

**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)

« ___ » _____ червня _____ 2021 р.

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

« ___ » _____ червня _____ 2021 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 пропіонової кислоти

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 4

_____ Репетуєва Софія Сергіївна _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ к.х.н. доц. Бойчук Тетяна Михайлівна _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____ Житнецький І.В. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) _____ (підпис)

Рецензент _____ Бичко І.В. _____
(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

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Репетуєва Софія Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології отримання пропіонової кислоти.

керівник роботи к.х.н. доц. Бойчук Тетяна Михайлівна
(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 передбачити отримання пропіонової кислоти
продуктивність 1000 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. Апаратурно-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
Розрахунок апарату. Креслення апарату	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	___.__.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 балансу отримання гуміарабіку.	26.04-09.05.2021р.	
4	Техніко-економічне обґрунтування	10.05-16.05.2021р.	
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	26.04-09.05.2021р.	
10	Графічна частина проекту. Апаратурно-технологічна схема	26.04-09.05.2021р.	
11	Графічна частина проекту. Креслення апарату (загальний вигляд)	10.05-25.06.2021р.	
12	Перевірка на академплагіат, передзахист, , рецензування ДП	25.05.2021р.-01.06.2021р.	

Здобувач

(підпис)

Репетусєва С.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бойчук Т.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 109 С., 23 РИС., 20 ТАБЛ.,
48 ДЖЕРЕЛ

У даній кваліфікаційній роботі розроблено удосконалену технологію виробництва пропіонової кислоти.

В роботі обґрунтовано актуальність обраного напрямку досліджень, сформульовано мету та задачі досліджень, що полягають у вивченні методів отримання консерванту E280, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів. Проаналізовано світову науково-технічну літературу з технологій виробництва пропіонової кислоти, її фізико-хімічних властивостей, а також галузей застосування. Розроблені принципова та апаратурно – технологічна схеми виробництва, розраховані матеріальний баланс виробництва згідно якого необхідно взяти 1200 кг вихідної сировини, щоб отримати 1000 кг готового продукту; тепловий баланси виробництва та здійснений розрахунок головного реактора та підбір основного обладнання.

Показані вимоги щодо контролю якості сировини та готової пропіонової кислоти. Розглянуто екологічну сторону виробництва та наведені способи утилізації відходів. Розроблена технологія відповідає всім стандартам охорони праці та задовольняє працівників необхідними умовами праці.

У висновках наведені результати виконаної роботи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХАРЧОВА ДОБАВКА, ПРОПІОНОВА КИСЛОТА, ТЕХНОЛОГІЯ, СИРОВИНА, ПРИНЦИПОВО – ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, АПАРАТУРНО – ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА.

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 109 P., 23 FIG., 20 TABLES, 48 SOURCES

In this diploma project the improvement of propionic acid production technology is developed.

The urgency of the chosen direction of researches is substantiated in the work, the purpose and tasks of researches consisting in studying of methods of reception of preservative E280 are formulated, scientific novelty and practical value of the received results is shown. The world scientific and technical literature on technologies of production of propionic acid, its physical and chemical properties, and also areas of application is analyzed. The basic and hardware - technological schemes of production are developed, the material balance of production according to which it is necessary to take 1200 kg of initial raw materials to receive 1000 kg of a finished product is calculated; thermal balances of production and calculation of the main reactor and selection of the main equipment.

Requirements for quality control of raw materials and finished propionic acid are shown. The ecological side of production is considered and the methods of waste utilization are given. The developed technology meets all labor protection standards and satisfies employees with the necessary working conditions.

The results of the work performed are given in the conclusions.

KEY WORDS: FOOD ADDITIVE, PROPIONIC ACID, TECHNOLOGY, RAW MATERIALS, PRINCIPLE - TECHNOLOGICAL SCHEME, MATERIAL BALANCE, APPARATUS - APPARATUS.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1 Загальні відомості про харчові добавки	6
1.2 Консерванти – функції та застосування в харчовій промисловості....	10
1.3 Властивості пропіонової кислоти та вплив на організм людини	11
1.4 Области застосування пропіонової кислоти	15
1.5 Методи отримання пропіонової кислоти	17
1.6 Існуючі способи та технології уловлювання CO ₂ та СО.....	20
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	40
2.1 Характеристика сировини	40
2.2 Принципова технологічна схема та її опис.....	44
2.3 Матеріальний баланс виробництва	46
2.4 Тепловий баланс виробництва	55
2.5 Підбір обладнання	57
2.6 Розрахунок реактора з рамною мішалкою.....	64
2.7 Опис апаратурно – технологічної схеми	70
РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	73
3.1 Розрахунок чисельності працівників.....	73
3.2 Розрахунок фонду заробітної плати.....	75
3.3 Розрахунок собівартості продукції.....	77
3.4 Розрахунок економічної ефективності.....	79
РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	83
РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	93
5.1 Охорона навколишнього середовища на підприємстві.....	93

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.004.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ		
Розроб.		<i>Репетуєва С.С.</i>					
Перевір.		<i>Бойчук Т.М.</i>					
Реценз.							
Н. Контр.		<i>Подобій О.В</i>					
Затверд.		<i>Носенко Т.Т.</i>					
					Літ.	Арк.	Акрушів
					2	109	НУХТ, каф. ТЖХТ

5.2 Охорона праці на підприємстві.....	97
ВИСНОВКИ	104
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	106

					<i>ЗМІСТ</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасній промисловості широко використовують харчові добавки як найбільш економічно вигідні та легко застосовні засоби для поліпшення якості харчових продуктів і вдосконалення технологічних процесів

Для поліпшення органолептичних властивостей застосовують поліпшувачі консистенції, харчові барвники, ароматизатори, смакові речовини. Збереженню якості продукту при зберіганні сприяють різні консерванти. Одним з найпоширеніших є пропіонова кислота (E280). Використовують пропіонову кислоту як антиоксидант і антимікробний консервант в фармацевтичних препаратах; рідше — як етерифікуючий агент. У концентрації до 1% може бути використана в харчовій промисловості (до 0,3% у борошні та сирних продуктах).

Актуальність досліджень. Пропіонова кислота та її похідні використовуються в лісопереробній, лакофарбовій, парфумерній, фармацевтичній галузях промисловості, у виробництві пластмас та волокон. Значна кількість пропіонової кислоти витрачається для отримання хімічних засобів для захисту рослин, а також полімерних плівкових покриттів. В останні роки особливо важливе значення пропіонова кислота набула як високоефективний консервант зеленого сіна, силосу, фуражного зерна, а також продуктів харчування – хлібобулочних та молочнокислих виробів. Пропіонова кислота може стати перспективною сировиною для виробництва метакрилової кислоти - найважливішого продукту нафтохімічного синтезу. Отже, на сьогодні є актуальною проблемою розробка нових і удосконалення існуючих методів отримання пропіонової кислоти, через дуже широке застосування пропіонової кислоти.

Відомо два найпоширеніших способи отримання пропіонової кислоти E280.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.004.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розроб.		<i>Репетуєва С.С.</i>			<i>ВСТУП</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
Перевір.		<i>Бойчук Т.М.</i>					4	109
Реценз.						<i>НУХТ,</i>		
Н. Контр.		<i>Подобій О.В.</i>				<i>каф. ТЖХТ</i>		
Затверд.		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Один із них покладений за основу в даному проєкті

Об'єктом дослідження є технологія виробництва пропіонової кислоти.

Предметом дослідження є пропіонова кислота (харчовий консервант E280).

Метою роботи є розробка удосконалення технології отримання пропіонової кислоти.

Завдання:

1. Здійснити огляд і аналіз науково-технічної літератури з метою вивчення фізико-хімічних характеристик пропіонової кислоти і сфери її застосування
2. Ознайомитися з сучасними методами отримання пропіонової кислоти
3. Охарактеризувати сировину та допоміжні матеріали, які застосовуються для отримання пропіонової кислоти E280
4. Скласти принципову та апаратурно-технічну схему виробництва харчової добавки E280.
5. Провести розрахунок теплового та матеріального балансу виробництва.
6. На основі складеного матеріального балансу зробити підбір основного обладнання.
7. Виконати креслення головного апарата виробництва.
8. Розписати головні економічні розрахунки та собівартість сировини.
9. Охарактеризувати показники якості та безпечності вихідної сировини та готового продукту.
10. Навести екологічний аспект виробництва та навести способи утилізації відходів.
11. Зробити висновки з одержаних результатів.

					<i>ВСТУП</i>	Арк.
						5
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальні відомості про харчові добавки

Харчові добавки використовуються людиною протягом багатьох століть (сіль, перець, гвоздика, мускатний горіх, кориця, мед), проте широке їх використання почалося в кінці XIX ст. і було пов'язане з ростом населення і концентрацією його в містах, що викликало необхідність збільшення обсягів виробництва продуктів харчування, вдосконалення традиційних технологій їх отримання з використанням досягнень хімії та біотехнології. Купуючи в магазині продукти, ми часто виявляємо на упаковці довжелезний список речовин, що входять до складу даної продукції. Значення багатьох слів і особливо символів в цьому списку нам часто незрозуміло.

Всесвітня організація охорони здоров'я визначає харчові добавки як натуральні або штучно отримані речовини, які спеціально вводяться в продукти харчування, щоб поліпшити їх споживчі властивості (смак, колір і аромат), збільшити терміни їх зберігання, а також для надання певної консистенції кінцевого продукту.

Основні цілі введення харчових добавок передбачають:

- вдосконалення технології підготовки і переробки харчової сировини, виготовлення, фасування і зберігання продуктів харчування. Застосовувані при цьому добавки не повинні маскувати наслідки використання неякісної або зіпсованої сировини, або проведення технологічних операцій в антисанітарних умовах;
- збереження природних якостей харчового продукту;
- поліпшення органолептичних властивостей або структури харчових продуктів і збільшення їх стабільності при зберіганні.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.002.КР.ПЗ</i>					
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
Розроб.		<i>Репетуєва С.С.</i>			<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>					
Перевір.		<i>Бойчук Т.М.</i>						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
Реценз.									6	109
Н. Контр.		<i>Подобій О.В</i>						<i>НУХТ, каф. ТЖХТ</i>		
Затверд.		<i>Носенко Т.Т</i>								

Сьогодні можна виділити ще кілька причин широкого використання харчових добавок виробниками продуктів харчування. До них відносяться:

1) сучасні методи торгівлі в умовах перевезення продуктів харчування (в тому числі швидкопсувних і швидко черствіючих продуктів) на великі відстані, що визначило необхідність застосування добавок, що збільшують терміни збереження їх якості;

2) швидко змінюються індивідуальні уявлення сучасного споживача про продукти харчування, що включають їх смак і привабливий зовнішній вигляд, невисоку вартість, зручність використання; задоволення таких потреб пов'язано з використанням, наприклад, ароматизаторів, барвників та інших харчових добавок;

3) створення нових видів їжі, що відповідає сучасним вимогам науки про харчування, що пов'язано з використанням харчових добавок, що регулюють консистенцію харчових продуктів [1].

Застосування харчових добавок допустимо тільки в тому випадку, якщо вони навіть при тривалому споживанні в складі продукту не загрожують здоров'ю людини, і за умови, якщо поставлені технологічні завдання не можуть бути вирішені іншим шляхом. Зазвичай харчові добавки поділяють на кілька груп:

1) речовини, що поліпшують зовнішній вигляд харчових продуктів (барвники, стабілізатори забарвлення, відбілювачі);

2) речовини, що регулюють смак продукту (ароматизатори, смакові добавки, що підсолоджують речовини, кислоти і регулятори кислотності);

3) речовини, що регулюють консистенцію і формують текстуру (загусники, гелеутворювачі, стабілізатори, емульгатори та ін.);

4) речовини, що підвищують збереження продуктів харчування і збільшують терміни зберігання (консерванти, антиоксиданти та ін.).

