуатації виробництва. Тому в проекті важливо врахувати експлуатаційні витрати, які знаходяться в прямій залежності від проектних рішень по системі опалення, вентиляції, теплоізоляції, сантехнічних пристроїв і так далі. Велике значення для економічності проектних рішень має раціональне розміщення будівель і споруд на ген-плані, вибір прогресивних конструкцій будівлі та споруд[32].

Економічність проектних рішень визначається також наявністю залізних і автомобільних доріг, громадського транспорту в пункті розміщення підприємства

Частка витрат на сировину і матеріали в загальних витратах по експлуатаційних виробництвах вище, ніж по всій промисловості в цілому, а з виробництва виробів з пластичних мас методами пресування, лиття під тиском, видуванням та іншими методами перебувати приблизно на рівні машинобудування і нижче, ніж у хімічній промисловості в цілому.

Підприємства з переробки пластмас є великими споживачами електроенергії. Частка витрат на ці цілі в загальних витратах приблизно вдвічі вище, ніж у промисловості в цілому, але нижче, ніж у хімічній промисловості. Разом з тим частка зарплати і відрахувань на соціальні страхування в цій підгалузі нижче, ніж у перерахованих галузях. Характерними для заводів з переробки пластмас є об'єднання під єдиним управлінням різномірних видів виробництв, які відрізняються методами переробки пластмас, застосуванням обладнання та сировиною. Це приводить до того, що порівняння економічних госпрозрахункових показників значно ускладнено[27].

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У всіх підприємствах з переробки пластмас є висока частка допоміжних робітників за рахунок загальногосподарських допоміжних цехів та обслуговуючих об'єктів (ремонт обладнання та прес-форм, інструментальний цех, тарне і складське господарство, енергетичні об'єкти і так далі).

Розрахунок виробничої потужності:

$$M_{\text{пр}} = n * T_{\text{еф}} * P_{\text{пасп}} \quad (3.20)$$

де: $M_{\text{пр}}$ – виробнича потужність;

n - кількість обладнання, шт.;

$T_{\text{еф}}$ - ефективний фонд робочого часу, годин;

$P_{\text{пасп}}$ – годинна паспортна продуктивність одиниці обладнання, кг/год.

Таблиця 3.17 - Характеристика основного технологічного обладнання

Найменування обладнання, його маркування	Кількість одиниць обладнання	Паспортна продуктивність, кг / год	Потужність обладнання, КВт	Вартість обладнання, грн
GL 300 GEN-RS 60 / 50	4	18,5	160	договірна
Q 1650 KS 70 / 60	10	37,5	170	договірна
GL 300 KS 70 / 60	4	16,0	155	договірна
1350 KS 115 / 95	17	41,0	175	договірна

$$T_{\text{еф}} = T_{\text{ном}} - P_{\text{рем}} - P_{\text{техн}} \quad (3.21)$$

де: $T_{\text{ном}}$ – номінальний фонд робочого часу, год.;

$P_{\text{рем}}$ – простій обладнання у ремонті, год.;

$P_{\text{техн}}$ – технологічні простої (вимушені простої), год.;

$$T_{\text{кал}} = T_{\text{ном}} * t_{\text{доб}} \quad (3.22)$$

де: $T_{\text{кал}}$ - кількість годин за рік, 365 годин;

$t_{\text{доб}}$ - кількість робочого часу за добу;

$$T_{\text{ном}} = 365 * 22,5 = 8212 \text{ годин}$$

$$P_{\text{рем}} = 5,3 \% \text{ від } T_{\text{ном}} = 435 \text{ годин}$$

$$P_{\text{техн}} = 6,3 \% \text{ від } T_{\text{реж}} = 517 \text{ годин}$$

$$T_{\text{еф}} = 8212 - 435 - 517 = 7260 \text{ годин}$$

$$P_{\text{пасп}} = (4 * 18,5 + 10 * 37,5 + 4 * 16 + 17 * 41) / 4 = 302,5$$

$$M_{\text{пр}} = 35 * 7260 * 302,5 = 7686525 \text{ кг / год} = 7686 \text{ т / рік}$$

Виходячи з виробничої програми в натуральному вираженні розраховуємо коефіцієнт використання виробничої потужності цеху по формулі:

$$K_{\text{в.п}} = V_{\text{пр}} / M_{\text{пр}} \quad (3.23)$$

де: $K_{\text{в.п}}$ - коефіцієнт використання потужності;

$V_{\text{пр}}$ - плановий річний об'єм випуску продукції, передбачений виробничою програмою цеху, т / рік;

