

Український державний університет науки і технологій  
Навчально-науковий інститут  
«Український державний хіміко-технологічний університет»  
Факультет харчових та хімічних технологій  
Кафедра технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів

Пояснювальна записка  
до дипломного проєкту (роботи)

бакалавр

на тему:

Проєкт ділянки екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік

Виконав: студент 4 курсу, групи 4-ХТ-6  
напряму підготовки (спеціальності)  
161 Хімічні технології та інженерія

Мороз М.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Баштаник П.І. к.т.н доцент

(прізвище та ініціали)

Рецензент \_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Дніпро - 2026 року

Український державний університет науки і технологій  
ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет»  
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет, відділення Х та ХТ, заочне  
 Кафедра ТПП та ПМ  
 Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр  
 Галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія  
 (шифр і назва)  
 Спеціальність 161 хімічні технології та інженерія  
 (шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

проф. Сухий К.М.

“ ” \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

МОРОЗ Максим Артемович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проєкт ділянки екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік

керівник проєкту (роботи) БАШТАНИК Петро Іванович к.т.н., доцент,  
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 02 ” 03 2026 року № 77-К

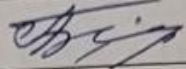

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 10.06.26

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

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

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

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

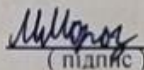
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальна та спеціальна частина	Баштаник П.І., доцент		

7. Дата видачі завдання 23.01.2026 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

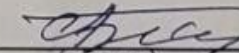
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Розрахункова частина проєкту. Компоновка обладнання	15.04.26	/
2.	Загальна частина	20.04.26	
3.	Технологічна частина	24.04.26	
4.	Спеціальна частина	05.05.26	
5.	Контроль та керування процесом	15.05.26	
6.	Техніко-економічні розрахунки	25.05.26	
7.	Охорона праці і навколишнього середовища.	01.06.26	
8.	Графічна частина	06.06.26	
9.	Оформлений проєкт	10.06.26	

Студент

  
(підпис)

Мороз М.А.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту



Баштаник П.І.

Відомості дипломного проекту

№п/п	Формат	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
1					
2			Документація загальна		
3					
4					
5	A4	ХТ6.026.161.001 ПЗ	Пояснювальна записка	61	
6	A1	ХТ6.026.161.001 ТС	Технологічна схема	1	
7	A1	ХТ6.026.161.001 КО	Компоновка обладнання	1	
8	A1	ХТ6.026.161.001 ОК	Операційна карта	1	
9					
10					
11					
12					
13			Документація за збірними одиницями		
14	A1	ХТ6.026.161.001 ЗБ	Вузол пластикації екструдера	1	
15					
16					
17					
18					
19					
20					

					ХТ6.026.161.001ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Мороз М.А.			Проект дільниці екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрившів</i>
<i>Перевір.</i>		Баштанник П.І					1	
<i>Н.Контр.</i>		Баштанник П.І				УДУНТ ННІ УДХТУ, каф ТПП та ПМ Гр. 4-ХТ-6		
<i>Замверд.</i>		Сухий К.М.						

## РЕФЕРАТ

Записка пояснювальна: сторінок 61, рисунків 10, таблиць 8, літературних джерел 8.

### ЕКСТРУДЕР, ПОЛІВІНІЛХЛОРИД, ПРОФІЛЬ, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА.

Об'єкт проектування-ділянка екструзії ПВХ деталей.

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

У загальній частині обґрунтовано вибір методу виробництва, надані теоретичні відомості про процеси, які мають місце при переробці полімерів методом екструзії, описана технологічна схема виробництва.

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

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

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

Визначені головні технічно-економічні показники ділянки з виробництва профілей.

					ХТ6.026.161.001ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Проект ділянки екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Розроб.</i>		Мороз М.А.					1	
<i>Перевір.</i>		Баштанник П.І						
<i>Н.Контр.</i>		Баштанник П.І						
<i>Замверд.</i>		Сухий К.М.						
						УДУНТ ННІ УДХТУ, каф ТПП та ПМ Гр. 4-ХТ-6		

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Характеристика сировини і готової продукції.....	8
1.2 Аналіз існуючих методів виробництва та обґрунтування прийнятого методу виробництва.....	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	23
2.1 Теоретичні основи методу переробки.....	23
2.2 Опис технологічної схеми виробництва.....	20
2.2.1 Прийом, транспортування та зберігання сировини.....	28
2.2.2 Вхідний контроль сировини.....	29
2.2.3 Формування профілю.....	30
2.2.4 Контроль готової продукції.....	34
2.2.5. Пакування та зберігання готової продукції.....	35
2.2.6. Переробка відходів при екструзії.....	36
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	39
3.1 Матеріальні розрахунки.....	40
3.2 Технологічні розрахунки.....	41
3.3 Характеристика основаного технологічного обладнання.....	44
3.4 Вибір і розрахунок допоміжного технологічного обладнання.....	46
3.5 Контроль та керування хіміко-технологічними процесами.....	46
3.6 Охорона навколишнього середовища.....	50
3.7 Техніка безпеки.....	53
3.8 Технічно-економічні розрахунки.....	55
4 Охорона праці.....	58
Висновки.....	60

					ХТ6.026.161.001ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Проект ділянки екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акривіш</i>
<i>Розроб</i>		Мороз М.А.					1	
<i>Перевір.</i>		Баштанник П.І						
<i>Н.Контр.</i>		Баштанник П.І						
<i>Замверд</i>		Сухий К.М.						
						УДУНТ ННІ УДХТУ, каф ТПП та ПМ Гр. 4-ХТ-6		
						6		

## ВСТУП

З давніх часів людство намагається зробити своє життя більш зручним та пристосованим до навколишнього середовища - спочатку це могла бути звичайна печера або ж настил із листя дерев що ростуть поруч, пізніше це вже були створені із каменів або не обпеченої глини будинки і з часом з'являлися нові покращення. Ближче до нашого часу була епоха великих географічних відкриттів (кінець XV століття), під час якої європейські мореплавці помітили, що корінні народи Центральної та Південної Америки використовували пружний матеріал, отриманий із соку дерева гевеї. Пройшло ще немало часу поки людство намагалось зрозуміти, що саме потрапило в наші руки і як його краще використовувати. Внаслідок перших дослідів стало зрозуміло, що матеріал (природний каучук) без домішок має не дуже гарні властивості, особливо на рахунок зміни температури навколишнього середовища, але все ж в результаті експериментів було створено резину а з плином часу і пластик.

В наш час вчені можуть штучно створити стільки хімічних з'єднань на основі даних отриманих завдяки каучуку, що і порахувати складно.

					ХТ6.026.161.001ПЗ			
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Проект дільниці екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік	<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Розроб</i>		Мороз М.А.					1	
<i>Перевір.</i>		Баштанник П.І						
<i>Н.Контр.</i>		Баштанник П.І						
<i>Замверд.</i>		Сухий К.М.						
						УДУНТ ННІ УДХТУ, каф ТПП та ПМ Гр. 4-ХТ-6		
						7		

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Характеристика сировини і готової продукції

ПВХ є термопластичним матеріалом, має зазвичай лінійну будову з розгалуженістю від 2 до 5 на 1000 мономерних ланок на протязі полімерного ланцюга, в окремих випадках до 15. Розгалуженість залежить від способу отримання ПВХ. ПВХ можливо отримати полімеризацією вінілхлориду за радикальним механізмом в масі, емульсії, суспензії або в органічному розчиннику.

На виробництві найчастіше використовують емульсію і суспензійний методи.

Суспензійний ПВХ отримують періодичним чи безперервним способом, при цьому обидва способи мають такі основні стадії: полімеризація, видалення залишків мономера вінілхлориду, центрифугування для видалення води і після чого сушки .

Полімеризацію вінілхлориду в масі проводять у дві стадії - на першій стадії вінілхлорид, який містить 0,02-0,05% ініціатора, полімеризують в автоклаві при температурі 30-70° С і інтенсивно перемішують до ступеня перетворення близько 10%. При цьому зазвичай використовуються такі ініціатори, як органічні перекиси, перекиси карбоната, азодінітрили та інші сполуки, розчинні в мономері. В результаті цієї стадії отримують тонку суспензію частинок ПВХ в мономері, яку переводять в горизонтальний обертовий реактор другого ступеня зі спеціальною мішалкою, в

					ХТ6.026.161.001ПЗ					
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат.</i>	Проект дільниці екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік					
<i>Розроб.</i>		Мороз М.А.						<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архівів</i>
<i>Перевір.</i>		Баштанник П.І							1	
<i>Н.Контр.</i>		Баштанник П.І						УДУНТ ННІ УДХТУ, каф ТПП та ПМ Гр. 4-ХТ-6		
<i>Замверд.</i>		Сухий К.М.								

якому міститься свіжий вінілхлорид, ініціатор та термічний стабілізатор, що зв'язує хлористий водень. З часом продовжують полімеризацію при повільному перемішуванні і заданій температурі до ступеня перетворення вінілхлориду близьким до 80%. На другому етапі відбувається зростання часток ПВХ і їх часткова агрегація, реакція має автокатолітичний характер. Не полімеризований вінілхлорид проходить крізь фільтр в конденсатор, в якому збирається рідкий мономер. Надалі відбувається лише зростання частинок внаслідок процесу полімеризації вінілхлориду та адсорбції макромолекул ПВХ, що випадають з рідкої фази, на цих частинках. Отримані гранули ПВХ з розмірами 100-300мкм в залежності від температури і швидкості перемішування полівінілхлорид продувають азотом і просіюють. Цим методом можливо отримати дуже чистий ПВХ не забруднений ПАРом, захисним колоїдом і іншими речовинами як під час суспензійної полімеризації.

Так, суспензійний ПВХ має втричі нижчу розгалуженість, ніж емульсійний. Розгалуженість молекул ПВХ залежить також від ряду технологічних факторів полімеризації: складу ініціатора, інтенсивності перемішування, ступеня перетворення мономера і температури полімеризації.

Полярність полімеру, що забезпечується зв'язками карбону та хлору, обумовлює значні сили міжмолекулярної взаємодії в ПВХ. Це є причиною високої механічної міцності: при розтягуванні 40-60 МПа, при вигині - 80-120 МПа а також високої жорсткості і малої розчинності полімеру в більшості розчинників. Полівінілхлорид стійкий до дії вологи, кислот, лугів, розчинів солей, бензину, гасу, жирів, спиртів і таких промислових газів: NO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, HF.

Найважливішою особливістю ПВХ є його самозагоряння, обумовлене високим вмістом хлору, що робить цей матеріал привабливим в сфері виробництва будматеріалів.

					ХТ6.026.161.001ПЗ	Анк
						9
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		



Таблиця 1.1.- Технічні характеристики м'якого ПВХ марки О-40

Найменування показника	Вимоги ГОС 5960-72
Питомий об'ємний електричний опір за 20 °С,ОТ, не менше ніж	5×1010
Міцність у разі розриву, кг/см <sup>2</sup> , не менш ніж	120
Порівняно подовження у разі розриву,%, не менш ніж	300
Опір роздіру, кг*с/см, не менш ніж	45
Температура крижкості, °С, не більш ніж	-40
Загуби в масі за 160 °С упродовж 6 год,%, не більш ніж	3,0
Гарячість (метод А), с., не більш ніж	15
Водопоглинання, %, не більш ніж	0,4
Температура розм'якшення, °С	170±10
Щільність, г/см <sup>3</sup>	1,4
Збереження відносного подовження у разі розриву після витримки за 100±2 °С упродовж 7, %, не менш ніж	80

Полівінілхлорид (ПВХ) - це матеріал, що відноситься до групи термопластів. Чистий ПВХ на 43% складається з етилену і на 57% із зв'язаного хлору, одержуваного з повареної солі. ПВХ виділяється у вигляді порошку. Для виробництва віконних профілів, в порошкоподібний ПВХ додають стабілізатори, модифікатори, пігменти і допоміжні добавки. Ці компоненти впливають на такі властивості віконних профілів, як світлостійкість, стійкість проти атмосферних впливів, колірний відтінок, якість поверхні, зварюваність і т.д.

Таблиця 1.2 - Технічні характеристики пластикату ПВХ марки Ю-45-12

№	Найменування показника	Норма
1	Питомий об'ємний електричний опір при 20 °С, Ом · м, не менше	$1 \times 10^{12}$
2	Міцність при розриві, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менше	11,7
3	Відносне подовження при розриві, %, не менше	350
4	Температура крихкості, °С, не вище	-45
5	Щільність, г/см <sup>3</sup>	1,20–1,25
6	Збереження відносного подовження при розриві після витримки при (100±2) °С протягом 7 діб, %, не менше	85
7	Твердість при 20 °С, МПа, не більше	1,07
8	Горючість: метод А, с, не більше	30

Як стабілізатори головним чином використовується свинець, який знаходиться в ПВХ в зв'язаному, тобто біологічно пасивному стані. Останнім часом ряд фірм стали застосовувати ще більш нешкідливе з'єднання кальцію і цинку.

