

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Навчально-науковий інститут харчових технологій  
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та  
косметичних засобів**

«До захисту в ЕК»  
Директор інституту  
\_\_\_\_\_ О.В. Кочубей-Литвиненко  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

«До захисту допущено»  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Т.Т.Носенко  
(підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми Хімічна технологія  
на тему: Удосконалення технології отримання дифенілу

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 4

Андрейчикова Анастасія Олександрівна  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) \_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник: к.т.н., доцент Сабадаш Н.І.  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) \_\_\_\_\_ (підпис)

Консультанти Житнецький І.В.  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент Пасічний В. М.  
(прізвище та ініціали) \_\_\_\_\_ (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній  
роботі немає запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2021 р.

# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально- науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічна технологія

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри ТЖХТ

Т.Т.Носенко

“09” квітня 2021 року

## З А В Д А Н Н Я

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Андрейчикової Анастасії Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології отримання дифенілу

керівник роботи Сабадаш Наталія Іванівна, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “08” квітня 2021 р. № 236- КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи потужність виробництва становить 100 кг/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ; Розділ I. Аналітичний огляд науково-технічної літератури; Розділ II. Технологічна частина; Розділ III. Техніко-економічне обґрунтування; Розділ IV. Організація контролю якості продукції; Розділ V. Екологічна частина та охорона праці; Висновки; Список використаної літератури; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратно-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 3. Креслення апарату (загальний вигляд), формат аркушу А1

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина.	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	11.05.2021р.	...2021р.

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 09.04.2021 \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	12.04.2021р.	
2	Аналітичний огляд науково-технічної літератури	14.04-25.04.2021р.	
3	Технологічна частина. Розрахунок матеріального та теплового балансу. Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.	26.04-25.05.2021р.	
4	Техніко-економічне обґрунтування	11.05-16.05.2021р.	
5	Організація контролю якості продукції	17.05-19.05.2021р.	
6	Екологічна частина та охорона праці	20.05.-23.05.2021р.	
7	Висновки	24.05.2021р.	
8	Список використаної літератури. Реферат	12.04.-25.05.2021р.	
9	Графічна частина проекту. Принципова технологічна схема	26.04-10.05.2021р.	
10	Графічна частина проекту. Апаратурно-технологічна схема	26.04-10.05.2021р.	
11	Графічна частина проекту. Креслення апарату (загальний вигляд)	11.05-25.05.2021р.	
12	Перевірка на академплагіат, передзахист, , рецензування ДП	25.05.2021р.- 01.06.2021р.	

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Андрейчикова А. О.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Сабадаш Н. І.  
(прізвище та ініціали)

## Реферат

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 97 С., 20 РИС., 27 ТАБЛ., 40 ДЖЕРЕЛ

В даній кваліфікаційній роботі розглянуто технологію виробництва дифенілу та запропоновано її удосконалення.

У вступі обґрунтовано актуальність обраного напрямку досліджень, сформульовано мету та задачі досліджень.

У першому розділі здійснено аналіз закордонної та вітчизняної науково-технічної літератури щодо технологій виробництва дифенілу, його фізико-хімічних властивостей та основних галузей застосування.

У другому розділі наведено опис сировинної бази, розроблені принципова та апаратурно-технологічна схеми отримання дифенілу, розраховані матеріальний та тепловий баланси виробництва, здійснено підбір обладнання та розрахунок реактора з сорочкою та якірною мішалкою, в якому проходить основна реакція.

У третьому розділі наведено техніко-економічне обґрунтування, яке вказує, що дана технологія є рентабельною.

У четвертому та п'ятому розділах описано особливості проведення контролю якості обраної продукції, а також вимоги щодо екологічної безпеки та охорони праці, відповідно.

У висновках наведено результати виконаної роботи.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ХАРЧОВА ДОБАВКА, КОНСЕРВАНТ, ДИФЕНІЛ, БІФЕНІЛ, Е230, ПРИНЦИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, ТЕПЛОВИЙ БАЛАНС, АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ОХОРОНА ПРАЦІ.

## ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 97 P., 20 FIG., 27 TABLES, 40 SOURCES

**In this qualification** work the technology of biphenyl production is considered and its improvement is offered.

**The introduction** substantiates the relevance of the chosen direction of research, formulates the purpose and objectives of research.

**In the first section** the analysis of foreign and domestic scientific and technical literature on technologies of production of biphenyl, its physical and chemical properties and the main areas of application is carried out.

**The second section** describes the raw material base, developed the basic and hardware-technological schemes for obtaining biphenyl, calculated material and thermal balances of production, selected equipment and calculated the reactor with a jacket and anchor stirrer, in which the main reaction takes place.

**The third section** provides a feasibility study, which indicates that this technology is cost-effective.

**The fourth and fifth sections** describe the features of quality control of selected products, as well as requirements for environmental safety and labor protection, respectively.

**The conclusions** show the results of the work performed.

**KEY WORDS: FOOD ADDITIVES, PRESERVATIVES, BIPHENIL, E230, FUNDAMENTAL TECHNOLOGICAL SCHEME, MATERIAL BALANCE, APPARATUS- TECHNOLOGICAL DIAGRAMS, EQUIPMENT SELECTION, ENVIRONMENTAL SAFETY, LABOR PROTECTION.**

## Зміст

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	11
1.1. Харчові добавки, що подовжують термін зберігання продукції.....	11
1.1.1. Характеристика дифенілу E230 .....	12
1.3. Фізико-хімічні властивості дифенілу .....	14
1.4. Користь та шкода дифенілу E230 .....	17
1.4.1. Аналітичні відомості .....	18
1.5. Стан сировинної бази .....	19
1.6. Аналіз технологій та хімізм отримання дифенілу .....	21
1.6.1. Зберігання та транспортування .....	24
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	26
2.1 Характеристика сировини .....	26
2.2. Розроблення принципової технологічної схеми виробництва дифенілу.....	31
2.3. Розрахунок матеріального балансу виробництва .....	35
2.4. Розрахунок теплового балансу виробництва .....	42
2.5. Підбір основного обладнання .....	45
2.6. Розрахунок хімічного реактора з якірною мішалкою.....	58
2.7. Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва дифенілу.....	61

					ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ЗМІСТ</b>						
Розроб.		Андрейчикова							Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сабадаш Н. І.							6		
Н. Контр.		Бойчук Т. М.							НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т. Т.									

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОҐРУНТУВАННЯ .....	64
РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ.....	69
4.1. Загальні поняття про якість та безпеку продукції .....	69
4.2. Методи визначення органолептичних та фізико-хімічних властивостей дифенілу E230 .....	74
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ .....	79
5.1. Екологічна безпека виробництва дифенілу E230 .....	79
5.2 Охорона праці на підприємстві.....	85
5.2.1 Вимоги безпеки роботи с дифенілом.....	91
ВИСНОВКИ .....	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	94

					<b>ЗМІСТ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			7

## ВСТУП

Розмаїття продуктів на полицях магазинів та гіпермаркетів обумовлене використанням харчових добавок, які дали змогу розширити асортимент продукції, внаслідок покращення її якості, зовнішнього вигляду та подовження терміну зберігання.

**Харчові добавки** – це природні, ідентичні природним або штучні (синтетичні) речовини, які навмисно вводяться в харчову сировину, напівпродукти або готові продукти з метою збільшення термінів їх зберігання або надання їм заданих властивостей.

Основною метою введення харчових добавок є:

- вдосконалення технології підготовки, переробки харчової сировини, виготовлення, фасування, транспортування і зберігання продуктів харчування (застосовування при цьому добавки не повинно маскувати наслідки псування);
- зберігання природних якостей харчового продукту;
- поліпшення органолептичних властивостей харчових продуктів і збільшення їх стабільності при зберіганні[1].

Одним з найважливіших класів харчових добавок є **консерванти**. Псування харчової сировини і готових продуктів - результат складних фізико-хімічних і мікробіологічних процесів: гідролітичних, окислювальних, розвитку мікробіальної флори. Воно призводить до зниження якості харчової продукції, погіршення органолептичних властивостей, накопичення шкідливих і небезпечних для здоров'я людини сполук, різкого скорочення термінів зберігання. У підсумку продукт стає непридатним до вживання.

Тому для подовження терміну зберігання продукту почали використовувати такі речовини, як консерванти.

					ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Андрейчикова			<b>ВСТУП</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сабадаш Н. І					8	
Н. Контр.		Бойчук Т. М.						
Затверд.		Носенко Т. Т						
						НУХТ Каф. ТЖХТ		

**Дифеніл** відомий нам, як добавка E230, відноситься саме до класу консервантів. Він застосовується для обробки citrusових. Найчастіше саме citrusові завозяться на ринок України з інших країн таких, як Туреччина, Єгипет, Іспанія, Італія тощо. Тому застосування консерванту дуже полегшує транспортування даної продукції [2].

Перевагами дифенілу є:

- Різні способи нанесення на citrusові: розпилювання в упаковку, просочуванням пакувального матеріалу (обгортки, прокладки, тарні і картонні вкладиші).
- Висока ефективність при малій концентрації.

Технологія базується на реакції Ульмана - хімічна реакція, яка полягає у перетворенні арилгалогенідів у діарили; здійснюється в присутності каталізатору, при 100—300° С, в середовищі висококиплячих органічних розчинників. Оскільки, в даній технології використовується каталізатор, що містить паладій, який має високу вартість, тому удосконалення технології дифенілу є **актуальним**.

**Об'єктом досліджень** є технологія дифенілу.

**Предметом досліджень** є дифеніл E230.

**Метою роботи** є удосконалити технологію дифенілу шляхом відновлення каталізатору та його повторного використання.

**Завдання:**

1. Здійснити огляд і аналіз науково-технічної літератури з метою вивчення фізико-хімічних характеристик дифенілу та сфери його застосування.
2. Охарактеризувати сировину і допоміжні матеріали, що використовують в процесі отримання добавки E230.
3. Ознайомитися з сучасними способами виробництва дифенілу.
4. Удосконалити принципову технологічну схему виробництва.
5. Провести розрахунок матеріального балансу виробництва.
6. Розрахувати тепловий баланс;
7. Провести підбір обладнання;

					<b>ВСТУП</b>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

8. Розрахувати основне обладнання;
9. Розрахувати та накреслити один з основних апаратів виробництва.
10. Удосконалити апаратурно-технологічну схему виробництва дифенілу.
11. Описати показники якості та безпечності виробленої продукції
12. Охарактеризувати екологічну безпеку та охорону праці на виробництві.
13. Зробити висновки з оцінкою одержаних результатів.

**Апробація:**

Andreichykova A. The Formulation Development of Antiperspirant Foot Cream with an Antifungal Effect / A. Andreichykova, N. Sabadash // 87 International scientific conference of young scientist and students «Youth scientific achievements to the 21st century nutrition problem solution», 15-16 april 2021. – K: NUFT, 2021. – P. 2. – P. 257.

					<b>ВСТУП</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			10

# РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1. Харчові добавки, що подовжують термін зберігання продукції

Історія застосування харчових добавок (оцтова кислота, кухонна сіль тощо) налічує кілька тисячоліть. Однак тільки в другій половині ХХ століття, їм стали приділяти особливу увагу.

Термін “харчові добавки” в теперішній час не має єдиного тлумачення. В більшості випадків під харчовими добавками розуміють групу речовин природного чи штучного походження, які використовуються для покращення технології отримання продуктів спеціалізованого призначення. До харчових добавок, як правило, не відносять сполуки, котрі збільшують харчову цінність продуктів (вітаміни, мікроелементи і т.д.). Не являються харчовими добавками і речовини, котрі забруднюють продукти, потрапляючи з навколишнього середовища.

Харчові добавки можуть бути внесені в продукт на різних етапах його виробництва, зберігання і транспортування з ціллю покращення та полегшення виробничого процесу, збільшення стійкості продукту до різних видів псування, зберігання структури і зовнішнього виду продукту. Харчові добавки можуть залишатися в продуктах повністю чи лише частково в незмінному вигляді чи у вигляді, речовин, які отримують в результаті хімічної взаємодії добавок з компонентами харчових продуктів [3].

Харчові добавки вносять в продукт з певною метою. Однією з головних цілей є подовження терміну зберігання, для реалізації якої і додають консерванти.

**Консерванти** - речовини, що пригнічують розвиток мікроорганізмів, що збільшує терміни їх придатності в кілька разів. Консерванти якщо і вбивають мікроби, то недостатньо швидко. Тому вони можуть лише запобігти розвитку

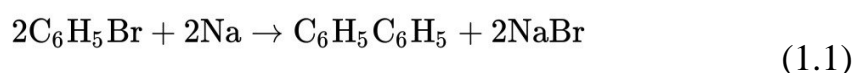
					ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис					
Розроб.		Андрейчикова			<b>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сабадаш Н. І.					11	
Н. Контр.		Бойчук Т. М				НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т. Т.						

небажаної мікрофлори, але не можуть повернути зіпсованому продукту прийнятну якість. Далі буде розглянутий представник цього класу - **Дифеніл (E230)**.

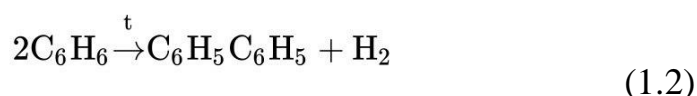
Харчова добавка E230 відноситься до групи консервантів, використання яких є дуже актуальним напрямком сучасної харчової промисловості. Консерванти - підвищують строк зберігання продуктів, дезінфікують, захищають від мікробів, грибків, бактеріофагів, хімічні добавки, що стерилізують, при дозріванні вин [4].

### 1.1.1. Характеристика дифенілу E230

**Біфеніл, фенілбензол, дифеніл** був відкритий в 1862 р. Рудольфом Фіттигом в результаті реакції бромбензолу з металевим натрієм.



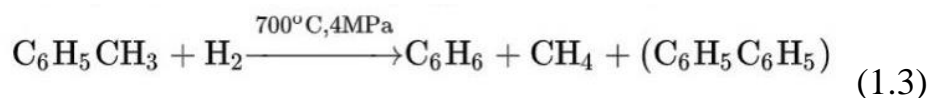
У 1867 році Марселен Бертло синтезував дифеніл, пропускаючи пару бензену крізь розжарену трубку:



У 1875 р. Бюхнер продемонстрував присутність біфенілу у вугільній смолі.

Зараз дифеніл отримують, в основному, як побічний продукт гідродекільювання толуену (головним продуктом є бензен).

Реакція проводиться за температури 700 °С і тиску 4 МПа:



До 1970-х років застосовувався метод термічної дегідроконденсації бензену. Подібно до способу Бертло, пара бензену протягом кількох секунд пропускалася крізь трубку розігрітої до 700—850 °С електропечі. Цим методом вдавалося досягти високої чистоти кінцевого продукту — до 99,5%. Окрім дифенілу, могли також утворюватися поліфеніли складу  $\text{C}_6\text{H}_5-(\text{C}_6\text{H}_4)_n-\text{C}_6\text{H}_5$ .

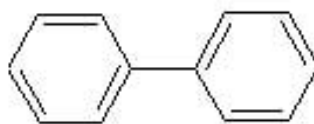
Основною технічною проблемою цього способу виявилось надмірне утворення сажі на стінках трубки. Для її усунення додавався 0,1% добавок

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			12

оксигено- та сульфуровмісних сполук (метанолу, сірководню).

Вперше дифеніл був запропонований в 30-ті роки ХХ столітті для зберігання цитрусових, оскільки до цього часу його антимікробна дія була вже відома. У повоєнний час він використовувався для цих же цілей у великому обсязі в США. Саме завдяки дифенілу стало можливе економічне транспортування цитрусових на далекі відстані, що дозволило забезпечити цими фруктами широкі верстви населення.

Молекула дифеніл містить два бензольних кільця, сполучених  $\sigma$ -зв'язком, довжина якого (0,148 нм) дещо менше довжини вуглець-вуглецевого зв'язку в алканах (0,154 нм).



**Рис. 1.1** Структурна формула дифенілу

Брутто-формула (по системі Хілла для органічних речовин):  $C_{12}H_{10}$

Молекулярна маса (в а.о.м.): 154,21[5].

## 1.2. Области застосування дифенілу

Єдина область застосування дифенілу в харчовій промисловості - зберігання цитрусових. Дифеніл застосовується як засіб захисту від цвілі цитрусових, особливо якщо вони упаковані в ящики незрілими і повинні там дозрівати. Зазвичай їм просочують пакувальний матеріал (обгортку, прокладки, тарні і картонні вкладиші). Витрата становить 1-5 г/м<sup>3</sup>. Дифеніл є легкою речовиною і тому у вигляді пари проникає в простір між матеріалом упаковки і плодами. Частина його при цьому проникає в шкірку. У м'якоть фруктів дифундують тільки сліди консерванту (менше 1% доданої кількості). Залишкові кількості дифенілу в плодах рідко перевищують 50 мг/кг. Широке застосування дифенілу ускладнено через його сильний специфічний запах [6].

Дифеніл як харчова добавка заборонений в Україні!

Біфеніл є важливим агентом теплопередачі завдяки своїй високій термостійкості. Він використовується як суміш з дифеніловим ефіром,

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			13

особливо як депресант температури плавлення. Евтектична суміш 26,5% біфенілу та 73,5% дифенілового ефіру продається під торговими назвами Diphyl (Bayer), Dowtherm A (Dow), Thermic (ICI), Gilotherm (Rhône-Poulenc), Therm S 300 (Nip-pon Steel) , Santotherm VP та Therminol VP-1 (обидва Monsanto) для використання при температурі до 400° С. Евтектика починає кипіти при 256° С; тиск пари при максимальній робочій температурі (400 °С) становить приблизно 1,1 МПа.

Кілька років тому поліхлоровані біфеніли (ПХБ), що утворюються в результаті хлорування біфенілу, вироблялися у великих кількостях для використання в якості негорючих гідравлічних рідин та як трансформаторні діелектрики. Виробництво здебільшого припинено з екологічних міркувань ( хлоровані бензоли та інші хлоровані ароматичні вуглеводні – ядерні ! ). Серед похідних гідрокси о- та р-гідроксибіфеніл та р, р0-дигідроксибіфеніл використовуються промислово. о-Гідроксибіфеніл використовується як консервант та фунгіцид.

Інші сфери застосування дифенілу:

- в ядерних реакторах, в якості охолоджуючої рідини;
- при виробленні шкіри, як антисептик;
- у виробництві барвників.
- сполука використовується як прекурсор для синтезу галогенопохідних дифенілу (поліхлоробіфенілів та полібромобіфенілів), які є барвниками.
- в косметиці[5].

### 1.3. Фізико-хімічні властивості дифенілу

Чистий біфеніл - біла тверда речовина. Він кристалізується у вигляді глянцевої пластин або моноклінічних призм. Біфеніл майже не розчиняється у воді, але легко розчиняється в органічних розчинниках, таких як етанол, діетиловий ефір та бензол.