Контроль якості харчових добавок здійснюється на підставі специфікацій по структурі, які представлені фармакопейною статтею.

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

Специфікації на харчові добавки розробляються Комітетом експертів ФАО/ ВООЗ з 1956 р і публікуються в періодично оновлюваний збірник "Компендіум по специфікаціям на харчові добавки" ("Compendium of Food additive specifications") [2].

Відповідно з санітарним законодавством України, виробництво, застосування та реалізація харчових добавок на території держави повинні здійснюватися з дозволу Міністерства охорони здоров'я України. Першим нормативним документом, який регламентує застосування харчових добавок в Україні, є "Санітарні правила і норми по використанню харчових добавок" (САН ПН), затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України в 1996 році. У цьому документі всі харчові добавки розділені на 23 класи за технологічним призначенням. Найбільш характерними і часто вживаними є:

- Е 100 – Е 182 – барвники;
- Е 200 – Е 299 – консерванти;
- Е 300 – Е 399 – антиокисники (антиоксиданти);
- Е 400 – Е 449 – стабілізатори консистенції;
- Е 450 – Е 499 – емульгатори;
- Е 500 – Е 599 – регуляторіо кислотності, розпушувачі;
- Е 600 – Е 699 – підсилювачі смаку та аромату;
- Е 700 – Е 800 – запасні індекси для можливої інформації;
- Е 900 і далі – глазуруючі речовини, добавки, що покращують

якість хліба [3].

Як правило, у виробництві продуктів для дитячого харчування, харчові добавки не використовуються, а їх застосування в дієтичному харчуванні обмежена.

На сьогоднішній день число харчових добавок, що застосовуються в різних країнах, становить близько 500. З 480 досліджених добавок в Україні до застосування в харчовій промисловості дозволена 371 добавка, з них

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

приблизно половина - натуральні, а решта – синтетичні. 105 добавок не отримали абсолютної дозволу до застосування, а 4 – заборонені.

Забороненими в Україні добавками є: E121 – "цитрус червоний", штучний барвник; E123 – "амарант", штучний червоний барвник; E239 – "гексаметилентетрамін", консервант; E240 – "формальдегід", консервант.

Для класифікації харчових добавок в країнах Євросоюзу розроблена система нумерації (діє з 1953 року). Кожна добавка має унікальний номер, що починається з букви «Е». Система нумерації була доопрацьована і прийнята для міжнародної класифікації «Codex Alimentarius»[4].

Індекс Е фахівці ототожнюють як зі словом Європа, так і з аббревіатурами ЕС / ЕУ, а також зі словами ebsbar / edible, що в перекладі на українську (відповідно з німецької та англійської) означає «їстівний». Індекс Е у поєднанні з трьох- або чотиризначним номером - синонім і частина складного найменування конкретної хімічної речовини, що є харчовою добавкою. Присвоєння певній речовині статусу харчової добавки та ідентифікаційного номера з індексом «Е» означає, що:

- а) дана конкретна речовина перевірена на безпеку;
- б) речовина може бути застосована в рамках його встановленої безпеки і технологічної необхідності за умови, що застосування цієї речовини не введе споживача в оману щодо типу і складу харчового продукту, в який воно внесено;
- в) для даної речовини встановлені критерії чистоти, необхідні для досягнення певного рівня якості продуктів харчування.

Отже, дозволені харчові добавки, що мають індекс Е та ідентифікаційний номер, мають визначену якість. Якість харчових добавок – сукупність характеристик, які обумовлюють технологічні властивості, ефективність і безпеку харчових добавок [5].

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

Ефективність харчових добавок визначається технологічною доцільністю введення конкретної речовини в продукт харчування (поліпшення смаку, кольору, запаху, збільшення терміну зберігання тощо).

Безпеку встановлюють за схемою, аналогічною для лікарських речовин. Спочатку проводять випробування на тваринах, потім отримані дані переносять на групу волонтерів, що дозволяє встановити величину допустимого добового споживання даної харчової добавки [6].

1.2 Консерванти – функції та застосування в харчовій промисловості

Сучасні умови життя диктують необхідність застосування при консервації продуктів цілого ряду хімічних сполук, здатних ефективно попереджати розвиток мікробіальної флори – головним чином бактерій, цвілі, дріжджів. Хімічні консерванти повинні забезпечити тривале зберігання продукту, не надаючи будь-якого негативного впливу на його органолептичні властивості, харчову цінність і здоров'я споживача.

Вживання в їжу продуктів, що містять мікроорганізми, небезпечно для здоров'я, а в ряді випадків і для життя людини. Консерванти запобігають як розвиток самих мікроорганізмів, так і продукування ними токсинів. Таким чином, набагато більшу небезпеку для здоров'я споживача представляє відсутність консервантів, ніж розумне їх використання.

Ефективність дії консерванту залежить від його концентрації, рН середовища, якісного складу мікрофлори. Жоден з відомих консервантів не є універсальним, придатним для всіх продуктів харчування.

Спосіб внесення консерванту або обробки ним продукту залежить від виду продукту і способу технологічної обробки. Механізм дії консервантів визначається їх хімічними і фізико-хімічними властивостями. Хімічні консерванти, використовувані у виробництві харчових продуктів, викликають різні пошкодження мікробних клітин. Так, консерванти-луги розщеплюють вуглеводи мікробних клітин, обмилюють жири і гідролізують білки.

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО- ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

Консерванти-солі змінюють осмотичний тиск з порушенням проникності клітинних мембран мікроорганізмів. Консерванти-окислювачі викликають загибель мікробної клітини в результаті окислення її складових частин. Для загибелі мікробної клітини під дією хімічного консерванту необхідно певний час.

Сучасна тенденція до зменшення частки хімічних консервантів в харчових продуктах і суттєві обмеження, що стосуються їх кількісного вмісту, вимагають розробки нових підходів до їх застосування. Дослідження показують, що зниження абсолютної кількості хімічних консервантів може бути досягнуто шляхом їх поєднання з природними харчовими добавками і регуляторами життєдіяльності мікроорганізмів.

Як консервант застосовується пропіонова кислота та її солі.

У США пропіонова кислота застосовується в якості консерванту при виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, попереджаючи їх пліснявіння. У ряді європейських країн вона додається в борошно.

Солі пропіонової кислоти, зокрема пропіонат натрію, малотоксичні. Добова доза останнього в кількості 6 г не викликає яких-небудь негативних явищ, в зв'язку з чим Об'єднаний комітет експертів з харчових добавок ВООЗ вона не встановлена [7].

1.3 Властивості пропіонової кислоти та вплив на організм людини

Харчова добавка E280 являє собою пропіонову кислоту.

Хімічна назва - пропанова кислота.

Формули: емпірична $C_3H_6O_2$

Структурна формула зображена на рис.1.1.



Рис. 1.1 Структурна формула пропіонової кислоти

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Пропіонова кислота являє собою прозору рідину, яка відрізняється різким неприємним запахом. У природному вигляді дана речовина утворюється в процесі бродіння вуглеводів. Крім того, харчової консервант E280 пропіонова кислота є кінцевим продуктом метаболізму бактерій *Propionibacterium*, що містяться в шлунках жуйних тварин, а також в організмі людини.

Процес змішування рідини відмінно проходить з водою і розчинниками органічного походження. За хімічними властивостями харчової консервант E280 пропіонова кислота є типовим представником насичених карбонових кислот, які здатні утворювати амід, ефіри і галогенангідриди. Органолептичні та фізико-хімічні показники харчової пропіонової кислоти наведено в таблиці 1.1 і в таблиці 1.2.

Таблиця 1.1

Органолептичні показники харчової пропіонової кислоти

Найменування показника	Характеристика показника
Зовнішній вигляд і колір	Масляниста рідина, безбарвна або блідо-жовтого кольору
Запах	Різкий, дратівливий, характерний для пропіонової кислоти

Таблиця 1.2

Фізико-хімічні показники харчової пропіонової кислоти

Найменування показника	Характеристика показника(значення показника)
Тест на розчинність	Витримує випробування
Відносна щільність ρ_{20}^{20} при температурі 20°C	Від 0,993 до 0,997

Масова частка основної речовини,%, не менше	99,5
Температура початку перегонки $t_{ик}$ °С, не менше	138,5
Температура кінця перегонки $t_{ин}$ °С, не більше	142,5
Масова частка нелетких залишку, %, не більше	0,01
Масова частка альдегідів (в перерахунку на пропіоновий альдегід), %, не більше	0,2
Масова частка мурашиної кислоти, %, не більше	0,1

Добавка E280 всмоктується в шлунку, успішно піддається ферментативному окисленню. У великих кількостях ця речовина може викликати роздратування зовнішніх і внутрішніх слизових оболонок в місцях попадання [8].

Добавка E280 має специфічний присмак, тому застосовується тільки в невеликих концентраціях. Дана карбонова кислота, як всі органічні сполуки, може займатися, підлягає обережного зберігання в великих упаковках

Відомо, що використання харчового консерванту E280 в процесі промислового виробництва харчових продуктів офіційно *заборонено в Україні*. Це ймовірно пов'язано з шкодою харчового консерванту E280 пропіонової кислоти для організму людини. Проте пропіонова кислота допущена до застосування в харчовій промисловості РФ, країн єврозони, США, Канади та присутня в Кодексі Аліментаріус.

Нормативні документи не регламентують допустиме добове надходження консерванту, так як його застосування у виробництві продуктів і так дуже обмежено через властивості пропіонової кислоти.

При дотриманні заходів безпеки в роботі з концентрованою пропіоновою кислотою дана добавка вважається практично безпечною для здоров'я людини. Це підтверджують численні лабораторні дослідження по виявленню токсичних, мутагенних і негативно впливають на репродуктивні органи ефектів у даного консерванту. Крім того, потрапляючи разом з їжею в організм, він досить швидко починає окислюватися, після чого виводиться природним шляхом [9].

За літературними джерелами дану добавку можна віднести до категорії канцерогенів, які провокують утворення раку. У зв'язку з цим не рекомендується вживати продукти харчування з E280 в складі тим, хто має спадкову схильність до онкозахворювань.

Також вчені довели той факт, що пропіонова кислота може зустрічатися і на шкірних покривах людини. Крім того, її виявили в шлунках жуйних тварин. В середині 19 століття її першовідкривачем став вчений Йохан Готліб. Отримання пропіонової кислоти він виявив в процесі розкладання цукру, але остаточно розкрити всі «секрети» цієї речовини зміг тільки француз Жан–Батист–Дюма. Він, до речі, і дав їй таку назву.

Варто відзначити, що дана кислота має ще кілька назв, а саме:

- пропанова кислота,
- метилоцтова
- propionic acid.

У світовій класифікації добавок вона має значення E280.

Вплив на організм людини пропіонової кислоти

Якщо дотримуватися всіх заходів безпеки і дозування цієї речовини, то ніякої небезпеки не може бути. Але бувають випадки, коли через людський фактор і халатність, концентрація кислоти збільшується. В такому випадку,

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продукція може принести непоправної шкоди організму. При підвищеній концентрації в організмі можуть з'являтися виразки шлунку, опіки дихальних і шкірних покривів. Крім цього, концентрати пропіонової кислоти, потрапляючи всередину організму, викликають утворення ран і навіть виразок органів травної системи. Дана карбонова кислота, як всі органічні сполуки, може займатися, підлягає обережного зберігання в великих упаковках.