Для підвищення ударної в'язкості в полімерні матеріали додають модифікатори, які підвищують міцність віконних деталей при їх обробці. Тому іноді ПВХ, що використовується для виготовлення віконних профілів, називають модифікованим. Також необхідно відзначити, що зміст вінілхлоридна мономерів в 1 кг профілю не перевищує 1 мг і їх виділення при будь-якій обробці профілів не відбувається. ПВХ є важкозаймистих і самогаситься матеріалом. Він стійкий до впливу лугів, кислот, вапна, а також до атмосферних впливів. Виходячи з усього вище викладеного, ми бачимо, що матеріал, який використовується для виготовлення пластикових вікон, є нешкідливим для людини. Пластикові вікна можна застосовувати у виробничих, громадських і житлових будівлях, ніяких гігієнічних обмежень по їх застосуванню

немає. Інша справа, що вікна з будь-якого матеріалу, в тому числі і з ПВХ повинні задовольняти цілому переліку технічних вимог, таких як:

- теплопровідність;
- забезпечення нормованого повітрообміну;
- звукоізоляція і ін.

Зупинимося докладніше на тому, як ПВХ реагує на зміни температури.

При зниженні температури модуль пружності ПВХ підвищується, а отже, зростають і його міцності на розтяг, стиск і вигин. Однак при цьому збільшується його крихкість (падає ударна в'язкість), тому при монтажі пластикових вікон в зимовий час при температурі зовнішнього повітря нижче  $-10$  -  $-15^{\circ}\text{C}$  ризик руйнування ПВХ досить великий.

З підвищенням температури полівінілхлорид поступово розм'якшується - його відносне подовження при розриві збільшується, міцність на стиск і вигин падає. Різко зниження міцності властивостей ПВХ починається з температури  $+40^{\circ}\text{C}$ , а поблизу  $+80^{\circ}\text{C}$  знаходиться точка його розм'якшення. У зв'язку з цим застосування ПВХ-вікон неприпустимо в приміщеннях з підвищеним температурним режимом, а при проектуванні вікон, орієнтованих на південну сторону, слід передбачати заходи, що запобігають акумуляцію тепла віконним профілем.

### Створення м'якого ПВХ

М'який ПВХ (або ПВХ-пластикат), зазвичай отримують шляхом додавання до жорсткого ПВХ спеціальних добавок - пластифікаторів.

Склад м'якого ПВХ:

- полівінілхлорид - основний полімер;
- пластифікатори - надають гнучкість та еластичність;

					ХТ6.026.161.001ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лам		13



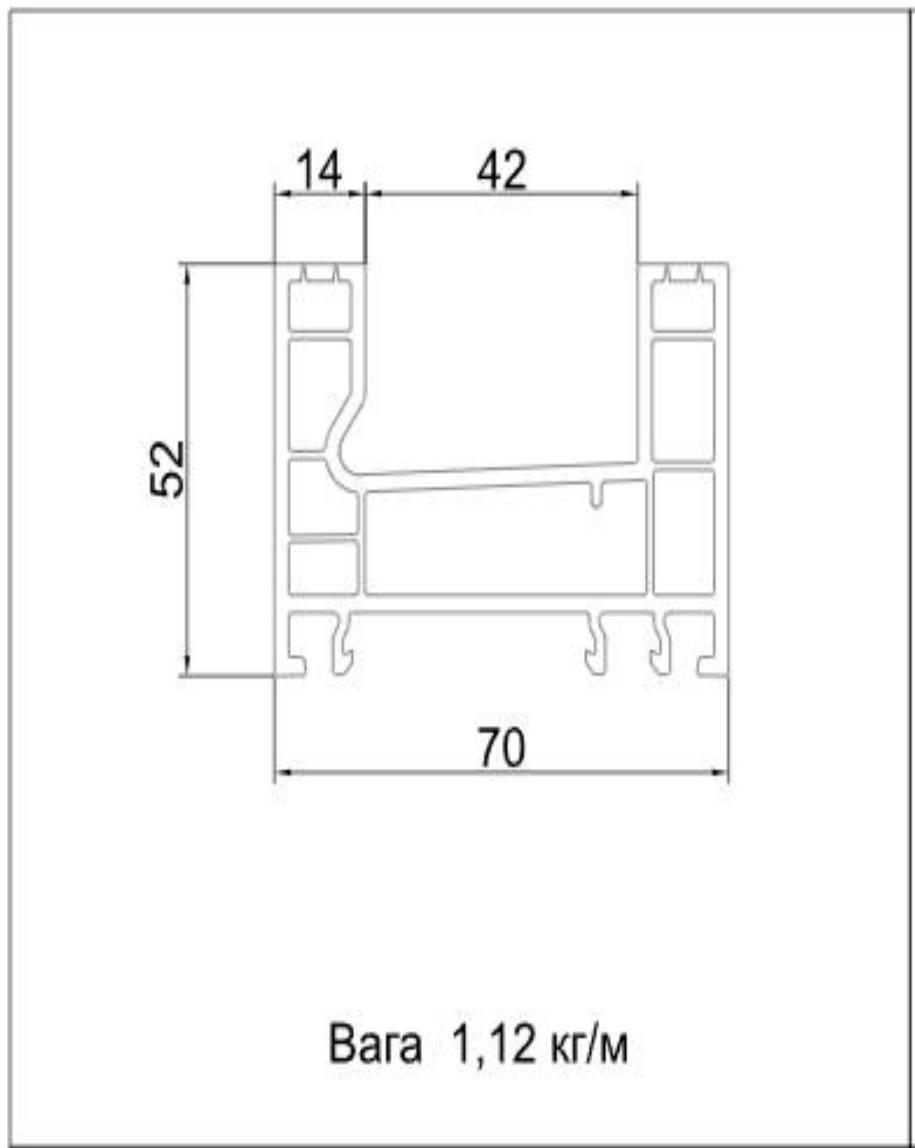
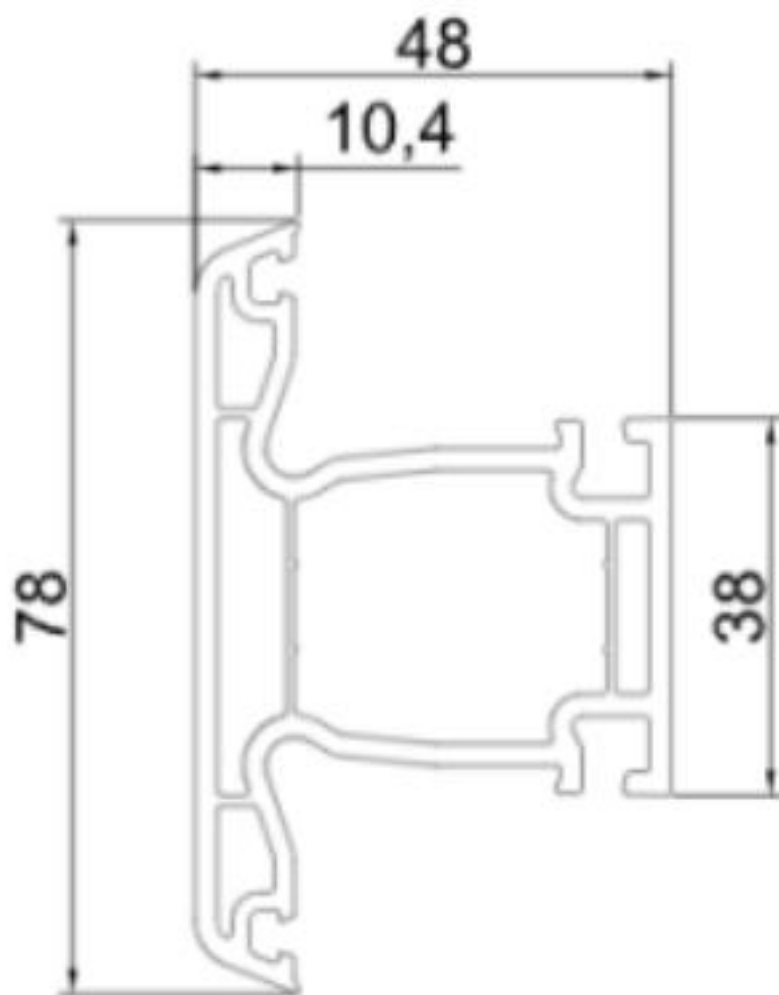


Рисунок 1.1 - Ескіз деталь 1(створка)

					ХТ6.026.161.001ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		15

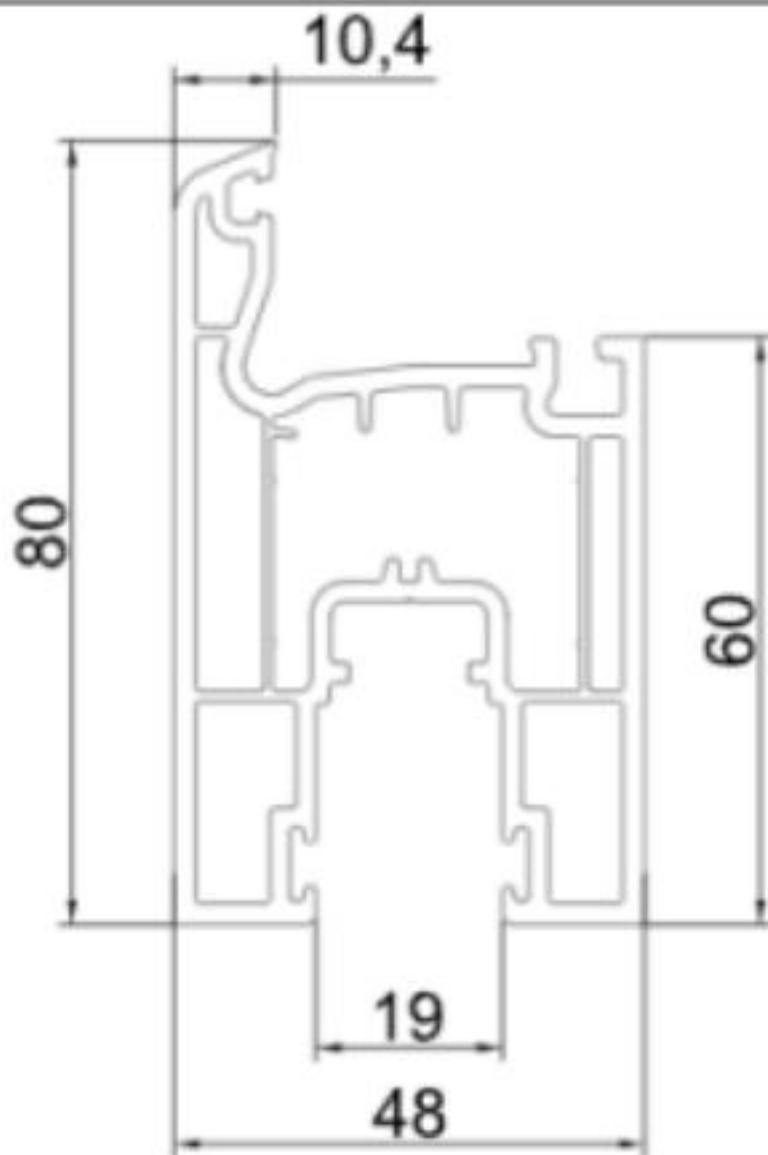


**Вага 0,93 кг/м**

Рисунок 1.2 - Ескіз деталь 2 (імпост)

Змн	Арк	№ докум	Підпис	Лист

ХТ6.026.161.001ПЗ

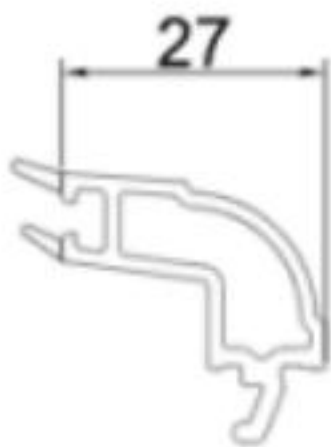


Вага 1,18 кг/м

Рисунок 1.3 - Ескіз деталь 3 (рама)

Змн	Арк	№ докум	Підпис	Лист

ХТ6.026.161.001ПЗ



Вага 0,21 кг/м



Вага 0,16 кг/м

Рисунок 1.4 - Ескізи деталі 4 (штапик А) та 5 (штапик Б)

Змн	Анк	№ докum	Підпис	Лист

ХТ6.026.161.001ПЗ

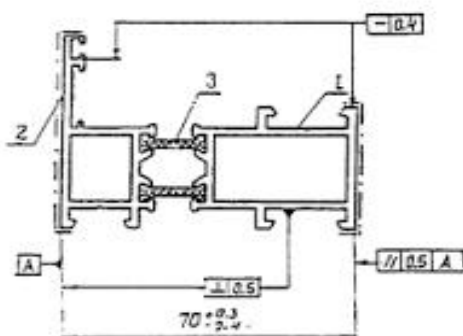
Вимоги до розмірів добірних профілів і до граничних відхилень від них встановлюють у технічній документації. Граничні відхилення номінальної товщини зовнішніх стінок головних профілів встановлюють у технічній документації підприємства-виготовлювача.