Дипольний момент та рентгенівські вимірювання демонструють, що два бензольних кільця є площинними в твердому стані. У розплаві, у розчині та в парі можуть відбуватися обертання навколо центрального зв'язку С-С; у

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			14

заміщених біфенілах, інакше, це питання може бути суворо обмеженим, наприклад, у динітродифеновій кислоті, що призводить до існування оптично активних ізомерів.

Найважливіші фізичні властивості наведені в таблиці 1.1:

Таблиця 1.1

### Фізико-хімічні властивості дифенілу

№ поз.	Назва показника	Од.вимір.	Кількісна характеристика
1.	Температура плавлення, $t_{пл.}$	° С	69,2
2.	Температура кипіння, $t_{кип.}$	° С	255,2
3.	Густина	г/см <sup>3</sup>	1,041
4.	Розчинність (етанол) при 20 ° С	г/100 г	9,98
	Розчинність (вода) при 20 ° С	г/100 г	(не розчинний) 0,000645
	при 60,5 ° С	г/100 г	0,00404
5.	Показник заломлення ( $n_D$ )		1.5873
6.	Критична температура, $T_k$	° С	515,7
7.	Критичний тиск	МПа	4.05
8.	Температура спалаху	° С	113
9.	Температура самозаймання	° С	570
10.	Теплота згорання	кДж/моль	6243,2
11.	Теплота випаровування	кДж/моль	53,9
12.	Теплота плавлення	кДж/моль	18,6

Таблиця 1.2

### Температурна залежність деяких властивостей дифенілу

$t, ^\circ\text{C}$	100	200	300	350
Тиск пари	-	25,43	246,77	558,06
Густина	0,97	0,889	0,801	0,751
Теплоємність	1,786	2,129	2,268	2,640

Щільність:

- 1,18 (0 ° С, г / см<sup>3</sup>, стан речовини - кристали)

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			15

- 0,9919 (73 ° С, г / см<sup>3</sup>, стан речовини - рідина)

Деякі числові властивості речовини:

- Кріоскопічна константа ( $K \cdot \text{кг} / \text{моль}$ ): 8
- Поляризація молекул ( $m^3$ ): 0,0207

Біфеніл є дуже стійкою органічною сполукою; в інертній атмосфері він залишається незмінним навіть при температурі  $> 300^\circ \text{C}$ . Сполука сублимується, переганяється паром і зазнає різних реакцій заміщення; реакційна здатність подібна, але менша, ніж реакційна здатність бензолу.

Реакції заміщення, наприклад, хлорування, нітрування та сульфування, відбуваються у 2-му та 4-му положеннях, остання є найкращим місцем атаки у реакціях Фріделя - Крафтса.

Пов'язано це з тим, що фенільні групи надають по відношенню один до одного слабкі електронно-донорні властивості, тобто одне з кілець при цьому відіграє роль орієнтанти I роду.

Розчинність (в г / 100 г розчинника):

- 1,1,2-трифтор-1,2,2-трихлоретан: розчиняється
- 1,4-дихлорбензол: 77,54 (27,7°C)
- бензол: 137 (27,9°C)
- бензол: 278 (43,1°C)
- вода: 0,000645 (20°C)
- вода: 0,00404 (60,5°C)
- гептан: 25,1 (26,5°C)
- диетиловий ефір: 9,25 (19,5°C)
- метанол: 6,57 (19,5°C)
- етанол: 9,98 (19,5°C)

Вступає в реакцію з:

- Реагує з формальдегідом та хлористим воднем з утворенням 1-феніл-4-(хлорметил) бензолу. (Вихід 20%)
- З озоном дає діфенілтетраозонід.
- Хлорування в присутності йоду до 4,4-дихлорбіфеніла.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			16

- Дає адукти з трихлоридом, трибромідом і триїодідом сурми.
- Гідрування воднем над нікелем з утворенням фенілціклогексана.
- Хромовою кислотою в оцтової кислоти окислюється в бензойну кислоту [7].

#### 1.4. Користь та шкода дифенілу E230

Дифеніл ефективний проти великої кількості мікроорганізмів, оскільки він уповільнює синтез каротину. Однак практичне значення має тільки його дія проти пліснявих грибів. Через малу розчинність в воді визначити мінімальну діючу концентрацію дифенілу непросто.

Відомо, що вже при вмісті 0,08 мг дифенілу в 1 л повітря пригнічується розвиток *Penicillium glaucum* і *Penicillium digitatum*, але на *Phytophthora citrophthora*, *Alternaria citri*, *Sclerotinia sclerotiorum* і *Trichoderma viride* дифеніл впливу не має. Деякі види цвілевих грибів можуть набувати стійкості до дифенілу, тобто спочатку в присутності парів останнього їх розвиток припиняється, але через деякий час відновлюється.

Пил або пара біфенілу подразнює око та слизову оболонку при концентрації до 3 - 4 ppm, а також шкіру після тривалого впливу. Концентрація > 5 мг / м<sup>3</sup> протягом тривалого періоду вважається небезпечною для здоров'я; системні токсичні ефекти були виявлені у людей за допомогою концентрації з інгаляційним експозиційним максимумом 128 ppm.

Нюховий поріг становить приблизно 0,06 - 0,3 мг / м<sup>3</sup>.

Деякі дані про токсичність наведені в таблиці 1.3:

Таблиця 1.3

#### Нормативні показники токсичності дифенілу

№ поз.	Назва показника	Од.вимір.	Доза
1	2	3	4
1.	ЛД <sub>50</sub> (пацюк, орально)	мг/кг	3280

1	2	3	4
2.	ЛД <sub>50</sub> (кролик, орально)	мг/кг	2400
3.	ЛД <sub>50</sub> (кролик, трансдермально – через шкіру)	мг/кг	2500
4.	TL <sub>m</sub> (індикатор токсичності води – толстоголовий пічкур, дія протягом 96 год.)	мг/л	1,5

### Вплив на організм людини:

Дифеніл дуже токсичний для серцево-судинної системи, для печінки, для нервової системи, для нирок. У великих концентраціях дуже отруйний. При вдиханні він подразнює слизову оболонку дихальних шляхів, можливі сильні алергічні реакції, нудота і блювота, пригнічується робота нервової системи. При потраплянні в очі виникає їх подразнення. А при попаданні великих доз цієї речовини всередину порушується робота внутрішніх органів і систем (печінки і нирок, серця і судин, дихальної та нервової систем). Крім цього, можлива поява шкірних захворювань.

Але для того, щоб уникнути всіх цих негативних наслідків, встановлено граничну добову норму 0,5 мг / кг маси тіла, допустима для вживання Е-230 всередину. Якщо її не перевищувати, то ніяких побічних ефектів не буде. Також рекомендується ретельно мити фрукти перед їжею, щоб ще знизити кількість споживаного дифенілу [8].

#### 1.4.1. Аналітичні відомості

Для аналізу дифеніл виділяють з харчового продукту перегонкою з водяною парою. При дослідженні citrusових для відділення дифенілу від ефірних олій, які перейшли в дистилат, останній пропускають через спеціальну насадку або додатково очищають на хроматографічній колонці. Дифеніл можна визначити по його максимуму поглинання при 250 нм або після нітрування в вигляді дінітродифеніла, який поглинає при 560 нм.

Крім того, можливе використання для цієї мети ІЧ-спектроскопії і ВЕРХ; остання дозволяє одночасно визначити і інші речовини, що застосовують для поверхневої обробки. При визначенні дифенілу в шкірці цитрусових методами хроматомас-спектрометрії або газової хроматографії з фотоіонізаційним детектором підготовка проб для аналізу значно спрощується. Газову хроматографію використовують для аналізу біфенілу та його похідних.

Індекс утримування для газової хроматографії:

1381,8 (фаза колонки - DB-5, зі швидкістю підйому температури 6 К/хв)  
[9].

### 1.5. Стан сировинної бази

- Бензол та його похідні

Ароматичні вуглеводні – це сполуки Карбону та Гідрогену в молекулах яких є бензольне кільце.

Загальна формула ароматичних вуглеводнів:  $C_nH_{2n-6}$ , де  $n \geq 6$ .

Молекулярна формула бензену:  $C_6H_6$ [10].

Застосування бензену та його гомологів: отрутохімікати, розчинники, вибухові речовини, добавки до пального, органічний синтез, наприклад, одержання аніліну, фенолу, стиролу й полістиролу, лікарських препаратів.

ТОВ «КАРПАТНАФТОХІМ» - це високорозвинений господарський комплекс з виробництва нафтохімічної та хімічної продукції. Єдиний в Україні виробник етилену, пропілену, бензолу, фракції С9, поліетилену, а також каустичної соди і полівінілхлориду суспензійного.

Потужність установки виробництва олефінів:

- 250 000 т/рік по етилену
- 117 052 т/рік по пропілену
- 101 166 т/рік по бензолу

Рік введення в експлуатацію – 1986 р.

Розробник технології:

фірма “Linde”, Німеччина.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			19

Сировина для виробництва етилену – прямогонний бензин, ациклічні вуглеводні, ШФЛВ, бутанова фракція і рециклові фракції С2,С3,С4,С5.

До складу виробництва “Поліолефін” входять:

- цех піролізу, компримування і поділу пірогазу;
- цех з виробництва вуглеводнів;
- цех розливу вуглеводнів.

В жовтні 2005 року введена в експлуатацію установка гідрування фракції С4/С5 потужністю 90 640 т в рік, розробник проекту – фірма “Linde” (Німеччина) по технології “AXENS” (Франція). Об’єм інвестицій склав 15 млн. дол. США.

Основна продукція: етилен, пропілен, бензол. Побічні продукти: фракція С4, фракція С5, фракція С9, важка смола піролізу[11].

#### • **Метали**

Метали - це прості речовини, що характеризуються у звичайних умовах високими для них фізико-хімічними властивостями, електро- і теплопровідністю, пластичністю, типовим «металевим блиском» і мають у твердому стані типову кристалічну будову. Основна хімічна властивість металів - здатність їх атомів легко віддавати валентні електрони і переходити в позитивно заряджені іони. Тому метали - це добрі відновники. Хімічні властивості металів визначаються будовою їхніх атомів і типом кристалічних ґраток. Крім ролі відновників, метали виступають в якості каталізаторів хімічних реакцій[12].

Найпоширенішими металами, які використовуються при виробництві дифенілу, є Cu, Zn та Pt, Pd як каталізатори.

Флагманом мідної промисловості України, безумовно, є ВАТ «Артемівський завод з обробки кольорових металів» (АЗОКМ) – єдиний в Україні виробник плоского і круглого прокату з міді і її сплавів. Виробничі потужності заводу дозволяють випускати мідний, латунний, мідно-нікелевий прокат і напівфабрикати.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			20

За підсумками 2006 р., обсяг виробництва АЗОКМ склав понад 48,5 тис. т готової продукції, що складає більшу частину в загальному виробництві мідної підгалузі, обсяги якого становлять 65-80 тис. т продукції з міді і мідних сплавів на рік. Приблизно 80-85% продукції, що виробляється на заводі, поставляється на внутрішній ринок, на відміну від більшості підприємств галузі, що є в основному, експортно-орієнтовними.

Серед них можна виділити такі підприємства, як ТОВ «Катех-Електро» – одного з основних виробників кабельної продукції в Україні, ТОВ СП «Панком-Юн» – на базі якого налагоджено виробництво катодної міді, ДП «Донецькввторкольормет», ТОВ «Запорізький завод кольорових сплавів», АОЗТ «Втормет», СП «Техноскрап», ТОВ «Екометал», ТОВ «Бона».

В 2007 р. основу структури товарів, переважаючих в українському експорті товарів мідної групи, склали мідь рафінована і мідні сплави необроблені (43,9% по тоннажу), плоский прокат (17,1%) і труби (15,1%).

Обсяги експортних поставок нікелю, свинцю, цинку, олова є не такими значними. Їхня сумарна частка в експорті кольорових металів склала 6,3 і 5,6% в загальній кількості експортованої продукції і обсязі валютних надходжень відповідно[13].

### **1.6. Аналіз технологій та хімізм отримання дифенілу**

**Гідроалкілування бензолу.** Нині біфеніл отримують переважно як побічний продукт при виробництві бензолу шляхом термічного або каталітичного гідроеалкілування толуолу. Реакцію проводять у реакторі з гарячою трубкою при 700 °С з тиском водню 4 МПа; відношення водню до толуолу становить 4:1. Конверсія толуолу коливається від 35 до 85%, при цьому метан утворюється на 2,5 мол.% вище стехіометричного.

Біфеніл отримують у вигляді залишку з подальшим видаленням газу та перегонкою бензолу та толуолу; на 100 кг бензолу отримують близько 1 кг біфенілу. Біфеніл можна збагатити до чистоти 93 - 97% дистиляцією.

**Теплова дегідроконденсація бензолу.** До початку 1970-х років біфеніл вироблявся виключно шляхом специфічної термічної дегідроконденсації

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			21

бензолу. Цей процес дає продукт вищої якості, ніж толуольний шлях, наприклад, дистильований матеріал з чистотою > 99,5%; також отримують різну кількість ізомерів терфенілу та кілька вищих гомологів.

Злегка ендотермічна дегідроконденсація бензолу до біфенілу та терфенілу інтенсивно досліджувалась. Утворення біфенілу з бензолу починається приблизно при 480 °С і зростає із збільшенням температури та часу стійкості.

Промислово реакція проводиться в багатотрубному реакторі, нагрітому електрично або за допомогою теплообмінника, при 700 - 850 °С, використовуючи час перебування порядку секунди. Повідомлялося про оптимальну довжину трубки 45 - 75 м і діаметр 100 - 120 мм. Жодна з опублікованих процедур не працює в рівновазі, оскільки утворення сажі збільшується із збільшенням температури та більшим часом перебування.

Бажаний час перебування - приблизно 10 с, що призводить до конверсії бензолу приблизно 10%. При переробці бензолу з 1 кг вихідної речовини можна отримати 0,8 - 0,85 кг біфенілу, 0,07 - 0,12 кг терфенілу та деяких вищих поліфенілів. Основною технічною проблемою виробництва біфенілу шляхом дегідроконденсації бензолу є карбонізація при необхідних високих температурах.

Відкладення вуглецю на стінках реакторної трубки та виділення великих вуглецевих пластівців на вигинах або вузьких проходах всередині трубок можуть призвести до закупорки. Контрзаходи включають додавання до бензольної сировини приблизно 0,1% сполук кисню або сірки, таких як метанол, етанол, ацетон або сірковуглець, використання спеціальних сплавів, рівномірне нагрівання реактора за допомогою циркулюючих газів, а також висока швидкість вихідної сировини та використання турбулентного потоку. Пропозицією щодо подальшого вдосконалення процесу є проведення реакції в киплячих шарах.

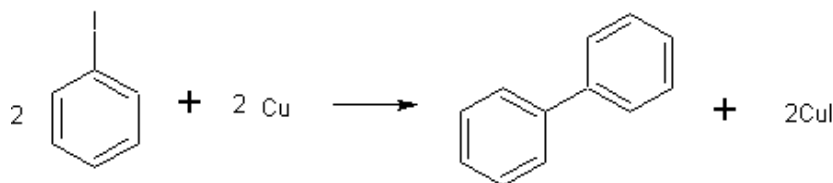
Як носій енергії в цьому процесі використовується кварцовий пісок або спечений корунд; ці матеріали рециркулюють після видалення вуглецевих відкладень, спалюючи їх поза реактором [5].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			22

На додаток до цих двох промислових процесів виробництва біфенілу були описані й інші синтетичні шляхи:

- Реакція Ульмана: нагрівання галогенобензолів мідним порошком

показана на рисунку 1.2:



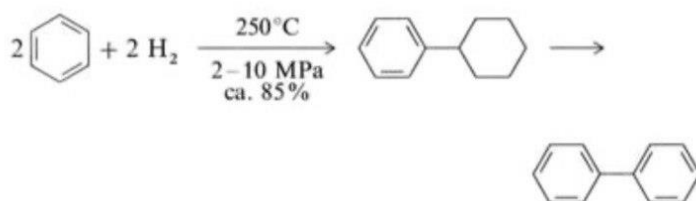
**Рис.1.2.** Реакція Ульмана

20 г (2 моль) йодбензолу нагрівають з 20 г (надлишок) мідного порошку протягом 3 годин в запаяній трубці при 230 °С. Продукт екстрагують ефіром, фільтрують і ефір упарюють на водяній бані. Фракцію з температурою кипіння 245-255 °С збирають і перекристалізують зі спирту. Вихід 80% (6 г) від теоретичного. Безбарвні листочки, розчинні в гарячому спирті, т.пл. 70-71°С, т.кіп. 254°С[14].

- Піроліз кам'яновугільної смоли у присутності оксиду молібдену - каталізатора глинозему.
- Відновлення розчину фенілдіазонійхлоридів міддю та цинком.
- Нагрівання галогенідів фенілмагnezію мідною (II) солями.
- Окислювальна дегідроконденсація бензолу. Бензол окислюється до біфенілу солями платини або паладію в крижаній оцтовій кислоті при 120 °С; солі відновлюються до чистих металів, і необхідної стехіометричної кількості солей.
- Дегідроконденсація бензолу в присутності каталітичних кількостей солей благородних металів вимагає повторного окислення металів під час реакції. Це може бути зроблено з чистим киснем, але необхідний парціальний тиск 6 МПа. Такі добавки, як  $\beta$ -дикетони, гетерополікислоти або органічні солі міді, не здатні значно знизити необхідний тиск кисню, тому неможливо уникнути потенційно вибухонебезпечного режиму. Вихід біфенілу становить приблизно 260 мол.%.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			23

- Гідродимеризація бензолу до фенілциклогексану з подальшим дегідруванням до біфенілу показана на рисунку 1.3:



**Рис.1.3.** Гідродимеризація бензолу до фенілциклогексану з подальшим дегідруванням до біфенілу

Відповідними каталізаторами для цієї димеризації є благородні метали на молекулярному ситі, лужні метали на глиноземі або вуглеці та такі перехідні метали, як нікель, вольфрам або цинк на цеолітах. Заявлено про вибірковість до 87%[15].

- Піроліз бензолу при 770-800°C з подальшим охолодженням і розділенням продуктів піролізу багатоступеневою ректифікацією, що включає колону виділення бензолу при атмосферному тиску з відбором як дистиляту бензолу, що повертається на піроліз, і кубового продукту, що подається в колону виділення дифенілу, з відбором дифенілу як дистиляту [16].

### 1.6.1. Зберігання та транспортування

Біфеніл продається у вигляді твердої речовини: пластинок, пластівців або гранул, що містить <10 ppm бензолу та із вмістом біфенілу > 99,5%; його перевозять у мішках або волоконних барабанах; у розплавленому стані (близько 120°C) у вагонах-цистернах. Це не є регульованим матеріалом для транспортування через його токсичність; немає обмежень для перевезення морським, наземним або повітряним транспортом. Найбільшою небезпекою при роботі з біфенілом є ризик вибуху пилу та загоряння сумішей пари і повітря біфенілу над розплавленим продуктом [7].