$M_{\text{пр}}$ - виробнича потужність цеху, т/рік;

$$K_{\text{в.п}} = 4875 / 7686 = 0,63$$

Коефіцієнт інтенсивності характеризує ступінь завантаження й використання основного технологічного обладнання по потужності. Визначається як відношення кількості виготовлених виробів в одиницю часу до паспортної продуктивності даного устаткування:

$$K_{\text{інт}} = P_{\text{ф}} / P_{\text{пасп}} \quad (3.24)$$

де: $P_{\text{ф}}$ - фактична годинна продуктивність одиниці обладнання, кг/год;

$$P_{\text{ф}} = (V_{\text{пр}} * 1000) / (n * T_{\text{еф}}) \quad (3.25)$$

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{\phi} = (4875 * 1000) / (35 * 7260) = 19,18 \text{ кг / год}$$

$$K_{\text{INT}} = 19,18 / 302,5 = 0,06$$

Коефіцієнт екстенсивності характеризує ступінь завантаження й використання основного технологічного встаткування в часі. Визначається як відношення ефективного фонду часу роботи встаткування до номінального фонду часу встаткування:

$$K_{\text{екст}} = T_{\text{еф}} / T_{\text{ном}}$$

(3.26)

$$K_{\text{екст}} = 7260 / 8212 = 0,88$$

Розрахунок інтегрального коефіцієнта використання обладнання:

$$K_{\text{інтегр}} = K_{\text{INT}} * K_{\text{екст}}$$

(3.27)

$$K_{\text{інтегр}} = 0,06 * 0,88 = 0,052$$

Розрахунок резерву потужності:

$$R_{\Pi} = 1 - K_{\text{інтегр}}$$

(3.28)

$$R_{\Pi} = 1 - 0,052 = 0,948$$

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Науковою варто вважати таку організацію праці, за якої практичному впровадженню конкретних заходів передують ретельний науковий аналіз процесів праці й умов їхнього перебігу, а самі заходи ґрунтуються на досягненнях сучасної науки і практичного досвіду.

Наукова організація праці – це процес внесення до існуючої організації праці здобутих наукою і практикою удосконалень, що підвищують загальну її продуктивність[47].

За сучасних умов науковою вважається така організація праці, яка ґрунтується на використанні досягнень науки і передового досвіду, прогресивних форм господарювання, застосуванні технічних засобів, створюючи тим самим умови для ефективної праці працівників, для збереження їхнього здоров'я і працездатності.

Отже, наукова організація праці (НОП) містить сукупність елементів, що знаходяться у визначеному зв'язку один з одним та утворюють єдине ціле. До елементів НОП належать:

- розподіл і кооперування праці в межах підприємства загалом і кожного його структурного підрозділу зокрема;
- підбір та розміщення працівників, забезпечення необхідного їхнього кваліфікаційного рівня відповідно до покладених на них обов'язків;
- організація процесів праці у виробництві та управлінні;
- організація й оснащення робочих місць;
- створення сприятливих умов праці;
- нормування праці.

Елементи НОП розкривають її зміст: Так, розподіл і кооперування праці означають розмежування посадових обов'язків між окремими працівниками та функцій управління між структурними підрозділами для ефективної їхньої взаємодії.

Ціллю підбору та розміщення працівників є забезпечення підприємства персоналом необхідної кваліфікації, з необхідними діловими й особистими якостями, для найкращого використання їхнього потенціалу і підвищення кваліфікації.

Організація праці передбачає раціоналізацію змісту її процесів, методів їхнього перебігу для досягнення високої якості та оперативності виконання робіт і операцій за їхньої мінімальної трудомісткості[50].

Організація й оснащення робочих місць та створення сприятливих умов праці спрямовані на забезпечення працівників усім необхідним для продуктивної праці (обладнанням, меблями, матеріалами, документами тощо) та на збереження їхнього здоров'я й високої працездатності в процесі діяльності.

Можливості наукового обґрунтованого підходу до визначення необхідної чисельності працівників та необхідних витрат часу на роботи, які виконуються ними, залежить від нормування праці, що спрямовується на виявлення і використання резервів її економії.

Таким чином, зміст НОП вирізняє коло проблем, на вирішення яких повинна скеровуватися практична робота[53].

НОП спрямована на вирішення таких завдань:

– економічного – виконання покладених на персонал функцій за мінімальних витрат. Варто підкреслити, що за ринкових умов господарювання вирішення економічного завдання стосується не тільки економії праці, але й скорочення матеріальних та фінансових витрат, пов'язаних з виробництвом і управлінням. Питання економії цих видів витрат виходять за межі організації праці. Адже економія витрат праці майже завжди спричиняє економію фінансових ресурсів;

– психофізіологічного – забезпечення збереження здоров'я працівників, їхньої тривалої і стійкої працездатності, підтримання нормального психологічного клімату в колективі;

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— соціального — забезпечення змістовності, привабливості та престижності праці, більш повне використання творчого потенціалу працівників.

На підприємстві встановлена 12-ти годинна тривалість робочого дня. Складається діє чотирьох бригадний графік змінності для робітників за обладнанням та окремий графік для контролерів ОТК. Графік змінності уявляє собою графічне зображення почерговості виходу робітників на роботу, чергування днів роботи та відпочинку[31].

У цеху робітникам надається можливість прийняття їжі протягом зміни по черзі, з заміною один одного на робочих місцях, без права виходу з цеху і без права вимикання обладнання (у цеху відведене спеціальне місце для приймання їжі). Час цих перерв входить в рахунок робочого часу.

Бригадна форма організації праці, з оплатою за кінцевий результат, уявляє собою комплексну систему управління, яка основана на колективній організації праці.