На сьогоднішній день світові потужності з випуску пропіонової кислоти становлять понад 420 тис. тон в рік. Основними виробничими центрами є Німеччина і США. На ці дві країни припадає понад 70 % світових потужностей. Найбільшими світовими продуцентами пропіонової кислоти є BASF, Perstorp, Dow Chemical і Eastman Chemical. Пропіонова кислота є хорошим консервантом (перешкоджає розвитку гнильних бактерій), тому основна її маса (48 %) використовується для обробки кормового зерна [10].

1.4 Области застосування пропіонової кислоти

Пропіонова кислота та її похідні застосовують у виробництві гербіцидів (пропанол, діхлорпрол), лікарських засобів (ібупрофен, феноболін і ін.), запашних речовин (бензил-, феніл-, гераніл-, ліналоіл- пропіонати), пластмас (наприклад, полівінілпропіоната), розчинників (пропіл-, бутіл-, пентілпропіоната і ін.), вінілпластифікаторов і ПАР (гліколеві ефіри) [11].

Здатність пропіонової кислоти перешкоджати зростанню цвілі і деяких видів бактерій роблять дану речовину одним з важливих консервантів, які використовуються не тільки для виробництва продуктів для людей, а й корму для тварин. Так, в харчовій галузі E280 широко застосовується при виготовленні хліба та інших хлібобулочних виробів у вигляді кальцієвої (пропіонат кальцію) або натрієвої (пропіонат натрію) солі. А для виробництва корму, призначеного для годування тварин, даний консервант додають у вигляді пропіонової кислоти або її амонієвої солі (пропіонату амонію) [12].

Молочна продукція

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

Пропіоновокислі бактерії відіграють велику роль в дозріванні деяких сирів, наприклад ементальського. Такі сири містять природну пропіонову кислоту, правда, в концентрації, яка не може зменшити утворення небажаної цвілі. У США для обробки поверхності твердих сирів проти пліснявіння в невеликому обсязі застосовують 5 – 10 % розчини пропіонатів натрію або кальцію. Плавлений сир можна захистити від пліснявіння додаванням 0,2 – 0,3 % пропіонату. У молочних продуктах пропіонову кислоту ніколи не використовували в широких масштабах, а на сьогодні практично не застосовують взагалі.

Хлібобулочні вироби

У країнах з промисловим хлібопеченням пропіонати мають велике значення в якості консервантів хліба і випічки. Через низьку константу дисоціації пропіонової кислоти вони добре працюють в області високих значень рН характерних для більшості хлібобулочних виробів. Пропіонати ефективні відносно цвілевих грибів і бактерій виду *Bacillus mesentericus*, які викликають «картопляну хворобу» хліба. Через низьку ефективність пропіонатів доводиться використовувати їх в порівняно високих концентраціях, якщо хліб або інші хлібобулочні вироби потрібно зберігати без пліснявіння довше звичайного. В цьому випадку пропіонати уповільнюють бродіння тіста, що може бути компенсовано підвищеною дозою дріжджів або збільшенням часу вистоювання. Крім того, пропіонати в концентрації, необхідної для консервування, впливають на запах хліба. Такий вплив небажано, перш за все, в хлібі для тостів.

У хлібобулочних виробках використовуються виключно пропіонати: натрієва сіль - переважно в здобній випічці, кальцієва - в хлібі. Пропіонова кислота не застосовується для консервування хліба в широких масштабах за органолептичними причинами.

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО- ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

Пропіонати вносять в тісто при замісі. Їх концентрація залежить від виду продукту і бажаного терміну зберігання виробу. Зазвичай вона становить 0,1 – 0,3 % від маси борошна.

Пропіонати використовують в хлібобулочних виробках не тільки з економічних міркувань, але також через їх дії проти мікотоксинутворюючих мікроорганізмів.

Раніше вважали, що при бродінні тіста утворюється значна кількість пропіонової кислоти, що намагалися вивести штамми дріжджів, які забезпечували б захист хліба від цвілі. Пізніше було показано, що ні в заквасці, ні в хлібі, отриманому опарним способом, пропіонова кислота природного походження не міститься [13].

У нормативних документах рекомендовані концентрації E280 вказують в перерахунку на вільну кислоту. У нарізаний хліб з пшениці та жита, призначений для довгого зберігання, E280 додають не більше 3г / кг; здобні та кондитерські вироби, піту, дієтичний хліб – 2 г / кг; в паски, звичайний пшеничний хліб – 1 г / кг. Пропіонову кислоту і її солі використовують для обробки поверхні сирів і сирних продуктів з метою збільшення терміну придатності до вживання.

В птахівництві

Концерн BASF є найбільшим в світі виробником пропіонової кислоти, а також великої лінійки різних кислот, в тому числі і органічних. Є багато причин, за якими саме пропіонова кислоти додається як добавки в корм для тварин. Перша причина - низька молекулярна маса пропіонової кислоти. Друга причина зовсім не має відношення до рівня рН і полягає в тому, що дана кислота робить сильний вплив на розмноження і зростання бактерій мікроорганізмів. Пропіонова кислота порушує метаболізм і синтез ДНК-мікроорганізмів, таких як сальмонела.

Застосування пропіонової кислоти в тваринництві, зокрема в птахівництві, можна розділити на чотири різні категорії:

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО- ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		217

- Для консервації сировини і комбікормів. В даному випадку органічні кислоти вбивають мікроорганізми, які, як правило, поїдають ціннісну енергію, білок і жири.

- Контроль над патогенними мікроорганізмами (сальмонела, E-coli і т.д.).

- Знезараження питної води.

- Позитивний вплив на поживні властивості корму, тому що корм, оброблений органічними кислотами, краще засвоюється тваринами і впливає на підвищення продуктивності[14, 15].

1.5 Методи отримання пропіонової кислоти

Промислове виробництво E280 здійснюється за допомогою хімічного синтезу.

Вперше дану речовину отримали на виробництвах, де виготовляють оцет. Оцтова кислота і пропіонова кислота стали невід'ємними, тому що пропіононі з'єднання утворюються під час виготовлення оцту.

Протягом багатьох років основним промисловим методом отримання пропіонової кислоти була суха перегонка твердого рослинного залишку. Технічних синтетичних методів синтезу аж до 1930 р не було відомо, тим більше, що ні пропіловий спирт, ні пропіоновий альдегід не застосовувалися в промисловості. У наступні роки виробництво пропіонової кислоти в багатьох країнах (особливо в США) значно розширилося.

Пропіонова кислота отримується в невеликих кількостях бродінням неочищених вуглеводів. Наприклад, бродіння чорної патоки з пресованими дріжджами в пропіонову кислоту по методу Еффраїта.

Поряд з оцтовою кислотою та іншими продуктами пропіонова кислота утворюється при окисленні бутану або сумішей пропану і бутану киснем повітря. Таким методам виробництво у великих масштабах організовано в США на установках в Бішопа та Пампа (Техас). У Бішопі щорічно отримують 150000 т продуктів окислення, а в Пампа - до 110000 т [16].

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		18

Найбільший вихід пропіонової кислоти при окисленні граничних вуглеводнів C₄-C₈ був отриманий при використанні в якості каталізатора нафтенату марганцю. Пропіонова кислота як основний продукт, утворюється при окисленні 2 –метилпентану; з гексану і гептану утворюється поряд з пропіоновою і масляна кислота.

При окисленні парафінів і циклопарафінів з t. кип. 27 – 100 °С в рідкій фазі повітрям на 100 ч. вуглеводневої суміші утворюються приблизно 12 ч. пропіонової, 50 ч. оцтової і 17 ч. мурашиної кислоти поряд з іншими продуктами окислення.

Технічне значення набуває отримання пропіонової кислоти окисленням пропіонового альдегіду кисневмісними газами в присутності каталізаторів - елементів III групи побічної групи (платинова чернь, сіль кобальту)

Результати цих робіт висвітлюються переважно в патентній літературі. Є лише одна публікація, в якій детально розглядаються технологічні та кінетичні особливості цієї реакції.

Пропіонову кислоту отримують окисленням пропіонового альдегіду, що виробляється на установках оксосинтезу. Цей процес в невеликому обсязі реалізований фірмами «Істмен» і «Юніон карбайд» в США. Близько 60% одержуваного пропіонового альдегіду окислюють в пропіонову кислоту.

Найбільший інтерес представляє метод отримання пропіонової кислоти з етилену і окису вуглецю. Цей синтез розроблений в США на напівзаводській установці. На початку 1966 р фірмою БАСФ (ФРГ) була пущена промислова установка з виробництва пропіонової кислоти карбоксилюванням етилену продуктивністю 20 тис. т в рік. За даними фірми, зазначеним методом виходить найдешевша пропіонова кислота. Оригінальним видається також процес одночасного отримання пропіонової кислоти і пропіонового ангідриду. Сировиною тут служать етилен і окис вуглецю у водному розчині пропіонової кислоти [17].

Технологія отримання пропіонової кислоти з пропіонового альдегіду

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

Синтез пропіонового альдегіду карбонілюванням етилену відбувається при 160-189 градусах і тиском 150–300 ат в присутності кобальтових каталізаторів.

Етилен і синтез-газ в молекулярному співвідношенні стискаються до 250 ат і направляються в реактор, де в рідкій фазі (гомогенний процес) відбувається карбонілювання етилену в присутності водного розчину ацетату кобальту. Тепло реакції, що виділяється при карбонілюванні, відводиться через вбудований теплообмінник. Продукти реакції розділяються на газову і рідку фази в сепараторі, де частково випаруваний пропіоновий альдегід у вигляді водного розчину відділяється від синтез-газу, що направляється в подальшому на циркуляцію. Рідкий продукт з сепаратора направляється в ректифікаційну колону. Він містить, головним чином, водний розчин пропіонового альдегіду, невелику кількість кетонів і продуктів ущільнення, а також відпрацьований каталізатор.

Пропіоновий альдегід з верхньої частини ректифікаційної колони направляється в колону окислення, а кубовий залишок подається на регенерацію кобальтового каталізатора до металевого кобальту. Її здійснюють в колоні гідрування. Металевий кобальт, що міститься в продуктах гідрування, повертається у відділення приготування каталізатора. Там він обробляється оцтовою кислотою і у вигляді розчину ацетату кобальту подається безперервно в реактор карбонілювання.

Окислення пропіонового альдегіду в пропіонову кислоту відбувається в колонному реакторі киснем повітря при 50–60 градусах і тиску 7–8 ат. Цей процес у великій мірі аналогічний окисленню ацетальдегіду в оцтову кислоту, що підтверджується спільністю технологічних прийомів.

Як і в разі виробництва оцтової кислоти, каталізатори окислення готуються на основі кобальту і марганцю і у вигляді розчину відповідних солей, які подаються в колону окислення. Оксидат, що містить до 85 % пропіонової кислоти, направляється в блок ректифікації, що складається, як

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		20

правило, з трьох ректифікаційних колон. Відпрацьований газ з колони окислення після охолодження сирової пропіонової кислотою і потім водою скидається в атмосферу.

До складу установки входить також відділення приготування каталізатора, де основним апаратом є реактор з мішалкою. Промислова установка за наведеною схемою розрахована на випуск 99 % пропіонової кислоти. В якості сировини потрібен етилен високої концентрації (98 %) і синтез-газ у співвідношенні $\text{CO} : \text{H}_2 = 1 : 1$. Крім того, необхідний водень для регенерації кобальтового каталізатора [17].