Граничні відхилення від форми профілів не повинні бути більше:

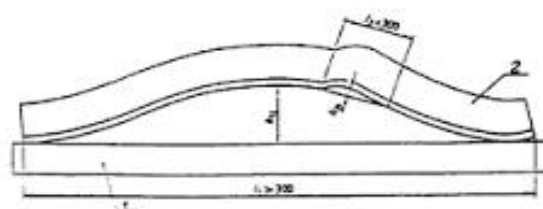
- від прямолінійності лицьових стінок по поперечному перерізі -  $\pm 0,3$  мм на 100 мм;
- від перпендикулярності зовнішніх стінок профілів коробок - 1 мм на 50 мм висоти профілю;
- від паралельності лицьових стінок по поперечному перерізі профілю - 1 мм на 100 мм;
- від прямолінійності сторін профілю по довжині - 1 мм на 1000 мм довжини.

Таблиця 1.2 та Рисунок 1.1 - Допуск скручування профілів за Державним стандартом України

Ширина b	Допуск скручування для профілів завдовжки					
	до 1000	до 2000 включ.	до 3000 включ.	до 4000 включ.	до 5000 включ.	більше 5000
До 25 включ.	1,0	1,2	1,2	1,5	2,0	2,0
До 50 включ.	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,0
До 100 включ.	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,0
До 150 включ.	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	3,0
До 200 включ.	1,5	1,8	2,2	2,6	3,0	3,5
До 300 включ.	1,8	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5



1, 2 - алюмінієві профілі; 3 - термомісток  
Рисунок 2 - Відхилення геометричних параметрів профілів



1 - контрольна плита; 2 - контрольований профіль  
Рисунок 3 - Перевірка відхилення профілів від прямолінійності

Змн	Арк	№ док.им	Підпис	Лист

ХТ6.026.161.001ПЗ

Арк

19

## 1.2 Аналіз існуючих методів виробництва та обґрунтування прийнятого методу виробництва.

Існують різноманітні методи переробки полімерних матеріалів. Кожен метод - це шлях здійснення технології виготовлення виробу з полімерного матеріалу. За методами виготовлення виробів із пластмас її можна розділити на такі групи виробництв із відповідним об'ємним процентом:

- пресування (28%) - нагрів під тиском матеріалу, що знаходиться у прес - формі, формування та затвердження, що відбувається в гарячій прес-формі;
- лиття під тиском (33%) - процес формування виробів шляхом нагрівання матеріалу до розплаву, заповнення їм форми та затвердження його в холодній прес-формі;
- екструзія (28%) - процес формування виробів шляхом притиснення розплаву полімеру через голівку, що формує;
- пневмовакуумне формування - процес переробки листових і плівкових матеріалів шляхом попереднього нагрівання заготівлі до високо еластичного стану й надання їй визначеної форми за допомогою зжатого повітря або вакууму, а потім охолодження;
- каландрування (5%) - це процес, що полягає в безупинному пропусканні полімерного матеріалу через зазор між валенням, причому кількість таких валків може бути від двох і більш;
- інші методи - 6%.

Для виготовлення профілей з ПВХ пропонується використовувати метод екструзії.

Екструзія - це технологія переробки полімерних матеріалів способом безперервного продавлювання їх розплаву через спеціальну

					ХТ6.026.161.001ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		20

формуючу головку(фільєру). Геометрична форма вихідного каналу фільєри визначає перетин профілю кінцевого виробу, який буде отримано з напівфабрикату.

Процес екструзії здійснюється на спеціальному екструзійному обладнанні - екструдерах або екструзійних лініях. При цьому матеріал, що піддається обробці під час технологічний процес екструзії, називається екструдатом.

Виробництво профільних виробів з ПВХ може бути реалізовано за однією з трьох схем:

- закупається готова композиція цільового призначення, що складається з ПВХ і адитивів;
- закупається готова суміш адитивів (в основному це комплекси цільового назначення, часто звані однопакетного) і змішується з ПВХ;
- закупаються різні адитиви і ПВХ.

При реалізації першої схеми можливість впливати на якість готової продукції практично відсутня, оскільки споживач використовує готові матеріали невідомого йому складу.

При роботі за другою схемою якість готової продукції можна змінювати в достатньо точно обмеженому діапазоні, так як рецептура суміші визначається співвідношенням тільки двох компонентів: ПВХ-смоли і компаунда (можливості використання допоміжних компонентів, наприклад, мастил, зазвичай обмежені відсутністю достатніх відомостей про склад однопакетного сумішей).

При використанні третьої схеми якість готової продукції можна змінювати в більш широкому діапазоні, так як рецептуру суміші можливо підібрати з урахуванням особливостей конкретної екструзійної лінії, формуючого інструмента, а також характеристик всіх вихідних компонентів. Для підвищення якості сумішей на початковому етапі відпрацьовуються типові рекомендації стосовно до сировини різної

					ХТ6.026.161.001ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		21

якості. Потім експериментально для конкретної екструзійної лінії визначається оптимальна рецептура суміші. В результаті технолог виробництва починає набір стандартних рішень для конкретних умов. Таким чином, при роботі за цією схемою якість суміші в значній мірі визначається кваліфікацією технолога, який в залежності від конкретних обставин приймає рішення за рецептурою суміші. Чим вища кваліфікація і досвід технолога, тим менше відходів при переході на сировину іншого постачальника і тим нижча собівартість продукції. Економічні розрахунки виробництва профільних виробів з ПВХ показують, що при переході від першої схеми до третьої собівартість ПВХ-компаунда зменшується. Так, при виробництві настінних панелей різниця у витратах на одну тонну компаунда між першою і третьою схемами організації виробництва може становить від 100 до 150 дол. США.

Однак натомість - подовження технологічного циклу, ускладнення виробництва і більш високі вимоги до кваліфікації інженерно-технічних кадрів. Що стосується готових композицій, то їх вигідно використовувати в трьох випадках:

- на початкових етапах розвитку виробництва;
- при виконанні окремих спеціальних замовлень;
- при дефіциті змішувальних потужності в період «будівельного сезону».

					ХТ6.026.161.001ПЗ	<i>Анк</i>
<i>Змн</i>	<i>Анк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Лист</i>		22

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Теоретичні основи методу переробки

На рис. 2.1 представлена найбільш поширена типова схема розділення матеріального циліндра і шнека на основні зони - зони харчування (завантаження), змішування, зжаття (пластикації), гомогенізації і дозування. У зоні живлення відбувається прийом сипучого матеріалу, транспортування і його часткове перемішування. У ній гвинтовий канал (простір між витками, корпусом циліндра і сердечником шнека) має дещо більший обсяг, ніж в інших зонах. Зона живлення становить до 30% робочої довжини шнека.

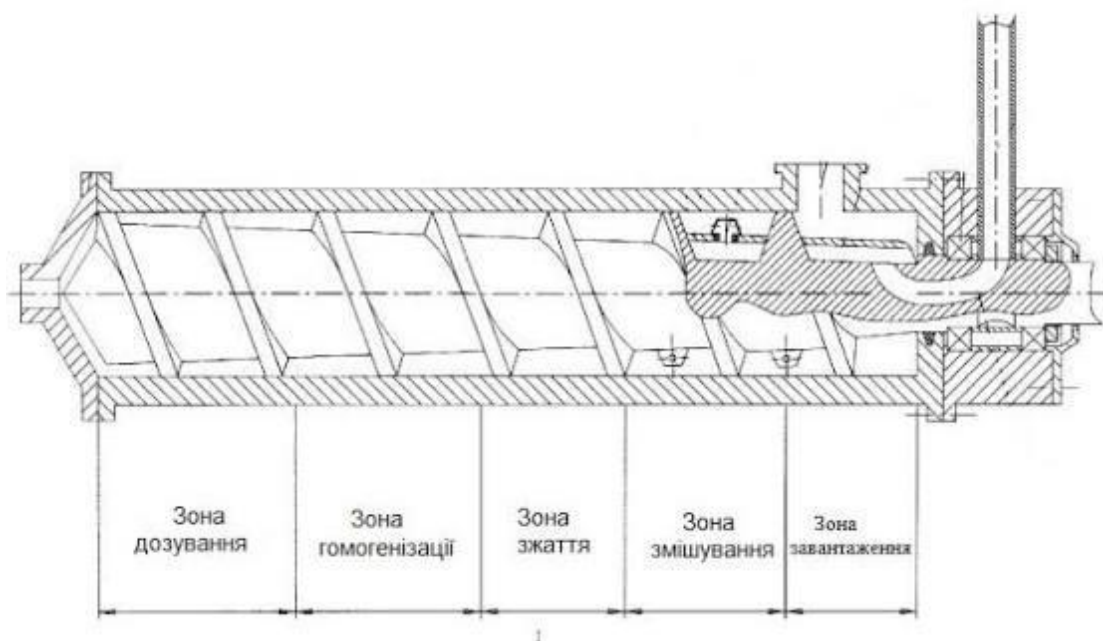


Рисунок 2.1 - Схема шнекового екструдера

					ХТ6.026.161.001 ПЗ					
Змін	Арк	№ док.	Підпис	Дат	Проект дільниці екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік					
Розроб	Мороз М.А.							Лист	Арк	Арк.шліф
Перевір.	Баштаник П.І.							1		
Н.Контр.	Баштаник П.І.							УДУНТ ННІ УДХТУ, каф ТПП та ПМ		
Затверд.	Сухий К.М.							Гр. 4-ХТ-6		
					23					

Полімерні матеріали охоплюють два принципово різних класи речовин, що зумовлює і відповідні відмінності у методах їх переробки. Термопласти зберігають здатність до повторного розплавлення, тоді як реактопласти у процесі формування незворотно зшиваються у просторову сітку. Ця фізико-хімічна відмінність є визначальною при виборі технологічного маршруту виготовлення виробів.

## 2.2 Опис технологічної схеми виробництва

Переробка термопластів (рис2.2) передбачає попереднє поєднання полімеру з функціональними добавками: стабілізаторами, пластифікаторами, барвниками та модифікувальними агентами. Залежно від агрегатного стану суміші, що надходить у переробку, розрізняють декілька технологічних гілок. Розплавні методи включають гранулювання з наступним формуванням виробів екструзією, каландруванням, видуванням, литтям під тиском або пресуванням. Розчинні технології з використанням відповідного розчинника уможливають виготовлення плівок поливом, формування волокна та шпредикування. Окремо виділяють методи, що ґрунтуються на диспергуванні, зокрема напилення, ротаційне формування, спікання та занурення, а також підходи, пов'язані з піноутворенням: пресування піноблоків і лиття спінених виробів.

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докum	Підпис	Лист		24



другий забезпечує формування листових та профільних виробів, склошиферу, а також намотування і контактне формування. Застосування пороутворювачів у поєднанні зі змішуванням відкриває можливість для отримання пінопластів методом пресування або лиття під тиском.

Незалежно від матеріалу, після основного формування виробу, як правило, проходять стадію доведення, яка може включати термо- та механічну обробку, зварювання, склеювання, декоративне оздоблення або складання з елементів. Конкретний перелік операцій визначається вимогами до готового виробу.

Серед усіх перелічених методів переробки термопластів екструзія посідає особливе місце завдяки безперервності процесу, стабільності геометрії перерізу та економічній ефективності при великотоннажному виробництві. Саме тому підприємство орієнтоване на виготовлення ПВХ-профілів методом екструзії.

Виробництво ПВХ-профілю методом екструзії складається з послідовних стадій, що утворюють безперервний технологічний ланцюг. Нижче наведена узагальнена схема (рис. 2.4).

Процес починається з точного дозування компонентів рецептури за допомогою вагових дозаторів. Суха суміш готується у двоступеневому агрегаті «гарячий-холодний змішувач»: спочатку компоненти перемішуються при температурі 110–120°C протягом 8–12 хвилин (гарячий цикл), після чого суміш охолоджується до 40–50°C у холодному змішувачі. Гарячий цикл забезпечує абсорбцію рідких добавок на поверхні ПВХ-частинок, тоді як охолодження запобігає злипанню та передчасному гелеутворенні.

Якість сухої суміші – одна з ключових умов отримання профілю без пористості та включень. На підприємстві кожна партія

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		26

суміші перевіряється на насипну густину та час гелеутворення (за Brabender-тестом або еквівалентним методом).