Таблиця 4.1 – Графік роботи цеху

Число/працюючі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Бригада А	д	н	в	д	Н	в	В	в	д	н	В	д	н	в	в
Бригада Б	н	в	в	в	Д	н	В	д	н	в	В	в	д	н	в
Бригада В	в	д	н	в	В	в	Д	н	в	д	Н	в	в	в	д
Бригада Г	в	в	д	н	В	д	Н	в	в	в	Д	н	в	д	н
ОТК 1	д	д	н	н	В	в	В	в	д	д	Н	н	в	в	в
ОТК 2	н	н	в	в	В	в	Д	д	н	н	В	в	в	в	д
ОТК 3	в	в	в	в	Д	д	Н	н	в	в	В	в	д	д	н
ОТК 4	в	в	д	д	Н	н	В	в	в	в	Д	д	н	н	в

4.1 Оцінка пожежовибухонебезпеки цеху

Вибухо- та пожежонебезпека на виробництвах з переробки пластмас пов'язана у першу чергу з високою запиленістю виробничих приміщень і шкідливими виділеннями. За СНиП 2-92-76 з позицій санітарно-гігієнічних характеристик процеси переробки пластмас відносять до 2 групи (несприятливі метеорологічні умови, значні виділення вологи, пилу, особливо забруднюючих речовин, крім шкідливих, при значному – більш ніж $84 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{год})$ – надлишку явної теплоти, в основному конвекційної і 3 групи (різко виражені шкідливі фактори при впливі на робітників 1, 2, 3 і 4 класів небезпеки).

За вибуховою, вибухопожежною і пожежною безпекою виробництва поділяються, згідно СНиП 2-М 2-72, на шість категорій: А і Б – вибухопожежонебезпечні; В – пожежонебезпечні; Г і Д – не вибухо- і не пожежонебезпечні; Е – вибухобезпечні. Виробництва з переробки пластмас відносять до перших трьох категорій [32].

Зазвичай у цехах з переробки пластмас до виробництв категорії А відносять ділянки: приготування зв'язувача для склопластиків, приготування лаків і фарб, нанесення фарби на плівку, комори: зберігання смол, ініціатора, лаків, фарб і розчинників; до категорії Б відносять відділи: таблетування, пресування виробів із термореактивних порошків, розтарювання і переробки відходів, формування та інші [16].

Враховуючи належність деяких приміщень до вибухопожежонебезпечних категорій, електрообладнання в них встановлюють у вибухобезпечному виконанні.

В цеху переробки пластмас методом лиття під тиском присутні такі речовини: окис вуглецю, ацетальдегід, формальдегід, органічні кислоти та аерозолі поліолефінів. Характеристики речовин наведені у табл.3.15.

Характеристикою вибухонебезпеки горючих парів і газів є нижня і верхня концентраційні межі займання.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мінімальна концентрація пари горючої речовини в суміші з повітрям, яка здатна вибухати за наявності джерела запалення, називається нижньою концентраційною межею займання[33].

Максимальна концентрація пари горючої речовини в суміші з повітрям, при якій можливий вибух за наявності джерела запалення, називається верхньою концентраційною межею займання. За межею верхньої концентраційної межі займання суміш горить без вибуху спокійно, як горючий газ.

Таким чином, верхня і нижня концентраційні межі займання означають, що тільки в області концентрацій суміші парів і газів з повітрям, обмеженим цими межами, може відбутися вибух .

Концентраційні межі займання (об.%) зазвичай визначають експериментально. Але їх можна розрахувати по наступних емпіричних формулах, %:

$$HKMB = \frac{100}{1 + (N - 1) \cdot 4,76} , \quad (4.1)$$

$$BKMB = \frac{4 \cdot 100}{4 + 4,76N} , \quad (4.2)$$

де N – число атомів кисню, необхідне для згорання однієї молекули горючої речовини (визначається за реакцією горіння).

Розрахунок НКМВ та ВКМВ для аерозолю поліетилену та формальдегіду:

$$HKMB_{\text{поліетилену}} = \frac{100}{1 + (3 - 1) \cdot 4,76} = 9,5 \%,$$

$$HKMB_{\text{формальдегіду}} = \frac{100}{1 + (2 - 1) \cdot 4,76} = 17,4 \%,$$

$$BKMB_{\text{поліетилену}} = \frac{4 \cdot 100}{4 + 3 \cdot 4,76} = 21,8 \%,$$

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

$$\text{ВКМВ формальдегіду} = \frac{4 \cdot 100}{4 + 2 \cdot 4,76} = 29,6 \%,$$

Таблиця 4.2- Основні показники вибуху та пожежовибухонебезпеки

Речовина, Формула	Температура, °С		Концентраційні межі вибуху, %об.
	Спалаху	Самозаймання	
Окис вуглецю, CO	-	605	12,5-74
Ацетальдегід, C ₂ H ₄ O	40	172	4,1-5,7
Формальдегід, CH ₂ O	-	430	7-73
Органічні кислоти (у перерахунку на оцтову кислоту), CH ₃ COOH	40	465	4-19,9
ПЕНТ (аерозоль)	306	417	9,5-21,8
ПП нестабілізований (аерозоль)	325-343	325-388	1,1-7,2

4.2 Розрахунок місцевої вентиляції

У хімічних виробництвах найбільшу небезпеку для працівників утворюють виділення шкідливих речовин (гази, пара, пил). Для їх видалення слід передбачати місцеву витяжну вентиляційну установку як найбільш гігієнічну та економічну[34].