Характеристика сировини, яка використовується в даному методі:

- пропіононий альдегід (пропаналь, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$), безбарвна рідина з характерним запахом; $t_{\text{пл.}} - 81^\circ \text{C}$, $t_{\text{кип.}} 48,8^\circ \text{C}$; розчинний у воді (16,7 г в 100 г при 20°C), з водою утворює азеотропну суміш ($t_{\text{кип.}} 47,8^\circ \text{C}$, 98,1 % пропіонового альдегіду), змішується з багатьма органічними розчинниками.

Пропіононий альдегід застосовують у виробництві пропіонової кислоти і її ефірів, метакролеїну, метріола (останній використовують при виготовленні мастил), фотоматеріалів, в синтезі антибіотиків, природних сполук (макролідів), запахних речовин (напр., цікламенальдегіда).

- етилен – легкий безбарвний газ із слабким ефірним запахом, що переходить в зріджений стан в умовах низької температури і високого тиску ($t_{\text{кип.}} = -103,8^\circ \text{C}$, $t_{\text{пл.}} = -169,5^\circ \text{C}$, щільність при $20^\circ \text{C} - 1,26 \text{ кг / м}^3$). Тому транспортування рідкого етилену у вітчизняній індустрії застосовується вкрай рідко через високу вартість обладнання для зрідження і перевезення. Поставки етилену можливі тільки між підприємствами, пов'язаними між собою спеціальними трубопроводами. Саме з цієї причини в більшості випадків виробництво етилену не є товарним, а орієнтоване на внутрішньозаводське споживання.

- ацетат кобальту - червоні кристали, гігроскопічні, добре розчинний у воді (33,7 % по масі при 25°C), розчинний в оцтовій кислоті,

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

ізобутиловому і аміловому спиртах, погано розчинний в етанолі (0,29 % при 25 °С).

При 140 °С кристалогідрат зневоднюється з частковим розкладанням. Безводний ацетат кобальту світло-рожевого кольору може бути отриманий дією оцтового ангідриду на нітрат кобальту $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$.

Окислюється озоном або при електролізі в оцтовій кислоті до ацетату тривалентного кобальту $\text{Co}(\text{OCONH}_3)_3$, що кристалізується у вигляді світло-зелених кристалів, що розкладаються при 100 °С.

- оцтова кислота - являє собою безбарвну рідину з характерним різким запахом і кислим смаком, гігроскопічна. Необмежено розчинна у воді. Змішується з багатьма розчинниками. В оцтовій кислоті добре розчинні неорганічні сполуки і гази, такі як HF , HCl , HBr , HI та інші. Абсолютна оцтова кислота називається крижаною, так як при замерзанні утворює льодоподібну масу.

Оцтова кислота утворює трійні азеотропні суміші:

- з водою і бензолом ($t_{\text{кип}} 88^\circ \text{C}$)
- з водою і бутилацетатом ($t_{\text{кип}} 89^\circ \text{C}$).
- криоскопічна постійна: 3,6 К кг / моль [18].

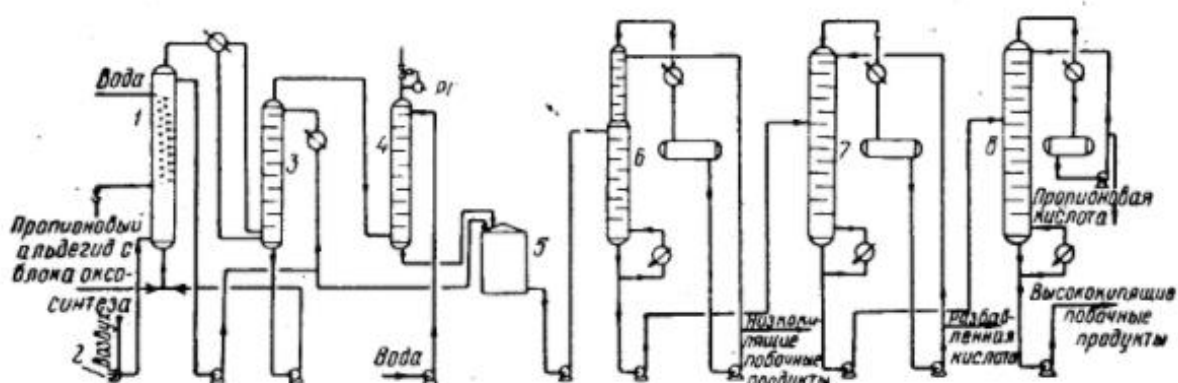


Рис. 1.2 Схема отримання пропіонової кислоти з пропіонового альдегіду
1 – реактор окислення, 2 – компресор повітряний, 3 – скруббер кислотний,

4 – скруббер водяний, 5 – збірник, 6 – ректифікаційна колона, 7 – колона дегідрування, 8 – кінцева колона.

Станом на 2002 рік єдиним промисловим способом отримання пропіонової кислоти карбонілюванням етилену був реалізований фірмою «BASF», потужністю 40 тис. т/рік, розроблений Реппе в 1940-х роках.

Відома велика кількість каталізаторів реакції гідрокарбоксілювання - комплекси благородних металів, сполуки нікелю і кобальту, кислотні каталізатори та ін.

- Нікелевмісні каталізатори. Їх використовують у вигляді карбонілів нікелю або його сполук - оксидів, гідридів, солей. Реакцію гідрокарбоксілювання в присутності Ni-вмісних каталізаторів здійснюють при 200 – 400 °С і тиску 40 – 75 мПа. Для пом'якшення умов протікання реакції в якості промоторів використовують нітрати металів. Активаторами реакції є магній, марганець, мідь, олово. Каталітична система $Ni(CO)_4 + NiF_2$ використовується фірмою «BASF» (Німеччина) в промисловому виробництві пропіонової кислоти гідрокарбоксілюванням етилену. Однак широкого використання нікелеві каталізатори не знайшли через канцерогенність карбонілів нікелю і високої агресивності галогенідів.

- Кислотні каталізатори. Зазвичай це концентровані мінеральні кислоти: H_2SO_4 , H_3PO_4 , $H_4P_2O_7$ і поліфосфорні. Активними каталізаторами реакції гідрокарбоксілювання олефінів є BF_3 , $BF_3 \cdot 2H_2O$ і суміші $BF_3 - H_2SO_4$, $BF_3 - H_3PO_4$. У присутності цих каталітичних систем реакція протікає в м'яких умовах: при температурі 40 – 50 °С і тиску 5 – 10 мПа.

Особливість сильноокислих каталізаторів полягає в тому, що при гідрокарбоксілюванні навіть алкенів-1 нормальної будови переважно утворюються неокислоти, що містять четвертинний атом вуглецю.

- Кобальтові каталізатори. Ці каталізатори також вимагають жорстких умов для проведення реакції гідрокарбоксілювання. Так, гідрокарбоксілювання етилену в присутності $Co_2(CO)_8$ здійснюється при 180-

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

300 °C і тиску 30 – 50 мПа. Використання в якості промоторів галогенідів дозволяє помітно пом'якшити умови проведення реакції.

Досить ефективними при каталізі реакції гідрокарбоксілювання виявилися карбоніли кобальту, модифіковані азотвмісними основами - BN – основами. Карбоніли кобальту з BN – основами залежно від умов можуть утворювати різні за своєю природою комплекси.

Ці та подібні сполуки мають каталітичну активність в реакціях карбонілювання. Найбільш ефективним BN – основою є піридин (Py). Введення в реакцію піридина дозволяє помітно підвищити вихід кислот лінійної структури. Прискорення реакції добавками піридина обумовлено тим, що пряма взаємодія ацилкобальткарбонілів з водою протікає значно повільніше, ніж двухстадійна – з проміжним утворенням ацилпіридинової солі. У свою чергу, перетворення ацилкобальткарбонілів в кислоті протікає більш швидко, ніж ізоацилкарбонілів, що знаходяться в рівновазі. Це і обумовлює збільшення виходу кислот лінійної будови.

- Інші каталізатори. Реакцію гідрокарбоксілювання каталізують також комплекси благородних металів: родію, іридію, паладію і ін. - при наявності великого надлишку галогенвмісних промоторів (відношення метал : галоген становить 250-350). Ці каталітичні системи активніші, ніж кобальтові. Так, при каталізі комплексами родію реакція гідрокарбоксілювання успішно протікає при 175 – 200 °C і тиску 2 – 5 мПа. Практичне використання родієвих каталітичних систем стримується низкою труднощів: складністю приготування родієвих комплексів, дефіцитом і дорогою вартістю металу; проблемами, що виникають при рециклі родію і його регенерації [19].

1.6 Існуючі способи та технології уловлювання CO₂ та CO

Мета уловлювання CO₂ полягає в створенні концентрованого потоку CO₂ високого тиску, який можна легко транспортувати до місця зберігання. Тому для цілей транспортування і зберігання необхідно створювати майже чистий потік CO₂. Сьогодні вже функціонують застосування для сепарації CO₂

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

в великих промислових установках, включаючи установки для переробки природного газу та виробництва аміаку. В даний час CO₂, як правило, абсорбується для очищення інших потоків промислових газів. Абсорбція використовується для цілей зберігання лише в кількох випадках; найчастіше CO₂ викидається в атмосферу. Процеси уловлювання завжди застосовувалися для отримання комерційно вигідних кількостей CO₂ з потоків димових газів, які утворюються в результаті спалювання вугілля або природного газу. Сьогодні, однак, на більшості енергоустановках відсутні будь-які застосування для уловлювання CO₂.

Залежно від зазначеного процесу або застосування енергоустановки існують три основні концепції уловлювання CO₂, утвореного з первинного викопного палива (вугілля, природного газу або нафти), біомаси або суміші цих видів палива.

Системи уловлювання *після спалювання* відокремлюють CO₂ від димових газів, що утворюються в повітрі в результаті спалювання первинного палива. У цих системах зазвичай використовується рідкий розчинник для захоплення невеликої частки CO₂ (зазвичай 3-15% за обсягом), присутнього в потоці продуктів згорання, в якому головною складовою є азот (з повітря). У сучасній енергоустановці, що працює на вугільному пилу (ВП) або енергоустановки з комбінованим циклом природного газу (КЦПГ), в існуючих в даний час системах уловлювання після спалювання зазвичай застосовується органічний розчинник, такий як моноетаноламін (МЕА).

В системах уловлювання *до спалювання* здійснюється обробка первинного палива в реакторі з потоком, насиченим повітрям або киснем, для створення суміші, що складається головним чином з окису вуглецю і водню («синтетичний газ»). Додатковий водень поряд з CO₂ утворюється в результаті реакції окису вуглецю з потоком у вторинному реакторі («зміщений реактор»). Після цього отримана суміш водню і CO₂ може бути розділена на газовий потік CO₂ і потік водню. Якщо CO₂ підлягає зберігання, водень є

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безвуглецевим енергоносієм, який може спалюватися для отримання електроенергії та / або тепла. Хоча початкові етапи перетворення палива є більш складними і дорогими у порівнянні з системами, діючими після спалювання, що утворюються за допомогою зміщеного реактора високі концентрації CO₂ (зазвичай 15-60% по обсягом на сухій основі) і високий тиск, дуже характерні для цих застосувань, створюють більш сприятливі умови для сепарації CO₂. Уловлювання до спалювання буде використовуватися в енергоустановках, в яких застосовується технологія комбінованого циклу комплексної газифікації (КЦКГ).