На основі літературного огляду виявлено, що дифеніл E230 є консервантом, який застосовується для обробки цитрусових. Враховуючи те, що дифеніл має токсичний вплив, він заборонений в Україні в якості харчової

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			24

добавки, але не дивлячись на це використовується в інших країнах. Тому було розглянуто уже існуючі технології, що широко використовуються, які потребують вдосконалення. Для подальшого дослідження було обрано технологію отримання дифенілу за реакцією Ульмана, тому що вона є більш екологічною, економічною та менш енергозатратною.

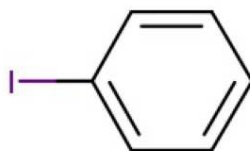
					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			25

## РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Характеристика сировини

У даній кваліфікаційній роботі запропоновано технологічну лінію періодичної дії для виробництва дифенілу. В якості сировини було обрано йодбензол, гептан та цинк. Також для пришвидшення реакції застосовується високоефективний катализатор: наночастинки паладію, нанесені на целюлозу.

**Йодбензол** - галогенопохідна бензолу, ароматична органічна сполука з молекулярною масою 204.01, що має формулу  $C_6H_5I$ . Часто використовується як проміжний продукт в органічному синтезі. Являє собою летючу безбарвну рідину, яка з часом жовтіє. Структурна формула йодбензолу зображена на рисунку 2.1:



**Рис.2.1.** Структурна формула йодбензолу.

В обраній технології використовується йодбензол, призначений для органічного синтезу, який відповідає вимогам ТУ: 6-09-1574-76[17]:

Зовнішній вигляд: прозора жовтувата рідина

Вміст основної речовини,%, не менше: 98

Температура кипіння,°С: 187-189

Щільність, г/см<sup>3</sup> при 20°С: 1,820-1,835

**Цинк** - хімічний елемент, що належить до 12-ї групи, 4-го періоду періодичної системи хімічних елементів.

					ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ			
Змн.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Андрейчикова					26	
Перевір.		Сабадаш Н. І.				НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Бойчук Т. М.						
Затверд.		Носенко Т. Т.						

Символ: Zn

Температура плавлення: 419,5°C

Радіус атома: 138 пм

Ступені окиснення: 2

Атомна маса (молярна маса): 65,39 а.о.м. (г/моль)

Зовнішній вигляд простої речовини: крихий, блакитно-сірий метал

**Гептан (C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>)** - насичений ациклічний вуглеводень (алкан). Гептан і його ізомери — безбарвні рідини, добре розчиняються в органічних розчинниках, не розчинні у воді. Володіють всіма властивостями насичених вуглеводнів.

Молярна маса: 100,21 г/моль

В даній технології використовується гептан, що відповідає вимогам ГОСТ 25828-83 Гептан нормальний еталонний. Технічні умови[18].

Найважливіші фізико-хімічні показники вказані в таблиці 2.1:

Таблиця 2.1

#### Фізико-хімічні показники гептану

Найменування показника	Норма	Метод випробування
1	2	3
1. Зовнішній вигляд	Безбарвна прозора рідина без осаду	ГОСТ 14871-76 (разд. 1) и п. 4.2
2. Щільність при 20 °С, г/см <sup>3</sup>	0,6836 - 0,6840	ГОСТ 3900-85 (разд. IIIA)
3. Показник заломлення $n_D^{20}$	1,3877 - 1,3879	ГОСТ 18995.2-73
4. Температура кипіння при 101,3 кПа (760 мм рт.ст.), °С	98,30 - 98,50	п. 4.3
5. Вміст ненасичених вуглеводнів	-	п. 4.4
6. Масова частка сірки, %, не більше	0,003	ГОСТ 13380-81 и п. 4.5

**Каталізатор (Pd(0) supported on cellulose)** - наночастинки паладію, нанесені на целюлозу, готували без використання будь-якого відновника і

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			27

використовували як високоефективний каталізатор відновного зчеплення Ульмана з арилгалогенідами у присутності цинку у водно-спиртовій суміші. Синтез біарилів з йодаренів проводився цим каталізатором з хорошим виходом. Каталізатор залишається стабільним до 75°C і може бути відновлений та використаний кілька разів без втрати активності[14].

Також у технології використовується: ізопропанол в якості розчинника.

**Ізопропанол** (CH<sub>3</sub>CH(OH)CH<sub>3</sub>) - найпростіший вторинний одноатомний спирт аліфатичного ряду. За фізико-хімічними властивостями ізопропіловий спирт відповідає вимогам і нормам ГОСТ 9805-84 Спирт ізопропіловий. Технічні умови, наведені в таблиці 2.2[19]:

Таблиця 2.2

**Фізико-хімічні властивості ізопропанолу**

Найменування показника	Норма для марки		Метод аналізу
	Абсолютний	Технічний	
	ОКП 24 2140 0110	ОКП 24 2140 0120	
1	2	3	4
1. Зовнішній вигляд	Безбарвна прозора рідина без осаду		По п.4.2
2. Щільність при 20 °С, г/см	0,785-0,786	0,814-0,819	По ГОСТ 18995.1, розд.1
3. Масова частка ізопропанолу, %, не менше	99,7	87	По пп.4.3 и 4.4

1	2	3	4
4. Кольоровість по платиново-кобальтовій шкалі, не більше	5	10	По п.4.5
5. Масова частка кислот в перерахунку на оцтову кислоту, %, не більше	0,0007	0,001	По п.4.6
6. Масова частка сірчастих сполук в перерахунку на сірку, %, не більше	0,00005	0,0001	По п.4.7
7. Бромне число, г бромну на 100 г спирту, не більше	0,006	Не визначають	По п.4.8
8. Масова частка води, %, не більше	0,15	Не визначають	По п.4.9
9. Масова частка карбонільних сполук в перерахунку на групу СО, %, не більше	Не визначають	0,8	По п.4.10
10. Масова частка дізоропілового ефіру, %, не більше	0,03	Не визначають	По п.4.11

1	2	3	4
11. Масова частка ацетону, %, не більше	0,03	Не визначають	По п.4.11
12. Змішуваність з водою	Витримує випробування	Не визначають	По п.4.12
13. Масова частка нелетючого залишку, %, не більше	0,0005	Не визначають	По п.4.13
14. Нерозчинні в воді речовини (полімери)	Не визначають	Витримує випробування	По п.4.14

**Диетиловий ефір** - прозора, безбарвна, рухома летка рідина з характерним солодкуватим запахом. Диетиловий етер належить до класу етерів.

За фізико-хімічними показниками етилацетат повинен відповідати вимогам і нормам, зазначеним у ГОСТ 22300-76 Ефіри етиловий та бутиловий оцтової кислоти. Технічні умови, що наведені в таблиці 2.3[20]:

Таблиця 2.3

### Фізико-хімічні показники диетилового ефіру

Найменування показника	Норма		
	Хімічно чистий (х.ч.) ОКП 26 3471 5023 09	Чистий для аналізу (ч.д.а.) ОКП 26 3471 5022 10	Чистий (ч.) ОКП 26 3471 5021 00
1	2	3	4
1. Масова частка етилацетату, %, не менше	99,7	99,5	99,0

1	2	3	4
2. Температурні межі при перегонці, °С В даних мажах має відганятися 95% об'ємної частки в інтервалі, °С	76,5-77,5  1,0	76,0-77,5  1,0	75,8-77,5  Не нормується
5. Масова частка нелетких речовин, %, не більше	0,0005	0,0005	0,001
6. Масова частка кислот в перерахунку на оцтову кислоту, %, не більше	0,003	0,003	0,003
7. Вміст речовин, що спричиняють потемніння під дією сірчаної кислоти	Має витримувати випробування за п.3.8		
8. Масова частка води, %, не більше	0,05	0,1	0,1

## 2.2. Розроблення принципової технологічної схеми виробництва дифенілу

Принципова технологічна схема представлена на рисунку 2.2.

### 1. Приготування суміші

На першій стадії проходить підготовка розчину йодбензолу з цинком в співвідношенні 1:3, в якості розчинника використовується гептан. Перемішування протягом 2 годин.

### 2. Димеризація

На другій стадії відбувається змішування приготовленого розчину з додаванням паладієвого каталізатора для пришвидшення реакції за температури 25°C протягом 3 годин.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			31

### 3. Фільтрування

На даному етапі розчин проходить очищення від цинку, йодиду цинку та каталізатору, а фільтрат подається на наступну стадію. Каталізатор повертається на виробництво. Час фільтрування 10хв під тиском 0,04 МПа.

### 4. Випарювання

Отриманий фільтрат поступає на випарювання за температури 50°C та тиску в 50,7кПа. Даний процес здійснюється для концентрування розчину дифенілу шляхом виділення гептану і перетворенням його на пару. Пари гептану відводять на конденсацію, а конденсат утилізується.

### 5. Кристалізація

Кристалізація - процес утворення кристалів з газів, розчинів, розплавів. Кристалізацією називають також утворення кристалів з даною структурою з кристалів іншої структури (поліморфні перетворення) або процес переходу з рідкого стану в твердий кристалічний. У хімічній промисловості кристалізація використовується для отримання речовин в чистому вигляді.

На даній стадії відбувається охолодження концентрованого розчину дифенілу від 75 °С до 69 °С протягом 12 годин. Відбувається випадіння кристалів.

### 6. Фільтрування

**Фільтрування** - процес механічного розділу рідких або газоподібних дисперсних систем за допомогою пористих перегородок, які мають властивості пропускати дисперсійне середовище та затримувати частинки, розміри яких перевищують діаметр пор перегородки. Під час цієї стадії відфільтровується маточний розчин (відправляється на переробку) від утворених кристалів, які далі подаються на наступну стадію. Процес проходить при тиску в 0,02 МПа протягом 30хв.

### 7. Сушіння

Процес сушіння здійснюється для видалення вологи, тобто розчинника з кристалів дифенілу протягом 3 годин за температури 50°C.

### 8. Охолодження

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			32

На даній стадії кристали дифенілу подаються у збірну ємність та охолоджуються до кімнатної температури( 20°C) після чого готовий продукт подається на фасування.

### **Відновлення каталізатора**

#### **1. Очистка**

Очистка каталізатора здійснюється за допомогою промивання диетиловим ефіром. Для кращого результату процес проводять 2 рази.

#### **2. Сушіння**

Процес сушіння здійснюється для видалення залишків діетилового ефіру при 50°C протягом 2 годин.

#### **3. Подрібнення**

Подрібнення здійснюється для отримання частинок каталізатору однакового розміру 120-130 мкм.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			33

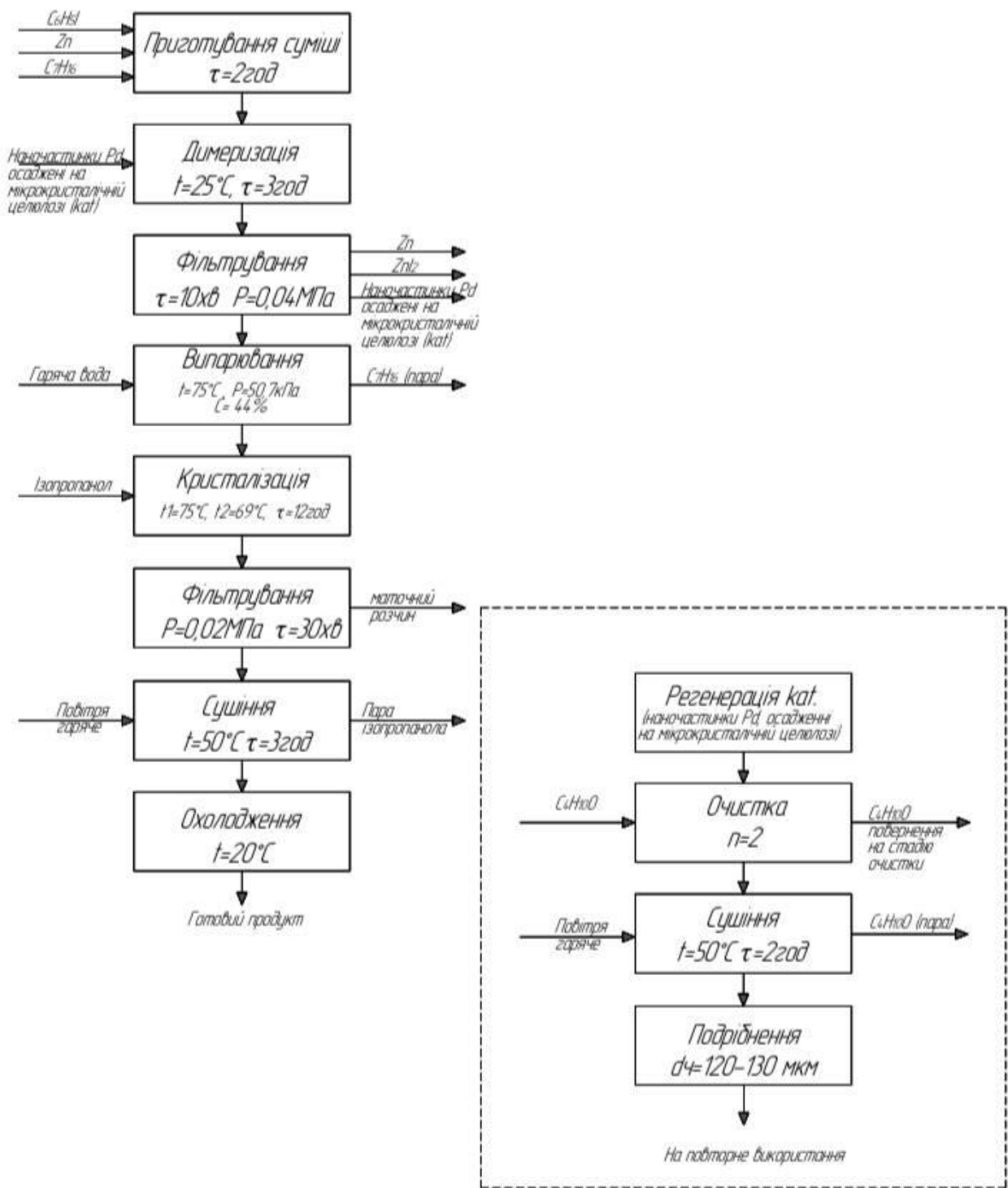


Рис.2.2. Принципова технологічна схема виробництва дифенілу

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	

### 2.3. Розрахунок матеріального балансу виробництва

Даний розрахунок проводиться на 100 кг/добу готової продукції дифенілу.

Для виробництва добавки E230 потрібен йодбензол, цинк, гептан та каталізатор. Процес каталізується солями двохвалентного паладію адсорбованого на мікрокристалічній целюлозі[21].

#### Основні стадії

Для розрахунку першої та другої стадії потрібно розрахувати молярні маси та молі усіх компонентів для знаходження їх мас, необхідних для матеріального балансу стадії, враховуючи, що відношення молей йодбензолу до молей цинку становить 1:3 :

$$M(\text{йодбензолу}) = 204,01 \text{ г/моль};$$

$$M(\text{цинку}) = 65,38 \text{ г/моль};$$

$$m(\text{йодбензолу}) = 204,01 * 2,23 = 455 \text{ кг}$$

$$m(\text{цинку}) = 65,38 * 6,69 = 434,93 \text{ кг}$$

$$m(\text{каталізатора}) = 0,1 * m(\text{йодбензолу}) = 0,1 * 455 = 45,50 \text{ кг}$$

$$m(\text{гептану}) = m(\text{йодбензолу}) * (1 - 0,2) / 0,2 = 1820 \text{ кг}$$

Втрати складатимуть 2%.

Таблиця 2.4

#### Матеріальний баланс стадії приготування суміші та димеризації

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Йодбензол	455,00	Дифеніл	159,89
Цинк	434,93	Йодбензол	22,30
Гептан	1820,00	Цинк	358,74
Паладієвий каталізатор	45,50	Гептан	1783,60
		Паладієвий каталізатор	45,50
		Йодид цинку	331,20

1	2	3	4
		<b>Втрати</b>	<b>55,12</b>
<b>Всього</b>	<b>2755,43</b>	<b>Всього</b>	<b>2755,43</b>

Враховуємо, що на даній стадії втрати складатимуть 2%.

Таблиця 2.5

### Матеріальний баланс стадії фільтрування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
		Фільтрат:	
Дифеніл	159,89	Дифеніл	156,69
Йодбензол	22,30	Йодбензол	21,85
Гептан	1783,60	Гептан	1747,93
		Осад:	
Цинк	358,74	Цинк	351,57
Паладієвий каталізатор	45,50	Паладієвий каталізатор	45,50
Йодид цинку	331,2	Йодид цинку	324,58
		<b>Втрати</b>	<b>53,11</b>
<b>Всього</b>	<b>2700,32</b>	<b>Всього</b>	<b>2700,32</b>

Розраховуючи стадію випарювання необхідно врахувати, що втрати становитимуть 3%.

Таблиця 2.6

### Матеріальний баланс стадії випарювання

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4

1	2	3	4
Дифеніл	156,69	Дифеніл	151,99
Йодбензол	21,85	Йодбензол	21,19
Гептан	1747,93	Гептан	169,55
		Гептан(пара)	1525,94
		<b>Втрати</b>	<b>57,79</b>
<b>Всього</b>	<b>1926,47</b>	<b>Всього</b>	<b>1926,47</b>

При розрахунку стадії кристалізації враховуємо, що втрати цільового продукту складатимуть 3%.

Таблиця 2.7

## Матеріальний баланс стадії кристалізації

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
		Осад:	
		Дифеніл	107,96
		Розчин:	
Дифеніл	151,99	Дифеніл	39,47
Йодбензол	21,19	Йодбензол	20,56
Гептан	169,55	Гептан	164,46
Ізопропанол	339,10	Ізопропанол	328,93
		<b>Втрати</b>	<b>20,45</b>
<b>Всього</b>	<b>681,83</b>	<b>Всього</b>	<b>681,83</b>

Втрати на стадії фільтрування становитимуть 3%.

Таблиця 2.8

## Матеріальний баланс стадії фільтрування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4

1	2	3	4
Осад:		Осад:	
Дифеніл	107,96	Дифеніл	104,72
		Ізопропанол	11,64
Розчин:		Маточний розчин:	
Дифеніл	39,47	Дифеніл	38,29
Йодбензол	20,56	Йодбензол	19,94
Гептан	164,46	Гептан	159,53
Ізопропанол	328,93	Ізопропанол	307,41
		<b>Втрати</b>	<b>19,84</b>
<b>Всього</b>	<b>661,38</b>	<b>Всього</b>	<b>661,38</b>

Розраховуючи матеріальний баланс стадії сушіння, враховуємо, що втрати становитимуть 4 %.