Після сушіння гранули змішуються з мастербатчами та іншими добавками у заданих пропорціях. Дозування здійснюється вагометричними дозаторами, встановленими над горловиною ливарної машини.

Основою технологічного процесу є двошнековий конічний або паралельний екструдер. Двошнекова конструкція порівняно з одношнековою забезпечує кращу дисперсію добавок, стабільніший тиск і нижчу температуру розплаву – що особливо важливо для термолабільного ПВХ. Суха суміш подається в зону завантаження, де під дією тертя та зовнішнього обігріву відбувається гелеутворення і пластикація. Температура по зонах циліндра зростає від 160°C у зоні завантаження до 185–195°C у зоні дозування; температура голівки – 185–200°C.

Після виходу з фільтри напівфабрикат надходить у вакуумний калібратор, де формується точний поперечний переріз профілю. Вакуум (0,03–0,06 МПа) притискає ще пластичний матеріал до стінок калібратора, забезпечуючи відтворюваність геометрії. Охолодження відбувається у декількох водяних ваннах при температурі 15–20°C. Типові параметри екструзії ПВХ-профілю наведені у табл. 2.1

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лам		27

Таблиця 2.1 - Типові параметри екструзії ПВХ-профілю

Параметр	Значення
Температура зони 1 (завантаження)	155–165°C
Температура зони 2	165–175°C
Температура зони 3	175–185°C
Температура голівки	185–200°C
Тиск у голівці	15–35 МПа
Вакуум у калібраторі	0,03–0,06 МПа
Температура охолоджувальної води	15–20°C
Швидкість тягнення	1,5–4,5 м/хв

Після основного виробничого циклу частина профілю надходить у цех ламінування. Декоративна плівка наноситься методом термоклейового каландрування: плівка розмотується з рулону, нагрівається ІЧ-випромінювачами та притискується до попередньо прогрітої поверхні профілю валковою системою. Температура клею 80 - 120°C залежно від типу адгезиву. Після каландрування профіль охолоджується і нарізається на мірні довжини.

### 2.2.1 Прийом, транспортування та зберігання сировини

Кожна партія сировини, що надходить на підприємство, супроводжується паспортом якості від постачальника. Вхідний контроль здійснюється відділом технічного контролю із застосуванням методів визначення ПТР (ДСТУ ISO 1133), щільності та вологості.

Доставка сировини зі складу до дільниці здійснюється кількома способами залежно від організації конкретної виробничої ділянки:

- Ручні гідравлічні візки (рохлі) використовуються для переміщення мішків або контейнерів типу «біг-бег» із гранулятом. Вантажопідйомність стандартного візка – 2000 кг.
- Пневматична транспортна система централізованого подання гранул (там де вона змонтована) дозволяє подавати сировину безпосередньо з центрального бункера до бункерів ливарних машин по трубопроводах.
- Вилочний навантажувач застосовується для переміщення піддонів із упакованою сировиною або готовою продукцією між цехом та складом.

Готові вироби після контролю якості укладаються у пластикові ящики або мішки та розміщуються на піддонах. Переміщення піддонів усередині цеху здійснюється рохлями, на склад – вилочним навантажувачем. Маршрути переміщення матеріалів позначені на підлозі розміченими смугами відповідно до вимог охорони праці та безпеки руху.

### 2.2.2 Вхідний контроль сировини

Якість вхідної сировини контролюється за ДСТУ EN ISO 1060 (ПВХ-С), ДСТУ EN ISO 2507 (теплостійкість профілів), ДСТУ EN 12608 (профілі ПВХ для вікон і дверей). Готова продукція сертифікується згідно з вимогами ДСТУ EN 12608:2016, а теплотехнічні показники визначаються за EN ISO 10077.

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		29

### 2.2.3 Формування профілю

Система керування екструзійної лінії реєструє в режимі реального часу: температуру по зонах циліндра та голівки, тиск розплаву перед голівкою, частоту обертання шнеків, споживану потужність двигуна, швидкість тягнення. Усі параметри архівуються, що дозволяє відновити умови процесу для будь-якої партії. Система керування сучасних ливарних машин відображає ці параметри в режимі реального часу та зберігає їх у пам'яті для кожного циклу, що дозволяє ретроспективно аналізувати відхилення. Вимірювальний контроль здійснюється за допомогою штангенциркулів (точність 0,01 мм), мікрометрів, вимірювальних шаблонів. Контрольовані розміри та допуски вказані в кресленні виробу. Зважування – маса виробу вимірюється на аналітичних терезах. Відхилення від номінальної маси понад  $\pm 2\%$  є підставою для перевірки параметрів процесу.

Візуальний контроль проводиться при гарному освітленні. Дефекти поверхні (срібні смуги, бульбашки, недоливи, облій) виявляються оком оператора або контролера ВТК.

Функціональне випробування: випробування на герметичність, міцність при навантаженні, відповідність різьбового з'єднання. Для ламінованого профілю перевіряють адгезію плівки методом решітчастого надрізу за ДСТУ ISO 2409. Результати контролю фіксуються в технологічному журналі змінного рапорту. Журнал містить інформацію про матеріал, параметри процесу, виявлені дефекти та вжиті коригувальні заходи. На основі накопичених даних будуються контрольні карти Шухарта для аналізу варіації процесу, що є елементом системи статистичного управління якістю (SPC).

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		30

Екструзія – це спосіб виготовлення профільних виробів великої довжини з пластмас. Процес безперервний і полягає у витискуванні розплаву полімеру через отвір певного перетину. Функції екструдера полягає в забезпеченні плавлення твердої полімерної суміші, що безперервно подається, утворенні гомогенного в'язкого розплаву і нагнітання розплаву під високим тиском в профільну голівку. Виробнича лінія включає екструдер, інструмент (філь'єру, стійко сухий і вологою калібрації), що маркірує принтер, що тягне пристрій, пилу для різання профілю пристрій для укладання і упаковки готової продукції. Серцем всієї лінії екструзії по праву вважається інструмент: філь'єри і калібратори. Саме інструмент у вирішальній мірі визначає якість профілю і вимагає максимальної ретельності в своєму виробництві. Філь'єри складається з матриці і дорну, які формують щілинний канал протікання розплаву. Від температурного режиму філь'єри залежить рівність і глянець профілю. Виходячи з філь'єри, гарячий тільки що сформований профіль повинен зберегти свою геометричну форму і швидко охолотитися. Для цієї мети служать калібратори: сухий і вологий. У сухому калібраторі гаряча заготівка профілю піддається формуванню і охолоджується. Формування здійснюється шляхом притягнення профілю до стінок калібратора за рахунок легкого вакууму в щілинних шліцах калібратора. Такий вигляд калібрування називається вакуумним. Для охолодження поверхні профілю в стінках калібратора розташовані канали для циркуляції холодної води.

Остаточне відведення тепла зі всієї маси профілю здійснюється у вологому калібраторі, де профіль зрошується водою. Далі профіль осушується струмом повітря, маркірується на кожному

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		31

метрі і приходить пристрій, що тягне, швидкість якого строго узгоджується із швидкістю обертання шнеків в екструдері і подачею сировини. Швидкість екструзії профілів ПВХ невелика, максимальними вважається 8 метрів в хвилину. Збільшення швидкості екструзії може негативно впливати на якість профілю. При істотному збільшенні швидкості екструзії необхідно передивлятися рецептуру ПВХ суміші і технологічні параметри екструзії.

Полівінілхлорид у вигляді порошку із бункера потрапляє у гвинтовий канал черв'яків. Зона під бункером охолоджується водою. Потрапляючи до обігріваної секції циліндра матеріал підігрівається та переходить у в'язко текучий стан. Підігрів матеріалу відбувається як за рахунок підігріву від нагрівачів так і за рахунок тепла, що виділяється при внутрішньому терті матеріалу. У разі перегріву розплаву включаються вентилятори. В деяких типах екструдерів черв'як охолоджується, це необхідно для того щоб розплав полімерного матеріалу не прилипав до шнеку. Після того як матеріал розплавився він потрапляє до формуючої головки. Для виготовлення складних за формою профілів використовують спеціальний формуючий інструмент.

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		32

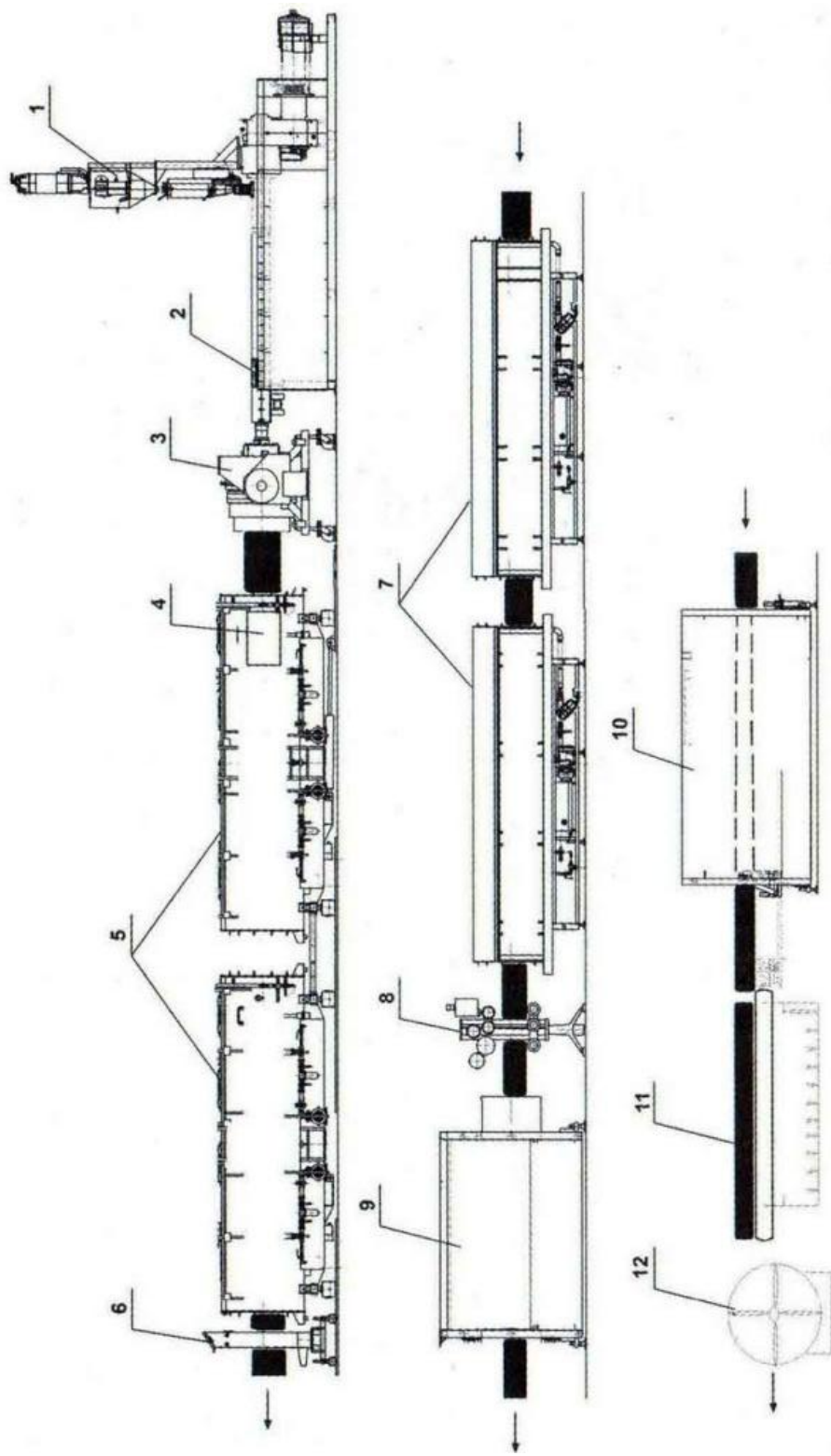


Схема линии экструзионной для производства пластмассовых труб:

- 1 — загрузочное устройство; 2 — экструдер; 3 — формирующая головка; 4 — калибрующая гильза;  
 5 — водяные вакуумные ванны (вакуум-калибраторы); 6 — толщиномер; 7 — водяные охлаждающие ванны;  
 8 — счетно-маркирующее устройство; 9 — тянущее устройство; 10 — отрезное устройство; 11 — приемное устройство;  
 12 — наматочное устройство.

Рисунок 2.4 - Схема лінії екструзії для виробництва труб

ЗМН	Арк	№ док.им	Підпис	Дат

#### 2.2.4 Контроль готової продукції

У ході виробництва технологи та оператори регулярно контролюють параметри процесу та якість виробів. Параметри машини фіксуються автоматично системою керування. Відбір виробів для контролю якості здійснюється згідно з планом контролю: як правило, щогодини відбирається вибірка з 5–10 виробів.