В системах *спалювання із збагаченням палива киснем* замість повітря для спалювання первинного палива використовується кисень для отримання продуктів згорання, який складається головним чином з водяної пари і CO₂. Завдяки цьому димової газ характеризується високими концентраціями CO₂ (понад 80% за обсягом). Потім водяна пара видаляється за допомогою охолодження і компресії газового потоку. Спалювання палива зі збагаченням киснем вимагає сепарації кисню від повітря на початку технологічного ланцюжка, при цьому в більшості сучасних конструкцій передбачається використання кисню з чистотою в 95-99%. Перед відправкою CO₂ на зберігання може знадобитися додаткова обробка продуктів згорання для видалення забруднювачів повітря і незріджених газів (таких як азот) з димового газу. В якості методу уловлювання CO₂ в бойлерах, системи спалювання із збагаченням палива киснем знаходяться на демонстраційному етапі. Проводяться дослідження щодо застосування систем з збагаченим киснем паливом в газотурбінних системах, однак концептуальні розробки подібних застосувань знаходяться поки на стадії досліджень.

На малюнку ТР.3 наводиться схематична діаграма основних процесів і систем уловлювання. Всі вони вимагають наявності етапу сепарації CO₂, H₂ або O₂ від основного газового потоку (такого як димовий газ, синтетичний газ, повітряний або неочищений природний газ). Ці етапи сепарації можуть бути

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

здійснені за допомогою фізичних або хімічних розчинників, мембран, твердих сорбентів або криогенного поділу. Вибір конкретної технології уловлювання визначається головним чином умовами процесу, в яких вона повинна діяти. Сучасні системи уловлювання після або до спалювання, призначені для енергоустановок, можуть уловлювати 85-95% утвореного CO₂. Можлива більш висока ефективність уловлювання, хоча сепаратори стають значно більшими за розміром, більш енергоємними і більш дорогими. Для уловлювання та компресії потрібно більше енергії приблизно на 10-40% в порівнянні з аналогічною установкою без уловлювання, в залежності від типу даної системи. З огляду супутніх викидів CO₂ чистий обсяг захопленого CO₂ становить приблизно 80-90%. Системи спалювання палива зі збагаченням киснем в принципі можуть уловлювати майже весь утворений CO₂. У той же час, через необхідність в додаткових системах обробки газу для видалення таких забруднювачів, як окис сірки і азоту, рівень уловлювання CO₂ знижується і становить трохи більше 90%.

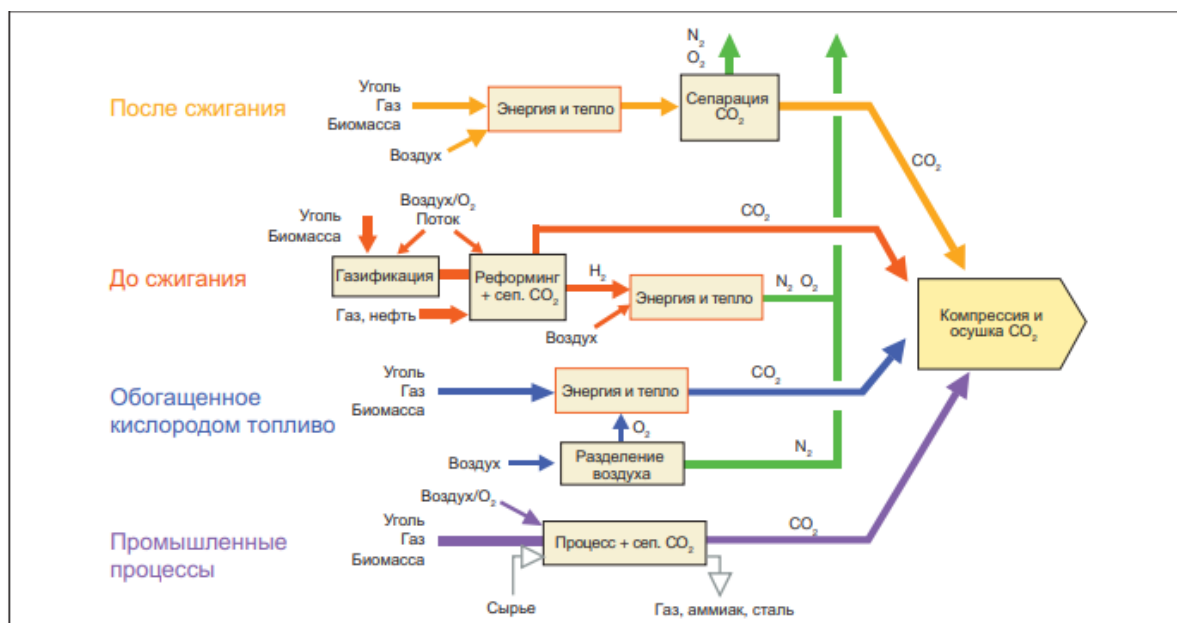


Рис 1.3 Огляд процесів і систем уловлювання CO₂

Як зазначалося в вище, уловлювання CO₂ вже використовується в декількох промислових застосуваннях (див. рис 1.4)



Рис. 1.4 Промислове застосування технології уловлювання CO₂

(а) уловлювання CO₂ після спалювання палива на установці в Малайзії. У цій установці застосовується процес хімічної абсорбції для відділення 0,2 МтCO₂ в рік від потоку димового газу енергоустановки для виробництва сечовини, що працює на спалюванні газу (з дозволу «Міцубіші хеві індастріз»); (б) вловлювання CO₂ до спалювання на установці газифікації вугілля в Північній Дакоті, США. У цій установці застосовується процес на основі фізичного розчинника для відділення 3,3 МтCO₂ в рік з газового потоку для виробництва синтетичного природного газу. Частина захопленого CO₂ використовується для проекту ПН в Канаді.

Ті ж технології, які будуть використовуватися для уловлювання до спалювання, застосовуються при великомасштабному виробництві водню (який використовується головним чином для отримання аміаку і добрив, а також на нафтоочисних підприємствах). Відділення CO₂ від неочищеного природного газу (який зазвичай містить значну кількість CO₂) також практикується в великому масштабі з використанням технологій, аналогічних технологій, що застосовуються для уловлювання після спалювання. Незважаючи на наявність також комерційних систем для відділення водню в великих масштабах, спалювання палива в збагаченій киснем середовищі для уловлювання CO₂ знаходиться в даний час на демонстраційній стадії. Крім того, проводяться дослідження для досягнення більш високих рівнів системної

інтеграції, підвищення ефективності і зниження вартості всіх типів систем уловлювання.

Відокремлення CO₂

Методи очищення газів від діоксиду вуглецю поділяють на такі групи:

фізична абсорбція-заснована на розчинності діоксиду вуглецю в полярних розчинниках (вода, метанол);

хемосорбція - заснована на хімічній взаємодії діоксиду вуглецю з сполуками лужного характеру (луг, етаноламіни, розчини карбонатів, оксид кальцію);

адсорбція діоксиду вуглецю твердими сорбентами (цеолітами);
каталітичне гідрування;

застосування мембран;

-застосування ферментів;

• Фізична абсорбція

А. Абсорбція водою

Абсорбція діоксиду вуглецю водою має промислове значення для очищення деяких газів високого тиску (наприклад, для синтезу аміаку). Основними перевагами води як абсорбенту для видалення домішок з газу є її доступність і дешевизна. Застосування будь-якого іншого абсорбенту пов'язано з необхідністю створення герметичної системи і рекуперації, так як в процесі очищення абсорбент випаровується, і гази забруднюють атмосферу. Воду можна застосовувати з меншою небезпекою витоку газу і в більшості випадків без рециркуляції зі скиданням насиченого розчину. Для збільшення розчинності вуглекислого газу у воді процес проводять при підвищеному тиску (1.5-2.5 МПа). Схема установки очищення газу від діоксиду вуглецю абсорбцією водою зображена на рис. 1 .

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО- ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

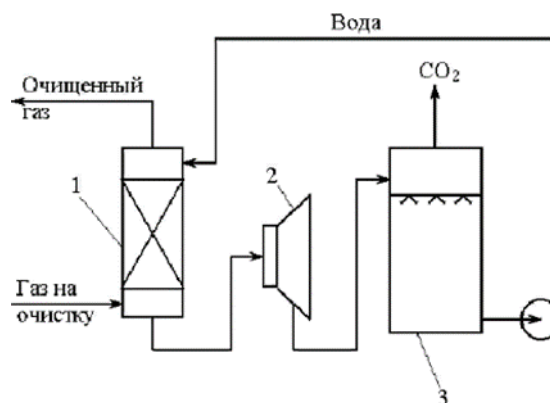


Рис. 1.5 Схема установки очищення газу від діоксиду вуглецю абсорбцією водою

Перевагою процесу водної абсорбції є простота конструкції установки. Недоліки: невисока поглинальна здатність водою діоксиду вуглецю (8 кг CO на 100 кг абсорбента); недостатня чистота вуглекислого газу, що виділяється- 85% (інші 15% - сірководень, монооксид вуглецю, азот та інші гази).

В. Абсорбція метанолом

Метанол є гарним поглиначем вуглекислого газу. Низька температура і збільшення тиску в системі сприяють різкому підвищенню поглинальної здатності метанола. При температурі мінус 60 °С і атмосферному тиску розчинність складає 75 см³ / г, зі збільшенням тиску до 0.4 МПа вона досягає 600 см³ / г. Розчинення протікає зі значним екзотермічним ефектом. В результаті очищення газу (71.5% H₂; 0.8 N₂, 0.9% CH₄; 2.4% CO; 24.4% CO₂), отриманого конверсією оксиду вуглецю, утворюється газ складу: 92.8% H₂; 1.1% CH₄; 3.1% CO; 2.0% CO₂.

Перевага процесу - розчинність CO₂, в метанолі значно вище, ніж у воді. Недолік - громіздкість устаткування.

Крім метанолу можна використовувати і інші органічні розчинники: N-метил-пірролідон, сульфолан, пропіленкарбонат, ціна яких значно вище. На даний момент широкого поширення вони не отримали.

- Хемосорбційних методи

А. Очищення газів водним розчином моноетаноламіна

При підготовці різних технологічних газів до переробки використовують хемосорбцію діоксиду вуглецю етаноламінами. Максимальною абсорбційною властивістю по відношенню до діоксиду вуглецю володіє моноетаноламін (МЕА).

У процесі хемосорбції вуглекислого газу зазвичай використовують 15-20%-розчини моноетаноламіна. Хемосорбція протікає при температурі 40-45 °С і тиску 1.5-3.0 МПа. Утворені в результаті карбонати і бікарбонати розкладаються в десорбері з виділенням діоксиду вуглецю при нагріванні потоку до 120 °С. Схема установки очищення газів від CO₂ моноетаноламіном приведена на рис. 2.

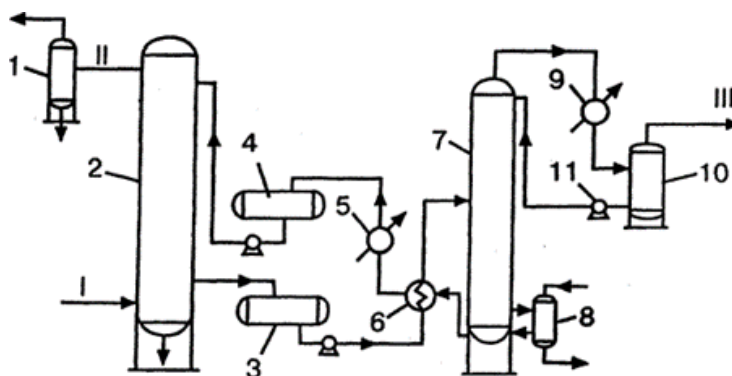


Рис. 1.6 Схема установки очищення газів від CO₂ розчином моноетаноламіна

I - сирий газ, II - очищений газ, III - діоксид вуглецю; 1,10 – сепаратори, 2 – абсорбер, 3,4 – ємності, 5 – холодильник, 6 – теплообмінник, 7 – відпарна колона, 8 – кипятильник, 9 – конденсатор – холодильник, 11 – насос.