Таблиця 2.9

## Матеріальний баланс стадії сушіння

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Дифеніл	104,72	Дифеніл	100,53
Ізопропанол	11,64	Ізопропанол(пара)	11,17
		<b>Втрати</b>	<b>4,65</b>
<b>Всього</b>	<b>116,36</b>	<b>Всього</b>	<b>116,36</b>

Втрати на стадії охолодження складатимуть 0%

Таблиця 2.10

## Матеріальний баланс стадії охолодження

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

38

1	2	3	4
Дифеніл	100,53	Дифеніл	100,53
<b>Всього</b>	<b>100,53</b>	<b>Всього</b>	<b>100,53</b>

**Стадії відновлення каталізатора**

Втрати складатимуть 1%

Таблиця 2.11

**Матеріальний баланс стадії очистки**

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Паладієвий каталізатор	45,50	Паладієвий каталізатор(вологий)	45,045
Діетиловий ефір	91,0	Діетиловий ефір	90,09
		<b>Втрати</b>	<b>1,37</b>
<b>Всього</b>	<b>136,5</b>	<b>Всього</b>	<b>136,5</b>

Втрати також складатимуть 1%

Таблиця 2.12

**Матеріальний баланс стадії очистки (2)**

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Паладієвий каталізатор(вологий)	45,045	Паладієвий каталізатор(вологий)	44,595
Діетиловий ефір	90,09	Діетиловий ефір	89,19
		<b>Втрати</b>	<b>1,35</b>
<b>Всього</b>	<b>135,135</b>	<b>Всього</b>	<b>135,135</b>

Втрати складатимуть 3%

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			39

## Матеріальний баланс стадії сушіння

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Паладієвий каталізатор(вологий)	44,595	Паладієвий каталізатор(сухий)	43,255
Діетиловий ефір	89,19	Діетиловий ефір (пара)	86,51
		Втрати	4,014
<b>Всього</b>	<b>133,785</b>	<b>Всього</b>	<b>133,785</b>

Втрати складатимуть 2%

## Матеріальний баланс стадії подрібнення

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Паладієвий каталізатор(сухий)	43,255	Паладієвий каталізатор(подрібнений)	42,39
		<b>Втрати</b>	<b>0,865</b>
<b>Всього</b>	<b>43,255</b>	<b>Всього</b>	<b>43,255</b>

Розрахуємо загальний матеріальний баланс основних стадій:

Стаття приходу:

$m(C_6H_5I) = 455,00$  кг

$m(Zn) = 434,93$  кг

$m(\text{Гептан}) = 1820,00$  кг

$m(\text{Каталізатор}) = 45,50$  кг

$m(\text{Ізопропанол}) = 339,10$  кг

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			40

Стаття витрат:

$$m(C_{10}H_{12}) = 100,53 + 38,29 = 138,82 \text{ кг}$$

$$m(\text{Ізопропанол}) = 11,17 + 307,42 = 318,59 \text{ кг}$$

$$m(C_6H_5I) = 19,94 \text{ кг}$$

$$m(\text{Гептан}) = 159,53 + 1525,95 = 1685,48 \text{ кг}$$

$$m(\text{Цинк}) = 351,57 \text{ кг}$$

$$m(\text{Каталізатор}) = 45,50 \text{ кг}$$

$$m(ZnI_2) = 324,58 \text{ кг}$$

Сумарна кількість втрат:

$$\Sigma(\text{Втрати}) = 55,1 + 53,11 + 57,79 + 20,45 + 19,84 + 4,65 = 210,94 \text{ кг}$$

Розрахунки заносимо в зведену таблицю матеріального балансу основних стадій виробництва.

Таблиця 2.15

### Зведений матеріальний баланс основних стадій виробництва

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Йодбензол	455,00	Йодбензол	19,94
Цинк	434,93	Цинк	351,57
Гептан	1820,00	Гептан	1685,48
Паладієвий каталізатор	45,50	Паладієвий каталізатор	45,50
Ізопропанол	339,10	Ізопропанол	318,59
		Йодид цинку	324,58
		Дифеніл	138,82
		Втрати	210,94
<b>Всього</b>	<b>3094,53</b>	<b>Всього</b>	<b>3094,53</b>

Розраховуємо загальний матеріальний баланс стадій відновлення каталізатора:

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			41

Стаття приходу:

$m(\text{Каталізатор}) = 45,50 \text{ кг}$

$m(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}) = 91,0 \text{ кг}$

Стаття витрат:

$m(\text{Каталізатор}) = 42,39 \text{ кг}$

$m(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}) = 86,51 \text{ кг}$

Сумарна кількість витрат:

$\Sigma(\text{Втрати}) = 1,37 + 1,35 + 4,014 + 0,865 = 7,599 \text{ кг}$

Розрахунки заносимо в зведену таблицю матеріального балансу стадій відновлення каталізатора.

Таблиця 2.16

#### Зведений матеріальний баланс стадій відновлення каталізатора

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Паладієвий каталізатор	45,50	Паладієвий каталізатор	42,39
Діетиловий ефір	91,0	Діетиловий ефір	86,51
		<b>Втрати</b>	<b>7,599</b>
<b>Всього</b>	<b>136,5</b>	<b>Всього</b>	<b>136,5</b>

#### 2.4. Розрахунок теплового балансу виробництва

Для розрахунку теплового балансу було обрано стадію сушіння.

*Вихідні дані:*

Продуктивність сушарки по вологому матеріалу :  $G_1 = 7 \text{ кг/год}$

Питома теплоємність абсолютно сухого матеріалу :  $c_2 = 198,4 \text{ Дж/(кг} \times \text{ }^\circ\text{C)}$

Вміст води в продукті:

початковий:  $w_1 = 10 \%$

кінцевий :  $w_2 = 1 \%$

Температура продукту, що надходить в сушильну камеру:  $\theta_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			42

Температура сухого продукту, що виходить із сушильної камери:  $\theta_2=50$   
°С

Температура зовнішнього повітря:  $t_0=20$  °С

Температура повітря після калорифера:  $t_1=90$  °С

Температура відпрацьованого повітря:  $t_2=60$  °С

Відносна вологість свіжого повітря :  $f_0=60$  %

Масова витрата видаленої вологи (W):

$$W = G_1 \times \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} = 7 \times \frac{10 - 1}{100 - 1} = 0,636 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,00018 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.1)$$

Продуктивність сушарки по сухому продукту(  $G_2$ ):

$$G_2 = G_1 \times \frac{100 - W_1}{100 - W_2} = 7 \times \frac{100 - 10}{100 - 1} = 6,36 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,0018 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.2)$$

Використовуючи h-x діаграму Рамзіна (рис.2.5) для вологого повітря, визначаємо початковий ( $x_0$ ) і кінцевий ( $x_1$ ) вологовміст повітря, а також характерні ентальпії. На перетині ліній знаходимо точку А, що характеризує початковий стан зовнішнього повітря. З точки А, опустивши перпендикуляр на вісь x, знаходимо значення  $x_0=0,008$  кг пари/кг сухого повітря. Через точку А проходить лінія постійної ентальпії (ізоентальпа)  $I_0=10$  кДж/кг. З точки А, піднявшись по перпендикуляру до перетину з ізотермою  $t_1=100$ °С, знаходимо точку В, що характеризує стан повітря на виході із калорифера перед подачею в сушильну камеру.

Від точки В рухаємося вниз по ізоентальпі  $I_1=30$  кДж/кг до перетину з ізотермою  $65$  °С, отримавши точку С. З точки С, опустивши перпендикуляр на вісь x, знаходимо значення  $x_1=0,024$  кг/кг.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			43

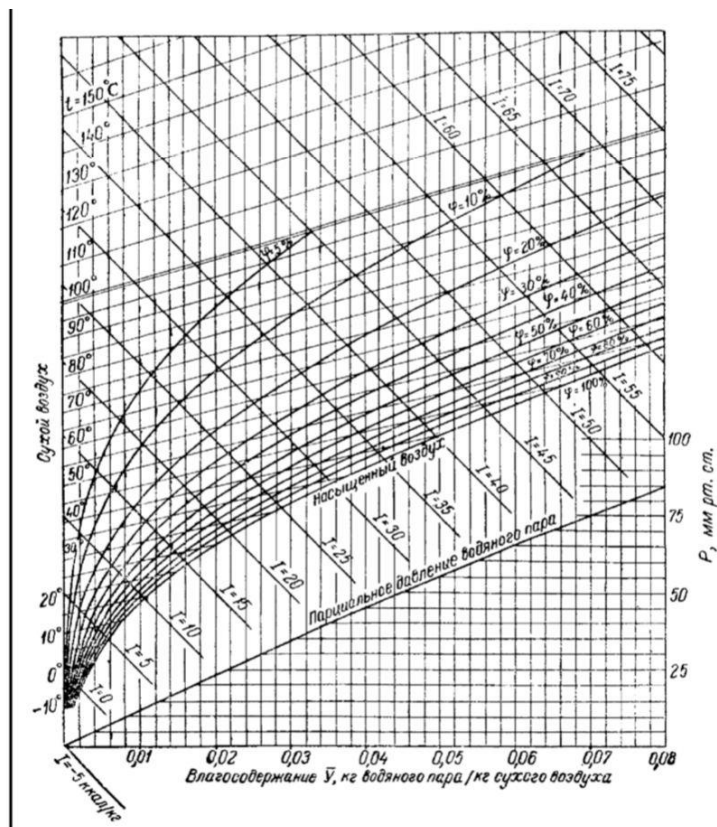


Рис.2.4. Діаграма Рамзіна

Розраховуємо теоретичну абсолютну витрату повітря в сушарці:

$$l_0 = \frac{1}{x_1 - x_0} = \frac{1}{0,024 - 0,008} = 62,5 \quad (2.3)$$

$$L = l_0 \times W = 62,5 \times 0,00018 = 0,01125 \text{ кг/с} = 40,5 \text{ кг/год} \quad (2.4)$$

Складаємо рівняння теплового балансу для сушильної камери:

$$L \times I_1 + G_1 \times c_1 \times \theta_1 = L \times I_2 + G_2 \times c_2 \times \theta_2 + Q_{\text{п}}, \quad (2.5)$$

де  $\theta_1$  – температура продукту, що надходить в сушильну камеру

$\theta_2$  – температура продукту, що надходить в сушильну камеру

$Q_{\text{п}}$  – теплові втрати, які з урахуванням правильно накладеної ізоляції приймаємо 5 % від тепла, що надійшло з гарячим повітрям:

$$Q_{\text{п}} = 0,05 \times L \times I_1 = 0,05 \times 0,01125 \times 30 = 0,017 \text{ кВт} \quad (2.6)$$

Визначаємо значення теплоємностей для волого та сухого продукту:

$$c_1 = 0,1965 \text{ кДж/(кг} \times \text{°C)}; c_2 = 0,1984 \text{ кДж/(кг} \times \text{°C)} \quad (2.7)$$

Із рівняння теплового балансу визначаємо витрати тепла на сушіння в сушильній камері та теплову поправку:

$$L \times (I_2 - I_1) = G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_1 + Q_{\text{п}} \quad (2.8)$$

$$\frac{[L \times (I_2 - I_1)]}{W} = \frac{[(G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_1 + Q_{\text{п}})]}{W} \quad (2.9)$$

$$G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_1 + Q_{\text{п}} = \sum Q \quad (2.10)$$

$$\Delta = \frac{\sum Q}{W} \quad (2.11)$$

$$\Delta = l \times (I_2 - I_1) \quad (2.12)$$

де  $\sum Q$ - алгебраїчна сума абсолютних теплот в сушильній камері, Вт.

$\Delta$ - теплова поправка на дійсний (реальний) сушильний процес, кДж/кг.

Розраховуємо  $\sum Q$ :

$$\sum Q = G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_1 + Q_{\text{п}} \quad (2.13)$$

$$\sum Q = 0,0179 - 0,0076 + 0,017 = 0,0273 \quad (2.14)$$

Розраховуємо теплову поправку  $\Delta$ :

$$\Delta = (\sum Q) / W = 0,0273 \div 0,00018 = 151,7 \text{ кДж/кг} \quad (2.15)$$

## 2.5. Підбір основного обладнання

На основі розрахованого матеріального балансу було підібрано обладнання для обраної технології, яке наведено у **Табл.2.16**:

Таблиця 2.16

### Апаратне обладнання виробництва дифенілу E230

№	Апарат	Марка	Продуктивність	Примітки
1	2	3	4	5
1,2	Бункер	-	Роб.об. 0,1м <sup>3</sup> , 0,05м <sup>3</sup>	Для зберігання Цинку та Паладієвого кат.
3,4	Дозатор	JESCO	-	Для дозування сипких речовин

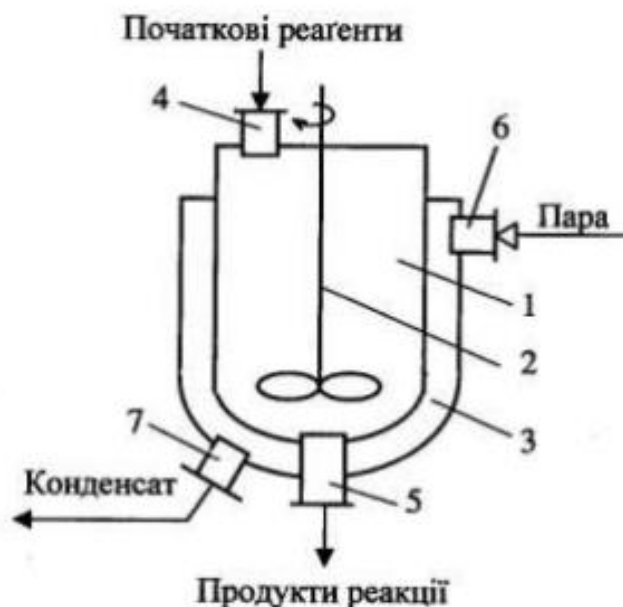
					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			45

1	2	3	4	5
5	Реактор з якірною мішалкою	AIM112 M4	Роб.об 4 м <sup>3</sup>	Для змішування компонентів та димеризації(25°C)
6,8,10,12	Кулачкові насоси(4 шт)	Waukesha Universal	159 м <sup>3</sup> /год	Для перекачки в'язкої рідини
7	Нутч-фільтр	НФ.1000	1,5 м <sup>3</sup> /год	Призначений для фільтрування розчину від утвореного осаду
9	Вакуум випарна установка	МЗС-320	Роб.об. 1 м <sup>3</sup>	Для випарювання розчинника та концентрування розчину при 50°C та тиску в 50,7кПа
11	Кристалізатор охолоджуючого типу	На замов.	Роб.об 5 м <sup>3</sup>	Для перекристалізації розчину при 75°C
13	Стрічковий фільтр-прес	ЕФП-Л	4 м <sup>3</sup> /год	Призначений для розділення неоднорідних систем на рідку та тверду фазу при P=0,02МПа
14,16	Шнекові транспорт(2 шт)	-	-	Для загрузки маси продукту у сушарку

1	2	3	4	5
15,22	Стрічкові сушарки(2 шт)	Г4-КСК-15	100 кг/год	Для видалення зайвої вологи
17,26	Збірники(2 шт)	- На замов.	Роб.об 0,16 м <sup>3</sup> Роб.об 0,1 м <sup>3</sup>	Призначений для зберігання готового продукту
18,20	Дискові фільтри з відцентровим вивантаженням осаду(2 шт)	Ауток 3д	60 м <sup>3</sup> /год	Для промивання каталізатора
19,21,23,25	Пневматичні насоси(4 шт)	ТЦ-1	80 т/год	Для перекачування каталізатора
24	Бісерний млин	-	Роб.об. 0,05м <sup>3</sup>	Для подрібнення каталізатора

### Реактор з якірною мішалкою

Апарати об'ємного типу із премішувальними пристроями широко застосовуються як реактори для синтезу різних сполук, для проведення різних процесів з рідинною фазою. Їх використовують як хімічні реактори для отримання емульсій, суспензій, розчинення твердої фази, змішування рідин, а також для деяких допоміжних цілей. У промисловості найчастіше використовують реактори з перемішувальними пристроями. Для нашого виробництва була обрана мішалка якірного типу. Будова реактора вказана на рис.2.5[22]:



**Рис.2.5.** Структурні елементи реактора

1. реакційний об'єм
2. пристрій для перемішування
3. теплообмінна оболонка
4. штуцер для введення початкових реагентів
5. штуцер для виведення продуктів реакції
6. пристрій для введення теплообмінного агента
7. штуцер для виведення конденсату

### **Кулачковий насос**

Для ефективного перекачування в'язких рідин обрані роторні насоси прямого витіснення, які мають компактну конструкцію і володіють високою ефективністю за рахунок пари стійких до стирання роторів, які обертаються в протилежних напрямках всередині корпусу.

Роторні насоси - це насоси об'ємного типу, які використовуються для перекачування продуктів з підвищеною в'язкістю шляхом переміщення продукту від вхідного патрубку до вихідного за рахунок обсягу камери. Принцип роботи даних насосів заснований на синхронному обертанні роторів (кулачків) насоса[23].

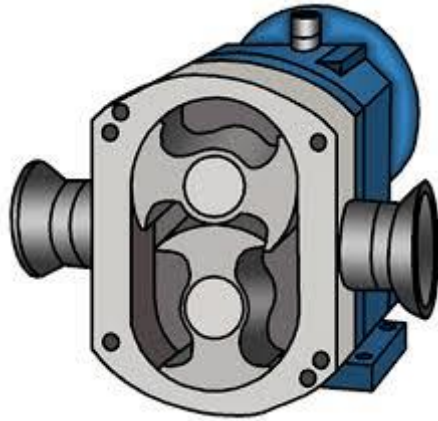
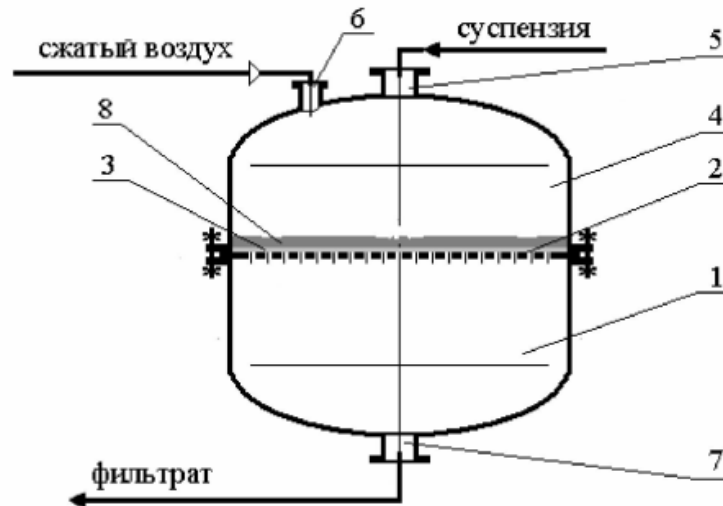


Рис.2.6. Кулачковий насос

### Нутч-фільтр

Нутч фільтр - це спеціальне обладнання, призначене для фільтрації різних розчинів в закритих ємностях в умовах зниженого тиску. Стінки фільтрів виготовляються з особливого металу, а фільтруюча поверхню з емальованої решітки, внаслідок чого застосування таких виробів дозволяє без праці проводити процедуру фільтрації навіть досить агресивних або ж невибухонебезпечних рідин 1-4 класа.