При контролі виробів перевіряються:

- зовнішній вигляд
- геометричні розміри за допомогою штангенциркулів, мікрометрів, контрольних шаблонів;
- маса виробу (аналітичними терезами) як непрямий показник стабільності процесу.

Перевіряються: загальні розміри поперечного перерізу; товщина зовнішніх стінок (не менше 2,5 мм для профілів класу А); якість поверхні; відхилення від прямолінійності. Механічні та теплофізичні характеристики визначають на сертифікаційних випробуваннях у незалежних лабораторіях. Профілі з жорсткого ПВХ в залежності від значення показника абсолютної деформації при вдавлюванні поділяють на дві марки: жорсткі (марка Ж) та напівтверді (марка ПЖ). До виробів марки Ж стандарт відносить наступні: елементи внутрішніх облицювань; лиштви; плінтуси; трубки; куточки; розкладки; деталі кріплення елементів внутрішніх облицювань. До виробів марки ПЖ стандарт відносить: поручні; лиштви; накладки на проступи; плінтуси; накладки кутові; насельники; трубки; куточки; дверні поріжки; розкладки меблеві. Періодичним випробуванням піддають вироби, що пройшли приймально-здавальні випробування. Допускається відбирати

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		34

вироби для випробувань безпосередньо з технологічної лінії. Основні вимоги до упаковки і маркування профілів зводяться до наступного. Мірні відрізки профілів однакової довжини упаковують в пачки. Пачку загортають з урахуванням захисту торців в полімерну плівку або рукав і закріплюють по краях на відстані 15-30 см від торців пачки.

Таблиця 2.2 - Типові дефекти ПВХ-профілю та методи їх усунення

Дефект профілю	Можлива причина	Спосіб усунення
Рябизна поверхні	Недостатнє гелеутворення ПВХ	Підвищити температуру зон або зменшити швидкість
Пористість (раковини)	Волога в сировині або повітря в розплаві	Перевірити вологість суміші, відрегулювати вентиляцію циліндра
Відхилення товщини стінки	Нестабільний тиск, знос калібратора	Перевірити вакуум, замінити вставки калібратора
Скрученість профілю	Нерівномірне охолодження	Вирівняти потік охолодженої води у ваннах
Відшарування ламінату	Недостатній нагрів або тиск каландра	Збільшити температуру ІЧ-нагрівача, перевірити тиск валків
Жовтіння поверхні	Перегрів, недостатня стабілізація	Знизити температуру голівки, збільшити концентрацію стабілізатора

### 2.2.5. Пакування та зберігання готової продукції

Після екструзії на поверхню профілю наклеюють щільну захисну плівку, яка виключає ризик пошкоджень і появ вад у вигляді подряпин, мікровідколи, вм'ятин в процесі транспортування, навантаження і розвантаження виготовленої партії. Його розрізають

гільйотиною на стандартні фрагменти, укладають в палет, і відправляють на склад.

На складі профілі зберігаються за певної вологості повітря і температури, при цьому зазвичай не під відкритим сонячним промінням для того щоб збільшити час експлуатації.

#### 2.2.6. Переробка відходів при екструзії

При виробництві профільних виробів з ПВХ в принципі можуть утворитися три групи відходів.

По-перше, це технологічні відходи виробництва, які виникають в процесі екструзії і декорування профілів. Вони діляться на вторинно використовувані та невикористовувані технологічні відходи. В процесі екструзії утворюються відходи при висіканні тих чи інших отворів і з повністю або частково неоформлених ділянок екструдата, неминуче утворюються при пуску і зупинці екструзійних ліній. Винятком є ділянки, які складаються з суміші робочої консерваційною композицій. При декоруванні і обрізанні торців профілів також утворюються відходи (наприклад, після ламінування), і з профілів, на яких проводились відпрацювання того чи іншого процесу декорування. На промислових підприємствах, що займаються виробництвом профілів, може використовуватися відходи до 2,5-5% від загальної кількості продукції, що випускається. За невеликим винятком ці відходи, що представляють собою високоякісну сировину, за властивостями мало чим відрізняються від вихідного первинного полімеру. Переробка його в вироби не вимагає багатьох видів спеціального обладнання і проводиться на тому ж підприємстві.

Невикористані технологічні відходи виробництва утворюються при недотриманні технологічних режимів в процесі

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лам		36

дозування компонентів суміші, їх змішанні, екструзії профілів або їх декоруванні, тобто це технологічний шлюб, величина якого характеризує організаційний і технологічний рівні даного виробництва. Кількість невикористовуваних технологічних відходів повинно бути зведене до мінімуму. Використовувані технологічні відходи виробництва переробляються в різні вироби, використовуються в якості добавки до вихідної сировини, продаються іншим організаціям і т. д. Друга група відходів - це відходи виробничого споживання. Вони накопичуються, наприклад, в процесі виготовлення спеціалізованими підприємствами віконних рам, в конструкції яких використовуються профілі з ПВХ. Ці відходи найбільш однорідні, мало забруднених і тому представляють найбільший інтерес з точки зору їх закупівлі і повторної переробки.

Третя група - це відходи громадського споживання. Спираючись на досвід країн, в яких так звані «пластикові» вікна стали широко використовуватися в кінці сімдесятих - початку вісімдесятих років минулого сторіччя, можна з упевненістю сказати, що основну масу таких відходів складуть ПВХ профілі від тих, хто прийшов в непридатність і заміненіх вікон і дверей. Сьогодні в ряді країн на вторинну переробку приймаються, зокрема, основні конструкції (рами і стулки) з фурнітурою, металевими елементами, підсилювальними профілями, ущільненнями, а також повністю «скління» конструкції. Переробка відходів рації, такі як сортування відходів, видалення фурнітури, металевих елементів і підсилюють профілів, а також відмивання вторинної сировини при нинішніх цінах на ПВХ не тільки не роблять процес збитковим, а й дозволяють отримувати певний прибуток. Поки не підлягають переробці конструкції, пошкоджені пожежею, підвіконня із

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
						37
ЗМН	Анк	№ докум	Підпис	Лист		

захисною плівкою на основі термореактивних смол, дерев'яні вікна, комбіновані з штучними матеріалами (пластифікований ПВХ), жалюзі, кабельні канали, труби та ін. Безсумнівно, подібного роду питання повинні будуть вирішуватися не тільки силами і засобами приватного бізнесу: до них вже сьогодні повинні підключатися наукові інститути та державні служби.

Основні операції технологічного процесу підготовки відходів являють собою:

- відділення відходів ПВХ від сторонніх предметів, з якими вони можуть поставлятися на ділянку переробки відходів;
- зміна форми і розмірів відходів;
- поліпшення якості відходів.

При використанні власних технологічних відходів перший етап описуваної технологічного ланцюжка відпадає, якщо при зборі і зберіганні цих відходів дотримуються найпростіші правила, що виключають потрапляння в них сторонніх предметів. Якщо ж паралельно з технологічними відходами використовуються купуються на стороні відходи промислового споживання, то ревізія і сортування подібних відходів вельми бажана, так як навіть в чисті відходи при транспортуванні і вантажно-розвантажувальних роботах можуть потрапляти сторонні предмети. Крім того, як уже говорилося, при виробництві профілів з ПВХ часто використовуються, наприклад, відходи віконного виробництва, які за визначенням можуть містити обрізки підсилюючих металевих профілів. При переробці ж відходів побутового споживання операція сортування відходів просто необхідна.

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		38

3 Спеціальна частина

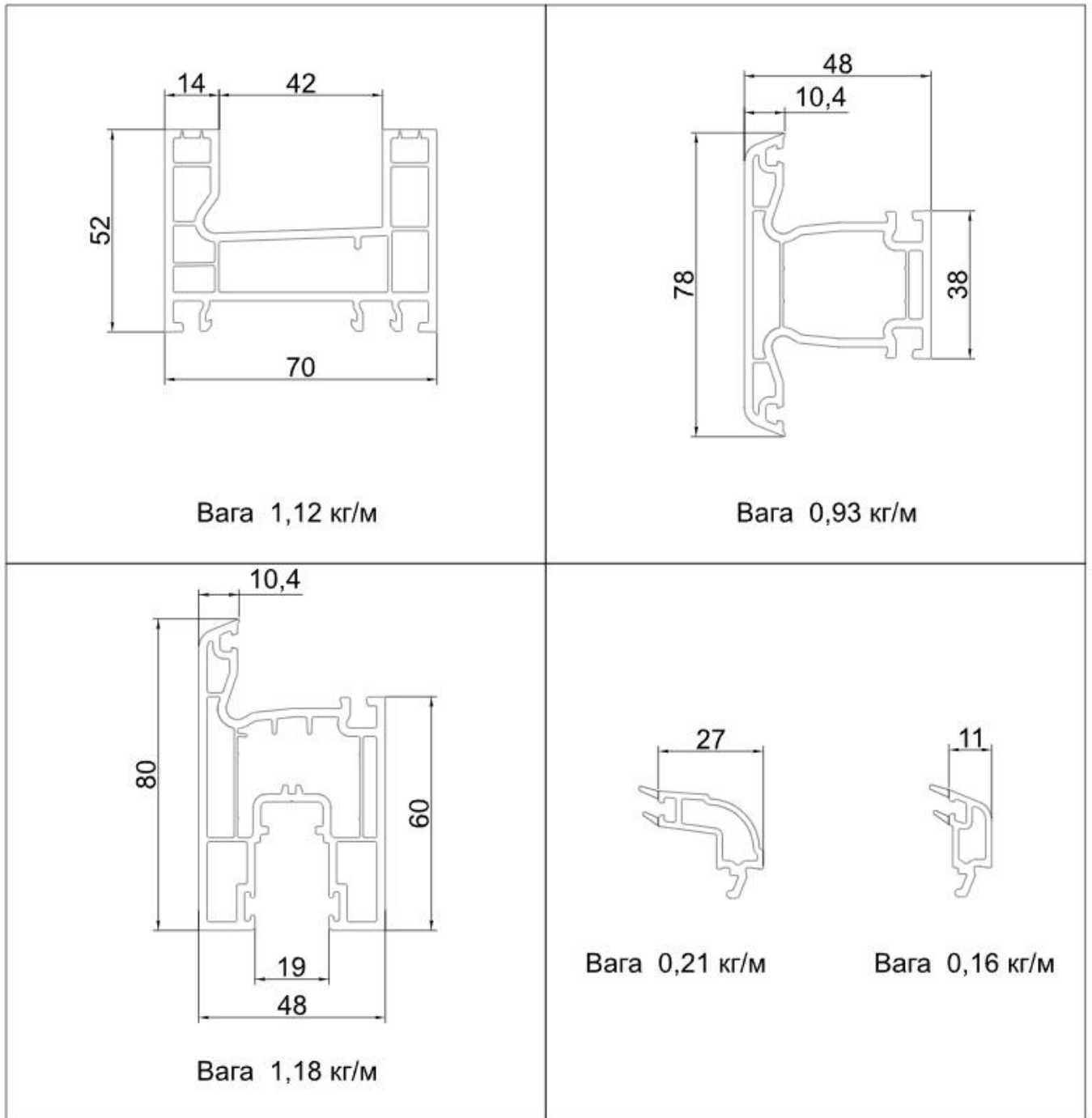


Рисунок 3.1 - Деталі : створка(1,зліва зверху), імпост(2,справа зверху), рама (3,зліва знизу), штапики( 4 і 5, справа знизу)

					ХТ6.026.161.001 ПЗ					
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Проект дільниці екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік					
Розроб	Мороз М.А.							Лист	Арк.	Архів
Перевір.	Баштаник П.І							1		
Н	Баштаник П.І							УДУНТ ННІ УДХТУ, каф ТПП та ПМ		
Замверд	Сухий К.М.							Гр. 4-ХТ-6		
					39					

### 3.1. Матеріальні розрахунки

3.1.1 Розраховуємо потребу сировини для виконання заданої програми.

