

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені Володимира Даля

Факультет \_\_\_\_\_ інженерії \_\_\_\_\_  
(повне найменування факультету)  
Кафедра \_\_\_\_\_ хімічної інженерії та екології \_\_\_\_\_  
(повна назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до дипломного проекту (роботи)

освітньо-кваліфікаційного рівня \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_  
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

напряму підготовки \_\_\_\_\_ 16 – хімічна та біоінженерія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва напряму підготовки)

спеціальності \_\_\_\_\_ 161 – Хімічні технології та інженерія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва спеціальності)

на тему: Проект виробництва пластмасових виробів методом лиття під тиском. Потужність 940 тис шт/рік.

Виконав: студент групи \_\_\_\_\_ ХТ-17Д \_\_\_\_\_

Дашевська Д.М. \_\_\_\_\_  
(прізвище, та ініціали) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Римар Т. Е. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Завідувач кафедрою \_\_\_\_\_ Суворін О.В. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ Шаповалова І.М. \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Севєродонецьк – 2021 р.

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**імені Володимира Даля**

Факультет \_\_\_\_\_ інженерії \_\_\_\_\_  
Кафедра \_\_\_\_\_ хімічної інженерії та екології \_\_\_\_\_  
Освітньо-кваліфікаційний рівень \_\_\_\_\_ бакалавр \_\_\_\_\_  
(бакалавр, спеціаліст, магістр)  
Напрямок підготовки \_\_\_\_\_ 16 – хімічна та біоінженерія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)  
Спеціальність \_\_\_\_\_ 161 – Хімічні технології та інженерія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Дашевській Дарині Миколаївні

**1. Тема проекту (роботи):**

Проект виробництва пластмасових виробів методом лиття під тиском.  
Потужність 940 тис шт/рік.

Керівник проекту (роботи) Римар Т. Е., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом по інституту від 28.03.2021 р. №54/15.25

**2. Строк подання студентом проекту (роботи) – 14 червня 2021 р.**

**3. Вихідні дані до проекту (роботи): літературні, патентні та регламентні дані.**

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):**

Вступ. 1. Стислий аналітичний огляд з обґрунтуванням методу виробництва. 2. Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції. 3. Опис технологічної схеми. 4. Матеріальні і теплові баланси. 5. Вибір і розрахунок основного апарату. 6. Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату. 7. Стандартизація. 8. Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища. 9. Охорона праці. Висновки. Література. Додатки.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	Арк. 2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):**

1. Креслення технологічної схеми (1 аркуш).
2. Креслення основного апарату (1 аркуш).
3. Креслення виробу (1 аркуш).

**6. Дата видачі завдання – 28 березня 2021 року.**

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Пор №	Назва етапів дипломної роботи (проекту)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ	25.04.2021	
2	Стислий аналітичний огляд з обґрунтуванням методу виробництва	02.05.2021	
3	Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції	10.05.2021	
4	Опис технологічної схеми	17.05.2021	
5	Матеріальні і теплові баланси	24.05.2021	
6	Вибір і розрахунок основного апарату	31.05.2021	
7	Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату	04.06.2021	
8	Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища	06.06.2021	
9	Охорона праці	08.05.2021	
10	Висновки.	09.06.2021	
11	Креслення технологічної схеми	10.06.2021	
12	Креслення основного апарату	12.06.2021	
13	Креслення екструзійної голівки	14.06.2021	

Студент

\_\_\_\_\_ ( підпис )

Дашевська Д.М.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

\_\_\_\_\_

Римар Т. Е.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

ПД (б) 55.01 ПЗ

# ЗМІСТ

	стор.
Вступ	7
1. Аналітичний огляд	9
2. Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції	21
3. Опис технологічної схеми	33
4. Матеріальні і теплові баланси	43
4.1 Матеріальний баланс	43
4.2 Тепловий баланс	57
5. Вибір і розрахунок основного апарату	61
6. Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату	67
7. Стандартизація	70
8. Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища	73
9. Охорона праці	77
Висновки	89
Список використаної літератури	91

						ПД (б) 55.01 ПЗ	4	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

## ВСТУП

Переробка пластмас - це сукупність різноманітних процесів за допомогою яких, полімерні матеріали перетворюються у вироби з наперед заданими властивостями. Одним з найпоширеніших методів переробки полімерів є лиття під тиском. Це метод формування виробів із пластмас на литтєвих машинах, який полягає в розм'якшенні пластмаси до в'язкотекучого стану і впорскуванні її в литтєву форму, де полімер твердіє при охолодженні і приймає конфігурацію внутрішньої порожнини форми. Метод характеризується високою продуктивністю, так як нагрів матеріалу здійснюється поза формою.

Литтєві вироби одержують з високою точністю розмірів. Вони потребують мінімальної механічної обробки. Методом лиття під тиском можна виготовляти вироби складної конфігурації, деталі з арматурою, вироби масою від десятих долів граму до 110 кг.

Промисловість лиття під тиском є однією з найбільш великотоннажних серед інших методів переробки полімерів. Її особливість в порівнянні з іншими методами складається в наявності великого асортименту виробленої продукції із використанням найбільш широкого (в порівнянні з іншими методами) набору полімерних матеріалів, в тому числі в комбінаціях з іншими не полімерними матеріалами. Цей метод представлений у всіх областях використання продукції переробки полімерів. Метод припускає використання найбільш високих значень технологічних параметрів переробки (температур, тисків, швидкостей).

Ці особливості визначили основні напрямки розвитку і модернізації устаткування (головного та допоміжного), литтєвих форм, технології, асортименту та якості полімерних матеріалів.

Дотепер головними причинами росту виробництва пластмасової продукції та, звісно, литтєвих виробів були наступні:

					ПД (б) 55.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) Одним з найголовніших факторів є імпортозаміщення. Спочатку споживчий ринок формувався за рахунок виробів, що поставляються із-за кордону. Тільки коли підприємці визнали, що ринок досяг такого об'єму, при якому вигідно створювати в країні власне виробництво виробів, це виробництво почало створюватися. Часто виробництво створювали фірми-постачальники виробів в країну на ринок або іноземні фірми-виробники цих виробів за кордоном.

2) Другим фактором є свого роду різновидність імпортозаміщення, коли було необхідно виробляти в країні вироби з пластмас для комплектації нових побутових пристроїв, автомобільної або іншої техніки, виробництво яких організовувалося закордонними фірмами або спільними підприємствами. На початку виробництва найбільш прості вироби розміщувалися на колишніх вільних потужностях, які залишилися від промисловості Радянського Союзу, а потім освоювались більш складні вироби, в тому числі із використанням нової сучасної техніки і технології.

3) У зв'язку із застарілим парком устаткування, яке залишилося за часів Радянського Союзу, практично відсутністю у виробництві нових якісних литевих машин та периферійного устаткування, виробництво «старої» номенклатури виробів зазнавало труднощі збуту з якості, собівартості, з асортименту продукції та швидкої його заміни, не витримувало конкуренції з аналогічними виробами закордонного виробництва, особливо країн Південно- Східної Азії, Туреччини, Польщі, Чехії та ін.[3]

					ПД (б) 55.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Бурхливий розвиток ринку полімерної тари, а також великогабаритних виробів, елементів реклами, деталей обробки автомобілів і так далі зажадало розширення і удосконалення технології і обладнання для переробки полімерних матеріалів методами екструзійно-видувного формування, термоформування листових і рулонних матеріалів, литтям під тиском.

Ринок пластмасової тари останнім часом безперервно збільшується. Пластмасова тара широко використовується у світі для транспортування і зберігання самих різних рідких, в'язких і сипких продуктів, таких як: лакофарбні матеріали, пігменти, каталізатори, спирти (зокрема харчові), миючі засоби, засоби захисту рослин, вина, соки і інші продукти. Широке розповсюдження одержало використання цієї тари для хімічних продуктів, зокрема вибухонебезпечних.

В даний час в світі середній щорічний приріст виробництва пластмасової тари складає близько 5–7%, не говорячи вже про крупних виробників в таких промислово розвинених країнах, як США, Німеччина, де приріст вищий. Виробництва пластмасової тари в широкому асортименті створені в таких країнах як Індія, Мексика, Бразилія, Таїланд. Зростання виробництва пластмасової тари значно випереджає традиційну металеву тару, має значно ширший асортимент. Пластмасова тара має у цілому ряді випадків значні переваги в порівнянні з металевою: менша ціна, можливість вторинного використання, зручність у вживанні і транспортуванні, широкий асортимент форм і конструкцій, гігієнічність, хімічна стійкість і так далі. Практично пластмасова тара витіснила використання металевих бочок та банок.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ПД (б) 55.01 ПЗ

Конструкція, технологія виробництва і використовувані матеріали і добавки забезпечують в необхідних областях застосування пластмасової тари високі механічні і хімічні властивості, стійкість до розтріскування, набухання, утворенню статичної електрики і інші властивості. Особлива увага надана зручності механізації при внутрішньо цільовому використуванні пластмасової тари, її транспортуванню, заповненню і вивантаженню продуктів, що транспортуються.

Все це пов'язано з накопиченим досвідом застосування пластмасової тари, який знаходить віддзеркалення в системах міжнародної стандартизації і уніфікації пластмасової тари, зв'язуючи як питання надійного і безпечного використування тари для зберігання внутрішньовиробничого застосування широкого круга продуктів, так і найраціональнішого застосування пластмасової тари в міжнародних транспортних системах і стандартів по перевезенню продуктів.

Найбільш відомими представниками полімерного класу сполук для виробництва пластмасової тари є поліетилен, поліпропілен, полістирол і їх чисельні ко-полімери.

Вдале поєднання в поліолефінах механічної міцності, хімічної стійкості, а також легкість переробки у виробі всіма відомими способами, низька вартість і доступність сировини дозволили поліолефінам зайняти перше місце в світі по випуску пластмас.

**Поліетилен** [2] є високомолекулярним продуктом полімеризації етилену. Макромолекули поліетилену мають лінійну будову з невеликим числом бічних відгалужень. Молекулярна маса його залежно від методу і режиму полімеризації коливається від десятків тисяч до декількох мільйонів.

В даний час відомо декілька промислових методів отримання поліетилену: - полімеризація етилену при високому тиску (100-350 МПа). Процес протікає при 200-300 °С у розплаві у присутності ініціаторів (кисню, органічних перекисів) по радикальному механізму. Такий поліетилен називають

									8	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата	ПД (б) 55.01 ПЗ					



поліетиленом високого тиску (ПЕВТ) або поліетиленом низької щільності (ПЕНЦ).

- полімеризація етилену при низькому тиску (нижче 4 МПа) з використанням металорганічних каталізаторів. Полімеризація протікає при температурі ~80°C у суспензії по іонно-координаційному механізму. Утворюються менші розгалужені і довші макромолекули. Такий полімер називається поліетиленом низького тиску (ПЕНТ) або поліетилен високої щільності (ПЕВЦ).

Випускається у вигляді різних (базових) марок, з яких безпосередньо виходять вироби або виготовляються композиції з різними добавками для подальшої переробки. Базові марки випускають вищого, 1-го і 2-го сортів.

Позначення марок: перша цифра (1) - процес полімеризації етилену протікає при високому тиску в трубчастих і реакторах з перемішувачем пристроєм у присутності ініціаторів; (2)-при низькому тиску ; друга і третя цифри - порядковий номер базової марки; четверта - ступінь гомогенізації (0 – холодне перемішування; 1-в розплаві); п'ята - умовна характеристика щільності поліетилену (1-900-909; 2-910-916; 3-917-921; 4-922-926; 5-927-930; 6-931-939 кг/м<sup>3</sup>); решта з трьох цифр, написаних через дефіс, - десятиразове значення ПТР.

У промисловості поліетилен низької щільності (ПЕНЦ) одержують радикальною полімеризацією етилену при 180-270 °С і тиску 147-245 МН/м<sup>2</sup> (1500-2500 кг/см<sup>2</sup>). Деякі установки працюють під тиском 350 МН/м<sup>2</sup> (3500 кг/см<sup>2</sup>) температурі 300°C.

Одержувані в промисловості ПЕНЦ має середньомасову молекулярну масу 80000-500000 і ступінь кристалічності 50-65%.

Регулювання довжини полімерного ланцюга здійснюється за допомогою умов реакції, наприклад, тиску, температури, добавок, регулюючих довжину ланцюга речовин (водню пропана, ізобутана, спиртів, альдегідів).

						ПД (б) 55.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

Основною перевагою ПЕНЩ є хороша якість продукту і його низька вартість. Не дивлячись на складність апаратури, що працює під високим тиском, і порівняно низький вихід полімеру за один прохід (18-20%) в даний час цим способом виробляють близько 75% всієї кількості полімерів.

Поліетилен високої щільності (ПЕВЩ) одержують гетерогенному середовищу полімеризацією етилену при температурі 70-80 °С і тиску 0,3-0,5 МН/м<sup>2</sup> (3-5 кг/см<sup>2</sup>).

В деяких випадках для підвищеної швидкості процесу тиск збільшують до 1,2 МН/м<sup>2</sup> (12 кг/см<sup>2</sup>) і більше. Реакції полімеризації проводяться у присутності комплексних металоорганічних каталізаторів Циглера-Натта, що складаються з 4-х хлористого титана, оксидів алюмінію (триізобутілалюмінія, триетілалюмінія, дітретілалюмінійхлоріда). Середньомасова молекулярна маса полімеру знаходиться в межах 80000–3000000, а ступінь кристалічності 75-85%. Найбільш широко застосовуються полімери з молекулярною масою 80000-800000.

Високомолекулярний ПЕВЩ має щільність 936-940 кг/м<sup>3</sup> (0,936-0,940 г/см<sup>3</sup>), температура плавлення 133-137 °С ударну в'язкість 100-150 кДж/м<sup>2</sup>, модуль пружності при вигині 540-580 Н/м<sup>2</sup> (5400-5800 кг/см<sup>2</sup>) і стійкість до розтріскування не менше 500 годин. Він випускається у вигляді порошку і призначений для виготовлення методом пресування різних технічних виробів, несучих великі ударні навантаження .

**Поліпропілен** є високомолекулярним продуктом, що одержується стереоспецифічною полімеризацією пропілену при низькому тиску у присутності каталізатора Циглера -Натта. Відрізняється вищою температурою плавлення, чим поліетилен, хімічною стійкістю, водостійкістю. Проте чутливий до дії кисню і сильних окислювачів. Водостійкий.