Корпус фільтра 1 виконують у вигляді циліндричної вертикальної ємності, відкритої зверху (вакуумний) або герметичній (друкфільтр), з помилковим дном-гратами 2, на яку зверху поміщають фільтрувальну перегородку 3 (зазвичай тканинну). У вакуумних фільтрів порожнина під перегородкою підключається до вакуум-насоса через проміжну ємність – збірник фільтрату. Суспензія в нутч-фільтрах подається в порожнину над перегородкою. Осад накопичується на перегородці до певного рівня (товщини), після чого подачу суспензії припиняють. Осад у міру необхідності промивають, продувають, а потім вивантажують вручну. Після регенерації фільтрувальної перегородки (або її заміни) цикл повторюють [24].

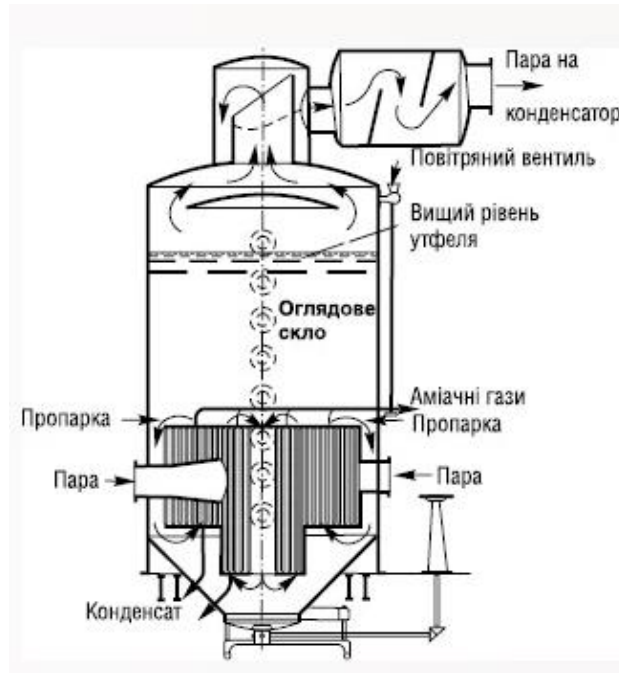


**Рис.2.7. Нутч-фільтр**

- 1 - корпус;
- 2 - решітка;
- 3 - фільтрувальна перегородка;
- 4 - кришка;
- 5 - штуцер подачі суспензії;
- 6 - штуцер подачі стисненого повітря;
- 7 - штуцер для відведення фільтрату;
- 8 – осад

### **Вакуум випарна установка**

Апарат, в якому проводять процеси концентрування рідких розчинів нелетких речовин шляхом часткового видалення розчинника при кипінні рідини в умовах вакууму. При випарюванні під вакуумом можна проводити процес при більш низьких температурах, що запобігає руйнуванню речовин, схильних до розкладання. У промисловості вакуум випарні установки застосовують для концентрування розчинів, що киплять при високій температурі, з метою економії енергоносіїв та зменшення часу проведення технологічного процесу; розчинів термолабільних речовин (екстракти, настойки, гормони, ферменти, біогенні стимулятори тощо)[25].

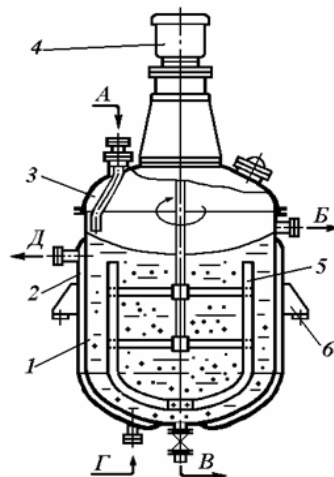


**Рис.2.8.** Вакуум випарна установка

### **Кристалізатор охолоджуючого типу**

Охолоджуючими кристалізаторами називають апарати і пристрої, в яких кристалізація проходить в результаті зниження температури при охолодженні концентрованих розчинів. В охолоджуючих кристалізаторах тепло від розчину відводиться переважно через перегородку до холодного теплоносія, в якості якого використовують технічну воду або попередньо охоложені в холодильних установках розчини солей (хлоридів кальцію або натрію).

У малотоннажних установках періодичної дії широко застосовують ємнісні кристалізатори з охолоджувальною сорочкою і мішалкою [26].



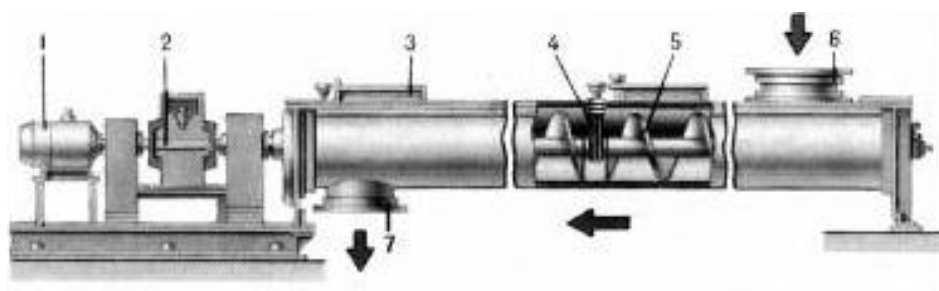
**Рис.2.9.** Кристалізатор охолоджуючого типу



6. зворотний ролик
7. бризкала
8. гумовотканинна стрічка
9. ролики
10. домкрат
11. рама
12. зазор між фільтрувальною і стискаючою стрічками
13. гнучкий стрибок
14. зрівняльні ролики
15. контрольний пристрій
16. піддон

### Шнекові транспортери

Гвинтовий конвеєр, шнековий конвеєр, шнековий (гвинтовий) транспортер або просто шнек - шнекова машина, різновид конвеєра, у якому вантаж переміщується волочінням уздовж нерухомого жолоба лопатями обертового гвинта. Прообразом сучасних гвинтових конвеєрів став винайдений Архімедом у III ст. до н. е. водопідіймальний пристрій, що отримав назву гвинт Архімеда. Гвинтовий конвеєр — різновид транспортних машин безперервної дії[28].



**Рис.2.11.** Шнековий транспортер

1. електродвигун
2. редуктор
3. жолоб
4. підвісний підшипник
5. шнек

6. завантажувальний патрубок

7. розвантажувальний патрубок

### Стрічкова сушарка

Стрічкові сушарки застосовують для сушіння крупногрудкових, волокнистих і пастоподібних матеріалів (рис.2.12), у яких у корпусі сушарки матеріал рівномірним шаром товщиною до 50 мм розміщений на стрічковому транспортері, повільно переміщуваному від завантажувального пристрою до розвантажувального бункера.

У багатострічкових (багатоярусних) сушарках транспортерні стрічки розташовуються одна над одною і переміщуються в протилежних напрямках. Сушильний агент звичайно подають протитечією до висушуваного матеріалу, під час пересипання матеріалу з однієї стрічки на другу відбувається його розпушення, що сприяє інтенсифікації процесу сушіння[29].

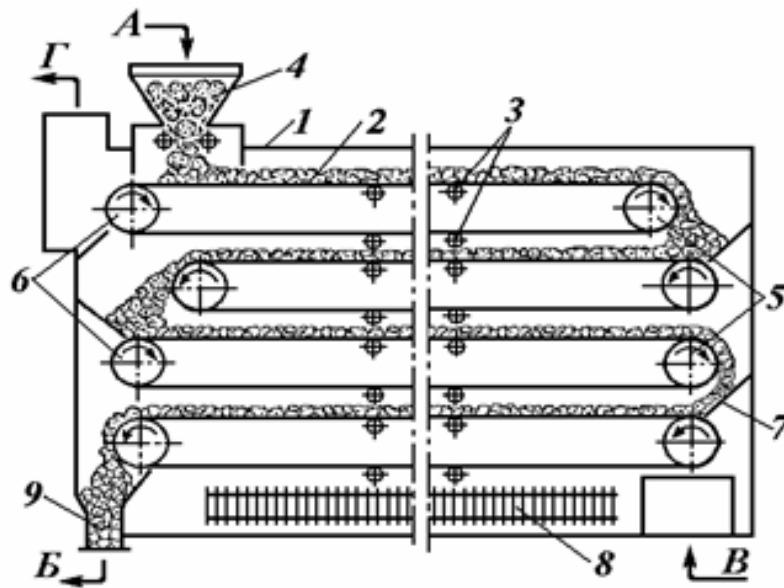


Рис.2.12. Багатострічкова сушарка

1. корпус сушарки

2. нескінченна стрічка – транспортер

3. опорні ролики

4. бункер завантажувальний

5. барабан ведучий

6. барабан ведений

7. стінка розділова

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			54

8. парові калорифери

9. бункер вивантажувальний

### **Дисковий фільтр з відцентровим вивантаженням осаду**

Принцип дії дискових фільтрів заснований на розділенні твердої і рідкої фаз за допомогою пористої перегородки. Рідка фаза проходить через пори перегородки і збирається у вигляді фільтрату, а тверда фаза затримується на поверхні у вигляді осаду.

Очищений фільтрат відводиться з фільтра через перелив з торця установки. Під час фільтрації дискові фільтри залишаються нерухомими. У міру забруднення сітки ротор фільтру починає обертатися, запускається зворотне промивання фільтруючих елементів. Промивний струмінь високого тиску з форсунок видаляє накопичені осадженні речовини в випускний канал, що знаходиться всередині фільтра. Промивна вода відводиться через зливну трубу.

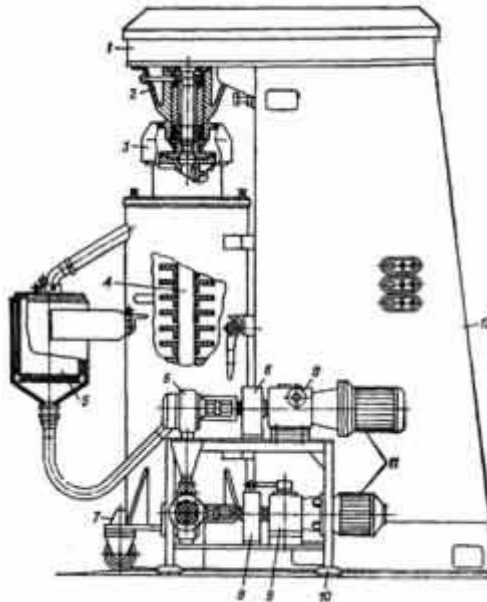
Для промивання використовується очищений фільтрат, що подається назад на форсунки насосом. Під час промивання сегментів фільтра процес фільтрації не переривається.

Переваги:

- Безперервна робота. 24 години безперервної роботи без зупинки. Фільтр не перериває процес фільтрації при зворотному промиванні;
- Тонка обробка. Розмір пор елементів фільтра становить 10 мкм. Фільтр затримує тверді частинки, діаметр яких більше 10 мкм, таким чином, забезпечується якісна і стабільне очищення;
- Невелике споживання води для зворотного промивання. Споживання води для зворотного промивання становить від 1% до 2% від загальної витрати;
- Малі втрати напору. Втрата напору становить 0,05-0,25 м;
- Низькі експлуатаційні витрати;
- Низька споживана потужність;

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			55





**Рис.2.15.** Бісерний млин

- 1 - привід;
- 2 - підшипник;
- 3 - муфта;
  
- 4 - вал з дисками;
- 5 - приймач;
- 6 - насос;
- 7 - розмеленого камера;
- 8 - огорожі;
- 9 - варіатор;
- 10 - станина;
- 11 - електродвигун;
- 12 - корпус млина.

Даний млин складається з циліндричної розмелювальної камери (7) зі змінною "склянкою", всередині якої обертається вал з дисками (4).

Розмелювальна камера встановлена на колесах, закріплюється в корпусі (12) і вал ротора з'єднаний з приводним валом еластичною передачею. Продукт безперервно подається насосом в нижню частину корпусу вертикальної «склянки», заповненої на 50 - 60% обсягу бісером. Змінюючи продуктивність насоса, можна регулювати середній час перебування продукту в робочій камері

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			57

млини і, тим самим, ступінь подрібнення. У верхній частині корпусу продукт відокремлюється від бісеру за допомогою сепаратора сітчастого типу. Корпус забезпечений сорочкою охолодження, за допомогою якої підтримується температура продукту. Охолодження бісерного млини проводиться водою, яка подається в сорочку охолодження прямотоком.

Основні переваги вертикальних бісерних млинів:

- порівняно проста конструкція;
- простота в обслуговуванні;
- відносно мала займана виробнича площа[32].

### **Збірник**

У певних промислових галузях - хімічній, харчовій - використовуються промислові місткості і резервуари, основне призначення яких полягає у зберіганні сировинних матеріалів і готової продукції[33].

### **2.6. Розрахунок хімічного реактора з якірною мішалкою**

Розрахунок хімічного реактора здійснено згідно з навчальним посібником «Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості»[34].

#### **Вхідні дані:**

Номинальний об'єм реактора:  $5 \text{ м}^3$ ;

Робочий об'єм середовища:  $V_p = 3,2 \text{ м}^3$ ;

Діаметр ємності:  $D = 1800 \text{ мм}$ ;

Частота обертання:  $n = 50 \text{ об/хв} = 0,833 \text{ с}^{-1}$ ;

Густина середовища в апараті:  $\rho = 912,5 \text{ кг/м}^3$ ;

Тиск в апараті:  $p = 3 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ ;

Температура в апараті:  $25^\circ\text{C}$ ;

#### **Розрахунок:**

Висота рівня рідини:

$$H_p = \frac{4(V_p - V_{он})}{\pi D} + h_1 + h_v, \quad \text{м} \quad (2.16)$$

$H_p = 2,105 \text{ м}$ ;

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			58

$$H_p/H = 0,8 \quad (2.17)$$

Висота реактора:

$$H = 2,105/0,8 = 2,631 \text{ м}$$

$$h/H = 0,6 \quad (2.18)$$

Висота перемішувального пристрою:

$$h = 0,6 * 2,631 = 1,58 \text{ м}$$

$$D/d = 1,1 \quad (2.19)$$

Внутрішній діаметр робочого органу:

$$d = 1,8/1,1 = 1,636 \text{ м}$$

$$b/d = 0,07 \quad (2.20)$$

Ширина елемента робочого органу:

$$b = 0,07 * 1,636 = 0,115 \text{ м}$$

Відстань між стінкою реактора та робочим органом:

$$\delta = 40 \text{ мм}$$

Кутова швидкість обертання робочого органу:

$$\omega = 2 \text{ м/с}$$

Критерій потужності для дволопатевої мішалки:

$$Re_B = (\omega * d * \rho) / \mu \quad (2.21)$$

$$Re_B = (2 * 1,636 * 912,5) / 0,0009 = 3317444,4$$

$$K_N = C * Re_B^{0,77} * (h/d) \quad (2.22)$$

$$K_N = 7,9 (3317444,4)^{0,77} * (1,58/1,636) = 800982,5$$

Потужність, що затрачується на перемішування:

$$N = K_N * \mu * n^2 * d^3, \text{ Вт} \quad (2.23)$$

$$N = 800982,5 * 0,0009 * 0,833^2 * 1,636^3 = 2190,79 \text{ Вт}$$

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			59

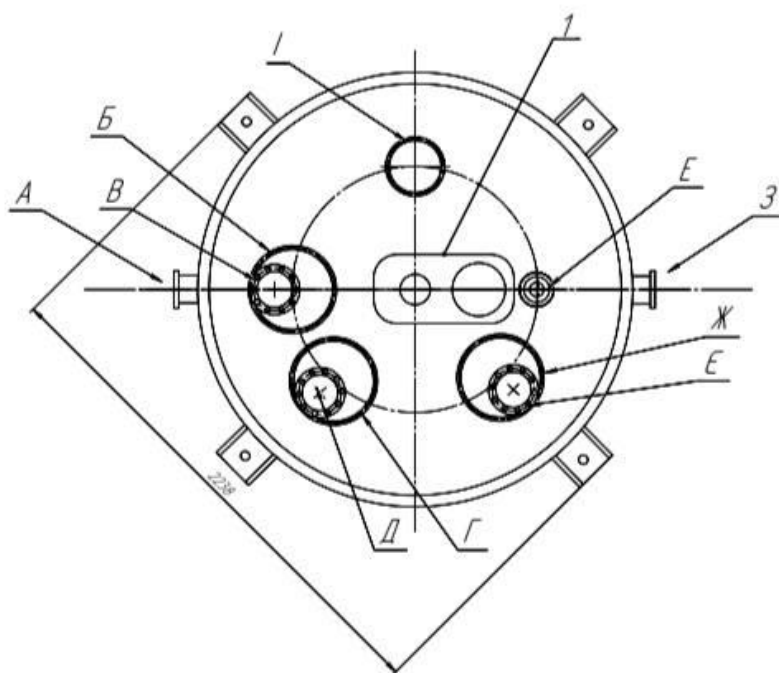
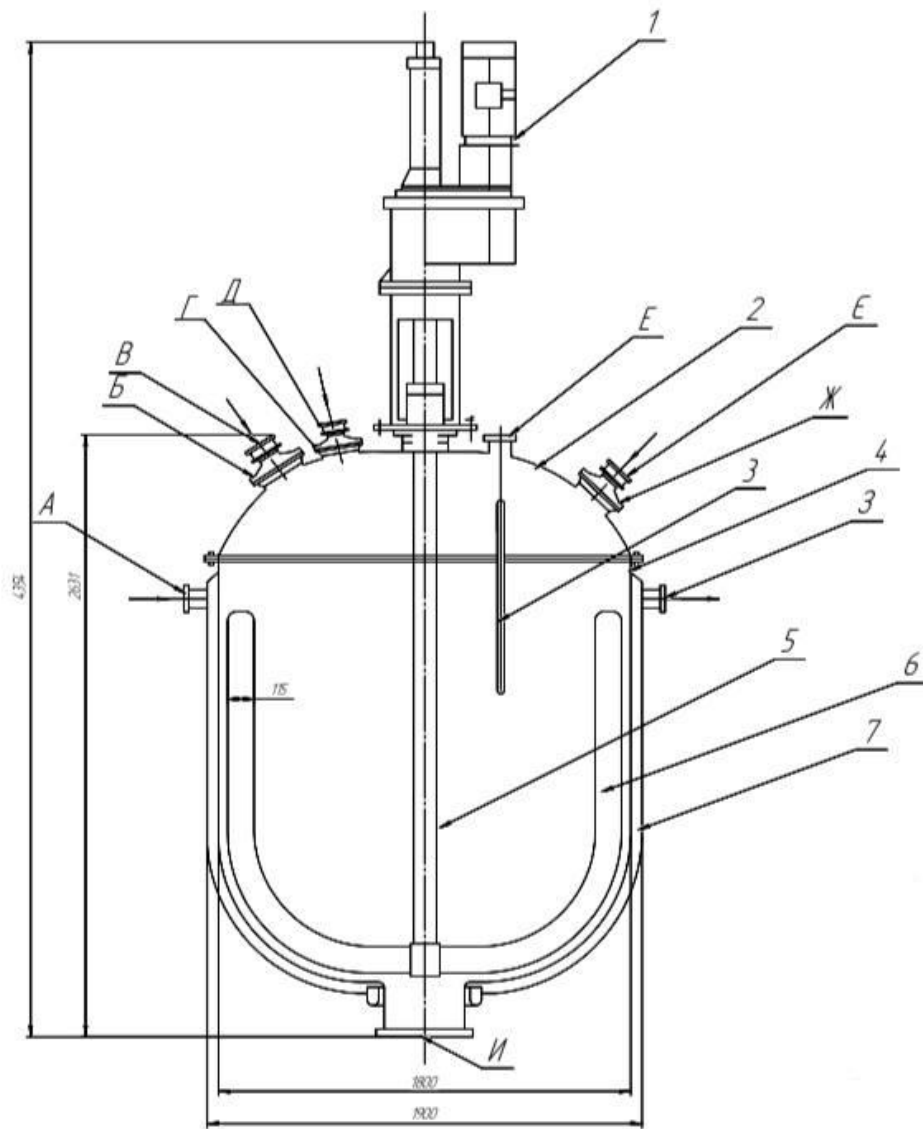


Рис.2.16. Реактор з сорочкою та якірною мішалкою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	

## 2.7. Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва дифенілу

Апаратурно-технологічна схема наведена на **Рис.2.5**[35]:

Для одержання дифенілу в реактор з якірною мішалкою 5 завантажують йодбензол, цинк та гептан, де вони перемішуються протягом 2 годин. Після завершення даного процесу вмикається подача гарячої води в сорочку реактора 5 для підігріву суміші до 25 °С та подається каталізатор, перемішування продовжується протягом 3 год. Далі отримана суміш перекачується кулачковим насосом 6 до нутч-фільтру 7, де проходить очищення розчину від утвореного осаду. Далі осад відправляється на лінію відновлення каталізатора.