1. Розраховуємо потребу сировину для виробництва деталі 1 (створки) :

$$П = 1000 * 1,08 = 1080 \text{ т / рік}$$

2. Розраховуємо потребу сировину для виробництва деталі 2 (імпост) :

$$П = 900 * 1,08 = 972 \text{ т / рік}$$

3. Розраховуємо потребу сировину для виробництва деталі 3 (рама):

$$П = 1050 * 1,08 = 1134 \text{ т / рік}$$

4. Розраховуємо потребу сировину для виробництва деталі 4 (штапик А):

$$П = 600 * 1,08 = 648 \text{ т / рік}$$

5. Розраховуємо потребу сировину для виробництва деталі 5 (штапик Б) :

$$П = 500 * 1,08 = 540 \text{ т / рік}$$

Всього потреба сировини для ділянки виготовлення деталей:

$$П_{\text{заг.}} = 1080 + 972 + 1134 + 648 + 540 = 4374 \text{ т/рік}$$

					ХТ6.026.161.001 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Проект ділянки екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Розроб.</i>		Мороз М.А.					1	
<i>Перевір.</i>		Баштаник П.І						
<i>Н</i>		Баштаник П.І						
<i>Замверд</i>		Сухий К.М.						
						УДУНТ ННІ УДХТУ, каф ТПП та ПМ Гр. 4-ХТ-6		40

Таблиця 3.1 – Потреба сировини для виконання програми ділянки екструзії деталей з ПВХ

Матеріал	Потреба сировини, т		
	річна	місячна	добова
ПВХ	4374	364,5	11,98

### 3.2 Технологічні розрахунки

Метою технологічних розрахунків є розрахування основного обладнання для випуску даної програми:

$$K = (P * 10^3) / (T_{\text{еф}} * Q_{\text{в}})$$

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

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

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

#### 3.2.1 Розраховуємо ефективний фонд робочого часу екструзії

$$T_{\text{еф}} = T_{\text{реж}} - P_{\text{рем}} - P_{\text{техн}}$$

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

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

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

$$T_{\text{реж}} = ( 365 - 11 ) * 24 = 8496 \text{ годин}$$

$$P_{\text{рем}} = 8,6 \% \text{ від } T_{\text{реж}} = 731 \text{ годин}$$

$$P_{\text{техн}} = 5,7 \% \text{ від } T_{\text{реж}} = 484 \text{ годин}$$

$$T_{\text{еф}} = 8496 - 731 - 484 = 7281 \text{ годин}$$

					ХТ6.026.161.001 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Проект ділянки екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архів</i>
<i>Розроб.</i>		Мороз М.А.					1	
<i>Перевір.</i>		Баштаник П.І				УДУНТ ННІ УДХТУ, каф ТПП та ПМ Гр. 4-ХТ-6		
<i>Н</i>		Баштаник П.І				41		
<i>Замверд</i>		Сухий К.М.						

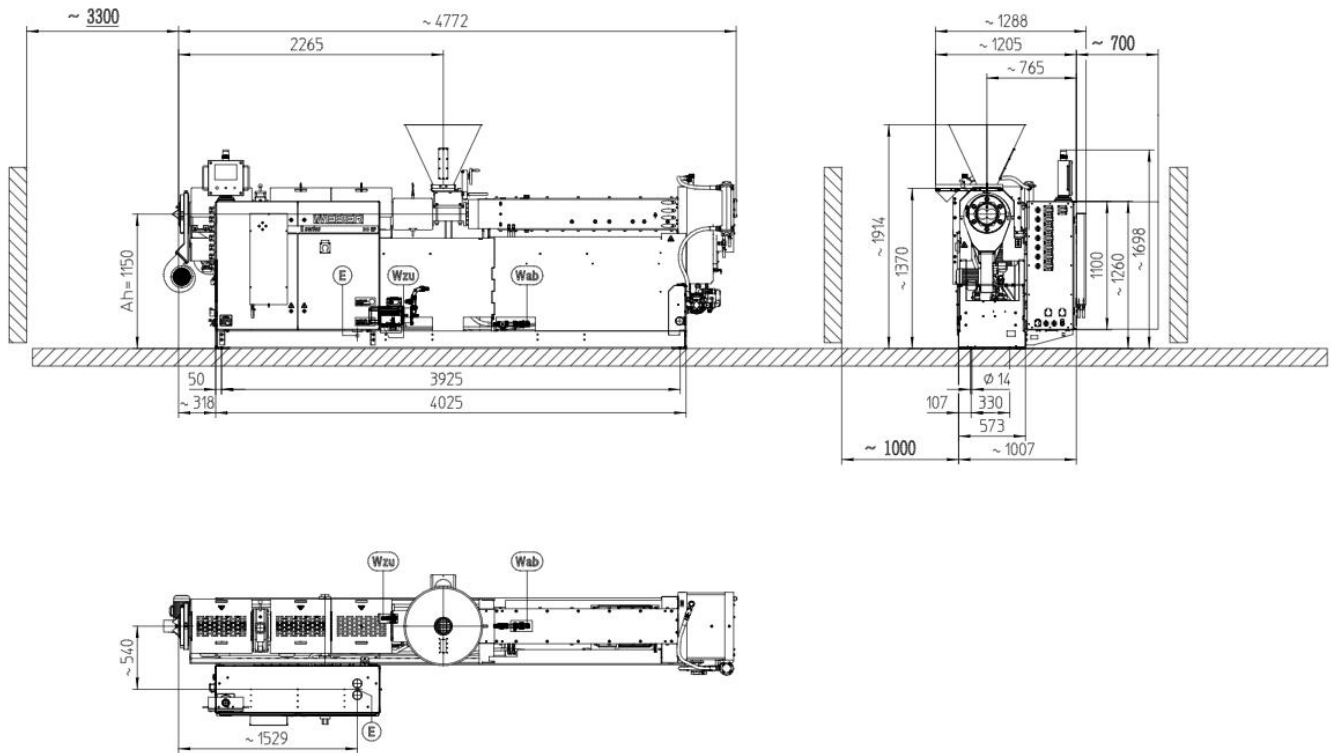


Рисунок 3.2 - Одношнековий екструдер Weber ES 100

Таблиця 3.2 - Вихідні дані

Найменування виробу	Швидкість відведення, м/год	Вага 1 погонного метру, кг/м
Деталь 1(створка)	3,8	1,12
Деталь 2(імпост)	3,2	0,93
Деталь 3(рама)	2,8	1,18
Деталь 4(штапик А)	4,5	0,21
Деталь 5(штапик Б)	4,5	0,16

ЗМН	Арк	№ докум	Підпис	Лист

ХТ6.026.161.001 ПЗ

Арк

42

Для виробництва деталей використовуємо екструзійну лінію Тесно System.

Формула для розрахунку фактичної продуктивності:  $Q_{\phi} = 60 * V * m$

З формули розраховуємо фактичну продуктивність виготовлення деталей:

1. Фактична продуктивність виготовлення деталі 1(створка):

$$Q_{\phi} = 60 * 3,8 * 1,12 = 255,36 \text{ кг/год}$$

2. Фактична продуктивність виготовлення деталі 2(імпост):

$$Q_{\phi} = 60 * 3,2 * 0,93 = 178,56 \text{ кг/год}$$

3. Фактична продуктивність виготовлення деталі 3(рама):

$$Q_{\phi} = 60 * 2,8 * 1,18 = 198,24 \text{ кг/год}$$

4. Фактична продуктивність виготовлення деталі 4(штапик А)

$$Q_{\phi} = 60 * 4,5 * 0,21 = 56,7 \text{ кг/год}$$

5. Фактична продуктивність виготовлення деталі 5(штапик Б):

$$Q_{\phi} = 60 * 4,5 * 0,16 = 43,2 \text{ кг/год}$$

3.2.2 Розрахунок кількості агрегатів для виготовлення заданої програми.

1. Кількість екструзійних агрегатів для виготовлення деталі 1(створка):

$$K = (1000 * 10^3) / (7281 * 255,36) = 0,54$$

2. Кількість екструзійних агрегатів для виготовлення деталі 2(імпост):

$$K = (900 * 10^3) / (7281 * 178,56) = 0,69$$

3. Кількість екструзійних агрегатів для виготовлення деталі 3(рама):

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
ЗМН	Анк	№ докум	Підпис	Лист		43

$$K = (1050 * 10^3) / (7281 * 198,24) = 0,73$$

4. Кількість екструзійних агрегатів для виготовлення деталі 4(штапик А):

$$K = (600 * 10^3) / (7281 * 56,7) = 1,45$$

5. Кількість екструзійних агрегатів для виготовлення деталі 5(штапик Б):

$$K = (500 * 10^3) / (7281 * 43,2) = 1,59$$

Всього екструзійних ліній :

$$K_{\text{заг}} = 0,54 + 0,69 + 0,73 + 1,45 + 1,59 = 5$$

Для виконання заданої програми на ділянці необхідно установити 5 екструзійних ліній Tecno System, на яких будемо використовувати екструдер типу Weber, рекомендований при такому виробництві.

### 3.3 Характеристика основаного технологічного обладнання.

При виробництві профілів з непластифікованого ПВХ одношнекові екструдери використовуються тільки в разі застосування гранульованих композицій, так як при роботі на порошкоподібному сировину практично неможливо налагодити рівномірну і безперебійну подачу композиції в матеріальний циліндр екструдера. Основними конструктивними елементами одношнекового екструдера є привід, що складається з електродвигуна, клинопасової передачі і редуктора, пов'язаного муфтою з шнеком, бункера, підшипників, матеріального циліндра і пристроя для кріплення формуючого інструмента. Усі конструктивні елементи екструдера змонтовані на станині.

Суміш для переробки надходить з бункера, рівень матеріалу в якому контролюється за допомогою оглядового вікна, через завантажувальний отвір в канал шнека. Шнек обертається усередині матеріального циліндра. Привод шнека йде від електродвигуна через

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		44

клиноремінну передачу і редуктор. Осьове зусилля, що виникає в процесі переробки і діє на шнек, сприймається підшипником .

Нагрівання матеріального циліндра до температури переробки проводиться декількома зовнішніми електронагрівачами опору, розташованими вздовж циліндра. Температура в різних зонах матеріального циліндра вимірюється термопарами, які передають сигнал на збиральний прилад, котрий в свою чергу регулює температуру кожної із зон обігріву в режимі «Ввімкнено-вимкнено» .

Зазвичай вибір обладнання зводиться до таких основних критерій:

- тип пластикату ;
- геометрія профілю;
- необхідна продуктивність;
- товщина стінок профілю;
- вимоги до точності розмірів;
- спосіб пакування готового виробу.

На виробництві ми використовуємо Weber ES 100, він має такі характеристики:

- тип екструдера:одношнековий;
- діаметр шнека:100мм;
- матеріали для переробки: полівінілхлорид, поліетилен, АБС-пластик та ін. ;
- країна виготовлення - Німеччина;
- основне призначення - виробництво технічних профілів,трубок,шлангів та ПВХ профілів.

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		45

### 3.4. Вибір і розрахунок допоміжного технологічного обладнання

Потреби сировини на усю річну програму дорівнює 4374 т/рік. Розрахуємо кількість відходів об'єкту (нехай відходів буде 5%) , що проектується:

$$П = 4374 * 5\% = 218,7 \text{ т/ рік}$$

Для дільниці переробки відходів приймаємо режим роботи у три зміни як і для основного виробництва:  $T_{\text{еф}} = 7281$  годин

Обираємо лінію гранулювання пластмас ППР-150М. Дані цієї лінії:

$$Q_{\text{факт}} = 70-150 \text{ кг / год}$$

$$L * b * h = 760 * 600 * 1380$$

$$K = ( 218,7 * 10^3 ) / ( 7281 * 80 ) = 0,38 - \text{конструктивно приймаємо 1 машину.}$$

### 3.5. Контроль та керування хіміко-технологічним обладнанням

Для хімічної промисловості характерні безперервні, дискретні або безперервно-дискретні виробництва. Системи їхнього керування мають забезпечити необхідне протікання технологічних процесів шляхом підтримки оптимальних режимів роботи виробництва, підвищення потужності, складності і вартості технологічних комплексів і систем як об'єктів управління, жорсткість вимог до якості продукції, охорони навколишнього середовища та безпеки персоналу, а також забезпечення тривалої працездатності устаткування є економічними і соціальними передумовами до вдосконалювання системи керування виробництвом. Хіміко-технологічна система функціонує нормально, якщо її режимні параметри (температура, тиск, витрата, склад і тому подібне) не дуже відхиляються від розрахункових значень. Для нормального функціонування технологічної системи нею треба керувати.

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		46

Управління - процес, що забезпечує необхідне, відповідно до цільового призначення, протікання хіміко-технологічного процесу шляхом зміни матеріальних і енергетичних потоків.

Технологічний процес є об'єктом управління. Система управління - це система, що об'єднує об'єкт управління і систему, що управляє. Система, що управляє, здійснює збір інформації про стан об'єкту управління, збудованих дій і стану зовнішнього середовища. На основі отриманої інформації ухвалюються рішення по управлінню і виробляються дії, що управляють. У сучасних виробництвах завдання управління технологічним процесом здійснюється автоматизованою системою управління технологічним процесом (АСУ ТП). Об'єктом управління у хімічній технології є технологічні процеси, які є досить складними і різноманітними. Основним критерієм, по якому їх відносять до того або іншого типу, є ідентичність цих процесів по фізико-хімічній природі, наявності матеріальних та енергетичних внутрішніх зв'язків. Одним з ознак класифікації технологічних процесів є розподіл їх на дискретні, безперервні, безперервно-дискретні процеси. Розрізняють типові технологічні хімічної технології:

- механічні процеси – переміщення, транспортування, дозування, гранулювання, подрібнювання, змішування, сортування, збагачення;

- гідродинамічні процеси – процеси переміщення рідин, поділ газових, рідких неоднорідних сумішей, перемішування матеріалів;

- тепло- і масообміні та термодинамічні процеси без зміни агрегатного стану речовини - стискання, розрідження, нагрівання парю або газом, охолодження;

- тепло - і масообміні (дифузійні) процеси, у тому числі зі зміною агрегатного стану речовини, – розподіл газових сумішей, екстрагування, випарювання, конденсація, дистиляція, ректифікація, сушіння;

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		47

- хімічні процеси – окислювання, відновлення, нейтралізація, дегідратація, гідроліз, перегонка, фільтрація, утворення речовин.