Поліпропілен випускається у вигляді композиції із стабілізаторами, фарбниками і іншими добавкам.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	10	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Починаючи з середини 60-х років, інтерес до поліпропілену стійко росте у всьому світі. Він обумовлений з одного боку, сприятливим поєднанням фізичних, хімічних, термічних і електричних властивостей і доброю переробкою полімера, а з іншого боку – доступною і стабільною сировинною базою, дешевшою, ніж етилен або стирол. Все це забезпечує поліпропілену міцне і конкурентно здатне положення на світовому ринку. Вданий час до 70% ПП у всьому світі переробляється в термоформовочні вироби і волокно. Решта кількість приходиться на екструдовані вироби і плівку.

Поліпропіленові орієнтовані плівки вдало витісняють целофан, неорієнтовані конкурують з ПЕВТ і ПВХ. Плівки, одержані плоско щільною екструзією і неорієнтовані роздувні широко застосовуються в різних областях упаковки. Це обумовлено головним чином гарною прозорістю в порівнянні з плівками з ПЕВТ в поєднанні з чудовою зварюваністю на пакувальних машинах.

Позначення поліпропілену і композиції на його основі складається з назви матеріалу "поліпропілен" або "сополімер" і п'яти цифр. Перша цифра 2 або 0 - вказує на те, що процес полімеризації протікає на комплексних метало-органічних каталізаторах при низькому або середньому тиску відповідно. Друга цифра вказує вид матеріалу: 1 - поліпропілен, 2 - сополімер пропилена. Три подальші цифри означають десятиразове значення показника текучості розплаву. Далі через тире вказують номер рецептури стабілізації. Далі сорт полімеру і позначення стандарту ГОСТ 26996 – 86.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	11	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

Таблиця 1.1 Марки поліпропілена його сополімерів, рекомендований метод переробки і призначення

Марка	Застосування	Метод переробки
21012	Труби; вироби, що контактують з харчовими продуктами	Екструзія, лиття
21015	Труби, листи	Теж
21020	Вироби технічного призначення	-
21030	Вироби конструктивного призначення	-

**Полістирол** - синтетичний термопластичний твердий, аморфний полімер. Продукт полімеризації стиролу. Масово випускається у формі полістиролу загального призначення.

Полістирол загального призначення - прозорий, офарблюється добре, представляє собою продукт полімеризації стиролу в масі або в суспензії, або в емульсії, і призначений для виготовлення виробів різними методами термоформовання. Залежно від властивостей і призначення відповідно до ГОСТ 20282-86 установлені наступні марки полістиролу загального призначення:

одержуваного полімеризацією в масі:

ПСМ-115 - для виготовлення методом лиття під тиском виробів технічного призначення й товарів народного споживання;

ПСМ-111 - підвищеної теплостійкості, для виготовлення світлотехнічних виробів методом лиття під тиском і товарів народного споживання;

ПСМ-118 - для виготовлення методом лиття під тиском виробів складної конфігурації технічного призначення й товарів народного споживання. Марка характеризується високою плинністю;

ПСМ-151 - підвищеної теплостійкості й низкою плинності, для виготовлення аркушів, профілів, плівок і ниток методом екструзії, товарів

					ПД (б) 55.01 ПЗ	12	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

народного споживання; для виробництва ниток призначений тільки вищий сорт;

суспензійного:

ПСС - для виробів технічного призначення й товарів народного споживання;

емульсійного:

ПСЭ-1 - для одержання пінопластів;

ПСЭ-2 - для продукції технічного призначення; допускається застосування для виготовлення піноплит.

Умовна позначка марок полістиролу загального призначення складається зі скороченого призначення матеріалу (ПС), способу одержання (Е - емульсійний; М - полімеризація в масі (блочний); С - суспензійний), цифрового позначення марки, вказівки рецептури світлостабілізації, найменування кольорів, вказівки рецептури фарбування кольору, сорти й позначення стандарту. У позначення поверхово обробленого полістиролу вводять буквенний еквівалент «С» перед вказівкою сорту.

Приклад умовної позначки полістиролу загального призначення блокового марки 111, світлостабілізованого, червоного кольорів, вищого сорту за ДСТ 20282-86:

ПСМ-111-20, червоний, рец. 136П, вищий сорт ДСТ 20282-86.

Приклад умовної позначки полістиролу загального призначення блочної марки 151, незабарвленого, поверхово обробленого, першого сорту за ДСТ 20282-86:

ПСМ-151 «С», перший сорт ДСТ 20282-86.

Звичайне позначення полістиролу на українському ринку ПС, але можуть зустрічатися й інші позначення: PS або GPPS або PS-GP або XPS або Crystal PS (полістирол загального призначення), УП або УПС або НІPS або PS-НІ або PS-I (ударотривкий полістирол), МІPS або ІPS або PS-I

					ПД (б) 55.01 ПЗ	13	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

(ударотривкий полістирол середньої ударної міцності), SHIPS (ударотривкий полістирол надвисокої ударної міцності).

Крім полістиролу загального призначення й ударотривкого полістиролу промисловістю випускається широка розмаїтість модифікацій і сополімерів стирола. Зокрема, еластомери, що володіють здатністю до великих оборотних деформацій за рахунок часткового розгортання хаотично згорнутих ланцюгових молекул полімеру, і синдіотактичний полістирол, одержуваний на металоценових каталізаторах й дуже високою твердістю й термостійкістю.

Будова: Полістирол  $(-C_6H_5-CH-CH-)_n$  є продуктом полімеризації стирола, що являє собою сполучення неграничного вуглеводню етилена з ароматичним радикалом фенілом -  $C_6H_5$  (фенілетилен):



При полімеризації радикали виніла утворюють полімерний ланцюг з бічними фенільними групами (бензольними кільцями). По характеру просторового розташування фенільної групи щодо молекулярного ланцюга розрізняють:

атактичний полістирол - характеризується тим, що в ньому бензольні кільця розташовані по обидва боки ланцюга зовсім неупорядковано;

ізотактичний полістирол - у його макромолекулі всі бензольні кільця розташовані з одного боку сторони ланцюга;

синдіотактичний полістирол - у його полімерному ланцюзі бензольні кільця розташовані строго альтернативно - по черзі ліворуч і праворуч від центрального ланцюга, упорядкованість розташування бічних груп надає синдіотактичному полістиролу високу твердість і термостійкість.

Найбільше промислове значення має атактичний полістирол.

Одержання: Сировиною для виготовлення полістиролу служить продукт нафтосинтеза - стирол. Як правило, полістирол випускають у вигляді циліндричних гранул розміром 2-5 міліметрів.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	14	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

У промисловості полістирол загального призначення одержують радикальною полімеризацією стиролу наступними методами.

Термічною полімеризацією в масі (блоці) за безперервною схемою в системі послідовно з'єднаних 2-3 апаратів з мішалками. Заключну стадію процесу часто проводять в апараті колонного типу. Початкова температура реакції 80-100 °С, кінцева – 200-220 °С. Реакцію переривають при ступені перетворення стиролу 80-90%. Непрореагувавший мономер видаляють із розплаву полістиролу під вакуумом і потім з водяною парою до вмісту стиролу в полістиролі 0,01-0,05%. У полістирол уводять стабілізатори, барвники, антипірени й інші добавки й гранулюють. Блоковий полістирол відрізняється високою чистотою. Ця технологія найбільш економічна й практично безвідхідна, оскільки непрореагувавший стирол повертається на полімеризацію.

Суспензійною полімеризацією за періодичною схемою в реакторах об'ємом 10-50 м<sup>3</sup>, які обладнані мішалкою й сорочкою. Стирол суспендують у демінералізованій воді, використовуючи різні стабілізатори емульсії. Ініціатор полімеризації розчиняють у стиролі. Процес ведуть при поступовому підвищенні температури від 40 до 130 °С під тиском протягом 8-14 год. З отриманої суспензії полістирол виділяють центрифугуванням, після чого його промивають і сушать. Процес зручний для одержання й сополімерів стиролу. Цим же методом в основному виробляють і пінополістирол.

Емульсійною полімеризацією за періодичною схемою. Цим методом одержують полістиролу найбільш високої молекулярної маси.

Ударотривкий полістирол одержують головним чином термічною полімеризацією в масі за безперервною схемою так само, як і полістирол загального призначення, і так званім блочно-суспензійним способом за періодичною схемою. У першому випадку бутадієновий або бутадієн-стирольний каучук подрібнюють і розчиняють у стиролі (4-15%-а

					ПД (б) 55.01 ПЗ	19	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

концентрація). При нагріванні й інтенсивному перемішуванні розчину протікає реакція полімеризації стиrolу й щеплення його на каучук. Після утворення 2-3% полістиролу реакційне середовище розшаровується на стиrolьну фазу (розчин полістиролу в стиrolі) і каучукову (розчин каучуку й щепленого сополімера в стиrolі). Утворення щепленого сополімера протікає на границі розділу фаз. Структура, розміри дискретної каучукової фази, вміст у ній оклюдованого полістиролу залежать від інтенсивності перемішування, концентрації основних компонентів і добавок, що модифікують. При ступені перетворення стиrolу 30-40% реакційна система через високу в'язкість стає стабільною й перемішування вже не потрібно. На завершальній стадії процесу відбувається часткове зшивання каучуку в частках мікрогелю, у результаті чого зростає їхня стійкість до здвигових деформацій. Продукт являє собою розплав ударотривкого полістиролу утримуючого 0,5-10% непрореагувавшего стиrolу, що видаляють у вакуумі, а полімер гранулюють.

При блочно-суспензійному способі спочатку полімеризацію проводять у масі (як описано вище) до ступеня перетворення стиrolу 30-40%. Потім реакційну масу суспендують у воді при інтенсивному перемішуванні й проводять суспензійну полімеризацію до граничного ступеня перетворення стиrolу.

Основними виробниками полістиролу для російського ринку є «Нижекамскнефтехим», «Салаватнефтеоргсинтез» і концерн «Стирол». Зокрема, «Салаватнефтеоргсинтез» робить марки полістиролу УПМ 0508, УПМ 0703, УПС 0801, УПС 0803, ПСМ 115.

Використання: Полістирол посідає четверте місце у світовому таблиці про ранги полімерів - 7,5% світового ринку. Він відноситься до термопластів загальнотехнічного призначення. Має гарні міцнісні властивості, прозорість й прекрасний зовнішній вигляд, полістирол широко використовується у виробництві товарів побутового й культурно-побутового призначення,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПД (б) 55.01 ПЗ					16	Арк.



будівництві, світлотехніці, медичній техніці, рекламі. Оскільки полістирол є прекрасним діелектриком, що добре працює при низьких і високих частотах, він ефективно застосовується в електротехніці, у тому числі для виготовлення тонких орієнтованих конденсаторних плівок. Крім того, полістирол є вихідним матеріалом для виробництва пінополістирола.

Технологія виробництва виробів з полістиролу розроблена досить глибоко. Він переробляється всіма методами переробки термопластів, добре зварюється й склеюється, сполучається із пластифікаторами, добре офарблюється. Його переробляють литтям під тиском при 190-230 °С и температурі литтєвих форм 50-60 °С и екструзією при 130-190 °С. Для фарбування полістиролу розроблені спеціальні марки барвників і гранульованих концентратів пігментів. Іноді для полістиролу підходять барвники, розроблені для поліолефінів.

Полістирол використовують як конструкційний матеріал замість дерева й металів для виготовлення корпусів приладів й апаратів, об'ємних деталей побутових і промислових холодильників, контейнерів, ємностей, посуду разового користування, меблів, канцтовар, іграшок, освітлювальних приладів й арматури до них, світлофільтрів, валіз, авторучок, упакування для косметики, візитних карток, кабельної ізоляції.

Орієнтований полістирол товщиною менш 75 мкм використовують для «віконець» у картонних пакувальних коробках. Більше товсті плівки використовуються для одержання стаканчиків для торговельних автоматів, упакування у вигляді підношень для фасованого свіжого м'яса, для того, щоб бачити при покупці обидві сторони продукту, що впаковує.

У сучасній будівельній індустрії, а також інших галузях всі частіше використовують екструдований полістирол (екструзійний полістирол). Для виготовлення прозорих аркушів використовується полістирол з меншим процентним вмістом добавок. При цьому одержують полістирол загального призначення (GPPS), що має відносну крихкість і меншу пластичність.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	17	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Екструдований полістирол загального призначення виготовляється у вигляді прозорих, молочних, кольорових аркушів. Устаткування для виробництва цього типу матеріалу - екструзійні плоскощілеві лінії. Екструдований полістирол - аркушевий пластик, що працює при тривалій експлуатації під впливом постійного ультрафіолетового впливу. Полістирол екструзійний загального призначення застосовується у виготовленні шибок, вивісок, перегородок, душових кабін, розсіювачів світла, оранжерей, теплиць, підставок, цінників, дверей, фурнітури, плівки.

Виготовляють із полістиролу й наступні вироби: деталі холодильників і доїльних апаратів; вироби, призначені для контакту при кімнатній температурі із сухими, сипучими, водомісткими харчовими продуктами, фруктово-овочевими соками, фруктами, овочами, ягодами: підноси, піддони, хлібниці, цукорниці, сухарниці, мірні кружки, вази, склянки, банки для сипучих продуктів; деталі встаткування, що переробляє харчові продукти: овочерізки, тертки, соковижималки; предмети побуту: футляри для зубних щіток, гребінця, мильниці, облицювання дитячих ванночок.

Окремий сегмент сучасного ринку - рециклінг полістиролу. Багато компаній у світі спеціалізуються на покупці полістирольних відходів з подальшою переробкою й продажем або використанням вторинного полістиролу. Як правило, для цього застосовується технологія екструдкування очищених відходів і наступним дробленням й одержанням вторинного гранульованого матеріалу придатного для виготовлення виробів.

В даному дипломному проєкті передбачається використання вторинного поліетилену, поліпропілену, полістиролу при виготовленні полімерних виробів методом лиття під тиском з метою збереження матеріальних ресурсів та охорони навколишнього середовища, що є досить актуальним в наш час.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	18	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

### 2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ

Технологічні властивості термопластів характеризують їх можливість бути переробленими у виробі. Вибір методу переробки і оптимізація технологічних параметрів переробки здійснюється з урахуванням таких технологічних параметрів полімерів, як показник текучості розплаву, гранулометричний склад, вологість та вміст летких, насипна густина. Виходячи з цих характеристик можна правильно вибрати температуру і тиск при переробці, розрахувати розміри форм, матеріального циліндра [ 3 ].

Текучість – здатність полімерних матеріалів до в'язкості течії під дією тепла і тиску. Для оцінки міри текучості термопластів користуються показником текучості розплаву ПТР.