Недоліки: значні витрати тепла на регенерацію сорбенту, зростаючою із збільшенням концентрації діоксиду вуглецю в абсорбенту; утворення значних кільк- очищеному газі; втрати щодо летючого якостей смолистих речовин через циклізації моноетаноламіна в похідні оксазолідона 2 і далі в продукти їх перетворення .

В. Очищення розчинами карбонатів

Даний метод заснований на взаємодії діоксиду вуглецю з водними розчинами карбонатів натрію і калію (зазвичай поташу) з активованими

добавками оксидів полівалентних металів. На практиці застосовують 25% -ний водний розчин поташу, активований миш'яком. Тиск на стадії абсорбції 1-2 Мпа.

Принципова технологічна схема регенерації насиченого розчину поташу зображена на Рис. 1.7.

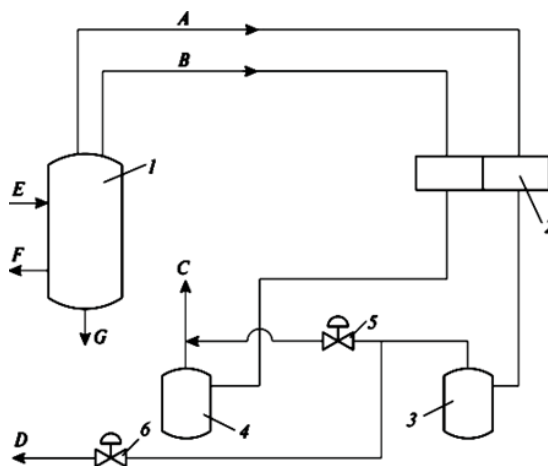


Рис. 1.7 Апаратурна технологічна схема регенерації насиченого розчину поташу

1 – регенератор(десорбер), 2 – повітряний холодильник, 3,4 – сепаратори, 5,6 – задвижки.

С. Виділення CO_2 з димових газів в кальцієво-карбонатному циклі. Проривний характер носить технологія кальцієво-карбонатного циклу (КК), яка використовує як хемосорбент оксид кальцію, що отримується з вапняків і доломіту.

Технічна реалізація технології полягає в переміщенні сорбента CaO між двома реакторами з киплячим шаром, в одному з яких при низькій температурі відбувається поглинання CO_2 , а в іншому при більш високій температурі – розкладання карбонату кальцію. В першу чергу застосування даної технології орієнтоване на вугільні електростанції з високими викидами CO_2 , на одиницю виробленої потужності.

Переваги ККЦ для вилучення CO_2 з димових газів: відносна дешевизна методу; значне скорочення кількості необхідного для реакції кисню;

прискорення процесу поглинання вуглекислого газу завдяки високій температурі проведення реакції.

- Адсорбція

А. Адсорбція цеолітами

Цеоліт є ефективними адсорбентами діоксиду вуглецю. Діаметр молекул вуглекислого газу становить близько 0.31 нм, що дозволяє їм проникати у внутрішню структуру більшості цеолітів. Самий поширений цеоліт, застосовуваний в адсорбції- СаА.

Схема адсорбційного очищення газу від діоксиду вуглецю цеолітом представлена на Рис. 1.8.

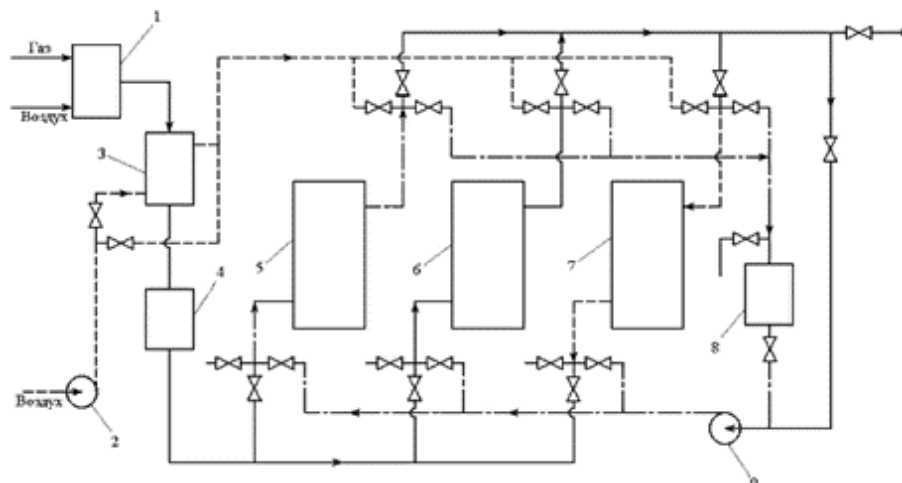


Рис. 1.8 Схема адсорбційного очищення газу від діоксиду вуглецю цеолітом

1 – газогенератор, 2 – вентилятор, 3 – газоповітряний теплообмінник, 4,8 – водяні холодильники, 5,7 – адсорбери, 9 – циркуляційна газодувка.

- Каталітичне гідрування

Каталітичне гідрування застосовується для видалення невеликих кількостей (порядка часток відсотка в суміші газів) діоксиду вуглецю. Метод заснований на наступній реакції: $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Реакції протікають при тисках 0.1-30 МПа, температурі 300-350 ° С з використанням каталізатора на основі заліза або при 200 °С і на нікель-хромовому або нікель-алюмінієвому каталізаторі .

На даний момент відомо, що самим активними каталізаторами метанування CO_2 , є метали VIII групи: рутеній, родій, платина, паладій, нікель. Проте їх застосування через високу вартість вимагає зниження їх витрат.

- Розділення суміші на мембранах

Процес мембранного поділу компонентів газів заснований на їх різній здатності проходити через напівпроникну перегородку, що розділяє масообмінний апарат на дві робочі зони. Під тиском газова суміш, що розділяється подається в напірний капал, легко проникаючі компоненти проходять через мембрану, важко проникаючі виводяться з розділового апарату (Рис.1.9). Використовують полімерні мембрани. Застосування таких мембран дозволяє з високою ефективністю очистити газ від кислих компонентів.

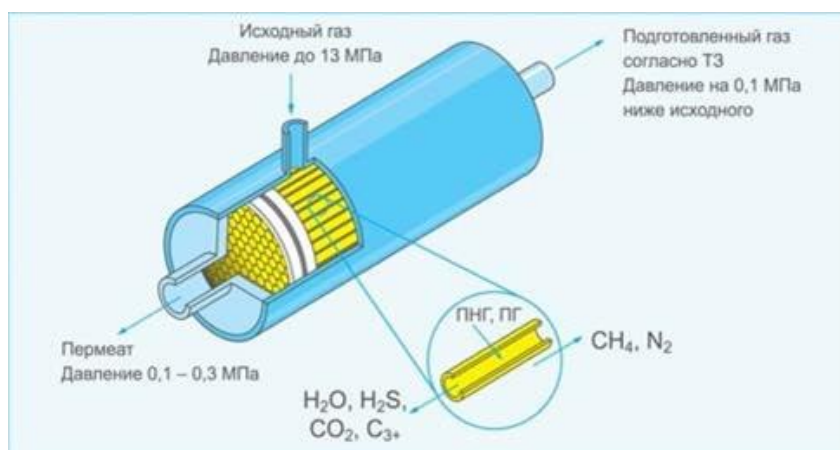


Рис. 1.9 Схема розділення суміші газів мембранним способом

Найбільше значення мають асиметричні (або анізотропні) мембрани, які характеризуються високою продуктивністю і селективністю. Вони складаються з тонкого (завтовшки 0.1-1 мкм, а в окремих випадках 0.005 мкм) непористого полімерного матеріалу, нанесеного на мікропористу підкладку (товщина її 10-100 і більше мкм).

Як полімерну частину асиметричної мембрани використовують натуральний каучук, полівінілтриметилсілан, тефлон, а також блоксополімери високопроникаючих сілуксанів з мономерами типу акрилатів.

- Ферментативне вилучення

Одним з найбільш перспективних способів виділення CO₂, з суміші газів є застосування ферментів- органічних речовин білкової природи. Ключова роль в ферментному уловлюванні CO₂, відводиться карбоангідразой, що захоплює і виводить CO₂ з крові і тканин. Вона каталізує хімічну реакцію між діоксидом вуглецю і водою, перетворюючи вуглекислий газ в бікарбонат, який згодом може піддатися переробці з

Перевагами ферментативного уловлення є екологічність і рентабельність.

- 1.7 Електрохімічне вилучення

Даний спосіб уловлювання діоксиду вуглецю заснований на застосуванні електричної енергії [20],[21].

Схема перетворень вуглекислого газу в різні продукти під дією електрично ства приведена на рис.1.10.

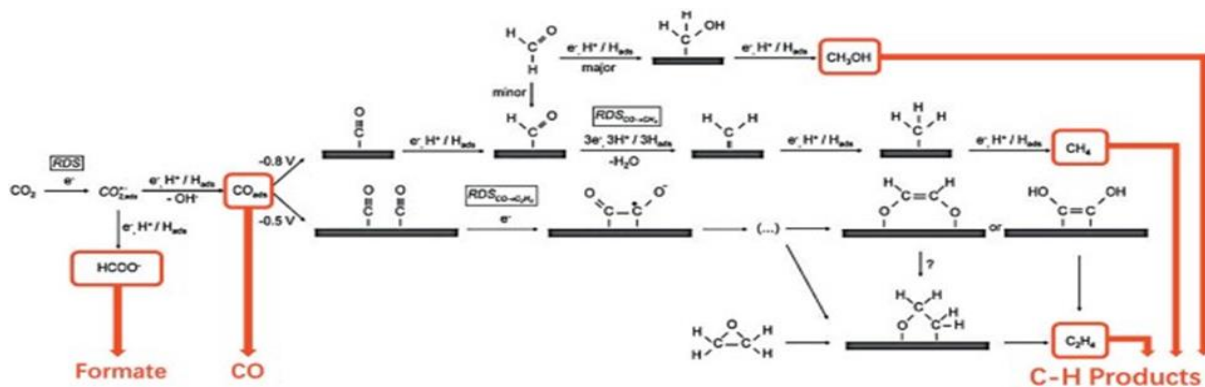


Рис. 1.10 Схема перетворення вуглекислого газу в різні продукти під дією електрики

Отже, на підставі аналізу науково-технічної літератури було обрано удосконалення технології отримання пропіонової кислоти гідроксикарбоксилюванням етилену з використанням кобальтпіридинового комплексу та подальше спалювання відходів і подальший продаж CO₂, що утворився, що дозволяє створити безвідходне та екологічно чисте виробництво

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика сировини

В даній технології передбачається застосування таких видів сировини:

Синтез кобальтпіридинового комплексу здійснюють з солей кобальту в середовищі розчинника в присутності піридину. Високий вихід комплексу досягається при 170 – 180 °С, тиску синтез-газу (СО : Н₂ = 1 : 1) 20 МПа, молярному відношенні піридин : кобальт, рівним 2 : 1. Точна структура комплексу ще не встановлена.