- мікробіологічні процеси – ферментація, культивування, бродіння, перегонка, та інші.

Виробничі процеси і системи, що управляють, складаються з багаточисельних та різноманітних елементів, які складним чином взаємодіють один з одним. Ці елементи пов'язані між собою для забезпечення обміну матеріалом, енергією і інформацією для отримання кінцевого результату. Системи управління сучасними хіміко-технологічними процесами характеризуються великою кількістю технологічних параметрів для підтримки потрібного режиму роботи яких необхідне використання сучасних засобів автоматизації та регулювання. Впровадження прогресивних технологій, які дозволяють здійснювати комплексну автоматизацію, – головне завдання прискореного розвитку хімічного виробництва. Автоматизація виробництва – процес, при якому функції управління і контролю, що раніше виконувалися людиною, передаються приладам і автоматичним пристроям. Автоматизація є основою розвитку сучасної промисловості, генеральним напрямом технічного прогресу. Мета автоматизації полягає в підвищенні ефективності праці, поліпшенні якості готової продукції, створенні умов для оптимального використання всіх ресурсів виробництва. Поява в пунктах управління технологічними процесами комп'ютерної техніки у складі керуючих систем розширила функціональний профіль центральних пунктів управління, їх технічні і комунікаційні можливості. У склад комп'ютерних операторських станцій входять кольорові графічні дисплеї, засоби анімації зображень, попереджувальна сигналізація, усі вони розширюють функціональні можливості станцій управління, але і потребують додаткових знань в інформаційній галузі. Хімічне підприємство включає групу різних виробництв, які комплексно і якнайповніше переробляють хімічну

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		48

сировину. Завдання управління на третьому ієрархічному рівні – рівні управління виробництвом – забезпечити безперервне Контроль та автоматичне регулювання хіміко-технологічних процесів 240 функціонування підприємства з метою виконання плану по випуску заданого асортименту хімічної продукції відповідно до вимог стандартів і технічних умов. Ефективність діяльності хімічного підприємства в цілому визначається економічними показниками. До основних показників ефективності роботи хімічного підприємства відносять: кількість реалізованої продукції (може бути і продуктів), її якість (оцінюється за сукупністю фізико-хімічних параметрів), експлуатаційні і капітальні витрати, включаючи витрати на створення необхідних для функціонування виробництва оборотних фондів.

Збурюючими діями, які порушують функціонування хімічного підприємства, є можливі аварії, нерівномірність надходження сировини і відвантаження готової продукції, зупинки устаткування на ремонт і так далі. Умовно до збурень можна віднести також і зміни планових завдань підприємству вищестоящими організаціями.

Система управління сучасним хімічним підприємством в цілому виконує функції перспективного і поточного планування, а також оперативного управління сукупністю виробництв, але більшою мірою на організаційному, чим на технологічному рівні. АСУП -це інтегрована автоматизована інформаційнообчислювальна система, яка об'єднує і координує роботу систем управління всіх попередніх ступенів ієрархії хімічного підприємства. Практично об'єднання другого (рівень виробничої ділянки) і третього рівнів приводить до створення організаційно-технологічного АСУ (АСУОТ). Остання забезпечує узгодження цілей управління технологічним і організаційним процесами на виробництві, прискорення передачі інформації, що управляє, і відповідних команд по рівнях ієрархії, підвищення достовірності і ступеня використання оперативної

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		49

інформації різними ланками системи. Тобто, АСУОТ об'єднує функції АСУТП (АСУ агрегатами, цехами, комплексами взаємозв'язаних цехів, виробництвами і так далі) і АСУП (підсистеми управління основними і допоміжними виробництвами, управлінням збутом, тощо).

### 3.6 Охорона навколишнього середовища.

Виробництво виробів із термопластів відноситься до порівняно чистих із екологічної точки зору галузей, оскільки не передбачає використання агресивних хімічних реагентів. Проте підприємство генерує певні відходи, що потребують впорядкованого поводження.

Технологічні відходи полімерів – технологічні відходи полімерів (облії, перехідні вироби, бракований профіль) подрібнюються та повторно вводяться у виробництво у кількості не більше 10–15% від маси рецептури.

Пакувальні матеріали – картонна, паперова тара, поліетиленові мішки від упаковки сировини. Ці відходи передаються спеціалізованим організаціям для утилізації.

Відпрацьовані мастила та технічні рідини – відносяться до небезпечних відходів і передаються на утилізацію ліцензованим підприємствам.

При переробці полімерів виділяються газоподібні продукти, що надходять у систему вентиляції. Концентрація шкідливих речовин на виході з вентиляційної системи не повинна перевищувати гранично допустимі значення, встановлені для конкретних речовин. Підприємство здійснює регулярний контроль складу вентиляційних викидів та подає звітність до відповідних екологічних органів.

Виробничі стічні води підприємства утворюються переважно в системі охолодження прес-форм (замкнений контур, практично без забруднення) та при прибиранні виробничих приміщень. Забруднені

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		50

стічні води проходять очищення перед скиданням до каналізаційної мережі.

Основним фактором негативного впливу ПВХ на навколишнє середовище на етапі виробництва є одновимірний вінілхлорид (ВХ), який відомий з 1973 року як досить небезпечний канцероген. Основними шляхами потрапляння ВХ атмосферу:

- викид ВХ з реакторів (з труб) в проміжках між завантаженнями;
- виділення ВХ з стічних вод;
- подальша емісія залишкового ВХ з ПВХ.

Для зменшення небезпечного впливу ВХ до 1976 року в різних країнах були розроблені і затверджені гранично допустимі значення змісту ВХ в атмосфері установ з виробництва ПВХ, який не повинен перевищувати 2-5 мг / м<sup>3</sup>.

Європейська рада виробників мономера, що представляє більшість європейських виробників, випустила в 1994 році для підприємств цього виду виробництва Статут промисловості з виробництва мономера вінілхлориду та ПВХ. Серед інших зобов'язань цей Статут встановлює жорсткі ліміти на емісію мономера підприємствами з виробництва мономера і ПВХ, а також на максимальну кількість залишкової присутності мономера в ПВХ.

Міжурядові комісії в Осло і Парижі щодо захисту Північного моря пізніше випустили два Рішення про викиди мономера і про підприємства, які виробляють суспензійний ПВХ. Більшість лімітів на викид мономера в атмосферу практично повністю відповідають лімітам, визначеним у Статуті.

У 1999 р компанії, які підписали Статут від 1994 р піддалися перевірці з боку незалежного консультанта. Ще одна аналогічна перевірка була виконана в кінці 2002 р.

Всі сучасні установки з виробництва ПВХ характеризуються середнім показником мономера 2-5 мг/м<sup>3</sup>, який був досягнутий за

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
ЗМН	Анк	№ докум	Підпис	Лист		51

рахунок вдосконалення технології процесу - розробки більш ефективних методів дегазації; використання струменя води, що подається під великим тиском для очищення реакторів; розробки ефективних добавок, що перешкоджають плівко-утворенню, для зменшення числа чисток реакторів; автоматизації процесу і застосування ЕОМ; створення реакторів великого розміру; застосування аспірації та дистанційного управління реакторами та ін.

В результаті зусиль промислових підприємств загальний щорічний обсяг викидів ВХ в атмосферу всіма підприємствами, які підписали Статут, значно знизився. Останній екологічний моніторинг промисловості з виробництва ПВХ показав, що викиди мономера, пов'язані з виробництвом суспензійного ПВХ (використовується у виробництві профільних виробів) складають тепер менше 75 г на тонну виробленого ПВХ.

Для ефективного контролю виробництва необхідний безперервний автоматичний моніторинг за вмістом ВХ в повітрі робочої зони установок виробництва ПВХ на території кожного підприємства. В цьому випадку можна оцінювати реальну загрозу здоров'ю працюючих на даному підприємстві.

Оцінюючи токсичність ВХ, слід мати на увазі, що цей мономер досить швидко розкладається на світлі з утворенням менш токсичних сполук, наприклад, формальдегіду. У зв'язку з цим немає необхідності систематично визначати ВХ в повітрі населених місць, віддалених від виробництва більш ніж на 3-5 км.

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		52

### 3.7 Техніка безпеки

Основні правила техніки безпеки на виробництві поділяються на кілька ключових категорій:

#### 1. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)

- спецодяг: робочий одяг повинен бути виготовлений із термостійких матеріалів і щільно прилягати до тіла, щоб уникнути затягування манжет у машинерію станка;

- захист очей та обличчя: обов'язкове використання захисних окулярів або щитків під час роботи екструдера, калібраторів та різальних вузлів для запобігання травм від стружки чи крапель гарячого пластику;

- захист рук: термоізоляційні рукавички для роботи з гарячими елементами обладнання;

- захист органів дихання: використання респіраторів при приготуванні сумішей та у разі виділення специфічних газів при перегріві ПВХ.

#### 2. Електробезпека

- забороняється торкатися струмоведучих частин, відкривати електрошкафи та регулювати системи керування некваліфікованому персоналу;

- кабелі живлення повинні регулярно перевірятися на наявність пошкоджень ізоляції;

- електричні підключення мають бути захищені від потрапляння вологи та пилу;

#### 3. Безпека під час роботи обладнання

- захисні кожухи: рухомі компоненти повинні бути оснащені надійними захисними кожухами;

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ док.им	Підпис	Лист		53

- температурний режим: шнековий екструдер запускається тільки після того, як системи розігріву досягнуть заданих температурних по певним зонам, так як не можна перегрівати ПВХ вище допустимих меж, оскільки це призводить до деструкції матеріалу та виділення шкідливих речовин;

- синхронізація ліній: тягове та ріжуче обладнання має працювати синхронно зі швидкістю екструзії для уникнення розривів або накопичення виробу;

- різальні механізми: леза пил та різальних пристроїв повинні бути гострими та регулярно замінюватися а також забороняється очищати або перевіряти леза під час роботи механізму;

#### 4. Вентиляція та пожежна безпека

- виробничі приміщення повинні бути обладнані потужною вентиляцією для відведення технологічних випаровувань;

- забороняється палити та використовувати відкритий вогонь у зонах зберігання полімерних матеріалів і зонах роботи з готовими виробами;

#### 5. Дії в аварійних ситуаціях

- оператори повинні знати розташування кнопок аварійної зупинки обладнання;

- у разі виникнення позаштатної ситуації необхідно негайно натиснути кнопку аварійного відключення та знеструмити лінію.

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		54

### 3.8 Техніко- економічні розрахунки

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

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

Розрахунок виробничої потужності:

$$M_{\text{пр}} = n * T_{\text{еф}} * P_{\text{пасп}}$$

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

$n$  - кількість обладнання, шт.;

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

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

Ми використовуємо Weber ES 100, який має такі характеристики:

- кількість 5 одиниць;
- паспортна продуктивність 200-400 кг/год (беремо 350);
- паспортна потужність 90-100 кВт/год (беремо 95)
- ціна - договірна.

$T_{\text{еф}} = T_{\text{ном}} - P_{\text{рем}} - P_{\text{техн}}$  ; де:  $T_{\text{ном}}$  – номінальний фонд робочого часу, год.;

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

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

$T_{\text{кал}} = T_{\text{ном}} * t_{\text{доб}}$  ; де:  $T_{\text{кал}}$  - кількість годин за рік, 365 годин;

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

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

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

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
ЗМН	Анк	№ докум	Підпис	Лам		55

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

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

$$P_{\text{пасп}} = (5 * 35.5) / 1 = 177,5$$

$$M_{\text{пр}} = 5 * 7281 * 350 = 12\,814\,560 \text{ кг / год} = 12\,815 \text{ т / рік}$$

Виходячи з виробничої програми в натуральному вираженні розраховуємо коефіцієнт використання виробничої потужності цеху по формулі:  $K_{\text{в.п}} = V_{\text{пр}} / M_{\text{пр}}$  ; де:

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

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

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

$$- K_{\text{в.п}} = 4374 / 12815 = 0,34$$

Коефіцієнт інтенсивності характеризує ступінь завантаження й використання основного технологічного обладнання по потужності.