Полімер може характеризуватись такими температурами переходів:

$T_{кр}$  – температура крижкості;

$T_c$  – температура склування;

$T_T$  – температура текучості (плавлення);

$T_d$  – температура деструкції;

$T_k - T_c$  – склоподібний стан;

$T_T - T_d$  – в'язкотекучий стан;

Фізичні перетворення в полімері відбуваються в інтервалі  $T_c - T_d$ , а хімічні – з  $T_d$ .

Величина температурного інтервалу переробки залежить від будови полімеру і може мати різні значення, (°C):

Поліпропілен:  $T_T - 170$ ;  $T_d - 300$ ;  $T - 130$ .

Поліетилен:  $T_T - 110$ ;  $T_d - 300$ ;  $T - 190$ .

Полівінілхлорид:  $T_T - 165$ ;  $T_d - 170$ ;  $T - 5$ .

Поліамід:  $T_{пл} - 220$ ;  $T_d - 260$ ;  $T - 40$ .

												19	Арк.	
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата	ПД (б) 55.01 ПЗ									

Величина температурного інтервалу (  $T_r - T_d$  ) обумовлює простоту технологічного процесу переробки полімерів з розплаву. Чим більше інтервал, тим більше можливостей зміни технологічних режимів і переробки, а отже можливість зменшити трудовитрати, розширити методи переробки та конструкції оснастки.

Під час переробки заповнення форми відбувається при високому тиску. При зростанні тиску закономірно збільшується густина розплаву, відбувається зближення макромолекул і зростає міжмолекулярна взаємодія, отже і в'язкість. Ці зміни відбуваються до критичного значення  $P$ , при якому  $\eta$  досягає твердого тіла  $P_{кр}$  залежить від температури.

Для ПЕ:  $P_{кр} = 60 \text{ МПа}$  при  $T = 150 \text{ }^\circ\text{C}$

$P_{кр} = 120 \text{ МПа}$  при  $T = 165 \text{ }^\circ\text{C}$ [1].

Тиск прискорює впорск, зменшує усадку, продовжує час охолодження. Збільшення тиску лиття сприяє підвищенню міцності виробів. Тиск лиття створюється черв'яком у вузлах пластикації і залежить від зусилля діючого на черв'як, від температури розплаву, від опору просування матеріалу. Тому для створення максимального тиску, необхідно прагнути до збільшення зусилля, що діє на черв'як, підвищеною температури розплаву, скорочення ливникових каналів, збільшенню їхнього перетину, збільшення сил тертя.

Температурний режим істотно впливає на зменшення зносу форми і фіксацію внутрішніх напруг. Температура матеріалу визначає текучість розплаву, густину, ступінь орієнтації макромолекул при плинні.

Тривалість заповнення форми залежить від конструкції литтєвої системи і особливостей форми виробів. Збільшення часу упорску призводить до охолодження розплаву, підвищення хрупкості й ступеня орієнтації. Із зростом швидкості упорску підвищується температура за рахунок розігріву в соплі. Швидкість лиття істотно впливає на властивості виробів в цілому [ 3 ]. Як бачимо, температура розплаву значно впливає на механічні властивості виробів, з її ростом у більшості полімерів знижується міцність при розтягу в

					ПД (б) 55.01 ПЗ	20	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

напрямку орієнтації, що пов'язано із зменшенням ступеня орієнтації. З ростом жорсткості полімерного ланцюга цей вплив послаблюється. Водночас, чим вища температура розплаву  $[T_p]$ , тим менша анізотропія властивостей по перетину виробів вздовж і поперек напрямку лиття (при однаковій температурі форми). Підвищення  $T_p$  приводить до появи блиску на поверхні.

Найбільш ефективно впливає підвищений тиск лиття при значній площі перетину впускного ливникового каналу – в цьому разі підвищений тиск діє протягом більш тривалого часу. Збільшення тиску лиття сприяє підвищенню міцності виробів, яка зростає тим більше, чим ближча температура розплаву до оптимальної: [ 3 ].

Міцність виробів залежить також від температури форми. Для армованих виробів цей вплив виражений більш слабо, що пов'язано в основному з характером зміни орієнтацій них процесів. При низькій температурі форми охолодження відбувається швидко - це фіксує орієнтаційні процеси, сповільнює релаксацію.

На властивості кристалічних полімерів впливає ступінь кристалічності. Підвищення температури форми сповільнює процес охолодження сприяє більш глибокому протіканню кристалізації. Тому з ростом температури модуль пружності і міцність кристалічних полімерів зростають, а ударна в'язкість зменшується.

Тривалість заповнення форми (швидкість упорскування) залежить від конструкції литтєвої системи і особливостей форми виробу. Збільшення часу упорскування приводить до охолодження розплаву, зростання в'язкості і ступеня орієнтації. Із зростанням швидкості упорскування підвищується температура за рахунок розігріву у соплі. Чим вона вища, тим менше час упорскування впливає на усадку. Термічні напруження можна знизити зменшенням температур між матеріалом і формою, зміною конструкції виробу та прогрівом готових виробів.

Враховуючи усе вище сказане, можна зробити висновок, що для одержання виробів методом лиття під тиском, найбільш підходять поліолефіни, а саме: поліетилен, поліпропілен та полістирол.

### **Поліетилен**

Властивості поліетилену НЩ і ВЩ.

Для ПЕНЩ індекс розплаву рівний 0,0003 –0,020 кг/хв., а для ПЕВЩ він рівний 0,001-0,010 кг/хв.

Ступінь кристалічності полімеру з підвищенням температури зменшуються і при температурі плавлення (109-110 °С) ПЕНЩ стає аморфним.

Поліетилен володіє високою водостійкістю, водопоглинення ПЕНЩ за 30 діб при 20 °С складає 0,04%, а ПЕВЩ 0,03-0,04%. Поліетилен не розчиняється при кімнатній температурі в органічних розчинниках. При температурі вище 70 °С набухає і розчиняється в хлорованих і ароматичних вуглеводнях хімічна стійкість ПЕВЩ до дії розчинників, масел і жирів більше, ніж ПЕНЩ. Полімери стійкі до дії концентрованих кислот, лугів і водних розчинів солей. Концентрована сірчана і соляна кислоти практично не діють на поліетилен. Азотна кислота і ін. сильні окислювачі руйнують поліетилен.

Плівки з ПЕНЩ відрізняється високою газопроникністю, проте проникність по відношенню до водяної пари дуже низька, тому вони широко застосовуються як пакувальний матеріал. Стійкість до старіння ПЕНЩ небагато вища, ніж ПЕВЩ. Поліетилен (НЩ і ВЩ) всіх марок є фізіологічно нешкідливим, тому він широко застосовується в житловому будівництві, в медицині, а також для отримання різних побутових виробів і товарів народного споживання.

Унаслідок своєї висококристалічної структури і підвищеної молекулярної маси ПЕНТ є жорстким і тугоплавким. Тому місткість,

						ПД (б) 55.01 ПЗ	22	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

виготовлена з цього поліетилену, при падінні з певної висоти руйнується, необоротно деформується.

ПЕВТ характеризується високою морозостійкістю. При температурі - 70°C і нижче гнучкість ПЕВТ зберігається. Вироби з нього при падінні не руйнуються. Але цей поліетилен має нижчі деякі фізико-механічні характеристики, що не відповідає заданому комплексу властивостей.

### **Поліпропілен**

Поліпропілен є поряд з ПЕВЩ одним з найбільш перспективних полімерів для виробництва товарів побутового призначення. Зростаючий інтерес до ПП не випадковий. Він обумовлений, з одного боку, сприятливою комбінацією фізико-механічних, хімічних, теплофізичних і електричних властивостей, а також його гарною переробкою, а з іншого боку, доступністю необхідного для його виробництва мономера, більш дешевого, ніж етилен і стирол, що створює йому міцне конкурентоспроможне положення на світовому ринку. Це положення ПП забезпечується досягнутим уже значним прогресом у технології його виробництва й інтенсивною діяльністю в області її вдосконалення.

ПП внаслідок особливостей структури легше інших термопластів зазнає модифікації й наповненню з метою вдосконалювання його експлуатаційних властивостей. ПП є одним з найбільш легких полімерів (щільність його становить 910 кг/м<sup>3</sup>), тому основним його споживачем є харчові галузі промисловості, де він використовується не тільки у виробництві плівок, але й для одержання флаконів, тазів, ящиків, а також транспортної тари. Поліпропілен має в порівнянні з іншими полімерами більш високу теплостійкість, у зв'язку, із чим одержувані з нього виробу можна піддавати стерилізації. Недоліками ПП є низька світлостійкість, а також мала деформованість при мінусових температурах (низька морозостійкість). Ці недоліки можна усунути модифікацією при створенні й переробці

							ПД (б) 55.01 ПЗ	23	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

композицій на основі ПП. Переробляється ПП тими ж методами, що й ПЕВЩ.

### **Полістирол**

Полістирол - термопластичний матеріал, що володіє високою твердістю й гарними діелектричними властивостями, хімічно стійкий стосовно лугів і кислот, крім азотної й оцтової. Полістирол не розчиняється в нижчих спиртах, аліфатичних вуглеводнях, фенолах, простих ефірах. Розчиняється у власному мономері, ароматичних і хлорованих вуглеводнях, складних ефірах, ацетоні. Стійкий до радіоактивного опромінення, але стійкість до ультрафіолетових променів невелика. Полістирол легко формується й офарблюється. Добре обробляється механічними способами. Без складнощів склеюється. Має низьке вологовбирання й високу вологостійкість і морозостійкість. Фізіологічно нешкідливий. Виробу з полістиролу мають високий глянець.

### **Характеристика сировини**

#### **Поліетилен низького тиску ГОСТ 16338-85**

Поліетилен марки 276-73 поєднує високу жорсткість з хорошою ударною в'язкістю і стійкістю до розтріскування, що дозволяє виготовляти ємності із зниженою вагою. Має високі характеристики формування і зовнішній вигляд, особливе при виготовленні малих ємностей — до 20 л, вживаних для упаковки молока, води, вибілювачів і т.д.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	24	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



Таблиця 2.1 Технічні вимоги

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Норма	Метод випробування
Густина при 23 °С	кг/м <sup>3</sup>	956-961	ASTM D 1505
Показник текучості розплаву, 190°С/5,0 кг	г/10 хв.	2,6-3,2	ASTM D 1238
Показник текучості розплаву, 190°С/2.16кг	г/10 хв.	0,65-0,80	ASTM D 1238
Розкид показника текучості розплаву в межах партії, не більш	%	± 10	ASTM D 1238
Межа текучості при розтягуванні, не менше	МПа(кгс/см <sup>2</sup> )	25,5 (260)	ASTM D 638
Міцність при розриві, не менше	МПа(кгс/см <sup>2</sup> )	27,4 (280)	ASTM D 638
Відносне подовження при розриві, не менше	%	700	ASTM D 638
Стійкість до розтріскування (50°С, 100% Igepal, F 50), не менше	година	8	ASTM D 1693

Великогабаритні пластмасові вироби домашнього призначення виготовляються методом лиття під тиском з поліетилену низького тиску марки 277-73.

Поліетилен марки 277-73 — стійкий до термоокисного старіння. Поєднує високу жорсткість з низьким викривленням і відмінним глянцем. Застосовується для виготовлення методом лиття під тиском домашньому начинню, ковпачків до аерозольних упаковок, деталей медичних шприців і голків, дитячих іграшок, великогабаритних технічних виробів.

Таблиця 2.2 Технічні вимоги

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Норма	Метод випробування
Густина при 23 °С	кг/м <sup>3</sup>	956-962	ASTM D 1505
Показник текучості розплаву, 190°С/2,16 кг	г/10 хв.	5,0-7,0	ASTM D 1238
Показник текучості розплаву, 190°С/5,0 кг	г/10 хв.	17,0-25,0	ASTM D 1238
Розкид показника текучості розплаву в межах партії, не більш	%	±10	ASTM D 1238

З поліетилену низького тиску марок 273-79 і 273-83 (ТУ 2211-004-50236110-2001) виготовляються високоякісні каналізаційні труби з гладкими поверхнями, трубопроводи для водопостачання, зрошувальні системи

Таблиця 2.3 Технічні вимоги

Найменування показників	Одиниця вимірювання	Норма	Метод випробування
Густина при 23 °С	кг/м <sup>3</sup>	950-954	ASTM D 1505
Показник текучості розплаву, 190°С/2,16 кг	г/10 хв.	0,08-0,12	ASTM D 1238
Показник текучості розплаву, 190°С/5,0кг	г/10 хв.	0,40-0,55	ASTM D 1238
Межа текучості при розтягуванні, не менше	МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	22,6 (230)	ASTM D 638
Міцність при розриві, не менше	МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	29,4 (300)	ASTM D 638
Відносне подовження при розриві, не менше	%	800	ASTM D 638
Стійкість до розтріскування (50°С, 100% Igepal, F 50), не менше	година	500	ASTM D 1693

### Поліетилен високого тиску ГОСТ 16337-77

Основні технічні характеристики поліетилену високого тиску наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Поліетилен високого тиску ГОСТ 16337-77

Основні показники	Норма для марки		
	15803-020	15313-003	10803-020
1. Міцність, г/см <sup>3</sup>	0,9190 ± 0,002	0,9205 ±	0,9185 ±
2. Показник текучості розплаву, г/10 хв., з припуском в %	2,0 ± 25	0,3 ± 30	2,0 ± 10
3. Кількість включень. шт. не більше	2	2	2
4. Показник текучості при розтягу, МПа, (кгс/см), не менше	93x10 <sup>5</sup>	98x10 <sup>5</sup>	93x10 <sup>5</sup>
5. Прозорість при розриві, МПа. (кгс/см), не менше	113x10 <sup>5</sup>	137x10 <sup>5</sup>	122x10 <sup>5</sup>
6. Відносне видовження при розриві, %, не менше	600	600	550

					ПД (б) 55.01 ПЗ		26	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

## Поліпропілен

Марки поліпропілену, ВАТ «Московський нафтопереробний завод, що випускається». ТУ 2211-015-00203521-95.

Поліпропілен виробництва ВАТ «Московський нафтопереробний завод» має торгову назву «Каплен». Він виробляється за сучасною технологією «Сферіпол» фірми Хаймонт, Італія. Всі марки і рецептури стабілізації Каплен дозволені ухвалою Мінохоронздоров'я Російської Федерації для контакту з харчовими продуктами, косметичними і фармакологічними препаратами, для виготовлення дитячих іграшок і предметів домашнього вжитку. Каплен є високотехнологічним в переробці матеріалів і має здібність до вторинної переробки.