Отриманий фільтрат подається насосом 8 до вакуумвипарної установки 9, де відбувається концентрування розчину при температурі 75 °С та тиску в 50,7 кПа. Потім концентрований розчин подається насосом 10 в кристалізатор охолоджуючого типу 11, в який подається розчинник - ізопропанол та проходить охолодження розчину до 69 °С протягом 12 годин. Утворена суміш кулачковим насосом 12 подається в стрічковий фільтр-прес 13, де проходить розділення на рідку і тверду фазу при тиску 0,02МПа, маточний розчин йде на утилізацію, а кристали дифенілу шнековим транспортером 14 надходять в стрічкову сушарку 15. Сушіння здійснюється протягом 3 годин при температурі 50°С, після чого пара ізопропанолу видаляється, а висушені кристали дифенілу подаються шнековим транспортером 16 в збірник 17, де відбувається охолодження готового продукту до 20°С та його зберігання.

### Відновлення каталізатора

Осад завантажується в дисковий фільтр з відцентровим вивантаженням осаду 18, в якому відбувається очистка каталізатора від домішок промиванням діетиловим ефіром. Далі каталізатор пневматичним насосом 19 подається на дисковий фільтр з відцентровим вивантаженням осаду 20 і операція повторюється вдруге. Після стадії очистки каталізатор пневматичним насосом 21 подається до стрічкової сушарки 22, де відбувається сушіння при 50°С протягом 2 годин. Пара диетилового ефіру відправляється на конденсацію для

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			61

повторного використання, а висушений каталізатор прямує за допомогою пневматичного насосу 23 до бісерного млина 24. В бісерному млині відбувається подрібнення на однакові за розміром частинки, після чого каталізатор пневматичним насосом 25 подається у збірник 26 для повторного використання у виробництві дифенілу.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			62



### РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОҐРУНТУВАННЯ

За допомогою розрахунку собівартості продукту визначаємо рентабельність виробництва.

Таблиця 3.1

#### Витрати на сировину для виробництва 100 кг продукції

Сировина	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна за одиницю продукції, грн	Сума, грн/100кг
Йодбензол	кг	455,00	1690	768950
Цинк	кг	434,93	380	165273,4
Гептан	кг	1820,00	965	1756300
Наночастинки паладію осадженні на мікрокристалічній целюлозі	кг	45,50	50000	2275000
Ізопропанол	кг	339,10	130	44083
Диетиловий ефір	кг	91,00	45	4095
<b>Всього</b>				<b>5013701,4</b>

Витрати на транспорт та заготівлю сировини складатимуть 10% від витрат на сировину:

$$(5013701,4 * 10) / 100 = 501370,14 \text{ грн/100кг}$$

Загальні витрати складатимуть:

$$5013701,4 + 501370,14 = 5515071,54 \text{ грн/100кг}$$

					ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Андрейчикова			<b>ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОҐРУНТУВАННЯ</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сабадаш Н. І.					64	
Н. Контр.		Бойчук Т. М.			НУХТ Каф. ТЖХТ			
Затверд.		Носенко Т. Т.						

## Витрати енергоресурсів на виробництво 100 кг продукції

Енергоресурс	Одиниця вимірювання	Кількість витрат на 100 кг продукції	Ціна за одиницю ресурсу, грн	Вартість ресурсу, грн
Електроенергія	кВт	65	33,6	2184
Вода	м <sup>3</sup>	50	13,3	665
<b>Всього</b>				<b>2849</b>

Фактичний обсяг виробництва:

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{доб}} * K_{\text{вик}} \quad (3.1)$$

де  $K_{\text{вик}}$  - коефіцієнт використання потужності (нормативне значення 0,8).

$$P_{\text{факт}} = 100 * 0,8 = 80 \text{ кг}$$

Звідси, річний обсяг виробництва становитиме:

$$O = P_{\text{факт}} * K_{\text{д.р.}} \quad (3.2)$$

де  $K_{\text{д.р.}}$  - кількість діб роботи лінії.

Отже, річний обсяг виробництва дифенілу:

$$O = 80 * 300 = 24000 \text{ кг.}$$

**Основна заробітна плата робітників, що працюють за погодинною системою оплати праці**

Посада	К-сть працівників	Розряд	Тарифна ставка	Кількість годин	Заробітня плата за рік, грн
1	2	3	4	5	6
Інженер- технолог	2	4	38,86	12	279792
Апаратник	2	4	38,86	12	279792
Оператор лінії	2	2	28,43	12	204696
Пакувальник	2	2	28,43	12	204696

					<b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОҐРУНТУВАННЯ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			65

1	2	3	4	5	6
Підсобний робітник	4	2	28,43	12	409392
Всього	12	-	-	-	1378368
На 100 кг продукції	-	-	-	-	4594,56

Основна заробітна плата робітників за рік складає 1378368грн.

Витрати по даній статті складуть 4594,56грн/100 кг.

Додаткову заробітну плату приймаємо як 30 % від основної заробітної плати.

ЄСФ приймаємо як 22 % від основної заробітної плати.

Розрахунок додаткової заробітної плати працівників та нарахування до ЄСФ наведено у таблиці 3.4:

Таблиця 3.4

#### Додаткова заробітна плата та відрахування до ЄСФ

Показник	Відсоток, %	Сума, грн/100кг
Додаткова ЗП	30% від ОЗП	1060,3
Загальний фонд ЗП (ОЗП+ДЗП), грн	-	5654,86
Відрахування до ЄСФ	22% від (ОЗП+ДЗП)	1244,1

Отже, витрати на додаткову заробітну плату становлять 1060,3грн/100 кг, а сума відрахувань до ЄСФ – 1244,1 грн/100 кг.

Витрати на утримання та обслуговування обладнання приймаємо у розмірі 200 % від основної заробітної плати:

$$4594,56 * 2 = 9189,12 \text{ грн/100 кг};$$

Розраховуємо витрати по статті «Витрати пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції». Витрати по цій статті приймаємо у розмірі

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОҐРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			66

10 % від ОЗП:

$$4594,56 * 0,1 = 459,5 \text{ грн/100 кг};$$

Загальновиробничі витрати приймаємо в розмірі 300 % від ОЗП робітників:

$$4594,56 * 3 = 13783,68 \text{ грн/100 кг};$$

Виробнича собівартість становить: 5548251,8 грн.

Розраховуємо суму адміністративних витрат як 2,5 % від виробничої собівартості:

$$5548251,8 * 0,025 = 138706,3 \text{ грн/100кг};$$

Розраховуємо витрати на збут як 3 % від виробничої собівартості:

$$5548251,8 * 0,03 = 166\,447,6 \text{ грн/100кг};$$

Інші операційні витрати розраховуємо як 1 % від виробничої собівартості:

$$5548251,8 * 0,01 = 55482,5 \text{ грн/100кг};$$

Отже, повні витрати на виробництво дифенілу становлять:

$$5908888,2 \text{ грн/100 кг};$$

Розрахунок випускної ціни:

Таблиця 3.5

### Витрати на виробництво

Показник	Сума, грн.
Повні витрати, грн.	5908888,2
Рентабельність, 10%	590888,82
Прибуток, грн	123141,23
Загалом без ПДВ, грн.	6564774,8
ПДВ 20%	1311773,2
Загалом з урахуванням ПДВ, грн.	7876548

Оскільки дифеніл буде продаватися в якості різних форм випуску можна розрахувати вартість 1 кг:

$$7876548 / 100 * 300 = 262,55 \text{ грн};$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОҐРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			67

Дана добавка не відноситься до продукції масового попиту. Дифеніл використовується в харчовій промисловості лише як консервант для citrusових та яблук. Враховуючи ринок потреб та попиту і затрати на доставку вищеперерахованої продукції, застосування дифенілу є доцільним, через його відмінну якість та помірну собівартість.

					<b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОҐРУНТУВАННЯ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			68

## РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

### 4.1. Загальні поняття про якість та безпеку продукції

Система контролю якості продукції складається з ряду взаємопов'язаних об'єктів та елементів контролю, типів, методів та засобів оцінки якості продукції та запобігання дефектам, що застосовуються на різних фазах життєвого циклу продукції та на рівнях управління якістю.

Ефективна система контролю якості продукції дозволяє в більшості випадків вживати своєчасних і цілеспрямованих заходів на рівні якості продукції, уникаючи всіх видів дефектів і помилок та забезпечуючи їх негайне виявлення та усунення з мінімально можливою втратою ресурсів.

Всі технічні системи контролю якості тісно пов'язані з контрольованими фазами життєвого циклу товару. Основними об'єктами технічного контролю якості є:

- методи розробки та зміст стандартів, технічних умов, конструкторських, технологічних та інших нормативно-технічних документів, що регулюють процеси розробки, виготовлення, повернення, експлуатації та ремонту продукції (I);
- якість сировини, напівфабрикатів, заготовок та компонентів, отриманих завдяки співпраці (II);
- якість сировини, напівфабрикатів, заготовок та комплектуючих власного виробництва (III);
- технічний рівень і стан обладнання, технологічного оснащення та інструментів, що використовуються, технологічний прогрес (IV);
- рівень кваліфікації тих, хто виконує технологічні операції та управлінський персонал (V);

					<b>ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ</b>							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b>			Літ.	Арк.	Акрушів		
Розроб.		Адрейчикова									69	
Перевір.		Сабадаш Н. І.						<b>НУХТ Каф. ТЖХТ</b>				
Н. Контр.		Бойчук Т. М.										
Затверд.		Носенко Т. Т.										

- технологічна дисципліна, пов'язана з виробництвом та якістю праці робітників (VI);
- методи технічного контролю та випробування продукції, наявність, технічні можливості та стан контрольно-вимірювальних приладів, приладів та інструментів (VII);
- якість деталей, що виготовляються, вузлів, складальних одиниць і готової продукції (VIII);
- якість упаковки та тари, засоби та правила складування, зберігання та транспортування продукції (IX);
- правила експлуатації, обслуговування та діагностики продукції споживачами, дотримання їх (X);
- якість ремонту та відновлення зношених деталей, вузлів та виробів в цілому, якість запасних частин (XI);
- діяльність керівних органів на різних рівнях та ланок щодо реалізації делегованих їм контрольних повноважень, процес розробки та вдосконалення систем управління якістю продукції та технічний контроль у компаніях, галузях тощо (XII).

Кожен із перелічених пунктів контролю відповідає певному виду перевірки, який відрізняється від інших з наступних причин:

- склад конкретних методів і засобів для оцінки стану об'єкта, що контролюється;
- тип, частота та обсяг отриманої та обробленої інформації;
- склад та деталі заходів щодо об'єкта, що підлягає обстеженню, за результатами контролю;
- організаційні форми перевірок тощо.

Організаційні форми та типи процесів технічного контролю якості продукції дуже різні.

За фазами виробничого процесу:

- контроль вхідних даних для перевірки якості сировини, напівфабрикатів, компонентів, отриманих завдяки співпраці, та інструментів,

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			70

пристосованих до початку виробництва;

- післяопераційний (проміжний) контроль деталей, вузлів, заготовок тощо, що здійснюється в процесі технологічного процесу;
- контроль приймання (остаточний огляд) заготовок, деталей, складальних одиниць та готової продукції;

Існують такі типи контрольних операцій:

- контроль транспортування продукції;
- контроль зберігання продукції.

Відповідно до покриття продукції (відповідно до обсягу перевірки):

- постійний контроль здійснюється з повним (100%) охопленням представленої продукції. Застосовується у таких випадках: а) коли якість поставлених матеріалів, напівфабрикатів, заготовок, деталей, складальних одиниць є ненадійною; б) якщо обладнання або характеристики технологічного процесу не забезпечують однорідність виготовлених об'єктів; в) під час складання без взаємозамінності; г) після процесів, які є визначальними для якості подальшої обробки або складання; д) після операцій з можливо великим розміром браку; е) при випробуванні готової продукції для відповідальних цілей;
- вибірковий контроль не по всій масі продукту, а лише по зразку. Зазвичай його застосовують у таких випадках: а) з великою кількістю однакових технологічних операцій, б) з високим ступенем стабільності технологічного процесу; в) після незначних операцій.

Відповідно до характеристик інспекції (через характер дії на контрольовану продукцію):

- руйнівний контроль, при якому подальше використання продуктів неможливе;
- неруйнівний контроль.

За мірою механізації і автоматизації :

- ручний (немеханізований) контроль;
- механізований контроль;

					<b>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			71

- автоматизований контроль (автоматизовані системи управління якістю).

За контрольованими параметрами:

контроль за кількісною характеристикою при визначенні числових значень одного або декількох показників, які порівнюються з нормативними значеннями;

контроль якості, коли кожна одиниця товару, що перевіряється, віднесена до певної групи і приймаються рішення, виходячи з того, який товар належить до кожної групи;

контроль за альтернативною характеристикою є окремим випадком контролю за характеристикою якості, коли існує дві групи - придатні та дефектні товари.

За допомогою організаційних форм розкриття та запобігання браку:

нестабільне управління, яке несподівано здійснюється контролером у випадкові моменти (без розкладу) під час систематичного обходу призначених йому завдань;

кільцевий контроль, який полягає у призначенні контролеру певної кількості завдань, які він регулярно проводить по «кільцю» відповідно до розкладу, а продукція перевіряється в місці їх виготовлення;

статистичний контроль, форма періодичного контролю вибірки на основі методів математичної статистики, що дозволяє виявити та усунути відхилення від нормального перебігу технологічного процесу до того, як ці відхилення призведуть до відмови;

сучасний профілактичний контроль, який проводиться, щоб уникнути помилок на початку та під час обробки. Він включає: а) огляд перших примірників продукції; б) контроль дотримання технологічних режимів; в) перевірку матеріалів, що надходять на виробництво, інструментів, технологічного обладнання тощо.

За часом виконання:

- безперервний (наприклад на конвеєрі або в потоці);
- періодичний.

За місцем виконання:

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			72

- стаціонарний контроль на стаціонарних контрольних пунктах за допомогою складних вимірювальних приладів;
- ковзаючий контроль на робочому місці (коли можна використовувати прості контрольні-вимірювальні інструменти або прилади; при перевірці об'ємних виробів, які недоцільні для транспортування; при виготовленні невеликої кількості однакових виробів).

За виконавцями:

- самоконтроль;
- контроль майстрів;
- контроль служби технічного контролю;
- інспекційний контроль;
- одноступінчастий контроль (виконавця плюс приймання службою технічного контролю);
- багатоступінчастий контроль (виконавця плюс операційний плюс спеціальний плюс приймальний).

Відповідно до використовуваних засобів контролю:

- вимірювальний (інструментальний) контроль, який проводиться за допомогою різних вимірювальних засобів (в даному випадку засобів контролю) і використовується для оцінки значень контрольованих параметрів виробу;
- реєстраційний контроль, який проводиться з метою оцінки елемента контролю на основі результатів розрахунку (реєстрація певних якісних характеристик, подій, продуктів, таких як кількість дефектних одиниць). Як засоби контролю в реєстраційному контролі можуть використовуватися як органи чуття людини, так і спеціальні лічильники;
- органолептичний контроль, що здійснюється лише за допомогою органів чуття, без визначення числових значень об'єкта, що контролюється; зоровий контроль - варіант органолептичного, при якому контроль здійснюється лише органами зору. У деяких випадках використовуються органолептичні та візуальні підсилювачі контролю, такі як мікроскопи

					<b>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			73

тощо;

- контроль зразка шляхом порівняння властивостей контрольованого продукту з властивостями контрольного зразка (стандарту);
- технічний огляд, який проводиться переважно органами чуття і, за необхідності, за допомогою простих засобів контролю.

Залежно від цілей існують основні види випробувань:

- попередні випробування — це випробування дослідних (головних) зразків з метою визначення можливості приймальних випробувань;
- приймальні випробування — це випробування дослідних (головних) зразків з метою визначення можливості їх постачання у виробництво;
- приймально-здавальні випробування — це випробування кожного виробу з метою визначення можливості його постачання замовникові;
- періодичні випробування — це випробування, які проводяться один раз в 3-5 років з метою перевірки стабільності виробництва;
- типові випробування — це випробування серійних виробів після внесення істотних змін до конструкції або технології. Точність засобів контролю і випробування має бути така, щоб не відбувалося значне спотворення вимірювального параметра[36].

#### **4.2. Методи визначення органолептичних та фізико-хімічних властивостей дифенілу E230**

Проби технічного дифенілу відбирають по ГОСТ 2517-85. Маса середньої проби повинна бути не менше 500 г. Зовнішній вигляд продукту визначають візуально[9].