Визначається як відношення кількості виготовлених виробів в одиницю часу до

паспортної продуктивності даного устаткування:

$$K_{\text{інт}} = P_{\text{ф}} / P_{\text{пасп}}$$

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

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

$$P_{\text{ф}} = (4374 * 1000) / (4 * 12815) = 85,33 \text{ кг / год}$$

$$K_{\text{інт}} = 85,33 / 350 = 0,24$$

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

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

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

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
ЗМН	Анк	№ докум	Підпис	Лист		56

Розрахунок інтегрального коефіцієнта використання обладнання:

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

$$K_{\text{інтегр}} = 0,24 * 0,88 = 0,21$$

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
						57
<i>Змн</i>	<i>Анк</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Лист</i>		

#### 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Нагріті поверхні циліндра, голівки екструдера та розплав ПВХ досягають 160–200°C, що створює ризик термічних опіків. Переробка ПВХ супроводжується виділенням хлористого водню (HCl) та летких пластифікаторів.

Гранично допустима концентрація HCl у повітрі робочої зони – 5 мг/м<sup>3</sup> (ДСТУ EN 689); відповідність забезпечується потужною приточно-витяжною вентиляцією з місцевими відсмоктувачами над голівками екструдерів. Рухомі частини обладнання огорожені захисними пристроями з електричними блокуваннями.

Рівні шуму на робочих місцях операторів перебувають у діапазоні 75–85 дБА. У разі перевищення нормативних показників передбачено застосування засобів індивідуального захисту органів слуху, беруш або навушників.

На дільниці обов'язковим є використання таких засобів захисту:

- захисне взуття з металевим підноском;
- бавовняний спецодяг;
- захисні рукавиці (при роботі поблизу нагрітих частин);
- захисні окуляри (при очищенні матеріального циліндра та сопла).

При виникненні аварійної ситуації (займання, витік розплаву, ураження електрострумом) оператор зобов'язаний:

- негайно зупинити обладнання кнопкою аварійного зупинення;
- повідомити майстра та диспетчера;
- вжити заходів щодо недопущення поширення небезпеки (евакуація персоналу, застосування вогнегасника при невеликому займанні).

					ХТ6.026.161.001 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат.</i>	Проект дільниці екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік		
<i>Розроб.</i>		Мороз М.А.			<i>Лист</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акривіш</i>
<i>Перевір.</i>		Батаник П.І.				1	
<i>Н.Контр.</i>		Батаник П.І.			УДУНТ ННІ УДХТУ, каф ТПП та ПМ		
<i>Замверд.</i>		Сухий К.М.			Гр. 4-ХТ-6 58		

## ВИСНОВКИ

Згідно з завданням на дипломування, виконано проект цеху на тему: "Проект дільниці екструзії ПВХ профіля потужністю 4050 т/рік ". В процесі виконання проекту розроблені наступні питання:

- В загальній частині проекту приведений огляд літератури в якому відображені питання синтезу, властивостей, структури переробки полівінілхлориду. Відображені теоретичні основи процесу екструзії, вказані його позитивні і негативні якості. Обґрунтовано засіб виробництва, надано характеристику сировини і готової продукції.

- В спеціальній частині проекту наведені матеріальні розрахунки в результаті яких отримано кількість сировини, що необхідна для виконання заданої програми виробництва, а також технологічні розрахунки в результаті яких приведена необхідна кількість, як основного, так і допоміжного обладнання. Запропоновані рішення питань рециклінгу полімерних відходів .

- Описано рішення питань з охорони праці і навколишнього середовища для забезпечення безпеки виробництва. Поліпшені заходи охорони навколишнього середовища. Поліпшені умови праці та охорона праці в проектованому цеху.

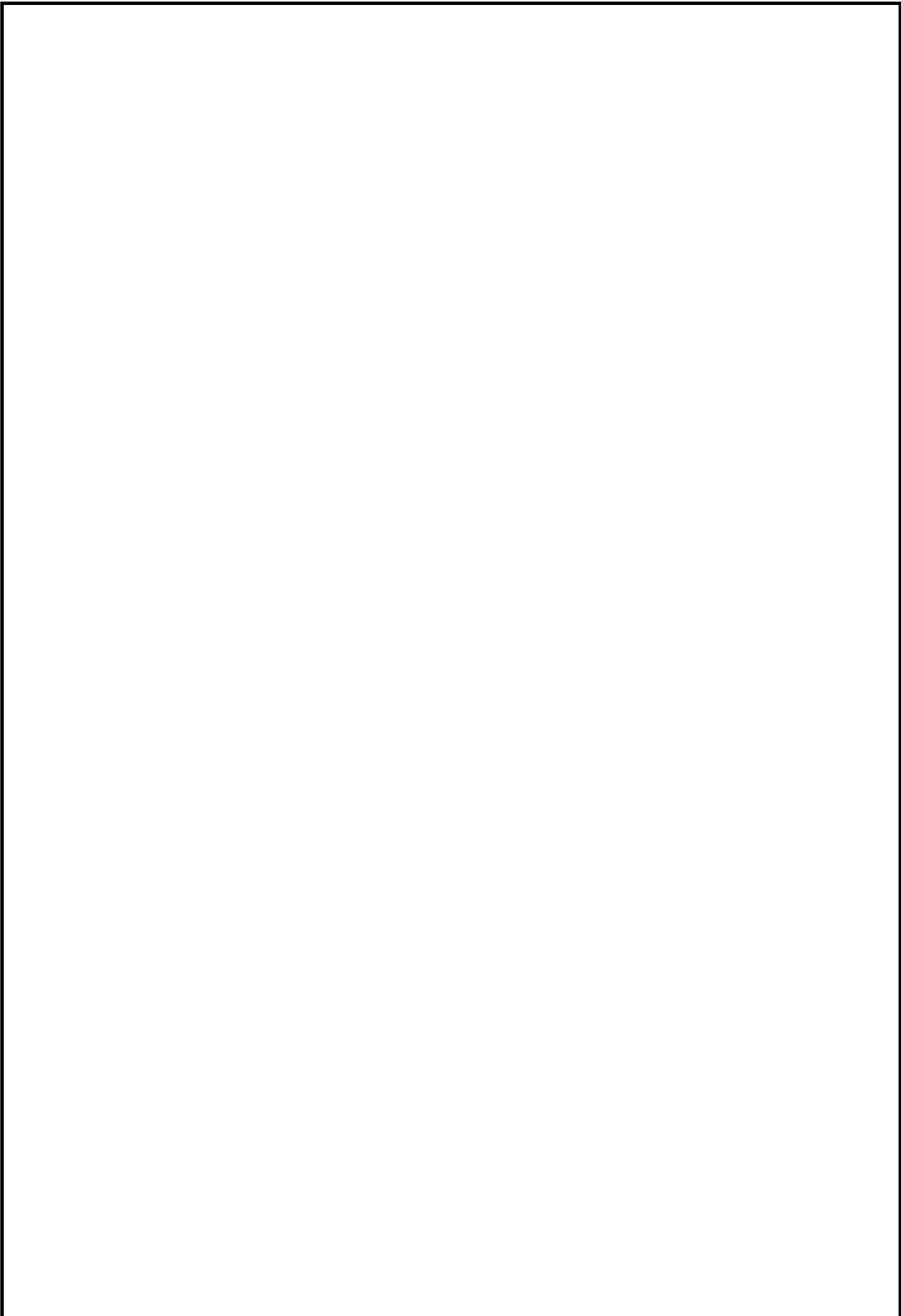
На основі одержаних техніко-економічних показників можна зробити висновок про економічну ефективність проектованого цеху. Резерв потужності складає 0,79.

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
Змн	Анк	№ докум	Підпис	Лист		59

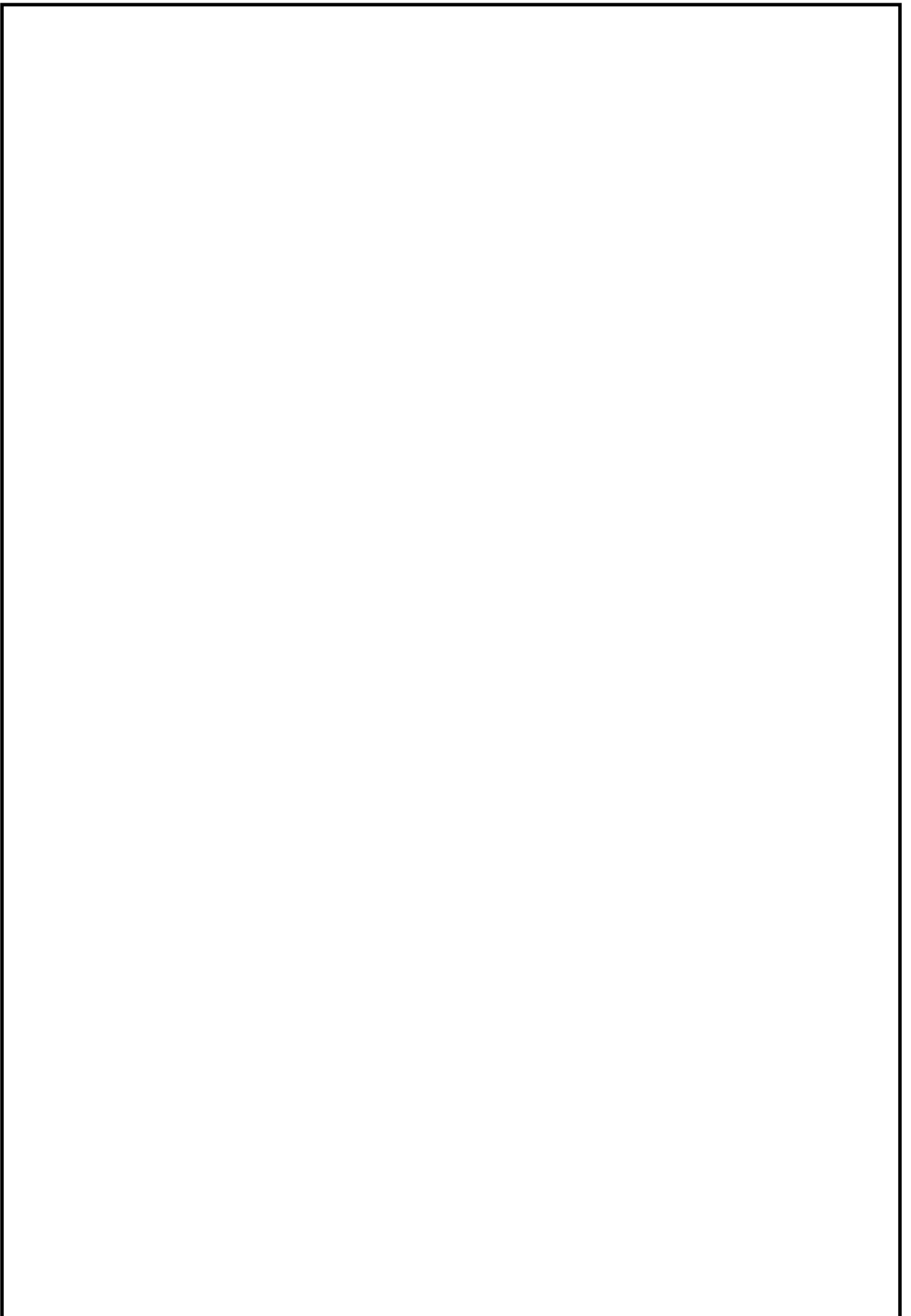
## Література

1. Суберляк, О.В. Технологія виробництва виробів із пластмас і композитів [Текст] /О.В. Суберляк, П.І .Баштанник .-Львів, 2007.-376 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-130:2007
3. Торнер, Р.В. Теоретические основы переработки полимеров [Текст]/ Р.В. Торнер.-М.:Химия,1977.-464с.
- 4.Технологічний регламент підприємства ООО «МІРОПЛАСТ»,- Дніпро,2021.
5. Методические указания по нормированию расхода синтетических смол и пластических масс при их переработке .-М.: НППО "Пластик",1986.-104с.
6. Оленев Б.А., Мордкович Е.М., Калошин В.Ф. Проектирование производств по переработке пластических масс. — М.: Химия, 1982.256 с.
7. Гуль, В.Е. Структура и механические свойства полимеров. [Текст]/В.Е. Гуль, В.Н. Кузнецов-М.:Химия,1974.-391с.
- 8.ГОСТ 12.0.003–74. Опасные и вредные производственные факторы. [Текст] – Введ. с 1976–01–01. – М.: Издательство стандартов, 1976. –2 с.

					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
ЗМН	Анк	№ докум	Підпис	Лист		60



					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
ЗМН	Анк	№ докум	Підпис	Лист		61



					ХТ6.026.161.001 ПЗ	Анк
ЗМН	Анк	№ докум	Підпис	Лист		62