Згідно з наявними даними, він має формулу [Co(Py)₆][Co(CO)₄]₂. Використання в якості каталізатора карбонілів кобальту, модифікованих піридином, дозволяє здійснити гідрокарбоксілювання в досить м'яких умовах (120 – 160 °С, 1 – 7,5 МПа) з високим виходом кислот (90 – 93%). Відокремлення кобальтпіридинового комплексу від продуктів гідрокарбоксілювання етилену здійснюється переведенням комплексу (активної форми) в неактивну сольову при 20-40 °С і атмосферному тиску, з подальшим відгоном продуктів реакції. Кобальт, розчинений в кубовому залишку, повертається на стадію отримання кобальтпіридинового комплексу. Основний побічний продукт - діетилкетон (5 %).

Головна реакція отримання пропіонової кислоти:



1. Октакарбонілкобальт – неорганічне з'єднання, карбонільний комплекс кобальту складу Co₂(CO)₈. Червоно – помаранчеві кристали, не розчинні у воді.

Застосування:

Для отримання кобальту високої чистоти.

Для нанесення покриття кобальту на неметалеві поверхні.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.004.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Репетуєва С.С.</i>			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Бойчук Т.М.</i>					36	109
Консульт.		<i>Житнецький І.В.</i>				<i>НУХТ, каф. ТЖХТ</i>		
Н. Контр.		<i>Подобій О.В.</i>						
Затверд.		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Як каталізатор в органічному синтезі

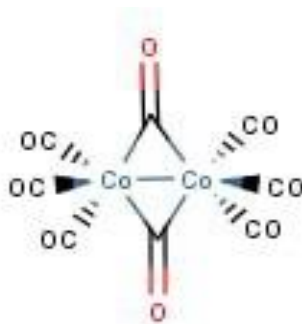


Рис 2.1 Структурна формула октакарбонілкобальту

Октакарбонілкобальт утворює діамагнітні червоно – помаранчеві кристали, не розчинні у воді, розчинні в органічних розчинниках (етанол, діетиловий ефір). Як і інші карбоніли металів, октакарбонілкобальт токсичний. Є відомості про шкідливу дію цього карбоніла кобальту на ЦНС, респіраторну систему, а також на біохімію крові [22].

2. Піридин – шестичленний гетероцикл з одним атомом Нітрогену.

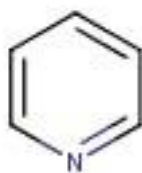


Рис. 2.2 Структурна формула піридину

Безбарвна рідина з характерним неприємним запахом. Без обмежень змішується з водою та практично з усіма органічними розчинниками. З водою (41,3 мас%) утворює азеотропну суміш з температурою кипіння 93,6 °С. Вперше піридин був отриманий з фракцій кам'яновугільної смоли, але наразі практично весь промисловий обсяг піридину виробляється синтетично, – взаємодією оцтового альдегіду, формальдегіду та аміаку.

Піридин чудовий розчинник, особливо для процесів за участю неорганічних солей та для екстракції антибіотиків. Однак головним чином піридин є сировиною для виробництва лікарських засобів, гербіцидів, інсектицидів та інших агрохімічних препаратів.

Піридин токсичний, діє на нервову систему, шкіру [23, 24].

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Етанол – при стандартних умовах летюча, горюча, безбарвна прозора рідина.



Рис.2.3 Структурна формула етанолу

Чинний компонент алкогольних напоїв. Є депресантом – психоактивною речовиною, пригнічує центральну нервову систему людини.

Етиловий спирт також використовується як паливо, як розчинник, як наповнювач в спиртових термометрах і як дезінфікуючий засіб (або як компонент його) [25, 26].

Таблиця 2.1

Органолептичні показники етанолу

Найменування показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без сторонніх часток
Колір	Безбарвна рідина
Смак і запах	Смак м'який і чистий, з ароматом використовуваної сировини

4. Синтез-газ (водяний газ, генераторний газ) – переважно суміш монооксиду вуглецю і водню. У промисловості отримують паровою конверсією метану, парціальним окисленням метану, плазмовою газифікацією відходів і сировини, газифікацією вугілля. Залежно від способу отримання співвідношення CO : H₂ варіюється від 1: 1 до 1: 3.

Співвідношення компонентів в синтез-газі коливається в широкому діапазоні, оскільки залежить як від застосовуваного сировини, так і від виду конверсії - водяною парою або киснем

Основними сферами застосування синтез-газу є виробництво електричної та теплової енергії, отримання оксиду вуглецю і водню, синтез метанолу, оксосинтез, синтез Фішера-Тропша [26].

5. Етилен безбарвний газ із слабким приємним запахом.

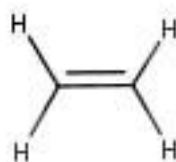


Рис. 2.4 Структурна формула етилену

Трохи легший від повітря. У воді малорозчинний, добре розчиняється в спирті та інших органічних сполуках. В сучасній промисловості етилен застосовується досить широко для синтезу етилового спирту і виробництва важливих полімерних матеріалів (поліетилен та ін.), а також для синтезу інших органічних речовин. Дуже цікавою є властивість етилену прискорювати досягання багатьох городніх і садових плодів (помідорів, динь, груш, лимонів тощо). Використовуючи це, плоди можна транспортувати ще зеленими, а потім доводити їх до стиглого стану уже на місці споживання, вводячи в повітря складських приміщень невеликі кількості етилену.

З етилену виробляють хлористий вініл і полівінілхлорид, бутадієн і синтетичні каучуки, оксид етилену та полімери на його основі, етиленгліколь тощо [27].

Таблиця 2.2

Фізико – хімічні показники етилену

Назва показника	Норма
1	2
Об'ємна частка етилену, %, не менше	99,9
Об'ємна частка пропілену, %, не більше	0,005
Об'ємна частка матану і етану, % , не більше	0,1
Об'ємна частка ацетилену, %, не більше	0,001

Продовження таблиці 2.2

Об'ємна частка дієнових вуглеводів, %, не більше	0,0005
Об'ємна частка діоксиду вуглецю, %, не більше	0,001
Об'ємна частка оксиду вуглецю, %, не більше	0,0005
Масова концентрація сірки мг/м ³	1
Об'ємна частка аміаку, %, не більше	0,0001
Об'ємна частка води, %, не більше	
А) в продукті, що подається через трубопровід	0,001
Б) в продукті, що поставляється в цистернах і балонах	0,02

6. Вода це хімічна речовина у вигляді прозорої, безбарвної рідини без запаху і смаку, (в нормальних умовах). У природі існує у трьох агрегатних станах – твердому (лід), рідкому (вода) і газоподібному (водяна пара). Молекула води складається з одного атома кисню і двох атомів водню. Атоми водню розташовані в молекулі таким чином, що напрямки до них утворюють кут 104,45° із вершиною в центрі атома кисню. Таке розташування зумовлює молекулі води дипольний момент у 1,844 дебаї. При заміні атомів водню (протонів) на атоми дейтерію утворюється модифікація, яка називається важкою водою [28].

2.2 Принципова технологічна схема та її опис

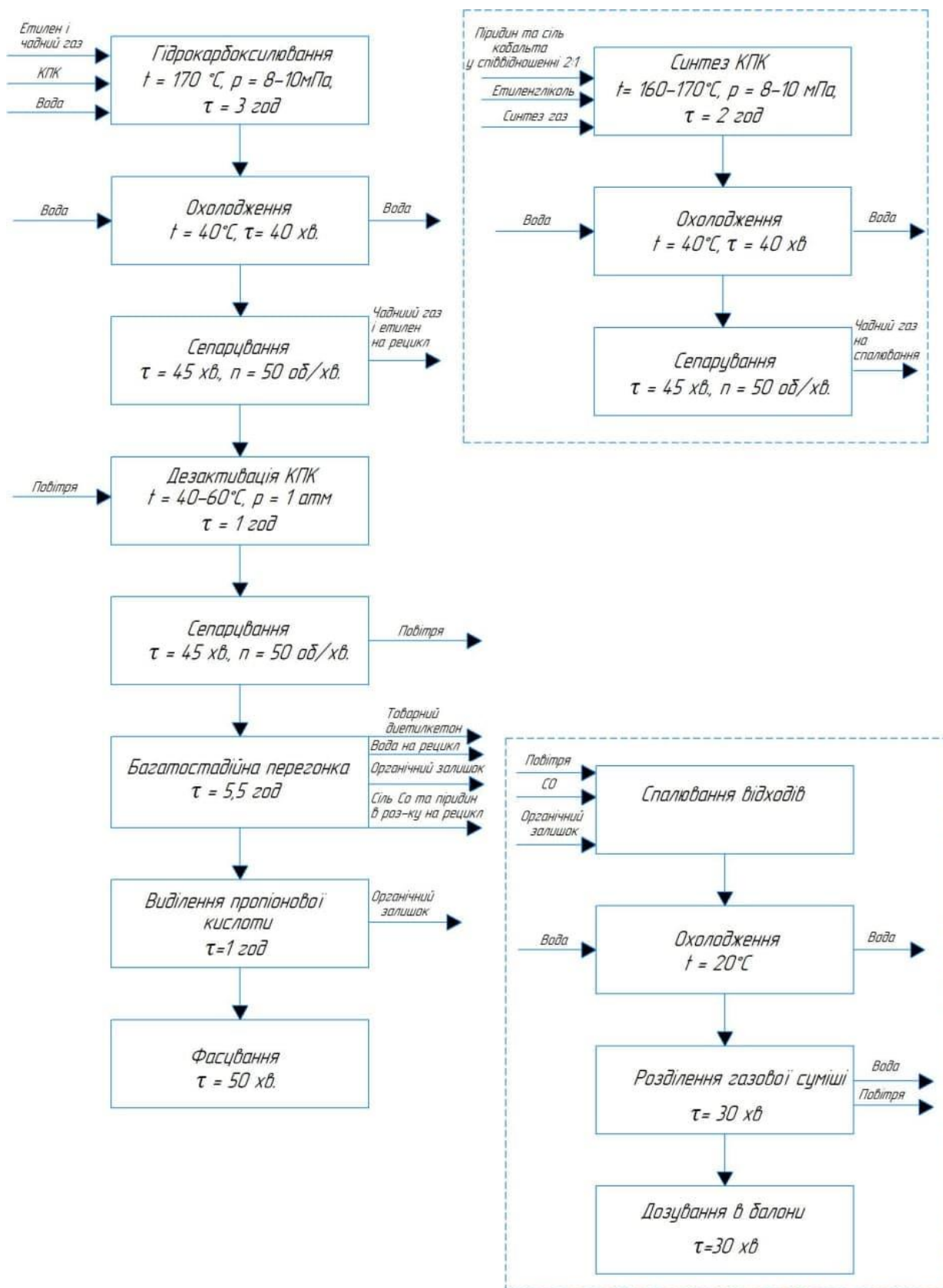


Рис. 2.5 Принципова схема виробництва пропіонової кислоти E280

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Технологія виробництва пропіонової кислоти полягає в одночасній або послідовній реалізації наступних технологічних стадій

- Отримання кобальтпіридинового комплексу
- Охолодження кобальтпіридинового комплексу
- Сепарування кобальтпіридинового комплексу з виділенням монооксиду вуглецю
- Гідрокарбоксілювання етилену
- Охолодження розчину
- Сепарування розчину з виділенням монооксиду вуглецю та етилену
- Дезактивація кобальтпіридинового комплексу
- Сепарування розчину з виділенням повітря
- Багатостадійна перегонка
- Виділення пропіонової кислота
- Фасування товарної кислоти

Додатковими стадіями є:

Отримання кобальтпіридинового комплексу

Дана реакція відбувається за рахунок взаємодії розчину солей кобальту та піридину (у співвідношенні 1:2) у розчиннику. Процес відбувається у присутності синтез-газу ($\text{CO} + \text{H}_2 = 1:1$). Утворення даного комплексу відбувається при температурі 160-170 ° С і тиску 8 – 10 МПа і тривалістю в 1 год.