##### **Приготування насадки**

Для приготування насадки в склянці зважують (записуючи результат зважування в грамах з точністю до другого десяткового знака) нерухому рідку фазу - силоксановий каучук SE-30 в кількості 5% від маси твердого носія і розчиняють в бензолі. Твердий носій - хроматон, зважений з похибкою не більше 0,01 г, поміщають в круглодонну колбу, заливають отриманим розчином і додають стільки розчинника, щоб весь носій був покритий розчином. Суміш

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			74

перемішують струшуванням протягом 30 хв, а потім випаровують на водяній бані основну масу розчинника при періодичному струшуванні колби з насадкою. Для повного видалення розчинника насадку в порцеляновій чашці поміщають в сушильну шафу і витримують при  $(100 \pm 2)$  °С протягом 40 хв.

### **Заповнення колонок**

Приготовленою насадкою заповнюють дві чисті сухі спіральні газохроматографічні колонки. Колонки заповнюють за допомогою вакуумнасоса наступним чином: один кінець колонки закривають металевою сіткою і приєднують до насоса, на інший кінець надягають воронку і засипають насадку, постукуючи по колонці.

Колонки поміщають в термостат-хроматографа і, не приєднуючи до детектора, продувають струмом газу-носія (гелій) зі швидкістю 50-60 см/хв при 200 °С протягом 2 год.

Включення хроматографа і виведення його на робочий режим проводять відповідно до інструкції, що додається до приладу.

### **Проведення аналізу**

Для визначення масової частки дифенілу аналіз проводять при двох температурних режимах: при 180 і 240 °С. Хроматограму при 180 °С знімають для визначення нафталіну, а при 240 °С - для визначення дифенілу і ізомерів терфенілу.

10 г аналізованого технічного дифенілу розчиняють в 15 г бензолу в конічній колбі з притертою пробкою місткістю 50 см. Результат зважування в грамах записують з точністю до першого десяткового знака. Отриманий розчин мікрошприцем вводять у випарник хроматографа і знімають хроматограми за умов, зазначених нижче:

- Темпаратура темостата: 120 або 140 °С
- Температура випарника: 300 °С
- Швидкість потоку газу-носія: 60-80 см/хв
- Сила струму детектора: 100 мА
- Об'єм введеної проби: 2,0 мм<sup>3</sup>

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			75

- Швидкість руху діаграмної стрічки: 1800 мм<sup>3</sup>/год

Типові хроматограми технічного дифенілу, отримані при 180 і 240 °С, наведені на рисунках 4.1 та 4.2.

### Обробка результатів

Масову частку дифенілу розраховують за двома хроматограмами, отриманими при 180 і 240 °С.

Масову частку дифеніл (X) у відсотках обчислюють за формулою:

$$X=(S*100)/\sum Si$$

де S - площа піку дифенілу по хроматограмі, отриманої при 240 °С, мм<sup>2</sup>;

$\sum Si$  - сума площ піків компонентів (дифенілу, ізомерів терфенілу) по хроматограмі, отриманої при 240 °С, і нафталіну (S1), мм<sup>2</sup>.

Площа піку нафталіну (S1) в квадратних міліметрах обчислюють за формулою

$$S1=(S2*S)/S3$$

де S2 - площа піку нафталіну по хроматограмме, отриманої при 180 °С, мм<sup>2</sup>;

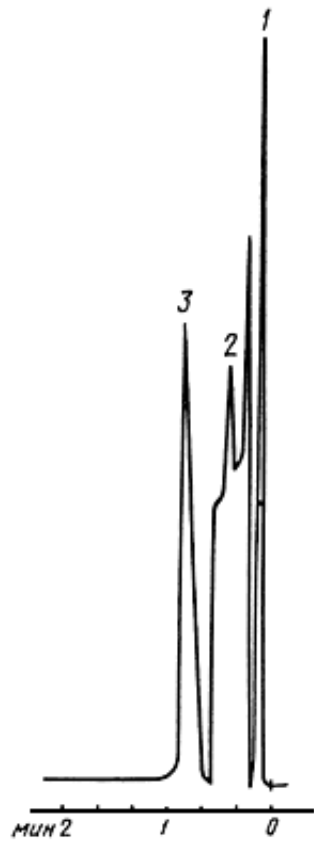
S - площа піку дифеніл по хроматограмме, отриманої при 240 °С, мм<sup>2</sup>;

S3 - площа піку дифеніл по хроматограмме, отриманої при 180 °С, мм<sup>2</sup>.

Площа кожного піку обчислюють як добуток висоти піка на його ширину, виміряну на середині висоти.

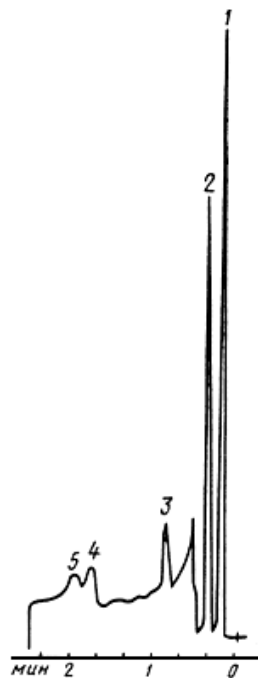
За результат аналізу приймають середнє арифметичне двох паралельних визначень, допустимі розбіжності між якими не повинно перевищувати 0,05% при довірчій ймовірності P=0,95.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			76



**Рис.4.1.** Типова хроматограма технічного дифенілу, отримана при 180 °С

- 1 - бензол (розчинник);
- 2 - нафталін;
- 3 – дифеніл



**Рис.4.1.** Типова хроматограма технічного дифенілу, отримана при 240 °С

					<b>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			77

1 - бензол+нафталін;

2 - дифеніл;

3 - о-терфеніл;

4 - п-терфеніл;

5 - м-терфеніл

По фізико-хімічним показникам дифеніл має відповідати вимогам і нормам наведеним в таблиці 4.1:

Таблиця 4.1

**Фізико-хімічні показник дифенілу**

Найменування показника	Норма	Методи аналізу
1. Зовнішній вигляд	Кристала від прозорого до жовтого кольору, без механічних домішок	По п.3.2
2. Температура плавлення, °С, не нижче	68	По <a href="#">ГОСТ 4255-75</a>
3. Масова частка дифенілу, %, не менше	99,7	По п.3.3
4. Зольність, %, не більше	0,01	По <a href="#">ГОСТ 1461-75</a>
5. Масова частка води, %, не більше	Відсутня	По <a href="#">ГОСТ 2477-65</a>

## РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1. Екологічна безпека виробництва дифенілу E230

Екологічна політика України визначається "Основними напрямками державної політики у галузі охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів та екологічної безпеки", затверджених Верховною Радою України в 1998 році. Цей документ містить довгострокову стратегію вирішення екологічних проблем в Україні на національному, регіональному, місцевому та об'єктному рівнях.

**Екологічна безпека** - стан навколишнього середовища, при якому запобігається погіршення екологічної ситуації та виникнення небезпеки для здоров'я людей (відповідно до статті 50 Закону України про охорону навколишнього середовища)[37].

Основними вимогами до стандартизації якості українського довкілля у світлі екологічної безпеки мають бути:

- якість довкілля нормується з метою встановлення гранично допустимих норм впливу, що забезпечують раціональне використання та відтворення природних ресурсів з метою сталого розвитку економічної діяльності держави.

- стандарти гранично допустимих шкідливих впливів, а також методи їх визначення затверджені спеціально уповноваженими державними органами України.

- у разі порушення вимог до стандартів якості навколишнього середовища, викиди, скиди шкідливих речовин, інші види впливу на природу можуть бути обмежені або припинені спеціально уповноваженими державними органами.

- враховуючи природно-кліматичні особливості, а також підвищену соціальну цінність окремих територій (заповідних територій, національних парків, курортів та рекреаційних зон), для них встановлюються суворіші норми

					ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Андрейчикова					79	
Перевір.		Сабадаш Н. І.						
Н. Контр.		Бойчук Т. М.						
Затверд.		Носенко Т. Т.						
						НУХТ Каф. ТЖХТ		

гранично допустимого шкідливого впливу на навколишнє середовище;

- система екологічного нормування повинна охоплювати всі фактори екологічного ризику, пов'язані з розміщенням, будівництвом, експлуатацією промислових підприємств та комплексів, а також створенням нового обладнання, технологій та матеріалів.

- важливою вимогою є гармонізація стандартів із процедурами оцінки проекту та моніторингом навколишнього середовища. Поточним заходом запобігання екологізації природокористування має стати законодавче закріплення вимог щодо обов'язкової державної та громадської екологічної оцінки планів та проектів. Таким чином, компанії та підрозділи незалежно одна від одної не мають права проводити таку перевірку[38].

Найбільш вдалою з гігієнічної точки зору є класифікація, згідно з якою всі технологічні процеси та процедури поділяються на такі рівні:

- підготовчі роботи (подрібнення, дозування, перемішування, просіювання та розділення на фракції сировини, транспорт);
- фактичні хімічні процеси (окислення, відновлення, хлорування, нітрування, електрохімічні процеси тощо);
- розділення хімічних компонентів (дистиляція, ректифікація, центрифугування, фільтрація, екстракція, кристалізація тощо);
- завершальні роботи (сушіння, подрібнення, фасування, пакування та зберігання);
- додаткові операції (відбір проб технологічних зразків, заміна каталізаторів, профілактичний та аварійний ремонт тощо).

Крім того, технологічні процеси за своєю суттю поділяються на періодичні та безперервні процеси. Для більшості сучасних багатотонажних виробництв характерні замкнені безперервні цикли, що перешкоджають потраплянню забруднюючих речовин у повітря в робочій зоні та в навколишнє середовище.

Періодичні процеси все ще використовуються у галузях з низькою потужністю. Вони включають пристрої для відкривання, завантаження та

					<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

вивантаження сировини, реакційних мас, напівфабрикатів та готової продукції, а отже, є ризик потрапляння забруднюючих речовин у повітря в промислових приміщеннях.

Безперервний виробничий процес є прогресивним і має всі технічні, економічні та гігієнічні переваги порівняно з періодичними: можливість складної механізації та автоматизації, значне скорочення обслуговуючого персоналу, підвищення продуктивності обладнання та якості продукції. Особливо важливою є можливість дистанційного управління технологічним процесом та його автоматизацією, що значно зменшує контакт робітників із забруднюючими речовинами. Крім того, безперервний процес дозволяє підтримувати в пристроях більш стабільний технологічний режим (температура, тиск), що полегшує підтримку герметичності пристроїв та зменшує витік шкідливих речовин.

Розрізняють низькотемпературні, високотемпературні, некаталітичні, каталітичні, електрохімічні та інші хімічні процеси. У гігієнічному відношенні найбільш несприятливими є процеси, що проводяться під підвищеним атмосферним тиском. За таких умов часто спостерігається виділення шкідливих речовин через нещільності в апаратурі. Висока температура реакційної маси в пристрої також призводить до негативних наслідків. Більш сучасними є хімічні процеси, що проводяться в апаратурі під тиском, нижчим за атмосферний, чи у вакуумі, а також при низькій температурі.

Основним несприятливим виробничим фактором хімічних виробництв у більшості випадків є хімічний фактор, тобто забруднення повітря робочої зони і промислової площадки шкідливими речовинами. На підприємствах органічного синтезу при термічній переробці полімерів виділення шкідливих речовин за умови недотримання гігієнічних вимог можливе на всіх етапах технологічного процесу. Виділення шкідливих речовин спричиняється, в першу чергу, використанням високих температур і тисків, а також негерметичних апаратів і комунікацій. Значним джерелом забруднення повітря токсичним пилом є таке обладнання, як дробарки, млини, дезінтегратори, шнеки, елеватори для

транспортування сипких матеріалів. Крім того, частими причинами забруднення повітря робочої зони шкідливими речовинами є порушення технологічного режиму, розгерметизація ємностей для відбирання технологічних проб, прориви комунікацій та інші аварійні ситуації.

В останні роки в хімічній і нафтохімічній промисловості значного поширення набули каталітичні процеси з використанням різноманітних каталізаторів. Більшість металів (платина, срібло, нікель, молібден, хром, вольфрам та ін.) можуть бути використані в якості каталізаторів. Каталітичні процеси мають перед звичайними некаталітичними ряд переваг: їх висока швидкість дає змогу збільшити вихід цільових продуктів і підвищити продуктивність устаткування; гігієнічні переваги цих процесів полягають у їхній простоті (обмежена кількість сировинних матеріалів і проміжних операцій). Єдиними несприятливими процесами є завантаження та розвантаження каталізатора, що пов'язано з розкриттям апаратури та проникненням забруднюючих речовин у повітря в робочій зоні.

Під час відбору проб концентрація забруднюючих речовин у повітрі значно зростає. Щоб уникнути цього, останнім часом у багатьох компаніях розроблено автоматичний контроль фізико-хімічного стану реакційних мас.

З гігієнічної точки зору такі операції, як чистка та ремонт обладнання, а також проведення аварійних робіт, під час яких спостерігається найбільший контакт працівників з різними забруднювачами, заслуговують на значну увагу.

Повітря в робочій зоні часто забруднене багатьма забруднювачами. Повітря може одночасно містити багато речовин у різних агрегатних станах - аерозолі, пари, гази, які є вихідними, проміжними та кінцевими продуктами, а також сполуки, що виникають внаслідок взаємодії або продуктів термічного розкладання. Шкідливі речовини, що виділяються в повітря, продовжують взаємодіяти, піддаючись окисленню, гідролізу та іншим перетворенням.

Пари і гази, що мають більшу, ніж повітря, відносну густину, накопичуються в нижній зоні, а при вертикальному плануванні приміщень перетікають із верхніх поверхів у нижні.

					<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			82

Невиконання гігієнічних вимог на підготовчому та завершальному етапах технологічного процесу на хімічних заводах призводить до збільшення концентрації пилу в повітрі в десятки разів. Дисперсія пилу, що виділяється, зазвичай висока: у ньому переважають частинки пилу розміром менше 5 мкм. Пил, що вдихається, який при цьому поглинає гази та пари забруднюючих речовин, є додатковим джерелом їх надходження в організм.

При проектуванні промислових будівель, технологічних процесів та обладнання необхідно встановити вимоги до гігієнічних обмежень щодо вмісту забруднюючих речовин у повітрі робочої зони.

Вміст забруднюючих речовин у повітрі в робочій зоні регулюється значенням гранично допустимої концентрації (ГДК) в мг / м<sup>3</sup>.

Максимально допустимі концентрації забруднюючих речовин у повітрі робочої зони - це концентрації, які не можуть викликати хвороби або відхилення від норми протягом усього трудового стажу під час щоденної роботи (крім вихідних) протягом 8 годин або іншої тривалості, але не більше 41 години на тиждень, протягом усього досвіду роботи в галузі охорони здоров'я, що проявляється через сучасні методи дослідження, в процесі роботи або в довгостроковому житті нинішнього та майбутніх поколінь. За ступенем ефективності забруднюючих речовин на організм згідно з ГОСТ 12.1.007-88 поділяються на 4 класи небезпеки:

I клас - надзвичайно небезпечний;

II клас - дуже небезпечний;

III клас - помірно небезпечний;

IV клас - малонебезпечний.

ГДК забруднюючих речовин у повітрі робочої зони є обов'язковими гігієнічними нормами для проектування технологічних процесів та вентиляції. ГДК створюються на основі даних медико-біологічних досліджень на тваринах. Слід проводити випробування на вплив нелетких, але активно проникаючих забруднюючих речовин через шкіру.

На період до проектування виробництва слід тимчасово визначити орієнтовно безпечні рівні впливу - ОБРВ. Вони повинні бути переглянуті або замінені через 2 роки після їх затвердження[39].

Таблиця 5.1

**Гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин у повітрі в робочій зоні**

№ п/п	Найменування речовини	Значення ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки
1	2	3	4
1	Азоту оксиди	5	III
2	Акриловий ефір етиленгліколю	0,5	II
3	Алюміній і його сплави	2	III
4	Аміак	20	IV
5	Амонію хлорид	10	III
6	Ацетон	200	IV
7	Бензин	100	IV
8	Бензол	15	II
9	Вінілацетат	10	III
10	Водень хлорид	5	II
11	Вольфрам	6	IV
12	Гексан	300	IV
13	Дихлоретан	10	II
14	Зола паливних сланців	4	III
15	Йод	1	II

1	2	3	4
14	Зола паливних сланців	4	III
15	Йод	1	II
16	Капрон	5	III
17	Карбамід (сечовина)	10	III
18	Кислота азотна	2	III
19	Кислота ацетилсаліцилова	0,5	II
20	Кислота борна	10	III
21	Кислота сірчана	1	II
22	Кислота оцтова	5	III
23	Ксилол	50	III
24	Олії нафтові мінеральні	5	III
25	Миш'як	0,04	II
26	Нафта	10	III
27	Озон	0,1	I
28	Поліетилен	10	IV
29	Пропілен	100	IV
30	Пил зі вмістом двоокису кремнію понад 70%	1	III

## 5.2 Охорона праці на підприємстві

**Охорона праці** - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів для збереження здоров'я людини та працездатності в процесі

					<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			85

праці.

Основна мета охорони праці:

- уникнення травматизму та професійних захворювань;
- створення безпечних та нешкідливих умов праці;
- підтримка здоров'я та працездатності;
- підвищення продуктивності праці;
- попередження надзвичайних ситуацій.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що існують на підприємствах через характер заходу, поділяються на групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

### **Мікроклімат промислових будівель**

Найважливішими нормативними документами, в яких зазначені стандарти мікроклімату, є санітарні норми та стандарти безпеки праці ДСН 3.3.6.042-99.

Мікроклімат або метеорологічні умови промислових будівель визначаються такими параметрами:

- температура повітря в приміщенні, ° С;
- відносна вологість, %;
- рухливість повітря, м / с;
- теплове випромінювання, Вт / м<sup>3</sup>.

### **Промислова гігієна та виробнича гігієна в хімічній промисловості**

Хімічне виробництво - одна з галузей, що характеризується підвищеним потенційним ризиком професійних отруєнь та захворювань працівників.

Причиною є те, що багато працівників виробничого процесу стикаються з хімічними речовинами, що мають певні токсичні властивості.

Під впливом токсичних речовин в організмі можуть виникати різні порушення у вигляді:

					<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			86

- гостре отруєння (ГО);
- хронічне отруєння (ХО).

Гостре отруєння (ГО) виникає, коли працівник не піддається високим концентраціям токсичних речовин довше однієї зміни. ГО виникають з причин, для усунення яких не потрібні спеціальні інвестиції і які, як правило, пов'язані з організацією виробництва та дисципліною..

Хронічне отруєння (ХО) виникає при поступовому впливі низького рівня шкідливих речовин протягом тривалого періоду часу. Згодом може виникнути професійне захворювання, яке вимагає належного обстеження. Боротися з ХО набагато складніше, ніж з ГО. Досягнення нешкідливих (гранично допустимих) концентрацій токсичних речовин у повітрі робочих приміщень, як правило, пов'язане з поліпшенням або заміною технологічних процесів, приладів, будівель і споруд. Ці заходи вимагають великих інвестицій.