Таблиця 2.5 Основні показники поліпропілену

Показник	Значення	Показник	Значення
Густина, кг/м <sup>3</sup>	900х910	Модуль пружності при вигині E <sub>н</sub> , МПа	1220х1670
Температура плавлення T <sub>пл</sub> , °С	160х168	Твердість по Роквеллу H <sub>р</sub> , МПа	50х70
Температура розм'якшення по Віка T <sub>в</sub> , °С	140х145	Ударна в'язкість по Ізоду, кДж/м <sup>2</sup>	25х40
Температура крихкості T <sub>хр</sub> , °С	-15х+5	Питомий об'ємний електричний опір γ <sub>у</sub> , Ом*см	1016х1018
Коефіцієнт температурного розширення α, 1/К	(1,1х1,8)х10 <sup>-4</sup>	Тангенс кута діелектричних втрат ід сі при 10 <sup>6</sup> Гц	5х10 <sup>-4</sup>
Межа текучості при розтягуванні Зт.о., МПа	30х38	Діелектрична проникність ε при 10 <sup>6</sup> Гц	2,2-2,4
Відносне подовження при розриві ε, %	200х100	Стійкість до розтріскування при 50°С, ч	1000
Руйнуюча напруга при розтягуванні Зр, МПа	24,5х39	Усадка при литті, %	1,9-2,0

## Полістирол

Полістирол загального призначення досить тендітний, має низьку ударну міцність і малу теплостійкість: температура розм'якшення полістиролу становить 90-95°C. Кращими експлуатаційними властивостями володіють різні сополімери стиролу. Ударотривкий полістирол відрізняється підвищеними показниками ударної в'язкості в широкому діапазоні температур (до -30...-40 °С). Основний недолік - низька термо- і світлостійкість, пов'язана з наявністю каучукової фази.

Властивості полістиролу загального призначення.

1. Щільність - 1050-1080 кг/м<sup>3</sup>.
2. Насипна щільність гранул - 550-560 кг/м<sup>3</sup>.
4. Лінійна усадка у формі - 0,4-0,8 %.
5. Нижня межа робочих температур – (-40 °С).
6. Верхня межа робочих температур 65-75 °С.
7. Електрична міцність при частоті 50 Гц - 20-23 кВ/мм.
8. Питомий поверхневий електричний опір - 1016 Ом.
9. Питомий об'ємний електричний опір  
при витримці під напругою 1 хв. - 1017 Ом·см  
при витримці під напругою 15 хв. - 1018 Ом·см.
10. Коефіцієнт термічного лінійного розширення -  $6 \cdot 10^{-5}$ - $7 \cdot 10^{-5}$  град-1.
11. Коефіцієнт теплопровідності - 0,093-0,140 Вт/м·К.
12. Питома теплоємність -  $34 \cdot 10^3$  Дж/кг·К.
13. Тангенс кута діелектричних втрат при частоті 1 МГц -  $3 \cdot 4 \cdot 10^{-4}$ .
14. Діелектрична проникність - 2,49-2,60.

## 2.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Продукція виготовляється на проєктованому виробництві, виготовляється з високоякісних матеріалів і відповідає необхідним вимогам сучасного ринку (відмінні зовнішні характеристики, зручність в

						ПД (б) 55.01 ПЗ	28	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата				

використанні, доступна ціна та фізико-хімічна відповідність міжнародним стандартам). Виробляється дана продукція методом лиття під тиском згідно ТУ У 64-00480922-42-97.

Технічні умови розповсюджуються на вироби господарського призначення з пластичних мас, виготовляємих методом лиття під тиском:

1) Технічні вимоги по якості виготовлення, вироби та деталі повинні відповідати вимогам ТУ У, кресленням, контрольним зразкам, погодженими між постачальником і замовником в установленому порядку.

2) Основні параметри і розміри за конфігурацією, розмірами і допусками виробів і деталі, яка застосовується для їх виготовлення, повинні відповідати кресленням і контрольним зразкам.

3) Характеристика (властивості). Матеріали, які застосовуються для виготовлення виробу та деталей, повинні бути вказані в погоджених кресленнях і по якості повинні відповідати технологічним вимогам і стандартам.

Поверхня пластмасового виробу та деталі повинна бути гладенькою, без здуття, пористості, раковин, тріщин, недоливів, інерідних включень і відповідати контрольним зразкам.

Продукцією, що проектується є:

- корпус горщика для квітів, маса виробу - 150 г, матеріал: поліпропілен;  
- підставка під горщик для квітів, маса виробу - 40 г, матеріал: поліетилен.

- лійка, маса виробу - 30 г, матеріал: поліпропілен;  
- миска, маса виробу - 65 г, матеріал: поліпропілен;  
- втулка, маса виробу - 10 г, матеріал: полістирол.

Вся продукція може використовуватися в температурному режимі від -28 до +65°C.

Креслення виробу втулка наведено на рис. 2.1.

						ПД (б) 55.01 ПЗ	29	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата				

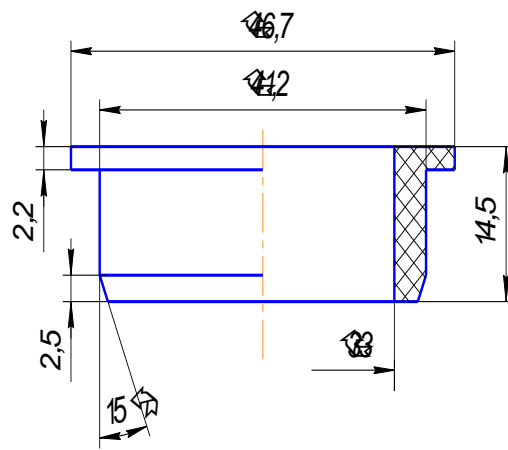


Рисунок 2.1. Втулка

					ПД (б) 55.01 ПЗ	30	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

### 3. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Виробництва по переробці пластмас по принципу організації і своїй структурі можуть бути:

- спеціалізованими підприємствами;
- структурними підрозділами (цехом, відділенням, ділянкою) центральних підприємств;
- структурним підрозділом підприємств іншого профілю.

В залежності від об'єму переробки (для лиття під тиском):

- 1-й клас-до 100 т/рік;
- 2-й – 101-500 т/рік;
- 3-й – 501-1000 т/рік;
- 4-й -1001-3000 т/рік;
- 5-й – більше 3000 т/рік

В залежності від серійності: одиничні, дрібносерійні, серійні, крупносерійні, масові.

Одним з основних методів переробки пластмас є лиття під тиском. Основними перевагами цього методу є: висока продуктивність, можливість виготовлення широкого асортименту виробів різноманітної конфігурації масою від десятих грамів до декількох десятків кг., висока точність розмірів, високий рівень автоматизації.

В проектуємому виробництві використовується метод лиття під тиском при змінній температурі форми. В момент заповнення форми, тобто в момент упорскування, форма нагріта до температури близької до температури 50 – 60 °С . Після упорскування форма охолоджується, внаслідок цього значно подовжується цикл лиття. Спосіб використовують тоді, коли потрібно сформувати тонкостінний полімерний виріб, який характеризується вузьким інтервалом  $T_p \dots T_d$ , або високою температурою кристалізації.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	31	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## Опис процесу лиття під тиском

Процес лиття є дискретним процесом, в якому періодично змінюється як стан матеріалу, так і дія на нього різних елементів обладнання та оснастки, полягає в розм'ягшенні матеріалу до в'язкотекучого стану в циліндрі литтєвої машини і наступного переміщення його в литтєву форму, де матеріал, охолоджуючись, твердіє, зберігаючи при цьому конфігурацію внутрішньої порожнини форми.

Якість виробів, що виготовляються методом лиття під тиском у значній мірі залежить від режимів переробки, підготовки сировини, а також точного дотримання параметрів процесу за часом.

Лінія лиття під тиском по умовам експлуатації призначена для роботи у районах з помірним кліматом у закритому вентильованому виробничому приміщенні.

Суть процесу виготовлення виробів із пластмас литтям під тиском полягає в тому, що полімер у матеріальному циліндрі литтєвої машини плавиться, гомогенізується, нагрівається до необхідної температури і потім за допомогою черв'яка, що виконує роль плунжера, впорскується в попередньо зімкнену форму, температура якої значно менша від температури розплаву, застигає, набуває форми виробу.

У відповідності з умовами затарювання сировини підприємствами-виробниками на підприємствах з переробки пластмас методом лиття під тиском передбачається приймання сировин в контейнерах і мішках. При їх транспортуванні і складуванні запобігають попаданню води, мастил на мішки. Зберігається на складі за однотипними партіями.

На виробництві здійснюється вхідний (на відповідність державним стандартам) та поточний (під час запуску і ведення виробництва) контроль сировини. Сировина, що надходить на підприємство в будь-якій упаковці, супроводжується документом (паспортом), в якому вказуються його основні характеристики та відповідність ГОСТ або ТУ.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	32	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



Вхідний контроль здійснюється для визначення параметрів переробленої сировини, а також відповідності характеристик, вказаних в супроводжувальному документі. При цьому визначається однорідність матеріалу в партії та показник текучості розплаву. Визначення основних технологічних і фізико-механічних показників сировини проводиться в лабораторії, яка має ділянки технологічних, фізико-механічних і хіміко-аналітичних випробувань.

Підготовка матеріалу виконується в залежності від технічних умов по його переробці, вимог до якості готової продукції, до поверхні виробів і до їх фарбування. Для цього у відділенні підготування виконується операція сушки сировини і змішування її з концентратами барвників. Сушка сировини відбувається в сушильній камері за допомогою пари.

Транспортування сировини з бункерів до литтєвої машини відбувається за допомогою централізованого напірного пневмотранспорту.

Матеріал надходить у бункер завантаження литтєвої машини, звідки поступає до матеріального циліндру, де відбувається процес пластикації. Цей процес здійснюється періодично після упорскування чергової порції розплаву шляхом перевodu гранульної полімерної композиції із склоподібного стану у в'язкотекучій, при переміщенні його вздовж матеріального циліндру литтєвої машини. Пластикація включає плавлення, гомогенізацію і дозування.

В матеріальному циліндрі є 4 зони:

- зона завантаження, ділянка черв'яка від завантажувального отвору до появи шару розплаву;
- дві зони пластикації, при проходженні через які з'являється тонка плівка розплаву, полімер плавиться, зменшується глибина нарізки, тому ще ці зони називають зонами стиснення. Плавління полімеру відбувається в циліндрі за рахунок передачі теплоти від нагрітих стінок циліндра, а також внаслідок дисипації енергії в'язкої течії розплаву в каналах черв'яка та від тертя матеріалу об стінки циліндра, шнека і між

					ПД (б) 55.01 ПЗ		33	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата				

собою;

- зона дозування, в якій матеріал знаходиться в повністю розплавленому в'язкотекучому стані (стає гомогенним).

Етапи гомогенізації і дозування суміщені і протікають, коли шнек відходить, за рахунок тиску, що створюється в накопиченій дозі розплаву, яка набирається на виході з шнека при його обертанні. Дозування здійснюється, як правило, після закінчення витримки під тиском попереднього циклу і узгоджується з тривалістю витримки охолодження виробу і розмикання форми. Для покращання гомогенізації розплаву на шнек за допомогою вузла упорскування подається тиск. В результаті тиск у накопиченій дозі повинен зрости, щоб перемістився шнек.

Цикл лиття починається з операції змикання форми і підводу вузла впорскування. Змикання здійснюється після встановленої технологічної паузи, яка передбачена після зняття попереднього виробу. Змикання здійснюється внаслідок переміщення рухомої плити машини, на якій закріплена рухома напівформа.

Підвід вузла впорскування до форми здійснюється окремим механізмом, який переміщує весь матеріальний циліндр. Внаслідок цього сопло циліндра упирається в ливникову втулку форми, і створює необхідний тиск, якій запобігає витіканню розплаву.

Заповнення литтєвої форми є визначальним етапом литтєвого формування. Загальною вимогою під час цього процесу є повне заповнення порожнини форми монолітом і якомога однорідним розплавом. При литті під тиском термопластів упорскування гарячого розплаву здійснюється в холодну форму. Заповнення порожнини форми відбувається з безперервним охолодженням розплаву, шляхом підводу води до головки литтєвої машини.

Під час упорскування, яке відбувається під дією високого тиску лиття спостерігається саморозігрів розплаву внаслідок дисипації енергії в'язкої течії з високою швидкістю в ливникових каналах. Якість заповнення форми

					ПД (б) 55.01 ПЗ	34	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

значно залежить від швидкості впорскування, геометрії порожнини і температури розплаву і форми.

Після заповнення порожнини форми тиск в формі зростає до тиску формування, який необхідний для створення потрібної монолітності виробу. Одночасно відбувається суттєве охолодження розплаву, а отже збільшення його густини, що приводить до зменшення об'єму (збіг). Витримка практично завершується, коли матеріал застигає у впускних каналах. Отже за рахунок витримки відбувається додаткове нагнітання розплаву в форму, внаслідок чого матеріал ущільнюється, оскільки в формі підтримується необхідний тиск формування, що суттєво впливає на фізико-механічні характеристики виробу, при цьому усувається брак.

Після охолодження виробу проходить розмикання форми. Рухома напівформа відходить, як правило, разом із виробом і стержнем центрального ливника. При відході напівформи в крайнє положення виріб виштовхується при допомозі виштовхувальної системи.

### **Технологічний процес виробництва полімерних виробів методом лиття під тиском**

Технологічний процес лиття під тиском складається з таких стадій :

- прийом сировини;
- контроль якості сировини;
- збереження сировини;
- розтарювання сировини;
- підготовка сировини;
- транспортування сировини до литтєвої машини;
- формування виробів;
- контроль якості сировини;
- механічна обробка і термообробка сировини;
- дроблення відходів;
- контроль ВТК;

					ПД (б) 55.01 ПЗ	39	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- пакування готової продукції;
- транспортування продукції.

### **Приєм сировини**

У відповідності до умов затарювання сировини підприємствами-виробниками, на підприємствах з переробки полімерних матеріалів методом лиття під тиском передбачається прийом сировини в цистернах, контейнерах, мішках.

Сировина з контейнерів розтарюється і подається пневмотранспортом в цехові проміжні ємності.

Із цистерн сировина пневмотранспортом подається в ємності, об'єм яких дорівнює або більше об'єму цистерн.

Сировина в мішках транспортується з вагонів системами транспортерів, укладається партіями на піддон та міжцеховим транспортом перевозиться на склад.