Потрібна величина повітрообміну місцевої вентиляції залежить від геометричних розмірів повітрозабірного пристрою (парасоля, панель, шафа

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

або ін.) і класу небезпечності шкідливої речовини. Геометричні розміри повітрязабірного пристрою розраховують в залежності від форми і розмірів джерела виділення шкідливих речовин (завантажувальний отвір апарату або інше).

Для перерізу круглої форми:

$$D = d + 0,8 h \quad (4.3)$$

де: d – діаметр завантажувального отвору, м;

h - відстань від отвору до повітрязабірного пристрою, м;

Розрахувати потрібну величину об'ємної швидкості відбору повітря ($\text{м}^3/\text{год}$):

$$W = S \cdot V \cdot 3600 \quad (4.4)$$

де: V – величина лінійної швидкості повітря у відкритому перерізі повітрязабірного пристрою, для речовин певного класу небезпечності, 0,5-2 м/с;

S – площа нижнього перерізу повітрязабірного пристрою, м^2 .

$$S = (\pi \cdot D^2) / 4 \quad (4.5)$$

Рішення

$$D = 3 + 0,8 \cdot 5 = 7 \text{ м}^2$$

$$S = (3,14 \cdot 7^2) / 4 = 22 \text{ м}^2$$

$$W = 22 \cdot 0,75 \cdot 3600 = 59400 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Обираємо 4 вентилятори типу ВЦП 7-40 з продуктивністю $18000 \text{ м}^3 / \text{год}$ та частотою обертання 1650 об/хв.

При неможливості або недоцільності використання місцевої вентиляційної установки створюють систему загальнообмінної вентиляції[35].

Повітрообмін загальнообмінної вентиляції залежить від валового викиду шкідливих речовин та їх токсичності. Як правило, повітря

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забруднюється сумішшю речовин. У таких випадках розрахунок повітрообміну виконують для видалення найбільш шкідливої речовини (суміші речовин). Для цього розглядають перелік використовуваних у технологічному процесі речовин (або сумішей) і з'ясовують, яка з них має найменше значення граничнодопустимої концентрації у повітрі робочої зони.

В інших випадках слід користуватися методичними вказівками і довідковою літературою[37].

4.2.1 Розрахунок вентиляції для лабораторії

У хімічних лабораторіях роботи зі шкідливими речовинами слід виконувати у витяжних шафах, які являють собою повітрозабірні пристрої напіввідкритого типу. Необхідну об'ємну швидкість відбору повітря для витяжної шафи слід розраховувати за формулою 4.4.

$$S = W \cdot h \quad (4.6)$$

де : W – ширина витяжної шафи, 1...1,2 м;

h – висота відкритого перерізу витяжної шафи, 0,15... 0,4 м.

Рішення

$$S = 1,1 \cdot 0,2 = 0,22$$

$$W = 3600 \cdot 1 \cdot 0,2 = 720$$

Обираємо вентилятор типу ВЦ- 4 – 70 з продуктивністю 1350 м³/ год.

4.3 Штучне освітлення

Для освітлення виробничих майданчиків слід застосовувати прожектори.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.3 – Норми освітленості виробничих майданчиків

Розряд зорової роботи	Характеристика роботи	Освітленість, лк
IX	Точні роботи при відношенні найменшого розміру об'єкта розрізнення відстані до ока менше 0,005	50
X	Робота середньої точності при відношенні найменшого розміру об'єкта розрізнення до відстані до ока від 0,005 до 0,02	30
XI	Робота малої точності при відношенні найменшого розміру об'єкта розрізнення до відстані до ока від 0,02 до 0,05, а також роботи, які вимагають тільки загального нагляду за ходом виробничого процесу	10
XII	Грубі роботи при відношенні найменшого розміру об'єкта розрізнення до відстані до ока понад 0,05	5
XIII	Роботи, які вимагають загального нагляду за виробничими поверхнями	2

Таблиця 4.4 - Нормовані показники освітленості загальних промислових приміщень[36]

Тип приміщення	Розряд зорової роботи	Норма освітленості, лк
Операторна	III г	300
Вентиляторна	IV	150
Насосна	III г	200
Реакторна	VIII б	75
Склад виробів	VIII б	75
Аналітична лабораторія	A-1	500

Необхідна кількість прожекторів визначається з формули:

$$N = (E \cdot S \cdot K \cdot m) / F \cdot \eta \quad (4.7)$$

де E – нормативна освітленість для VIII розряду зорових робіт на виробничому майданчику;

S – площа майданчика, м² ;

K – коефіцієнт запасу, 1,3...1,5;

m – коефіцієнт розсіювання, 1,15 для великих поверхонь (1,5 для вузьких ділянок);

F – світловий потік однієї лампи у прожекторі, 8300 лм ;

η – коефіцієнт корисної дії прожектора, 0,75;

$$N = (75 \cdot 22 \cdot 1,4 \cdot 1,15) / (8300 \cdot 0,75) = 0,42$$

Приймає найбільше парне число 2 та обираємо прожектор типу H001B-500-01 та тип лампи Г-500.