При будь-якій формі отруєння (ГО або ХО) характер дії промислової отрути визначається ступенем її фізіологічної активності - токсичності.

Токсичність - це здатність речовин негативно впливати на життєдіяльність живих організмів.

Отруйні речовини (отрути) по-різному проникають в організм людини, взаємодіють з його органами і тканинами, порушуючи їх нормальне функціонування.

Ризик отруєння залежить від:

- фізико-хімічних властивостей речовин;
- їх розчинності у біологічних середовищах;
- дисперсності (подрібнення, летючість, агрегатний стан);
- час дії;
- концентрація.

### **Токсичність хімічних речовин, промислових отрут. Хімічні опіки та їх профілактика**

Промислові отрути класифікуються і умовно поділяються на 9 груп відповідно до переважної дії їх на організм і зовнішніх ознак отруєнь:

					<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			87

- Нервові отрути - вуглеводні, спирти, сірка, тетраетилсвинець - через розлад вуглеводнів, спиртів, сірководню викликають розлад, який називається розладом дисфункції.
- Подразнюючі речовини - хлор, аміак, діоксид сірки, оксид азоту - покращують верхні та глибокі дихальні шляхи.
- Отрути, які пропалюють і подразнюють шкіру та слизові оболонки - неорганічні кислоти, луги - пошкоджують шкіру, утворюючи гнійники та виразки.
- Ферментні - синильна кислота та її солі, миш'як і його з'єднання, солі ртуті - порушують структуру ферментів, руйнують їх.
- Кров'яні - чадний газ, ароматичні смоли, свинець та його неорганічні солі – взаємодіють з гемоглобіном крові.
- Печінкові - хлоровані вуглеводні, фосфор, селен - викликають структурні зміни в тканині печінки.
- Мутагени - оксид етилену, сполуки свинцю, ртуть - впливають на генетичний апарат клітин.
- Алергени - деякі сполуки нікелю - змінюють реакційну здатність організму людини.
- Канцерогени - шестивалентний хром у складі зварювального аерозолу, кам'яновугільна смола, бензапирен - викликає утворення злоякісних пухлин.

Хімічно активні речовини можуть викликати опіки при потраплянні на шкіру, слизові оболонки та в дихальні шляхи.

Наслідки опіку залежать від:

- хімічна активність і токсичність речовини;
- концентрації;
- температури;
- часу дії;
- індивідуальної чутливості шкіри.

Наступні речовини можуть викликати опіки: соляна кислота, сірчана кислота, азотна кислота, концентровані розчини лугів.

При опіках хімічними речовинами, здатними прилипати до шкіри (гарячі смоли, жовтий фосфор) виникає також небезпека отруєння всього організму

Заходи безпеки:

- спецодяг;
- захисні окуляри;
- установка кранів і фонтанчиків для термінового та тривалого (до 0.5 години) промивання ураженого місця струменем чистої прохолодної води;
- у разі відсутності водопостачання - встановлення резервуара для води.

Заходи першої допомоги:

- Промити уражену зону великою кількістю води;
- При опіках фосфором ватним тампоном зняти з шкіри залишки речовини, а потім промити 5% розчином соди або марганцевокислого калію.

### **Засоби індивідуального захисту. Запобіжні пристосування.**

У хімічній промисловості проведення ряду технологічних і допоміжних операцій пов'язано з використанням ЗІЗ. Для виконання робіт всередині закритих ємностей, в колодязях і тощо, їх використання має вирішальне значення для забезпечення безпеки праці. ЗІЗ є: спецодяг, спецвзуття, головні убори, каски, рукавички, рукавиці, фартухи, протигази, респіратори, захисні окуляри, маски, світлофільтри, протишумові пристрої, запобіжні пояси, електрозахисні засоби, пасти і мазі і т.п.

ЗІЗ можуть бути постійного користування (без цих засобів робітникам забороняється перебувати на робочому місці) і аварійного користування.

### **Ризик вибуху та пожежі від матеріалів та речовин.**

У звичайних умовах горіння - це процес окислення або поєднання горючої речовини з атмосферним киснем, який супроводжується виділенням тепла і світла. Однак деякі речовини, такі як стислий ацетилен, озон та вибухові речовини, можуть вибухати без кисню в повітрі, генеруючи тепло та полум'я.

					<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

Тобто горіння може бути не тільки реакцією окислення, але і реакцією розкладання.

Відомо також, що водень і багато металів можуть горіти в атмосфері хлору, мідь - у парах сірки, магній - у вуглекислому газі.

Пил від легкозаймистих речовин небезпечний. Пил, що осідає на обладнанні або виступаючих частинах будівельних конструкцій, може тліти і горіти, а пил у повітрі може утворювати вибухонебезпечну суміш.

Швидкість реакції горіння зростає із збільшенням питомої поверхні пилу. 500 г вугілля згорають у повітрі протягом декількох хвилин. 500 г пилу того ж складу і за однакових умов можуть вибухнути, тобто згоріти за частку секунди.

Тому, визначаючи ступінь небезпеки пилу у виробничому приміщенні, насамперед необхідно враховувати здатність пилу утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям та чутливість таких сумішей до різних джерел займання.

Нижні межі концентрації для займання пилоповітряних сумішей становлять від 2,5 до 30 г/м<sup>3</sup> для більшості речовин.

З метою запобігання вибуху пилоповітряних сумішей або зменшення руйнівної дії такого вибуху на пристрої (бункери, млини, сепаратори), встановлені розривні мембрани та пристрої для подачі інертних газів до трубопроводів (вуглекислий газ або водяна пара).

### **Безпека систем, що працюють під тиском.**

Сьогодні в промисловості широко використовуються пристрої, ємності та комунікації, які працюють під тиском, тобто є герметичними.

Герметичність відноситься до непроникності стінок і стиків рідинами та газами, що обмежують внутрішній об'єм обладнання.

Аварії, що стосуються герметичних систем, не тільки небажані з технічної точки зору, вони також небезпечні для обслуговуючого персоналу та виробництва загалом:

1. Витік може бути наслідком вибуху або вибух може бути результатом витіку.

					<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			

2. Зниження тиску створює небезпечні та шкідливі виробничі фактори залежно від фізико-хімічних властивостей середовища в середині резервуара, тобто існує ризик:

- опіки під дією високих або низьких температур (термічні опіки) та внаслідок агресивності внутрішнього середовища (хімічні);
- ризик травми.

3. Ризик отруєння пов'язаний із вживанням токсичних або інертних газів.

### **Система технічного обслуговування й ремонту хімічного обладнання.**

Завдання системи - підтримка устаткування в працездатному стані й попередження несподіваного виходу з ладу та, як наслідок, створення умов безаварійної й безпечної експлуатації.

Основа системи - поєднання технічного обслуговування (ТО) й планово-попереджувального ремонту (ППР).

ТО - комплекс робіт для підтримки працездатності обладнання між ремонтами. Їх проводять експлуатаційний (машиністи, оператори) і обслуговуючий персонал (чергові слюсарі, електрики).

ППР - ремонти всіх видів виконуються в заздалегідь установленій послідовності через певне число відпрацьованих машино-годин.

Для обладнання кожного типу нормативами системи встановлюється ресурс між ремонтами, тривалість простою в ремонті, трудомісткість ремонту.

Ремонт ділиться на поточний і капітальний.

- Для основного обладнання → метод ППР.
- Для допоміжного → метод післяоглядових ремонтів[40].

### **5.2.1 Вимоги безпеки роботи с дифенілом**

Технічний дифеніл - горюча кристалічна речовина. Показники пожежовибухонебезпеки, що визначаються за ГОСТ 12.1.044-84[9]:

- температура спалаху у відкритому тиглі 115-119 ° С;
- температура самозаймання 541-544 ° С;
- концентраційні межі запалення: нижній - 0,7% (за обсягом) при 110 ° С, верхній - 5,8% (за обсягом) при 155 ° С;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			91

- нижня межа займання аерозависі - 12,6 г/м<sup>3</sup>.

Первинні засоби пожежогасіння при загорянні невеликої кількості дифенілу - хімічна і повітряно-механічна піна, тонкорозпилена вода.

При високих температурах дифеніл особливо небезпечний. Інших токсичних сполук у повітряному середовищі не утворює. При загорянні - гасити в ізолюючих протигазах.

За ступенем впливу на організм дифеніл відноситься до високонебезпечних речовин (2-й клас безпеки по ГОСТ 12.1.007-76).

Гранично допустима концентрація (ГДК) в повітрі робочої зони - 1 мг / м.

При перевищенні ГДК дифеніл надає загальну токсичну (пригнічення загального стану, судоми, паралічі), подразнюючу (дихальні шляхи) дії. Кумулятивну дію не має.

Перша допомога при отруєннях - свіже повітря, спокій, тепло, при подразненні слизових оболонок - полоскання рота, промивання очей 2% -вим розчином питної соди, при попаданні на шкіру - змивання теплою водою з милом.

При роботі з дифенілом необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту.

Всі роботи в приміщенні з дифенілом повинні проводитися з використанням припливно-витяжної вентиляції, далеко від вогню і джерел іскроутворення.

Місця завантаження та вивантаження продукту в приміщенні повинні бути обладнані місцевими відсмоктувачами, все обладнання та апаратура повинні бути ретельно герметизовані.

Штучне освітлення повинно бути виконано у вибухобезпечному виконанні.

Вимоги безпеки при виробництві, застосуванні та зберіганні дифенілу повинні відповідати правилам безпеки в нафтопереробній та нафтохімічній промисловості.

					<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			92

## ВИСНОВКИ

1. Здійснено огляд і аналіз науково-технічної літератури щодо вивчення фізико-хімічних характеристик дифенілу та сфери його застосування. Виявлено, що дана добавка застосовується для обробки цитрусових в якості консерванту, який запобігає розвитку цвілі.

2. Охарактеризовано сировину і допоміжні матеріали, що використовують в процесі отримання добавки E230, а саме йодбензол, цинк, гептан, каталізатор (солі двоховалентного паладію адсорбованого на мікрокристалічній целюлозі), ізопропанол.

3. Здійснено аналіз сучасних способів виробництва та хімізм отримання дифенілу та виявлено, що існуючі промислові способи мають слабкі місця, а саме ризик виникнення канцерогенних речовин (теплова дегідроконденсація бензолу, гідроалкілування бензолу). А також використання дорогих каталізаторів, що збільшує собівартість продукції (реакція Ульмана).

4. Удосконалено принципову технологічну схему виробництва дифенілу шляхом відновлення каталізатора для його повторного використання.

5. Проведено розрахунок матеріального балансу виробництва дифенілу потужністю 100 кг/добу.

6. Розраховано тепловий баланс.

7. Проведено підбір технологічного обладнання та виконано розрахунки реактора з сорочкою та якірною мішалкою, в якому проходить основна реакція.

8. Удосконалено апаратурно-технологічну схему виробництва дифенілу.

9. Розраховано собівартість продукції, що становить 262,55 грн/кг, визначено, що дана технологія є рентабельною. Рентабельність -10%.

10. Описано показники якості та безпечності виробленої продукції.

11. Охарактеризовано екологічну безпеку та охорону праці на виробництві. Встановлено, що через використання речовин різної токсичності на виробництві повинні суворо дотримуватись правил безпеки, як для персоналу, так і для навколишнього середовища.

					ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Андрейчикова			<b>ВИСНОВКИ</b>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сабадаш Н. І					93	
Н. Контр.		Бойчук Т. М.				НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т. Т.						

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. – М.: Колос, Колос-Пресс, 2002. — 8-17с.
2. CRC Handbook of Chemistry and Physics / D. R. Lide. — 86th. — Boca Raton (FL) : CRC Press, 2005.— ISBN 0-8493-0486-5
3. Подобій О.В. Хімія та технологія харчових добавок: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія», денної та заочної форм навчання/О.В.Подобій. – К.: НУХТ, 2019. – С.7– 16.
4. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки: энциклопедия / Л. А. Сарафанова, Изд. 6-е.- СПб.: Изд.-во Гиорд, 2005. — 84 с.
5. Encyclopedia of industrial chemistry/ KARL GRIESBAUM, ARNO BEHR, DIETER BIEDENKAPP, HEINZ-WERNER VOGES, 2012. —168 с.
6. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки: энциклопедия / Л. А. Сарафанова, Изд. 2-е.- СПб.: Изд.-во Гиорд, 2004. — 808 с.
7. Lewis R.J. Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. - 11ed. - Wiley-interscience, 2004. — 437p.
8. Консерванты в пищевой промышленности/ Люк Э., Ягер М.1998. —156 с.
9. ГОСТ 4254-76 Дифенил технический. Технические условия (с Изменениями N 1, 2).
10. Сімурова, Н. В. Органічна хімія [Електронний ресурс] : курс лекцій для здобувачів освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 162 "Біотехнології та біоінженерія" освітньо-професійної програми "Біотехнології: фармацевтична, промислова, харчова, природоохоронна" денної та заочної форм навчання / Н. В. Сімурова, І. В. Попова, Н. Ю. Зінченко ; Національний університет харчових технологій. - Київ : НУХТ, 2020. - 253 с.

					ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>						
Розроб.		Андрейчикова							Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сабадаш Н. І.								95	
Н. Контр.		Бойчук Т. М.							НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т. Т.									

11. [Електронний ресурс] : <http://www.knh.com.ua/uk/>
12. Загальна та неорганічна хімія [Електронний ресурс] : конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 161 "Хімічні технології та інженерія" освітньо-професійної програми "Хімічна технологія" та 162 "Біотехнології та біоінженерія" освітньо-професійної програми "Біотехнології: фармацевтична, промислова, харчова, природоохоронна" денної та заочної форм навчання / В. М. Іщенко, О. І. Кроніковський, О. П. Перепелиця, Т. В. Петренко, В. В. Фоменко, Х. В. Чебаненко ; Національний університет харчових технологій. - Київ : НУХТ, 2019. - 181 с.
13. [Електронний ресурс] : <http://ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/13.html>
14. S. E. Douglass, S. T. Massey, S. G. Woolard, R. W. Zoellner Transition Metal Chemistry, 1990, 15(4), 317-324. (в) T. D. Nelson, R. D. Crouch Organic Reactions Vol. 63, 265-555.
15. Гідроізомерізація бензолу на каталізаторах Pt/MOR/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/E.A. Белопухов, А.С. Белый, М.Д. Смоликов, Д.И. Кирьянов, Т.И. Гуляева, 2012
16. Экология производства химических продуктов из углеродов нефти и газа/ Белов П. С., Голубева И.А., Низова С. А.,1991, —256 с.
17. ТУ: 6-09-1574-76 Йодбензол
18. ГОСТ 25828-83 Гептан нормальный эталонный. Технические условия
19. ГОСТ 9805-84 Спирт изопропиловый. Технические условия
20. ГОСТ 22300-76 Ефиры этиловый та бутиловый оцтовой кислоты. Технические условия
21. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології : для студ. напряму підготов. 6.051301 "Хімічна технологія" денної форми навч./ Уклад.: Макаренко О.Г., Житнецький І.В. – К.: НУХТ, 2015. – 21 с. (Електронний ресурс)
22. Бойко В. І., Шафорост Ю. А. Процеси і апарати сучасної хімічної промисловості: Навчальний посібник/ В. І. Бойко, Ю. А. Шафорост. — Черкаси: Видавничий відділ ЧНУ, 2013. — 88 с.
23. ДСТУ 3063-95 Насоси. Класифікація. Терміни та визначення

					<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			96

24. Білецький В. С., Олійник Т. А., Смирнов В. О., Скляр Л. В. Техніка та технологія збагачення корисних копалин. Частина III. Заключні процеси. — Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2019. — 220 с.

25. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування: навч. посіб. / І. Ф. Малезик, О. С. Марценюк, Л. М. Мельник та ін. ; за ред. І. Ф. Малезика ; НУХТ. — К. : НУХТ, 2012. — 543 с.

26. Врагов А. П. Масообмінні процеси та обладнання хімічних і газонафтопереробних виробництв: Навч. посібник. 2007. — 284 с.

27. Білецький В. С., Смирнов В. О. Технологія збагачення корисних копалин ((посібник з грифом Мінвузу). — Донецьк: Східний видавничий дім, 2004. — 272 с. (друге видання — 2009 р.)

28. ДСТУ 2672-94 Конвеєри гвинтові. Загальні технічні вимоги

29. Снежкін Ю. Ф., Шапар Р. О. Тепломасообмінні технології переробки пектиновмісної сировини, 2018. — 228 с.

30. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Донбас, 2004. — Т. 1 : А — К. — 640 с. — ISBN 966-7804-14-3.

31. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості/ Мирончук В. Г., Гулий І. С., Пушанко М. М. та інші. Заред.. В. Г. Мирончука. Підручник . – Вінниця : Нова книга , 2007. – 648 с.

32. Оборудование для производства муки и крупы: справочник/ А. Б. Демский, М. А. Борискин, В. Ф. Веденьев, Е. В. Тамаров. — СПб.: Профессия, 2000. — 624 с.

33. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв : Підруч. / В. Ф. Петько, О. І. Гапонюк, Є. В. Петько, А. В. Ульяницький ; Ред. О. І. Гапонюк. — К. : ЦУЛ, 2007. — 432 с.

34. Мирончук В. Г., Орлов Л. О., Українець А. І., Пушанко М. М., Гуцалюк В. М., Яровий В. Л., Заєць Ю. О., Даценко М. М., Заплетников І. М. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник. — Вінниця; Нова книга, 2004. — 288 с.

					<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			97

35. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання /уклад.: О.Г Макаренко, О.В Подобій, Т.М. Бойчук та ін. – К.: НУХТ, 2020. – 66 с.

36. Попова Н. В., Арсеньєва Л. Ю., Мисюра Т. Г. Контроль якості та безпечності продукції галузі: Курс лекцій для студ. напрямку 6.051701 "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. — К.: НУХТ, 2012. — 175 с.

37. Забезпечення екологічної безпеки: курс лекцій / Укладач: М. В. Сарапіна. – Х: НУЦЗУ, 2015. – 195 с.

38. Хилько М. І. Х45 Екологічна безпека України: Навчальний посібник / М. І. Хилько. – К., 2017. – 267 с.

39. Основи охорони праці: Навч. посіб. / В.В. Березуцький, Т.С. Бондаренко, Г.Г. Валенко та ін.; За заг. ред. В.В.Березуцького. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: Факт, 2007. – 480 с.

40. Гуць В. С. Основи охорони праці [Електронний ресурс] конспект лекцій для студ. усіх напрямів підготовки бакалаврів ден. та заочн. форм навч. / В. С. Гуць, О.А. Коваль -К.: НУХТ, 2014.-79 с.

					<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис			98