### **Контроль якості сировини**

Це важлива стадія, від якої значно залежить протікання технологічного процесу формування виробів. Здійснюють вхідний, поточний та арбітражний контроль.

Вхідний здійснюється для перевірки відповідності матеріалу державному стандарту. Поточний використовується для встановлення і корекції технологічних параметрів; підбору необхідної партії; перевірки терміну зберігання; при усередненні партії.

Проби відбираються з кожної партії окремо, при цьому охоплюється не менше 10% тари в кожному випадку. Визначають властивості (технологічні характеристики) і перевіряють їх відповідність даним паспорту і державному стандарту.

На їх основі проводиться корекція технологічного режиму або визначається придатність сировини до переробки, чи додаткової обробки.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	36	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

При не відповідності сировини хоча б по одному показнику забороняється вживання її у виробництві і вона передається на арбітражний контроль.

### **Зберігання сировини**

Сировина, яка надійшла в мішках, зберігається партіями на заводському складі. Сировина зберігається стелажним способом на піддонах.

### **Розтарювання сировини**

Сировина, яка надійшла в мішках, із заводського складу привозиться в цех,

де розтарюється на спеціальній установці. Термопласти пневмотранспортом

подаються в цехові ємності або перетарюються в технологічні ємності і зберігаються в цеховому складі.

### **Підготовка сировини**

Підготовка термопластичних матеріалів виконується в залежності від технічних умов з їх переробки, вимог до якості готової продукції, до поверхні виробів та до їх забарвлення. В зв'язку з цим у відділі підготовки виконуються операції сушіння сировини та змішування його з концентратами барвників, з вторинною сировиною.

Вологість сировини є одним з важливих параметрів, які впливають на якість литєвих виробів. В зв'язку з цим деякі термопласти перед переробкою сушать.

Використовують підсушування гарячим повітрям температурою 60-80°C. Для литєвих машин з об'ємом впорскування 250 м<sup>3</sup> і більше використовується підсушування сировини безпосередньо біля машини за рахунок установки додаткового бункера з вентилятором. Для машин з меншим об'ємом впорскування використовується централізований спосіб підготовки сировини.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	37	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 3.1 Технологічні режими підготовки сировини для поліпропілену

Матеріал	Температура розплаву, °С	Тиск, лиття, МПа	Температура форми, °С	Припустима вологість, %	Умови попереднього сушіння	
					Температура, °С	Тривалість, год
ПП	180-220	100	60	0,1	80-100	0,5-1*

Час витримки під тиском, с – 1,5;

Час витримки на охол., с – 14,2;

Загальний час циклу, с - 17,7;

Маса виробу, г – 50

У даний час пред'являються високі вимоги щодо фізико-механічних властивостей та забарвлення литтєвих виробів.

Застосовується найбільш прогресивний метод фарбування полімерних матеріалів за допомогою суперконцентратів з додаванням останніх в кількості 0,2-1,5% в прозорі полімери, та 1,0-2,0% - в непрозорі. Суперконцентрати вводяться за допомогою трикомпонентних дозуючих пристроїв, які встановлюються над бункером однієї литтєвої машини, з якого забезпечується сировиною з добавками групи литтєвих машин. Також можливо змішування матеріалу з вторинною сировиною (до 20 відсотків).

#### Транспортування сировини зі складу до литтєвих машин

Подача сировини здійснюється в пневмотранспортом. Подача різних видів сировини здійснюється або по одному трубопроводу з обов'язковою ударною продувкою після закінчення транспортування будь-якого виду сировини.

#### Формування виробів

Технологічний цикл виготовлення виробів в литтєвій машині забезпечується за рахунок взаємопов'язаної роботи трьох вузлів: вузла змикання й запирання форми, вузла пластикації і впорскування та механізму підведення і відводу вузла пластикації та впорскування. Цикл лиття виробів із термопластів складається із наступних операцій, які

									38	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

виконуються в певній послідовності (ряд операцій може сполучатися в часі): переміщення рухомої плити (спочатку прискорене, потім уповільнене); запирання форми; переміщення механізму пластикації до форми і впорскування розплаву в форму; витримка матеріалу в формі під тиском; охолодження виробу в формі; розкриття форми та видалення стисненим повітрям виробу з форми; подача матеріалу в матеріальний циліндр, пластикація та гомогенізація його за рахунок енергії обертання шнеку і тепла, яке підводиться зовні (доза накопиченого пластифікованого матеріалу в циліндрі визначається обмеженням руху черв'яка назад; змащення форм за необхідністю). [5]

### **Механічна обробка і термообробка виробу**

Механічна обробка полягає у одержанні фрезеруваних пазів, де не можливе оформлення їх у формі, а також проводиться для великих трудовитрат, тому вона сприяє більш повному і рівномірному завершенню процесу затвердження зв'язуючого та релаксації внутрішніх напружень, що призводить до покращення фізико-механічних властивостей виробу.

Для термообробки, як правило, використовують електричні термошафи з циркуляцією нагрітого повітря.

### **Контроль якості виробу**

Основна мета контролю - це забезпечити випуск продукції, який буде відповідати вимогам затвердженим стандартом, технічним умовам або кресленням.

Візуальний контроль повинен бути направлений на встановлення дефектів виробів та виявленню браку. Перший контроль виробу виконує ливарник на робочому місці.

Контроль розміру виконується універсальними вимірювальними інструментами ( мікрометрами та ін.). Якість деталей перевіряється: 5% від партії. Деталі повинні відповідати зразку-еталону і технічним умовам конструкційної документації.

							39	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

### **Подріблення відходів**

В процесі виготовлення виробів методом лиття під тиском відрізаються відходи, ливники, які підлягають вторинній переробці. Дроблення відходів проводиться на подрібнювачі ППР-150; Відходи подрібнюються до розмірів отвору в калібрувальній решітці. Максимальний розмір отриманих гранул 5-8мм.

### **Пакування**

Деталі упаковуються в технологічну тару насипом. Для конкретних деталей, які накатуються красною існує спеціальна тара у відповідності з конструкцією деталі.

### **Транспортування продукції**

Готові та заповані деталі транспортуються напільним візком до складу готової продукції.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	40	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



## 4.2 Тепловий розрахунок литтєвої машини

### ENIVIV Machinery Industrial CO

Початкові дані:

1. Потужність електродвигуна ( $N$ ) – 16 кВт;
2. Потужність нагрівачів ( $Z$ ) – 20 кВт;
3. Теплоємність матеріалу ( $C_1$ ) – 1,93 кДж/кг·град;
4. Початкова температура ( $T_1$ ) – 298 К;
5. Температура лиття ( $T_2$ ) – 473 К;
6. Температура форми ( $T_3$ ) – 320 К;
7. Температура ізоляційного кожуха ( $T_4$ ) – 303 К;
8. Температура навколишнього середовища ( $T_5$ ) – 298 К;
9. Різниця температур охолоджуючої води на вході і виході ( $T_6$ ) – 5 К;
10. Кількість доз матеріалу ( $D_0$ ) – 2;
11. Густина матеріалу ( $R$ ) - 0,915 г/см<sup>3</sup>;
12. Об'єм вприскування ( $V$ ) – 630 см<sup>3</sup>;
13. Тривалість циклу лиття ( $U$ ) – 26 сек;
14. Тривалість операції вприскування ( $U_1$ ) – 2,5 сек.;
15. Середня швидкість вприскування ( $V_1$ ) – 90 мм/сек.;
16. Сумарна товщина стінки литтєвої машини і  
ізоляційного кожуха ( $H_2$ ) – 5 см;
17. Витрата охолоджуючої води ( $W$ ) – 1200 кг/годину;
18. Теплоємність води ( $C_2$ ) – 4,19 кДж/кг·град;
19. КПД електродвигуна ( $K_1$ ) – 0,85;
20. КПД нагрівачів ( $K_2$ ) – 0,85.

На підставі початкових даних розраховуються:

1. Складаємо рівняння теплового балансу:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

					ПД (б) 55.01 ПЗ	57	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

2. Тепло, що підводиться за рахунок роботи двигуна:

$$Q_1 = N \cdot K_1 \cdot U$$

$$Q_1 = 16 \cdot 0,85 \cdot 26 = 353,6 \text{ кДж/цикл.}$$

3. Тепло, що витрачається на нагрів матеріалу:

$$Q_3 = G_1 \cdot C_1 \cdot D \cdot (T_2 - T_1)$$

$G_1$  – маса одного відливання:

$$G_1 = R \cdot V \cdot 0,001$$

$$G_1 = 0,915 \cdot 630 \cdot 0,001 = 0,5765 \text{ кг}$$

$$Q_3 = 0,5765 \cdot 1,93 \cdot 2 \cdot (473 - 298) = 389,426 \text{ кДж/цикл.}$$

4. Тепло, що відноситься з матеріалом:

$$Q_4 = G_1 \cdot C_1 \cdot (T_2 - T_3)$$

$$Q_4 = 0,5765 \cdot 1,93 \cdot (473 - 320) = 170,235 \text{ кДж/цикл.}$$

5. Тепло, що втрачається в оточуюче середовище:

$$Q_5 = A \cdot F \cdot (T_4 - T_5) \cdot U$$

$$Q_5 = 0,02761 \cdot 1,3981 \cdot (303 - 298) \cdot 26 = 2,5027 \text{ кДж/цикл.}$$

$A$  – коефіцієнт тепловіддачі поверхні ізоляційного кожуха в повітря

(по Ф. Лінчевському):

$$A = (9,74 + 0,07 \cdot (T_4 - 273)) \cdot 1,163 \cdot 0,001$$

$$A = (9,74 + 0,07 \cdot (303 - 273)) \cdot 1,163 \cdot 0,001 = 0,01377 \text{ кВт/м}^2 \cdot \text{град.}$$

$F$  – поверхня ізоляційного кожуха циліндра:

$$F = \pi \cdot D \cdot H \cdot 0,0001$$

$$F = 3,14 \cdot 15,972 \cdot 278,770 \cdot 0,0001 = 1,3981 \text{ м}^2$$

$D$  – діаметр ізоляційного кожуха циліндра:

$$D = D_1 + 2 \cdot H_2$$

$$D = 5,972 + 2 \cdot 5 = 15,972 \text{ см}$$

$D_1$  = діаметр плунжера матеріального циліндра:

$$D_1 = \sqrt{(40 \cdot V) / (\pi \cdot U_1 \cdot V_1)}$$

						ПД (б) 55.01 ПЗ	58	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

$$D_1 = \sqrt{(40 \cdot 630) / (3,14 \cdot 2,5 \cdot 90)} = 5,972 \text{ см}$$

H – довжина ізоляційного кожуха циліндра:

$$H = H_1 + 2 \cdot H_2$$

$$H = 268,770 + 2 \cdot 5 = 278,770 \text{ см}$$

H<sub>1</sub> – внутрішня довжина матеріального циліндра:

$$H_1 = (V_2 \cdot 4) / (\pi \cdot D_1)$$

$$H_1 = (1260 \cdot 4) / (3,14 \cdot 5,972) = 268,770 \text{ см}$$

V<sub>2</sub> – об'єм матеріального циліндра:

$$V_2 = V \cdot D_0$$

$$V_2 = 630 \cdot 2 = 1260 \text{ см}^3$$

6. Тепло, що відводиться з охолоджуючою водою:

$$Q_6 = (W \cdot C_2 \cdot T_6 \cdot U) / 3600$$

$$Q_6 = (1200 \cdot 4,19 \cdot 5 \cdot 26) / 3600 = 181,567 \text{ кДж/цикл.}$$

7. Тепло, що підводиться за рахунок роботи нагрівачів:

$$Q_2 = Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 - Q_1$$

$$Q_2 = 389,426 + 170,235 + 2,5027 + 181,567 - 353,6 = 390,131 \text{ кДж/цикл.}$$

8. Потрібна потужність нагрівачів:

$$P = Q_2 / (K_2 \cdot U)$$

$$P = 390,131 / (0,85 \cdot 26) = 17,65 \text{ кВт}$$

9. Порівнюємо отриману потужність нагрівачів (P) з фактичною (Z).

$P < Z$  (17,65 кВт < 20 кВт), машина вибрана правильно і є умови для переробки матеріалу у виробі методом лиття під тиском.

Результати розрахунку представляємо у вигляді таблиць 4.2.1. і 4.6.2.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	59	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 4.2.1

Маса однієї відливки кг, $G_1$	Коефіцієнт тепловіддачі $\text{кВт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$ $A$	Діаметр плунжера циліндра см, $D_1$	Діаметр ізоляційного кожуха циліндра см, $D$	Об'єм циліндра $\text{см}^3$ , $V_2$	Внутрішня довжина циліндра см, $H_1$	Довжина ізоляційного кожуха циліндра см, $H$	Площа ізоляційного кожуха циліндра $\text{м}^2$ , $F$
0,5765	0,01377	5,972	15,972	1260	268,770	278,770	1,398

Таблиця 4.2.2

Тепло, що підводиться за рахунок роботи		Тепло на нагрів матеріалу $\text{кДж}/\text{цикл}$ $Q_3$	Тепло, що уноситься з матеріалу $\text{кДж}/\text{цикл}$ . $Q_4$	Тепло, що відводиться в оточуюче середовище $\text{кДж}/\text{цикл}$ . $Q_5$	Тепло, що відводиться охолоджуваною водою $\text{кДж}/\text{цикл}$ . $Q_6$	Потрібна потужність нагрівачів $\text{кВт}$ $P$
двигуни $\text{кДж}/\text{цикл}$ $Q_1$	нагрівача $\text{кДж}/\text{цикл}$ $Q_2$					
353,6	390,131	389,426	170,235	2,5027	181,567	17,65

## 5. ВИБІР І РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО АПАРАТУ

### Характеристика основного технологічного обладнання

Машина одно порційна для лиття під моделі ENIVIV Machinery Industrial CO., LND призначена для виготовлення виробів з термопластичних матеріалів методом лиття під тиском. Ця машина призначена для експлуатації в помірному і холодному кліматі по 4-у категорію розміщення узгоджено ДССТ 15150-69.