ВИСНОВОК

Під час виконання дипломного проєкту(роботи) виконані наступні пункти завдання:

- 1) Зроблений проєкт ділянки переробки пластмас методом лиття під тиском на 35 одиниць обладнання;
- 2) Зроблено матеріальні та технологічні розрахунки з виробничою програмою 4875 т / рік;
- 3) Зроблено розрахунки допоміжного обладнання;
- 4) Описані властивості УПС, ПЕ ,ПП, які застосовуються для виробництва, а також вибрано основне технологічне обладнання;
- 5) Розраховано техніко- економічні розрахунки;
- 6) Розглянуті питання охорони праці на виробництві та методи охорони навколишнього середовища, ресурсозбереження та матеріалоемності, контролю якості продукції, описаний технологічний процес виробництва виробів із пластмас методом лиття під тиском.

Спроектоване виробництво є сучасним і повністю автоматизованим. З екологічної точки зору воно є безпечним. Використання автоматичних ліній дозволяє в значній мірі полегшити працю робітників. Переробка відходів і повторне їх використання скорочує витрати на покупку свіжої сировини.

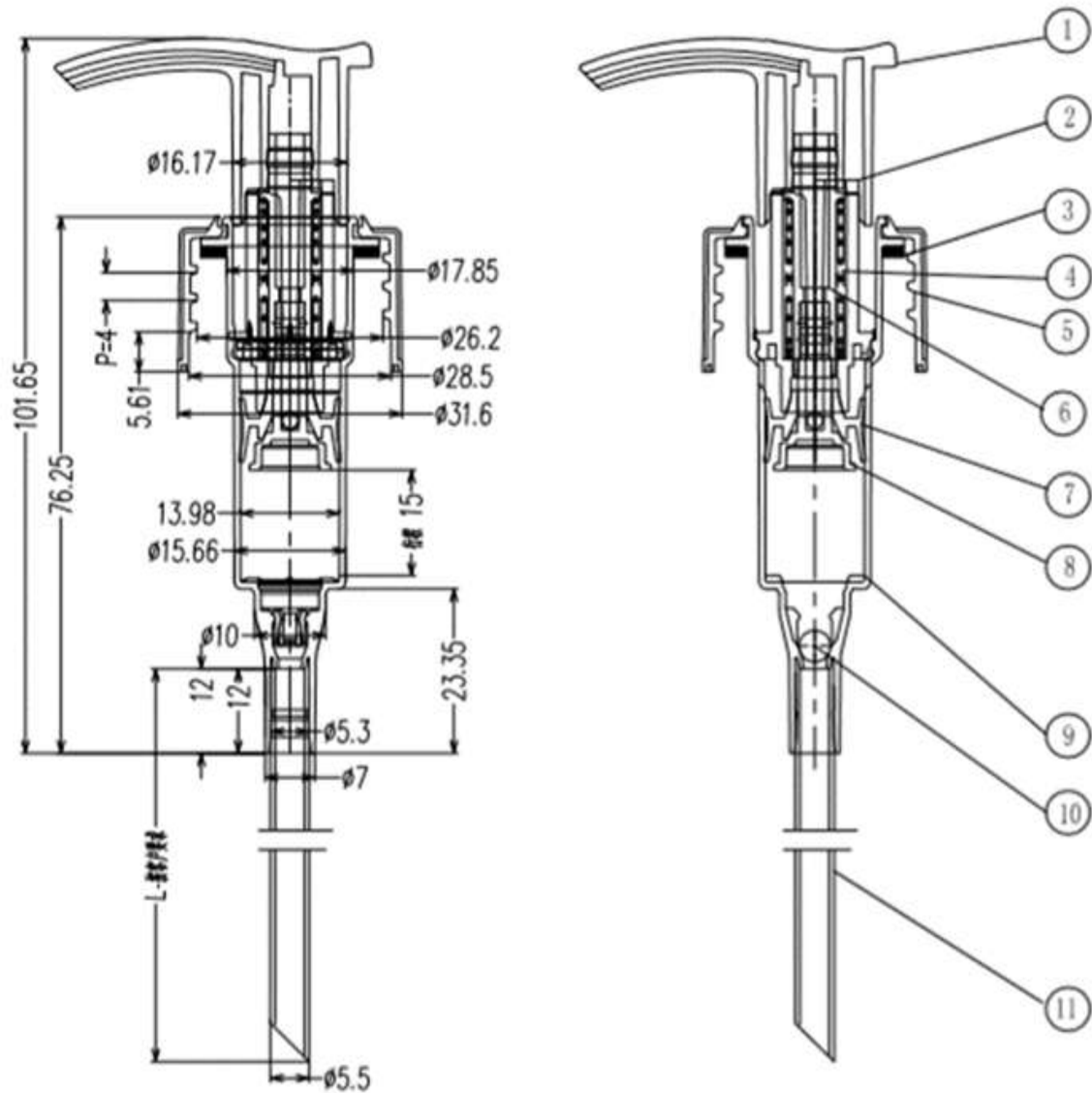
Сьогодні, велике зростання виробництва пластмас і їх поширення. поліетилен та поліпропілен ,як матеріали, прекрасно зарекомендував себе в цій області за останні 15 років.