Рис. 5.1. Литтєва машина

На литтєвій машині можуть виготовляти один або декілька виробів за один цикл, з номінальним об'ємом впорску  $125 \text{ cm}^3$  за цикл при тиску лиття до 1320 кгс (з температурою пластикації до  $350^\circ\text{C}$ ). Вихідними матеріалами, які підлягають переробці на литтєвій машині є поліпропілен, полістирол, поліетилен та їх сополімери в гранулах з розміром найбільшої сторони або діаметром не більше 4,5 мм. Для виготовлення виробів гранульований матеріал засипається у бункер, звідки він попадає на шнек циліндра пластикації. Під впливом внутрішнього обігріву і внутрішнього тертя від обертання шнека, матеріал нагрівається, розплавляється і у вигляді гомогенної в'язкої маси поступає в простір перед шнеком. Під тиском розплаву шнек переміщується вправо до набору номінального об'єму впорску. При виготовленні виробів методом лиття під тиском розплав поступальним переміщенням шнека впорскується під заданим тиском в

					ПД (б) 55.01 ПЗ	61	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

повністю закриту форму і витримується під цим тиском до повного формування виробу. Після охолодження виріб виштовхується з форми.

Механізм впорску моделі ENIVIV Machinery Industrial CO., LND здійснює обертання шнека циліндра пластикації і впорску підготовленого матеріала в пресформу. Він складається з гідро циліндра, поршня, в якому в підшипниках встановлений шліцевий вал, який з'єднаний муфтою з гідроциліндром і муфтою із шнеком циліндра пластикації.

Механізм запирання служить для отримання необхідного зусилля закріплення пресформи, утримання їх в період циклу, видалення готового виробу. Механізм запирання - шарнірно-ричажний з приводом від гідроциліндра.

#### Гідрообладнання машини.

Гідропривід термопластавтомата здійснює:

- а) запирання форми з необхідним зусиллям;
- б) підвод і відвод механізму впорску;
- в) впорск матеріалу в пресформу;
- г) набір матеріала черв'яком;
- д) литтєве пресування;
- є) розімкнення форми.

ENIVIV Machinery Industrial CO., LND машини для лиття пластмас під тиском з мікрокомп'ютером. Зусилля стиснення термопластавтоматів від 30 тонн до 3500 тонн.

Основні комплектуючі в термопластавтоматах ENIVIV :

- Клапани: REXROTH (Німеччина), VICKTRS (Великобританія);
- Пропорційні клапани: NACHI (Японія), VICKTRS (Великобританія);
- Насоси:- NACHI (Японія), VICKTRS (Великобританія);
- Гидромотори: ITALMOT (Італія);
- Датчик позиціонування NOVETCHNIK (Німеччина);

					ПД (б) 55.01 ПЗ	62	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

- Комп'ютерна система управління GOODVIEW (Тайвань) або ЕМРС (Тайвань), комплектуючі NOVETCHNIK (Німеччина);
- Електромотор ТЕСО (Тайвань);
- Шнек і матеріальний циліндр з німецької або японської сталі.

#### ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Зусилля запирання 30 тонн

Зусилля виштовхування 2,6 - 4 тонн

Розміри плит 410 \* 410 мм

Відстань меж колонами 270 \* 270 мм

Хід виштовхувача 50 мм

Габарити машини довжина/висота/ширина 3,62\* 1,6 \* 2,1 м

Маса машини близько 3 тонн.

Характеристика литєвих машин для виготовлення виробів, що проектується наведена в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. Характеристика литєвих машин

Найменування виробу	Тип литєвої машини	Характеристика машини		
		Об'єм впорску, см <sup>3</sup>	Зусилля змикання форми, кН	Продуктивність машини, кг/год
Корпус горщика для квітів	ДК 3334.Ф1	720	2500	238
Підставка для горщика для квітів	ДЕ 3132250.Ц1	300	1600	125
Лійка	ДК 3327.Ф1	105	550	60
Миска	ДК 3330.Ф1	178	1150	80
Втулка	ДК 3327.Ф1	105	550	60

## РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ЛИТТЄВИХ МАШИН

### Початкові дані:

1.Добовий випуск виробів з урахуванням відбору на випробування (A):

1. Горщик для квітів - 610 шт/доб.
2. Підставка під горщик - 692 шт/доб.
3. Лійка - 732 шт/доб.
- 4.Миска - 773 шт/ доб.
- 5.Втулка - 814 шт/доб.

2.Число гнізд у формі (x):

1. Горщик для квітів - 2
2. Підставка під горщик - 2
3. Лійка - 2
- 4.Миска - 1
- 5.Втулка - 6

3.Тривалість циклу лиття (t):

1. Горщик для квітів - 19 с
2. Підставка під горщик - 20 с
3. Лійка - 11 с
- 4.Миска - 13 с
- 5.Втулка - 18 с

4.Вага виробу, кг (R)

1. Горщик для квітів - 0,15 кг
2. Підставка під горщик - 0,04 кг
3. Лійка - 0,03 кг
- 4.Миска - 0,065 кг
- 5.Втулка - 0,01 кг

5.Загальні втрати сировини на випуск (E) =5%

6.Коефіцієнт ВМЧ (K) =0,9

7.Число годин роботи на добу (N) =8 год

					ПД (б) 55.01 ПЗ	64	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



8.Відсоток часу на ППР (P) =3,33%

**На підставі початкових даних розраховуються:**

1)Продуктивність литтєвої машини з урахуванням кількості гнізд у формі і коефіцієнту використання машинного часу (Q),шт/годину:

$$Q=x*K*(1/(t/3600))$$

$$Q1=2*0,9*(1/(19/3600))=341$$

$$Q2=2*0,9*(1/(20/3600))=324$$

$$Q3=2*0,9*(1/(11/3600))=589$$

$$Q4=1*0,9*(1/(13/3600))=249$$

$$Q5=6*0,9*(1/(18/3600))=1080$$

2)Продуктивність литтєвої машини в кг/годину (G):

$$G=R*Q+(R*E/100)$$

$$G1=0,15*341+(0,15*5/100)=51,17$$

$$G2=0,04*324+(0,04*5/100)=12,96$$

$$G3=0,03*589+(0,03*5/100)=17,67$$

$$G4=0,065*249+(0,065*5/100)=16,2$$

$$G5=0,01*1080+(0,01*5/100)=10,8$$

3)Потрібне число машино-годин по кожному типу виробу:

$$B=A/Q$$

$$B1=610/341=1,79$$

$$B2=692/324=2,14$$

$$B3=732/589=1,24$$

$$B4=773/249=3,1$$

$$B5=814/1080=0,75$$

4)Розрахункове число машин по кожному типу виробу:

$$S_k=(B*100)/(N*(100-P))$$

							ПД (б) 55.01 ПЗ	69	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$S_{K1}=(1,79*100)/(8*(100-3,33))=0,23$$

$$S_{K2}=(2,14*100)/(8*(100-3,33))=0,28$$

$$S_{K3}=(1,24*100)/(8*(100-3,33))=0,16$$

$$S_{K4}=(3,1*100)/(8*(100-3,33))=0,4$$

$$S_{K5}=(0,75*100)/(8*(100-3,33))=0,1$$

5) Сумарне число машин:

$$S=S_1+S_2+. . .+S_K$$

$$S=0,23+0,28+0,16+0,4+0,1=1,17$$

6) Прийняти до установки число машин по кожному типу виробу:

$T_K=S_K$  округляємо до більшого цілого числа = 2 екструдера

7) Коефіцієнт завантаження устаткування:

$$C=S/T$$

$$C=1,17/2=0,58$$

					ПД (б) 55.01 ПЗ	66	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## 6. КОНТРОЛЬ РОБОТИ, НОРМИ І ПРАВИЛА ОБСЛУГОВУВАННЯ ОСНОВНОГО АПАРАТУ

Для забезпечення нормальних умов роботи технологічного обладнання необхідно забезпечити номінальне навантаження на обладнання, тобто підтримку на постійному рівні подачу компонентів до агрегатів та підтримку заданої температури. На етапі розробки параметрів, що характеризують процес, необхідно вибрати параметри які підлягають регулюванню і зміною яких доцільно вносити регулюючий вплив.

В таблиці 6.1 приведені норми ведення технологічного процесу.

Таблиця 6.1

№	Найменування об'єкта	Найменування технологічного параметра	Номінальне значення параметра	Припустиме відхилення
1	Бункер сировини 1	Рівень	3 м	± 0,1 м
2	Бункер сировини 2	Рівень	3 м	± 0,1 м
3	Трубопровід подачі повітря до бункерів	Тиск	1,1 МПа	± 12 кПа
		Витрата	130 м <sup>3</sup> /год	±5 м <sup>3</sup> /год
4	Ваговий бункер	Вага	32 м <sup>3</sup> /год	± 5 м <sup>3</sup> /год
5	Сушильна камера	Температура	70 °С	± 5 °С
6	Трубопровід сировини після сушки	Температура	70 °С	± 5 °С
7	Трубопровід подачі пара	Тиск	0,6 МПа	± 10 кПа
8	Завантаження у литтєву машину	Наявність металевих часток	-	=
9	Литтєва машина	Зона 1 Температура	180 °С	± 10 °С
		Зона 2 Температура	200 °С	± 10 °С

					ПД (6) 55.01 ПЗ	67	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

		Зона 3 Температура	200 °С	± 10 °С
		Зона 4 Температура	220 °С	± 10 °С
		Зона 5 Температура	55 °С	± 5 °С
10	Трубопровід охолоджуючої води	Тиск	0,7 МПа	± 10 кПа
11	Трубопровід з маслом	Тиск	10 МПа	± 15 кПа

Контролю підлягають параметри по яких здійснюється оперативне керування технологічним процесом. До таких параметрів відносяться всі режимні параметри, при зміні яких в об'єкт будуть надходити збурювання. Обов'язковому контролю підлягають параметри, значення яких регламентуються технологічним регламентом.

До вибору параметрів сигналізації підлягають ті параметри, відхилення яких від номінального значення може привести до аварійної ситуації, вибуху, виходу з ладу обладнання, випуску браку.

Результати вибору й обґрунтування параметрів автоматичного контролю, регулювання і сигналізації приведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2.

#### Задачі контролю та керування

№	Найменування об'єкта	Найменування технологічного параметра	Автоматичний контроль		Керування	Сигналізація	Логічне керування
			Індикація	Рєєстрація			
1	Бункер сировини 1	Рівень	+	+	-	+	+
2	Бункер сировини 2	Рівень	+	+	-	+	+

					ПД (б) 55.01 ПЗ				68	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

4	Трубопровід подачі повітря до бункерів	Тиск	+	+	-	+	-
		Витрата	+	+	+	+	-
5	Ваговий бункер	Вага	+	+	-	-	+
6	Сишільна камера	Температура	+	+	+	-	-
7	Трубопровід сировини після сушки	Температура	+	+	+	+	-
8	Трубопровід подачі пара	Тиск	+	+	-	+	-
9	Завантаження у литтєву машину	Наявність металевих часток	+	+	-	+	-
10	Литтєва машина	Зона 1 Температура	+	+	-	+	-
		Зона 2 Температура	+	+	+	+	-
		Зона 3 Температура	+	+	+	+	-
		Зона 4 Температура	+	+	-	+	-
		Зона 5 Температура	+	+	+	+	-
11	Трубопровід охолоджуючої води	Тиск	+	+	-	-	-
12	Трубопровід з маслом	Тиск	+	+	+	-	-

Вологість сировини є одним із важливих параметрів, що впливає на якість литтєвих виробів. У зв'язку з цим термопласти перед переробкою рекомендується піддавати сушінню, і по температурі сировини на виході з сушільної камери судять про вологість сировини. Для забезпечення безаварійної роботи литтєвої машини необхідно контролювати наявність сировини у бункерах, для чого треба вимірювати рівень сировини у них. Якщо рівень знизився до критичного, роботу литтєвої машини треба зупинити.

						ПД (б) 55.01 ПЗ	69	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

## 7. СТАНДАРТИЗАЦІЯ

Поняття стандартизація охоплює широку область суспільної діяльності, яка включає в себе наукові, технічні, господарські, економічні, юридичні, естетичні і політичні аспекти. У всіх країнах покращені якості продукції, ріст життєвого рівня пов'язане з широким використанням різних форм і методів стандартизації. Правильно поставлена стандартизація сприяє розвитку спеціалізації та кооперуванню виробництва, успішній сертифікації продукції.

**Стандартизація** — встановлення і застосування правил з метою впорядкування діяльності в певній області на користь і за участю всіх зацікавлених сторін зокрема для досягнення загальної оптимальної економії при дотриманні умов експлуатації (використовування) і вимог безпеки. Стандартизація ґрунтується на об'єднаних досягненнях науки, техніки і передового досвіду і визначає основу не тільки справжнього, але і майбутнього розвитку і повинна здійснюватися нерозривно з прогресом.

Об'єктами стандартизації є вироби, норми, правила, вимоги, методи, терміни, позначення і т.п., що мають перспективу багатократного застосування в науці, техніці, промисловості, сільському господарстві, будівництві, на транспорті і в зв'язку, в культурі, охороні здоров'я, інших сферах діяльності, а також в міжнародній торгівлі.

**Стандарт** — нормативно-технічний документ по стандартизації, який встановлює комплекс норм, правил, вимог до об'єкту стандартизації та затверджений компетентними органами.

**Технічні умови (ТУ)** - нормативно-технічний документ зі стандартизації, який установлює комплекс вимог до конкретних типів, марок, артикулів продукції. ТУ є невід'ємною частиною комплексу технічної документації на продукцію, на яку вони розповсюджуються.

Відповідно до поставлених цілей, задачами і напрямками стандартизації є:

- встановлення вимог до якості готової продукції на основі

					ПД (б) 55.01 ПЗ	70	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

стандартизації її якісних характеристик, а також характеристик сировини, матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів;

- розробка і встановлення єдиної системи показників якості продукції, методів і засобів контролю, випробувань і сертифікації; продукції, а також необхідного рівня надійності виробів з урахуванням їх призначення і умов експлуатації;

- встановлення норм, вимог і методів у області проектування і виробництва з метою забезпечення оптимальної якості і виключення нераціонального різноманіття видів, марок і типорозмірів продукції;

- розвиток уніфікації промислової продукції як найважливішої умови спеціалізації виробництва, комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів, підвищення рівня взаємозамінності, ефективності експлуатації і ремонту виробів;

- забезпечення єдності і достовірності вимірювань в країні, створення державних еталонів одиниць фізичних величин і вдосконалення методів і засобів вимірювань вищої точності;

- встановлення єдиних систем документації, зокрема уніфікованих, використовуваних в автоматизованих системах управління, встановлення систем класифікації і кодування техніко-економічної інформації, розробка форм і систем організації виробництва;

- встановлення систем стандартів у області забезпечення безпеки праці, охорона природи і поліпшення використання природних ресурсів.

Перелік ДСТУ, ГОСТів, ОСТів, ТУ на сировину, матеріали і готову продукцію, на устаткування, на відходи виробництва і методики контролю та випробувань наведений в таблиці 7.1.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	71	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Таблиця 7.1 ГОСТ, ТУ на сировину, матеріали, готову продукцію, на устаткування, на відходи виробництва і методики контролю та випробувань

Найменування	ГОСТ, ТУ
<b>1. Сировина</b>	
Поліетилен низького тиску марки 276-73	ГОСТ 16338-85
Поліетилен низького тиску марки 273-79 і 273-83	ТУ 2211-004-50236110-2001
Поліетилен високого тиску марки 15803-020; 15313-003; 10803-020	ГОСТ 16337-77
Поліпропілен марки «Каплен» (LH7715-12NK, L6D70K, LC7797-08L)	ТУ 2211-015-00203521-95
Полістирол УПС	ГОСТ 28250-89
Суперконцентрати пігментів	ТУ У 24.1-22629342-003-2003
<b>2. Готова продукція</b>	
корпус горщика для квітів	ТУ У 64-00480922-42-97
підставка для горщика для квітів	ТУ У 64-00480922-42-97
лійка	ТУ У 64-00480922-42-97
миска	ТУ У 64-00480922-42-97
втулка	ТУ У 64-00480922-42-97
<b>3. Контроль і випробування</b>	
Ваги лабораторні	ГОСТ 24104-88
Штангенциркуль	ГОСТ 166-89
Папір фільтрувальний	ГОСТ 12026-76
Вода питна	ГОСТ 27544-87
Термометр ртутний скляний	ГОСТ 27544-87
Секундомір	ГОСТ 5072-79
Циліндри мірні	ГОСТ 1770-74
Годинник	ГОСТ 10733-79
Вода питна	ГОСТ 2874-82
Лінійка металева	ГОСТ 427-75
Рулетка	ГОСТ 7502-80
Машина розривна	ГОСТ 7855-84
Гальванометр	ГОСТ 7324-80
Електрод-мідний пруток ДКРТНЗ НД МІ	ГОСТ 1535-71
Вимірювання концентрацій шкідливих речовин в повітрі робочої зони	ГОСТ 12.1.016-79, ГОСТ 8.504-84.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПД (б) 55.01 ПЗ	72	Арк.



## 8. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Переробка пластичних мас супроводжується газоподібними викидами, виникненням твердих відходів та стічних вод, які забруднюють навколишнє середовище. Очистка газоподібних викидів та стічних вод від шкідливих речовин, утилізація відходів - важлива задача.

При переробці матеріалів, гранично допустима концентрація в повітрі робочої зони шкідливих речовин, не повинна бути більше вказаної в таблиці 8.1

Таблиця 8.1 Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі

Найменування речовини	Гранично допустима концентрація, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Періодичність контролю, раз/міс	МУ	Особливості дії на організм
Формальдегіду	0,5	2	1	4524	Діє на ЦНС
Ацетальдегіду	5	3	1	2563	Подразнює слизову оболонку
Органічних кислот (в перерахунку на оцтову кислоту)	5	3	1	4592	
Окисі вуглеводу	20	4	1	Газоаналіз "Палладій"	Діє на ЦНС
Аерозолю ПЕ	10	3	1	1682	-

Переробка полімерів повинна проводитись при робочій місцевій витяжній вентиляції, при суворому дотриманні технологічного режиму.

При виготовленні виробів заходи з охорони навколишнього середовища повинні відповідати вимогам:

1. ДСП № 201 "Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря";
2. Сан.Пин № 4630 "Санітарні норми охорони поверхневих вод забруднень";

					ПД (б) 55.01 ПЗ	73	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

3. ГСан.ПиН 2.2.7.029 "Гігієнічні вимоги до поведінки з промисловими відходами і визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення".

Оскільки на проектуємому підприємстві виготовляють вироби методом лиття під тиском, то вода, яка використовується для охолодження форм - оборотна, її не викидають у довкілля, тому особового очищення вода не потребує. Усі газоподібні викиди, які виділяються в результаті термічної деструкції та механічної деструкції матеріалу уловлюються витяжними вентиляціями, а потім потрапляють на вловлювачі, які встановлено на даху будинку.

Оскільки в цеху здебільшого перероблюють термопластичні матеріали, то відходи, які виникають у процесі виробництва йдуть на повторне використання.

При переробці пластмас у вироби відбувається виділення газоподібних продуктів - стирол, етилен, що забруднюють повітряне середовище. Основна частина газоподібних шкідливих речовин, які виділяються, уловлюються місцевими підсосами, інші - розчиняються системами загально обмінної вентиляції.

Шкідливі речовини, що видаляються системами витяжної вентиляції, направляються на установки знешкодження або розсіюються спеціальними насадками, що створюють смолоскиповий викид, що збільшує ефект розсіювання.

Розсіювання шкідливих речовин в атмосфері є найбільш простим і дешевим способом захисту навколишнього середовища. Однак його можна використовувати лише в тому випадку, якщо розрахунками буде доведено, що вміст шкідливих речовин, що викидаються в приземному шарі разом з існуючим фоном, не перевищує припустимого по санітарним нормам. Для виробництв по переробці пластмас рекомендується застосовувати чотири типи установок знешкодження забрудненого повітря, що забезпечують

					ПД (б) 55.01 ПЗ	74	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

найбільшу стабільність структури властивостей і максимальну працездатність виробів.

В цеху переробки пластмас є джерела витрат нафтопродуктів (змащувальні матеріали, мастила), які попадають в загальну каналізаційну систему. З ціллю не забруднення водного басейну на підприємстві побудовані очисні будови, їх суть складається в тому, що у відстійних колодязях масло збирається в верхній частині, а вода внизу. Масло збирають і здають на переробку в прімальний пункт відходів маслопродуктів.

Сміття з цеху вивозять на місцеве звалище.

Питна вода, безповоротна, поступає з водоканалу, а технічну воду подають до литтєвих машин з річки Сіверський-Донець, яку качає компресор.

Сточні води в цеху - це води, які застосовувались в санітарно-побутових приміщеннях, питних колонках, умивальниках подають в очисні споруди, після спеціальної очистки всі стічні води скидають в Сіверський-Донець.

Шкідливі гази, які виникають при переробці пластмас, витяжною вентиляційною системою через циклони викидаються в атмосферу. Циклон, який служить для уловлення дрібних шкідливих частинок перед викидом в атмосферу. Відсмоктування повітря з цеху встановлені біля колон між рядами термопласти автоматів. Кожна дільниця має свою витяжну вентиляцію.

За цехом переробки пластмас закріплена територія. На подвір'ї підприємства є зелена зона насаджень з поливалками. Зі сторони автодорожньої магістралі укладений тротуар. Вздовж тротуарів насажені дерева. В цеху є джерело втрат нафтопродуктів (литтєві машини), які потрапляють в загальну каналізаційну систему. З метою не забруднення водного басейну побудовані очисні споруди.

Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата

## **Заходи очищення та утилізації викидів та відходів**

Боротьба із забрудненням атмосфери відбувається за наступними напрямками:

- створення нових технологічних процесів (безвідходне виробництво);
  - модернізація технологічного процесу, який дозволить зменшити викиди токсичних речовин у повітря;
  - розробка та впровадження відсисних пристроїв з метою вилучення домішок і наступного використання або нейтралізацію їх шкідливої дії на навколишнє середовище.

Загальним джерелом викидів у повітря в цеху є литтєві машини. Для очищення шкідливих викидів у повітря передбачено встановлювати прилади локальної очистки УПО.

Принцип роботи:

- низькотемпературний сорбційно-каталітичний спосіб знешкодження;
  - поглинання (сорбція) органічних домішок відбувається при кімнатній температурі на активній поверхні марганцевого каталізатору.

## **Заходи з охорони ґрунту**

Для зберігання родючого пласту землі проводяться насадження дерев. Очищення доріг, тротуарів від непогоди.

## **Заходи з охорони водоймищ**

Застосовується для промислового водопостачання закриті схеми з використанням водооберту. Побутові стоки збігають у каналізаційні мережі з подальшою відчисткою у міських відсисних спорудах. Ливневі стоки відчитуються у відстійниках та скидаються у місцеві мережі липневої каналізації.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПД (б) 55.01 ПЗ	76 Арк.

## 9. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних способів і методів, направлених на збереження життя і здоров'я, а також працездатності людини в процесі трудової діяльності.

Безпека праці — це поєднання безпечної техніки, умов проведення технологічних умов проведення технологічних і виробничих процесів та системи заходів з охорони праці.

Для створення безпечних умов праці і виконання норм промислової санітарії у виробництві товарів побутового призначення методом лиття під тиском необхідне виконання певних умов, які закладені в нормативних документах.

9.1 Основні фізико-хімічні властивості, токсичність, пожежо- і вибухонебезпечність речовин, що застосовуються і виробляються.

Перелік шкідливих речовин у виробництві товарів побутового призначення з поліетилену, поліпропілену, полістиролу, вміст яких підлягає контролю в повітрі робочої зони наведено в табл. 9.1.

Таблиця 9.1.1

Найменування видів пластичних мас	Найменування шкідливих речовин
Поліолефіни: поліпропілен поліетилен	Ацетальдегід
	Кислота оцтова
	Оксид вуглецю
	Формальдегід
Полістирол блочний, суспензійний, емульсійний	Стирол

У таблиці 9.2 наведено основні фізико-хімічні властивості речовин, які застосовуються і виробляються на проектуваному виробництві, а в таблиці 9.3 їх токсичність, пожежо- і вибухонебезпечність.

Таблиця 9.2

## Основні фізико-хімічні властивості речовин

№ п/п	Назва сполуки	Структурна формула	Агрегатний стан за н.у.	Температура плавлення, °С	Температура кипіння, °С	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	Поліетилен низького тиску	$[-CH_2-CH_2-]_n$	твердий	125-135		
2	Поліпропілен	$[-CH_2-CH-CH_3]_n$	твердий	170		
3	Формальдегід	$CH_2 = O$	газ	-118,0	-19,3	
4	Ацетальдегід	$C_2H_4O$	пара	- 123,5	20,2	
5	Пари оцтової кислоти	$CH_3 - COOH$	пара	16,7	118,0	
6	Окис вуглецю	$C = O$	газ	-205,0	-191,5	
7	Полістирол	$[-CH_2-CH-C_6H_5]_n$	твердий	185		
8	Стирол	$CH_2=CH-C_6H_5C$	рідина	-30,63	145,2°С	

Таблиця 9.3

## Токсичність, пожежо- і вибухонебезпечність речовин

Найменування речовини	Токсичність			Засоби індивідуального захисту	Показники пожежо- і вибухонебезпечності				
	Клас небезпеки	Дія на людину	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Т спалаху / Т займання °С	Межі займання			
						Температурні			
						% об		°С	
				Нижня	Верхня	Нижня	Верхня		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Формальдегід	2	Дратівливий газ - володіє загальнотоксичною дією, надає сильну дію на центральну і нервову систему.	0,5	Шлангові протигази і ізолюючі регенеративні респіратори, шкіряні черевики, костюм	-/430	7	73	-	-

## Продовження таблиці 9.3

Оцтова кислота	3	Їдка, дратівлива рідина. Пари викликають роздратування слизистих оболонок верхніх дихальних шляхів і очей. Надає дратівливу дію на слизисті оболонки. При попаданні на шкіру викликає опіки, шкірні захворювання.	5	Фільтруючі промислові протигази марки «М», спецодяг і спецвзуття, рукавички гумові технічні типу 1, захисні окуляри ГР.	38/454	3	22	32	60
Ацетальдегід	3	Викликає роздратування слизистих оболонок верхніх дихальних, бронхіти, запалення легенів.	5	Фільтруючі промислові протигази марки «М», киснево-ізолюючі респіратори, спецодяг і спецвзуття, рукавички.	-38/ 185	4	55	-	-
Окисел вуглецю	4	Викликає задуху в наслідок витіснення кисню з гемоглобіну крові вражає центральну і периферійну нервову системи.	20	Киснево-ізолюючі респіратори, шлангові протигази ПШ-1 і ПШ-2	-/610	12,5	74	-	-
Стирол	2	Пари стиrolу дратують слизисті оболонки. Стирол негативно впливає на кров людини, викликаючи лейкоз, негативно діє на печінку, може викликати токсичний гепатит.	5	Фільтруючі промислові протигази марки «М», киснево-ізолюючі респіратори, спецодяг і спецвзуття, рукавички гумові технічні типу 1, захисні окуляри ГР.	32/480	1,2	8,9	-	-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПД (б) 55.01 ПЗ

79 Арк.

9.2. Потенційні небезпечності і шкідливості на об'єкті, що проектується, наявність шкідливих речовин

При зіткненні з гарячим устаткуванням і матеріалом можна отримати термічні опіки. Розрізняють опіки чотирьох ступенів. Опіки 1 ступеня характеризуються почервонінням, припухлістю шкіри. При опіках 2 ступеню з'являються міхури. При опіках 3 ступеню виникають ділянки омертвіння поверхні глибоких шарів м'язів. При 4 ступені відбувається обвуглювання шкіри, вражаються м'язи, сухожилля, кістки.

До шкідливих чинників у виробництві полімерних виробів також відносяться шум і вібрація. Джерелами шуму і вібрації є подрібнювальні установки, елементи вентиляційних систем, трубопроводи для переміщення повітря, компресори. При тривалій дії шуму розвивається професійна туговухість, яка може привести до втрати слуху. Шум діє на центральну нервову систему, послаблює увагу і пам'ять людини, що збільшує можливість травм.

Вібрація негативно впливає на центральну нервову і серцево-судинну систему, опорно-рушійний апарат і може привести до підвищеної стомлюваності, головним болям, підвищенню тиску, тремтінню тіла, змінам в суглобах.

Виробничий пил - виникає за подрібнення, дроблення, грануляції. Основними напрямками боротьби з пилом на виробництві є попередження її виникнення і надходження її в повітря робочого приміщення.

Застосування електричної енергії може привести до поразки електричним струмом. Поразка електричним струмом може відбутися унаслідок несправності заземлення електроустаткування, порушення ізоляції електричних проводів, несправності устаткування або порушення правил його експлуатації. Сила струму 0,05 А небезпечна для життя, а 0,1 А приводить до смерті. Найбільш небезпечним видом електротравм є електричний удар, за якого уражується центральна нервова система і

					ПД (б) 55.01 ПЗ	80	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



відбувається параліч дихальних м'язів і серця. Електричні травми можуть виявлятися у вигляді місцевих уражень тканин і органів, контактних і дугових опіків, електричних знаків і металізації шкіри, електроофтальмії.