Ефективне використання обладнання і багатий досвід є на сьогоднішній день основою виробництва якісної і конкурентоспроможної продукції.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Збіркове креслення помпи з поворотним механізмом



1 – актуатор; 2 – штуцер; 3 – прокладка; 4 – пружина; 5 – кришка горловини;
6 – з'єднувальна трубка; 7 – поршень; 8 – пружинна катушка; 9 – корпус
помпи; 10 – скляна куля; 11 – трубочка.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		112

ДОДАТОК Б

Калькуляція собівартості помпи-дозатор серії 301 поворотного типу

Статті калькуляції	Собівартість одиниці продукції, грн			Відхилення фактичної собівартості від планової	
	планова	Фактична		на одиницю продукції, грн.	на фактичний випуск, тис. грн.
		за звітний рік	за попередній рік		
Сировина й матеріали	36,12	34,39	38,4	-1,73	-25,7
Зворотні відходи (віднімаються)	1,05	1,28	1,17	+0,23	+3,4
Закупівельні вироби, напівфабрикати	222,07	225,03	231,95	+2,96	+41
Паливо й енергія на технологічні цілі	2,00	2,00	2,00	-	-
Заробітна плата основних виробничих робітників	21,64	20,65	22,92	-0,99	-14,7
Додаткова заробітна плата	2,20	1,77	2,75	-0,43	-6,4
Відрахування на соціальні заходи	8,94	8,41	9,63	-0,53	-7,9
Загальновиробничі витрати	75,7	77,3	80,2	+1,6	+23,8
Втрати від браку	-	0,01	0,03	+0,01	+0,6
Інші виробничі витрати	1,7	1,35	1,98	-0,35	-5,2
Разом виробнича собівартість	369,32	369,66	388,69	+0,31	+5,1

ДОДАТОК В

Відомості до вузла пластикації				
№ п/п	Позначення	Найменування	Кількі	Примі
		<u>Документація</u>		
	4ХТ6.026.161.001 ЗБ	Збірне креслення		
		<u>Збіркові одиниці</u>		
	4ХТ6.026.161.001 - 1	Матеріальний циліндр		
	4ХТ6.026.161.001 - 2	Шнек		
	4ХТ6.026.161.001 - 3	Розрізне кільце		
	4ХТ6.026.161.001 - 4	Гайка		
	4ХТ6.026.161.001 - 5	Наконечник		
	4ХТ6.026.161.001 - 6	Компенсатор		
	4ХТ6.026.161.001 - 7	Сопло		
	4ХТ6.026.161.001 - 8	Гайка		
	4ХТ6.026.161.001 - 9	Електронагрівач		
	4ХТ6.026.161.001 - 10	Мундштук		
	4ХТ6.026.161.001 - 11	Термопара		
	4ХТ6.026.161.001 - 12	Голчастий клапан		
	4ХТ6.026.161.001 - 13	Важіль		
	4ХТ6.026.161.001 - 14	Кільцевий зворотній клапан		
	4ХТ6.026.161.001 - 15	Відкрите сопло		
		<u>Стандартні деталі</u>		
		Гвинт М10*30,88		
		ГОСТ 1491 - 72		
		Гайка		
		Штифт 6П 610*30		
		Штифт 6П 610*30		
		Гвинт М10*25,88		
		ГОСТ 1491-72		

ЛІТЕРАТУРА

- 1 Оленев, Б.А. Проектирование производств по переработке пластических масс [Текст] / Б.А. Оленев, Е.М. Мордкович, В.Ф. Калошин. – М.: Химия. 1982. – 256 с.
- 2 Швецов, Г.А. Технология переработки полимерных материалов [Текст] / Г.А. Швецов, Д.У. Алимова, М.Д. Барышникова. – М.: Химия, 1988. – 512 с.
- 3 Катаев, В. М. Справочник по пластическим массам [Текст] / Под ред. В.М. Катаева, В. А. Попова, Б. И. Сажина. – М.: Химия, 1975. – 448 с.
- 4 Гарбар, М. И. Справочник по пластическим массам [Текст] / Под. ред. М.И. Гарбара, М. С. Акутина, Н. М. Егорова. – М.: Химия, 1967 – 463 с.
- 5 ТУ 2211-006-93911504-2015 Технічні умови на поліпропілен марки РР Н030 GP/З.
- 6 Складське господарство [Електронний ресурс] // Інформаційні технології і засоби навчання. – Електрон. журн. – 2016. – с. 26. – Режим доступу: <https://helpiks.org/8-36497.html>. – Заголовок з екрану.
- 7 Гриньова, В.М. Організація виробництва [Текст]: підручник / В.М. Гриньова, М.М. Салун. – К. : Знання, 2009. – 582 с.
- 8 Транспортувальник піддонів [Електронний ресурс] // Інформаційні технології і засоби навчання. – Електрон. журн. – 2019. – с. 6. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Транспортувальник_піддонів. – Заголовок з екрану.
- 9 Суберляк, О.В. Технологія переробки полімерних і композиційних матеріалів [Текст] / О.В. Суберляк, П.І. Баштанник. – Львів: Видавництво «Растр-7», 2007. – 376 с.
- 10 Брацыхин, Е.А. Технология пластических масс: Учебное пособие для техникумов [Текст] / Е.А. Брацыхин, Э.С. Шульгина. – Л.: Химия, 1982. – 328 с.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11 Брагинский, В.А. Переработка пластмас [Текст]: Справочное пособие / В. А. Брагинский, В. Е. Бахарева, В. В. Богданов, А. Ф. Ковалев, Е. В. Москалев, М. А. Шерышев. – Л.: Химия, 1985 – 296 с.

12 Каталог видувних машин «Мерер».

13 Технологічний регламент цеху з переробки пластмас.

14 Погрішук, Б.В. Планування і контроль на підприємстві. [Текст]: підручник / Б.В. Погрішук, О.І. Марченко. – Тернопіль: Крок. – 2015. – 682 с.

15 Гордон, М. Дж. Управление качеством литья под давлением [Текст] / М. Дж. Гордон. – СПб.: Научные основы и технологии, 2012. – 824 с.

16 ОСТ 92-1310-84 Изделия из пластмасс. Общие технические условия [Текст] – На замену ОСТ 92-1310-76; введен в действие 1985-07-01. — М.: Стандартиформ, 1985. – 24 с.

17 Паспорт безопасности химической продукции: Полипропилен [Текст] / введен в действие 2011-04-29. – М.: Информационно-аналитический центр «Безопасность веществ и материалов», 2011. – 14 с.

18 Паспорт безопасности химической продукции: Полиэтилен [Текст] / введен в действие 2014-05-12. – М.: Информационно-аналитический центр «Безопасность веществ и материалов», 2014. – 13 с.

19 Санитарные правила для производств полимеров и сополимеров стирола [Текст] / введен в действие 1979-02-22. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 6 с.

20 ГОСТ 12.3.030-83. Переработка пластических масс. Требования безопасности [Текст] введен в действие 1983-07-07. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1983. – 19 с.

21 Мітіна, Н. Б. Методичні вказівки до виконання розділу „Охорона праці” у дипломних проектах та роботах для здобувачів вищої освіти 4-5 курсів технологічних спеціальностей освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» [Текст] / Н. Б. Мітіна, В. О. Герасименко, Г. Г. Рунова. – Дніпро: ДНВЗ УДХТУ, 2016. – 23 с.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22 Макаров, Г. В. Охрана труда в химической промышленности [Текст] / Г. В. Макаров, А. Я. Васин, Л. К. Маринина, П. И. Софинский, В. А. Старобинский, Н. И. Торопов. – М.: Химия, 1989. – 496 с.

23 Баратов, А. Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения [Текст]: Справочник; кн. 1 / А. Н. Баратов, А. Я. Корольченко, Г. Н. Кравчук. – М.: Химия, 1990. – 496 с.

24 Баратов, А. Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения [Текст]: Справочник; кн. 2 / А. Н. Баратов, А. Я. Корольченко, Г. Н. Кравчук. – М.: Химия, 1990. – 384 с.

25 Баштаник, П. І. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» для студентів 4 курсу освітньої програми «Хімічні технології переробки полімерних і композиційних матеріалів» з курсу [Текст] / П. І. Баштаник, А. О. Третьяков. – Дніпро: ДНВЗ УДХТУ, 2017. – 44 с.

26 Савеня, Т. А. Програма проведення вступного інструктажа [Текст] / Т. А. Савеня. – Днепропетровск, 2016 – 7 с.

27 Грещак, М. Г. Економіка підприємства. [Текст]: Підручник/ За ред. С. Ф. Покропивного. — К.: КНЕУ, — 1999. – 208 с.

28 Запухляк, І.Б. Оцінка ефективності функціонування механізму енергозбереження підприємства [Текст] / І.Б. Запухляк // Теоретичні та прикладні питання економіки. – 2011. - №25. – с. 179-184.

29 Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Загальні вимоги: ДСТ4472:2008 – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 20 с.

30 Запащук, Л.В. Енергозбереження як напрямок підвищення ефективності виробничої діяльності [Текст] / Л.В. Запащук // Теоретичні та прикладні питання економіки. – 2015. - №40. – с. 157-162.

31 Грабовецький, Б.С. Економічний аналіз [Текст]: навчальний посібник / Б. С. Грабовецький. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 85 с.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

32 Баратов, А. Н. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. [Текст]: справ. изд. / А. Н. Баратов [и др.] – М. : Химия, 1987. – 272 с.