Іскри зарядів статичної електрики часто є джерелом пожеж і вибухів. Під статичною електрикою розуміють електричні заряди, що виникають внаслідок тертя діелектрика по діелектрику або діелектриків по металах.

Найбільш небезпечні заряди виникають при русі рідин по трубопроводах; при роботі ремінних передач; за зливі, наливу та перекачки рідких органічних речовин по трубопроводах; завантаженні та руху сипких та пилоподібних матеріалів, за руху їх в апаратах, подрібнення, перемішування та просіювання, за перемішування в змішувачах; за руху газів і рідин через сопла.

Небажана дія статичної електрики виявляються в вигляді електричних розрядів, електростатичного притягування та відштовхування легких предметів, в електричних полях, руйнуванні матеріалів.

Газонебезпека - можливість отруєнь хімічними речовинами гостронаправленої дії в повітрі виробничого приміщення, а саме ацетальдегідом, формальдегідом, органічними кислотами.

9.1.3. Класифікація і категорійність виробництва, що проектується, його виробничих приміщень і зон.

За вибуховою, вибухопожежною и пожежною безпекою виробництва діляться на наступні категорії:

А, Б - вибухо-пожежонебезпечні виробництва;

В, Г, Д - пожежонебезпечні;

Е - вибухонебезпечні.

Виробничі будівлі класифікують за ступенем вогнестійкості (від І до V), ступінь вогнестійкості визначається категорією виробництва за вибухо-пожежонебезпекою.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	81	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата			

По вогнестійкості й довговічності проектуємо будівля відноситься до II класу.

Для виключення або зменшення занесення шкідливих речовин в житловий район передбачають санітарно-захисну зону. Ширину санітарно-захисної зони визначають залежно від вигляду виробництва, шкідливих речовин, що виділяються, і умов технологічного процесу. Класифікація підприємств, виробництв і об'єктів встановлює п'ять класів мінімальних санітарно-захисних зон:

I - 1000 м;

II - 500 м;

III - 300 м;

IV - 100 м;

V - 50 м.

Таблиця 9.4 Класифікація і категорія приміщень проектного виробництва.

Найменування відділення, установки	Категорія приміщення за вибухопожежною і пожежною небезпекою згідно СНТ 24-86	Категорія технологічних блоків (стадій) за рівнем вибухонебезпеки	Класифікація приміщень і зовнішніх установок за електроустаткуванням (ПУЕ- 85)		Група виробничих процесів за санітарною характеристикою згідно СНП 2.09.04 - 87
			Клас приміщення за правилами пристрою електроустановок	Клас приміщення за ступенем поразки електричним струмом	
Виробництво полімерних виробів	В	3	В - Іг	Підвищеної безпеки	ШБ

Клас за санітарною характеристикою- 4.

Ширина санітарно-захисної зони – 100 м.

#### 9.4. Заходи щодо запобігання появи шкідливих чинників

Метеоумови в цехах з переробки пластмас повинні відповідати вимогам до приміщень, в яких виділяється незначний надлишок тепла - до 84 кДж/м<sup>3</sup>.

В робочій зоні обладнання виділяються шкідливі речовини.

Опалення виробничих приміщень роблять повітряним.

Освітлення приміщення

					ПД (б) 55.01 ПЗ	82	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Освітлення у виробничих будівлях може здійснюватися природним і штучним світлом. При недостатності природного освітлення використовується змішане освітлення. Змішане освітлення - це освітлення, при якому в світлий час доби використовується одночасно природне і штучне світло.

#### Природне освітлення.

Природне освітлення, яке здійснюється через світлові отвори в стінах будівель (бокове світло) або в світлових ліхтарях (верхнє світло), розраховують виходячи з відношення площі світлових отворів до площі підлоги (світловий коефіцієнт).

#### Заходи боротьби с пилом

Для боротьби з пилом у виробництві використовується різні технічні рішення:

- Розміщення устаткування для дроблення, розмолу, просіювання і змішування матеріалів, що порошок, проводиться з урахуванням максимального скорочення шляхів їх транспортування.

- При механічній обробці виробів з полімерних матеріалів віддають перевагу інструментам і механізмам, робота яких супроводжується відносно меншим пилоутворенням (дискові ножі, алмазні диски, ножиці).

- Завантаження гранульованого, подрібненого або сипкого полімеру в бункери устаткування є механізованим і здійснюється пневматичними або шнековими пристроями.

- Знепилювання спецодягу, спецвзуття і інших засобів індивідуального захисту проводиться щодня.

- Для захисту очей від пилу і дрібних твердих частинок при механічній обробці користуються окулярами відкритого типу 02- 76, 02-У76 або закритими ЗП1-80, ЗН4-72.

- Для захисту органів дихання використовується респіратор типу "Пелюстка", У-2К.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	83	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата			

**Заходи боротьби з шумом та вібраціями.**

Необхідно усунути або зменшити вібрацію і шум в джерелах їх утворення, а потім застосувати заходи зменшення шуму на шляху його розповсюдження, а також застосовувати засоби індивідуального захисту.

Можна рекомендувати наступні заходи:

- жорстко закріплювати віброуючі деталі та вузли, усунути надлишкові зазори в супраженнях машин і механізмів;
- амортизація і віброізоляція з допомогою сталених пружин і пружних матеріалів(гума, войлок, деревина, пробка).
- змінити число обертів джерела вібрації для збільшення розриву між власною частотою коливань і резонансною частотою;
- застосовувати динамічні віброгасники;
- знизити рівень шуму, що утворюється за руху газів і повітря у трубопроводах, шляхом збільшення площі поперекового перетину газоходів тощо;
- застосовувати засоби індивідуального захисту. Від шуму передбачають заглушки, які вкладаються в зовнішній слуховий прохід і протишумні навушники і шлеми, які закривають вушну раковину ззовні. Для захисту від вібрації передбачають віброізолююче взуття і рукавички.

**Заходи захисту від статичної електрики.**

- недопущення можливості виникнення сумішей горючих речовин з повітрям в місцях, де можуть виникати і нагромаджуватися заряди;
- заземлення металевих частин устаткування, на яких можуть виникнути заряди;
- нейтралізація накопичувальних зарядів на твердих і в рідких діелектриках в процесі їх виникнення або накопичення;
- зволоження повітря вище 75 % ;
- обмеження швидкості руху .

										ПД (б) 55.01 ПЗ	84	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата								

Для відведення статичної електрики, яка накопичується на людині, передбачають:

- використання електропровідної половини, заземлення ручок дверей, рукояток приладів і апаратів;
- забезпечення працівників струмопровідним взуттям;
- забороняється одяг з синтетичних матеріалів і шовку, а також металеві прикраси.

#### Заходи електробезпеки.

Застосування електричної енергії, може привести до поразки електричним струмом.

Для запобігання поразці електричним струмом слід передбачити:

- заземлення всіх токоведущих частин технологічного устаткування;
- застосування справного електричного устаткування;
- ізольовані кабелі, джгути, що не мають пошкоджень (порушення ізоляції, зламів і т.д.);
- використання гумових килимків, засобів індивідуального захисту (гумові рукавички).

При поразці електричним струмом необхідно швидко звільнити постраждалого від дії електроструму. Для цього необхідно негайно відключити установку, устаткування або лінію, якої торкається потерпілий.

При неможливості відключення установки, устаткування або лінії необхідно швидко відокремити постраждалого від токоведущих частин. Для цього необхідно скористатися гумовими рукавичками, сухим одягом, дошкою або іншими сухими неметалічними предметами, які не проводять електричний

#### Пожежна безпека.

За характером виконуваних технологічних операцій і властивостям речовин, що застосовуються, стадія виробництва поліетилену належить до пожежовибухонебезпечних.

						85	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПД (б) 55.01 ПЗ		

### Пожежа або вибух може відбутися:

- при недотриманні правил охорони праці, технологічного регламенту і інструкцій;
- при недотриманні правил ведення вогняних робіт;
- від несправної електричної проводки;
- від короткого замикання електричних ланцюгів;
- від перевантаження електродвигунів;
- від розряду статичної електрики;
- від грозового розряду;
- від самозагоряння промасленого обтирального матеріалу, полімерів, активованого вугілля;
- від іскри при ударі при пропуску горючих газів або рідин через пошкодження або нещільність в системі апаратів і комунікацій;
- при недотриманні правил зберігання горючих речовин.

Для забезпечення пожежної і вибухобезпечної роботи необхідно дотримуватись наступних вимог:

- 1) виробничі приміщення, відкриті майданчики і устаткування повинні міститися в чистоті;
  - 2) виробничі відходи повинні зберігатися в спеціально відведених місцях;
  - 3) забороняється загороджувати проходи, проїзди і під'їзди до будівель, до пожежного інвентаря і устаткування;
  - 4) побутове сміття, падаюче листя, суху траву необхідно збирати в сміттєві ящики і вивозити з території підприємства;
  - 5) промаслене дрантя повинне збиратися і регулярно видалятися;
  - 6) не допускати проток легкозаймистих рідин (ЛЗР) і горючих рідин (ГР);
  - 7) Протоки ГР і ЛЗР ліквідуються:
- у приміщеннях, де є дренажні системи, змивом водою в дренажну ємність;

					ПД (б) 55.01 ПЗ	86	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата			

- у приміщеннях, де дренажні системи відсутні, засипаються піском і забираються совком або лопатою, виготовлених з неіскріючих матеріалів;
- 8) при виявленні витоків горючих газів або пари з устаткування і комунікацій, до місця пропуску подати водяну пару або азот до усунення причини пропуску;
- 9) пуск і експлуатація електроустаткування при несправній або вимкненій вентиляції недопускається;
- 10) застосовувати відкритий вогонь і палити в приміщеннях, на зовнішній установці і на території заборонено;
- 11) для куріння відводяться спеціальні місця;
- 12) при проведенні вогняних робіт необхідно перевіряти повноту і якість виконання підготовчих заходів, вказаних в дозволі на проведення вогняних робіт;
- 13) під час проведення вогняних робіт необхідно здійснювати періодичний контроль за ходом робіт і дотриманням правил пожежної безпеки працівниками;
- 14) після завершення вогняних робіт протягом трьох годин здійснюють контроль за місцем, де вони проводилися;
- 15) необхідно знати розташування засобів пожежогасіння і уміти ними користуватися;
- 16) Засоби пожежогасіння:

- вогнегасники: ОУ-2; ОУ-5; ОПШ-5-1ШТ.;
- стаціонарна пінна установка
- пожежні крани;
- пожежні рукави;
- ящики з піском і азбестовим полотном.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

Порушення технологічного режиму аварійного стану не викликає, але може призвести до випуску бракованої продукції або поломки устаткування.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	87	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			Арк.

Аварійна зупинка проводиться при пожежі.

При виникненні пожежі необхідно:

- криком оповістити осіб, що знаходяться у відділенні про виникнення пожежі і зобов'язати їх покинути відділення (окрім осіб, зайнятих ліквідацією пожежі), визвати пожежну частину по телефону 101, приступити до ліквідації пожежі наявними засобами;
- негайно вимкнути вентиляцію і зупинити автомат;
- повідомити змінного майстра;
- застосувати особисті протигази;
- прийняти заходи щодо порятунку потерпілих при пожежі.

#### Правила пожежної безпеки

На робочому місці машиніста пожежі можуть відбутися внаслідок:

- порушення правил пожежної безпеки;
- неправильного зберігання змащувальних і протиральних матеріалів;
- несправності електропроводки і електричного устаткування.

У виробничому приміщенні забороняється:

- застосовувати відкритий вогонь, запальні засоби;
- загромождати проходи до засобів пожежогасіння;
- використовувати пожежне устаткування для інших цілей.

При ліквідації пожежі виконувати наступні правила:

- дерев'яні предмети, що загорілись, гасити водою, вогнегасником ОП-10-ХЛ2, ЗОПП-10;
- при загорянні електропроводки або електродвигунів негайно вимкнути електроенергію і гасити углекислотними вогнегасниками марки ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5 або піском;
- дрантя, що загорілось, гасити піском або вогнегасником.

Забороняється:

- гасити водою електроустаткування;
- гасити вогнегасниками одяг на людині [7].

					ПД (б) 55.01 ПЗ	88	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



## ВИСНОВОК

У дипломному проекті розглянуто технологічний процес виготовлення виробів з термопластів методом лиття під тиском. На відміну від базового підприємства, пропонується замінити частину сировини відходами виробництва, що дозволить скоротити витрати первинної сировини.

В проекті наведено характеристику полімерів, які використовуються при виробництві товарів побутового призначення. У проекті були зроблені матеріальні, технологічні, теплотехнічні розрахунки. Завдяки цим розрахункам була вибрана оптимальна кількість початкової сировини, допоміжних матеріалів, складського приміщення; розрахована необхідна кількість литтєвих машин.

В дипломному проекті наведено технологічну схему виробництва з переліком основних технологічних стадій, креслення литвової машини, та технологічної схеми виробництва.

У проекті розглянуті питання з охорони праці та екології. Розроблені методи і засоби управління технологічним процесом.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	89	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

## CONCLUSION

In a diploma project the technological process of making of wares is considered with the termoplastiv method of casting under pressure. Unlike a base enterprise, it is suggested to replace part of raw material by wastes of production, that will allow to shorten the charges of primary raw material.

In a project the description of polymers which are used for production of commodities of the domestic setting is resulted. In a project material, technological, heating engineering computations were done. Thanks to these computations the optimum quantity of initial raw material, auxiliary materials, storage facility was chosen; calculated necessary quantity of littevih machines.

The diploma project presents the technological scheme of production with a list of the main technological stages, drawings of the casting machine, and the technological scheme of production.

In a project there are the considered questions from a labour protection and safety, ecology. The developed methods and facilities of technological process control.

					ПД (б) 55.01 ПЗ	90	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



23. СН 305 – 77 Инструкция по проектированию и устройству молниезащитных зданий и сооружений.
24. ДНАОП 1.1.10 – 1.01.97 Правила безпечної експлуатації електроустановок.
25. Бесчаснов М.В. Взрывобезопасность и противоаварийная защита ХТП. – М.:Химия,1983. – 471с.
26. ГОСТ 12.1.005 – 88 ССТБ Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Из-во стандартов, 1988.
27. СНиП II - 01 - 05 – 91 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
28. Калинин С.Л., Смирнов К.М., Жуков В.И., Краснощеков Н.А. Средства индивидуальной защиты.Справ. изд. – Л.: Химия, 1989. – 400с.

						ПД (б) 55.01 ПЗ	92	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				