33 ДСТУ 3273–95. Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги. [Текст] – Введ. з 1996–07– 01. – К.: Держстандарт України, 1995. – 14 с.

34 Методичні вказівки (1932) до виконання практичних робіт з курсу „Безпека життєдіяльності” для студентів II курсу технологічних спеціальностей заочної форми навчання. [Текст]: метод. вказівки / Укл. В.О. Герасименко, Г.Г. Рунова. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2010. – 34 с.

35 Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” у дипломних проектах та роботах для здобувачів вищої освіти IV–V курсів технологічних спеціальностей освітньо-кваліфікаційного рівня “Бакалавр” / Укл.: Н. Б. Мітіна, В. О. Герасименко, Г. Г. Рунова. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2016. – 23 с.

36 Каминский, С. Л. Средства индивидуальной защиты [Текст]: справ. изд. / С. Л. Каминский [и др.]. – Л.: Химия, 1989. – 400 с.

37 Захаров, Л. Н. Техника безопасности в химической лаборатории [Текст]: справ. изд. / Л. Н. Захаров. – Л.: Химия, 1991. – 336 с.

38 Методичні вказівки до виконання дипломного проекту за освітнім рівнем « Бакалавр» для студентів спеціальності « 161 Хімічні технології та інженерія», вибіркового блоку «Хімічні технології полімерних і композиційних матеріалів»/Укл.: П.І. Баштаник, А.О. Третьяков. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2018. - 44 с.

39 Бурмістр, М.В. Дипломне проектування за спеціальністю «Технологія переробки полімерів» [Текст] / М.В. Бурмістр. – Д.: Нова Ідеологія, 2011. – 150 с.

40 СНиП 2.04.09-84. Пожарная автоматика зданий и сооружений.

41 Головка, Д.Б. Основы метрологии та вимірювань [Текст] / Д.Б. Головка. – К.: Либідь, 2001. – 308 с.

42 ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

43 Макаров, Г. В. Охрана труда в химической промышленности [Текст] / Г. В. Макаров, А. Я. Васин, Л. К. Маринина, П. И. Софинский, В. А. Старобинский, Н. И. Торопов. – М.: Химия, 1989. – 496 с.

44 Методичні вказівки до оформлення курсових проектів з дисципліни «Основи проектування хімічних виробництв»/ Укладач: Черваков Д.О.- Дніпро: Вид-во ДВНЗ «УДХТУ», 2018

45 Герасименко, В.А. МВ 4061 Методические указания к выполнению раздела «Охрана труда» в дипломных проектах и работах для соискателей высшего образования – иностранцев IV курса технологических специальностей 101, 144, 151, 161, 162, 181, 186, 226 дневной формы обучения образовательно-квалификационного уровня «Бакалавр» [Текст] / В.А. Герасименко, Г.Г. Рунова, С.Н. Гармаш. – Днепр: ГВУЗ УГХТУ, 2017. – 27 с.

46 Мітіна, Н. Б. Методичні вказівки до виконання розділу „Охорона праці” у дипломних проектах та роботах для здобувачів вищої освіти 4-5 курсів технологічних спеціальностей освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» [Текст] / Н. Б. Мітіна, В. О. Герасименко, Г. Г. Рунова. – Дніпро: ДНВЗ УДХТУ, 2016. – 23 с.

47 Zhang H. M. A. Sc. Thesis, University of Toronto (1999).

48 НАПБ Б.07.005–76. Определение категорий помещений и зданий по взрывоопасной и пожарной опасности.

49 Пальчевський Б. О. Автоматизація технологічних процесів/ Б.О.Пальчевський. –Львів : Світ, 2007. –390 с.

50 Juntunen R.P., Kumar V., Weller J.E., Bezubic W.R. J. Vinyl Additive Tech. (2000), 6 (2),p. 93.

51 Расчеты конструирование оборудования для производства и переработки полимерных материалов /Басов Н.И. - М: Химия, 1986. - 488 с.

52 Коршак, В.В. Технология пластических масс / В.В. Коршак. - М.:Химия,1985. - 560 с.

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

53 Сокольський, О.Л. Проектування формуючих пристроїв обладнання для переробки пластмас: навчальний посібник [Текст] / О.Л. Сокольський, В.І. Сівецький, І.О. Мікульонок. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 148 с.

54 Масленникова Л.Д. Фізико-хімія полімерів [Текст] / Л.Д. Масленникова, Ф. Г. Фабуляк, З.В. Грушак, С.В. Иванов. – К.: Видавництво «Наук-друк», 2009. – 312 с.

55 Грещак, М. Г. Економіка підприємства. [Текст]: Підручник/ За ред. С. Ф.Покропивного. — К.: КНЕУ, — 1999. — 208 с.

56 Погрішук, Б.В. Планування і контроль на підприємстві. [Текст]: підручник/ Б.В. Погрішук, О.І. Марченко. – Тернопіль: Крок. – 2015. – 682 с. 7. Каменев, Е.І. Застосування пластичних мас: Посібник / Е.І. Каменев, Г.Д. Мясников, М.П. Платонов. – Л.: Хімія, 1985. – 448

					4ХТ6.026.161.001 ПЗ	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		