Після цього відбувається охолодження комплексу. Дане охолодження передбачає зниження температури продуктів карбонілювання кобальтпіридинового комплексу до 40 ° С.

Наступним кроком є сепарування кобальтпіридинового комплексу. Сепарація це різні процеси розділення змішаних об'ємів різнорідних часток: сумішей твердих матеріалів, рідин різної густини, емульсій, твердих

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

матеріалів, суспензій твердих частинок або краплинок в газі. Відбувається відділення непрореагованого монооксиду вуглецю, який скидається в паливну мережу. Тривалість сепарування 45 хв.

1. Гідрокарбосилування етилену

Гідрокарбосилуванням називають реакцію взаємодії ненасичених сполук з монооксидом вуглецю і водою. На відміну від гідроформілювання, що приводить до утворення альдегідів, цільовими продуктами реакції гідрокарбосилування є кислоти. Реакція гідрокарбосилування етилену відбувається при температурі 170 ° С і тиску 8 – 10 МПа в присутності води та кобальтпіридинового комплексу.

2. Охолодження

Продукти гідрокарбосилування охолоджуються в теплообміннику до 40 ° С та тривалістю в 1 год. Мета цієї стадії зменшити температуру продуктів гідрокарбосилування для подальших технологічних операцій.

3. Дезактивація кобальтпіридинового комплексу і сепарування

Окиснення це реакція сполучення кисню з простими і складними речовинами. Сполучення кисню з кобальтпіридиновим комплексом призводить до переведення цього комплексу в неактивну сольову форму. Реакція при цьому проходить при температурі 40 – 60 ° С і атмосферному тиску. Наступним кроком є сепарування. У сепараторі відбувається відділення від реакційної суміші непрореаговані монооксиду вуглецю і етилену, які повертаються в рецикл.

4. Багатостадійна перегонка.

Дана стадія складається з 5 стадій вилучення цільового продукту і відходів, що прямують на утилізацію. Ректифікація процес розподілу рідких сумішей на практично чисті компоненти чи фракції, які відрізняються $t_{кип.}$.

На першій стадії відбувається розділення продуктів гідрокарбосилування від пропіонової кислоти. Після цього на другій стадії відбувається розділення пропіонової кислоти і води, яка повертається на

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

рецикл. У третій стадії відганяються легкі суміші та видаляється товарний диетилкетон. На 4 етапі виводиться розчин кобальтової солі в розчиннику і піридині, який в подальшому використовується для отримання кобальтпіридинового комплексу. Дистилят колони подається в колону на наступну стадію. Тривалість даної стадії 3,5 год.

5. Виділення пропіонової кислоти

У заключній стадій відбувається одержання товарної пропіонової кислоти протягом 30 хв, а органічний залишок відправляється на спалювання. Цільовий продукт готовий до фасування.

6. Фасування

В технологічному процесі фасування передбачає виконання ряду послідовних технологічних операцій, метою і кінцевим результатом яких є фасування продукції. Пропіонова кислота фасується в бочки, каністри та інші види транспортної упаковки (в залежності від ринку збуту). Вони повинні бути заповнені харчовою пропіоновою кислотою не більше ніж на 95%. Тривалість цього процесу 20 хв. Хоча пропіонова кислота стабільна, вона є займистою речовиною, тому має зберігатися в герметичному контейнері, подалі від нагрівання та вогню.

7. Спалювання органічного залишку та CO

Органічний залишок та CO, що відділяється від пропіонової кислоти прямує на стадію спалювання, де в результаті утворюється вода, азот та вуглекислий газ, які направляються на стадію відділення від вуглекислого газу.

8. Уловлювання вуглекислого газу відбувається за допомогою розділювального апарату де в результаті відділяється відпрацьована вода, азот та вуглекислий газ, що направляється на склад для фасування, а далі на продаж для підприємств.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

2.3 Матеріальний баланс виробництва

1. Матеріальний баланс на стадії гідрокарбоксілювання

Таблиця 2.3

Молекулярні маси сполук

Речовина	Молекулярна маса г/моль
C ₂ H ₄	28
CO	28
C ₂ H ₅ COOH	74
H ₂ O	18

Розраховуємо кількість пропіонової кислоти:



$$1) \quad V_{\text{(кислоти)}} = \frac{1100 \cdot 1000}{74} = 14865 \text{ моль}$$

$$2) \quad V_{\text{(кислоти)}} = V_{\text{(етилену)}} = V_{\text{(води)}} = V_{\text{(монооксиду вуглецю)}} = 14865 \text{ моль}$$

$$3) \quad m_{\text{(етилену)}} = 14865 \cdot 28 = 416,2 \text{ кг}$$

$$4) \quad m_{\text{(монооксиду вуглецю)}} = 14865 \cdot 28 = 416,2 \text{ кг}$$

$$5) \quad m_{\text{(води)}} = 14865 \cdot 18 = 267,6 \text{ кг}$$

Розрахуємо втрати на стадії гідрокарбоксілювання

$$m_{\text{(втрат)}} = \frac{1200 \cdot 0,35}{100} = 4,4 \text{ кг}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 2.4

Матеріальний баланс на стадії гідрокарбоксілювання

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Етилен	416,2	Етилен	25
Монооксид вуглецю	416,2	Монооксид вуглецю	25
Вода	267,6	Вода	-
-	-	Водень	25
-	-	Диетилкетон	25
-	-	Пропіонова кислота	1000
Розчин каталізатора в т.ч [Co(Py) ₆][Co(Co) ₄] ₂ , орг.розчинник	100	Розчин каталізатора в т.ч [Co(Py) ₆][Co(Co) ₄] ₂ , орг.розчинник	100
		Втрати	4,4
Всього	1195,6	Всього	1195,6

2. Матеріальний баланс на стадії охолодження

Розрахуємо втрати на стадії охолодження

$$1) 1195,6 - 3,55 = 1192,05 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(втрат)}} = \frac{1195,6 \cdot 0,3}{100} = 3,55 \text{ кг}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріальний баланс на стадії охолодження

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Сміш речовин в т.ч Етилен Монооксид вуглецю Вода Диетилкетон	84,5	Сміш речовин в т.ч Етилен Монооксид вуглецю Вода Диетилкетон	77,4
Пропіонова кислота	1000	Пропіонова кислота	1000
Розчин каталізатора в т.ч [Co(Py) ₆][Co(Co) ₄] ₂ , орг.розчинник	100	Розчин каталізатора в т.ч [Co(Py) ₆][Co(Co) ₄] ₂ , орг.розчинник	100
		Втрати	3,55
Всього	1192,05	Всього	1192,05

3. Матеріальний баланс на стадії сепарування

Розрахуємо втрати на стадії сепарування

$$1192,05 - 6,5 = 1185,55 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(втрат)}} = \frac{1184,5 \cdot 0,55}{100} = 6,5 \text{ кг}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріальний баланс на стадії сепарування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Сміш речовин в т.ч		Сміш речовин в т.ч	
Етилен		Етилен	
Монооксид вуглецю	71,5	Монооксид вуглецю	58,5
Вода		Вода	
Диетилкетон		Диетилкетон	
Пропіонова кислота	1000	Пропіонова кислота	1000
Розчин каталізатора в т.ч [Co(Py) ₆][Co(Co) ₄] ₂ , орг.розчинник	100	Розчин каталізатора в т.ч [Co(Py) ₆][Co(Co) ₄] ₂ , орг.розчинник	100
		Втрати	6,5
Всього	1185,55	Всього	1185,55

4. Матеріальний баланс на стадії дезактивації кобальтпіридинового комплексу

Розрахуємо втрати на стадії дезактивації кобальтпіридинового комплексу

$$1) \quad 1185,5 - 3,5 = 1182,05 \text{ кг}$$

$$m_{(\text{втрат})} = \frac{1185,55 \cdot 0,3}{100} = 3,5 \text{ кг}$$

Матеріальний баланс на стадії дезактивації кобальтпіридинового комплексу

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Сміш речовин в т.ч		Сміш речовин в т.ч	
Повітря	64,5	Повітря	64,5
Вода		Вода	
Диетилкетон		Диетилкетон	
Пропіонова кислота	1000	Пропіонова кислота	1000
Розчин каталізатора в т.ч		Розчин каталізатора	
[Co(Py) ₆][Co(Co) ₄] ₂ ,	100	в т.ч	93
орг.розчинник		піридин	
		солі кобальту	
		орг.розчинник	
		Втрати	3,5
Всього	1182,05	Всього	1182,05

5. Матеріальний баланс на стадії сепарування

Розрахуємо втрати на стадії сепарування

$$1182,05 - 7 = 1175,05 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(втрат)}} = \frac{1175,05 \cdot 0,6}{100} = 7 \text{ кг}$$

Матеріальний баланс на стадії сепарування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Сміш речовин в т.ч		Сміш речовин в т.ч	
Повітря		Повітря	
Вода	80,5	Вода	66,5
Диетилкетон		Диетилкетон	
Пропіонова кислота	1000	Пропіонова кислота	1000
Розчин каталізатора в т.ч	70	Розчин каталізатора в т.ч	70
піридин		піридин	
солі кобальту		солі кобальту	
орг.розчинник		орг.розчинник	
		Втрати	7
Всього	1175,05	Всього	1175,05

6. Матеріальний баланс на стадії багатостадійної перегонки

Розрахуємо втрати на стадії багатостадійної перегонки

$$1175,05 - 14,4 = 1160,65 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(втрат)}} = \frac{1175,05 \cdot 1,25}{100} = 14,4 \text{ кг}$$

Матеріальний баланс на стадії багатостадійної перегонки

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Сміш речовин в т.ч		Сміш речовин в т.ч	
Вода	41,7	Вода	40
Диетилкетон		Диетилкетон	
Пропіонова кислота	1000	Пропіонова кислота	1000
Розчин каталізатора в т.ч	80	Розчин каталізатора в т.ч	52,9
піридин		піридин	
солі кобальту		солі кобальту	
орг.розчинник		орг.розчинник	
		Втрати	14,4
Всього	1160,65	Всього	1160,65

7. Матеріальний баланс на стадії виділення пропіонової кислоти

Розрахуємо втрати на стадії виділення пропіонової кислоти

$$1160,65 - 7,85 = 1152,8 \text{ кг}$$

$$m_{\text{(втрат)}} = \frac{1160,65 \cdot 0,7}{100} = 7,85 \text{ кг}$$

Матеріальний баланс на стадії виділення пропіонової кислоти

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Сміш речовин в т.ч		Сміш речовин в т.ч	
Вода	40	Вода	35,3
Диетилкетон		Диетилкетон	
		Органічний залишок	
Пропіонова кислота	1000	Пропіонова кислота	1000
Розчин каталізатора в т.ч	66	Розчин каталізатора в т.ч	55
піридин		піридин	
солі кобальту		солі кобальту	
орг.розчинник		орг.розчинник	
		Втрати	7,85
Всього	1152,8	Всього	1152,8

8. Матеріальний баланс на стадії фасування товарної кислоти

Розрахуємо втрати на стадії фасування товарної кислоти

$$1152,8 - 2,75 = 1150,25 \text{ кг}$$

$$m_{(\text{втрат})} = \frac{1152,8 \cdot 0,25}{100} = 2,75 \text{ кг}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.11

Матеріальний баланс на стадії фасування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Сміш речовин в т.ч	45,5	Сміш речовин в т.ч	45,5
Вода		Вода	
Диетилкетон		Диетилкетон	
Пропіонова кислота	1000	Пропіонова кислота	1000
Розчин каталізатора в т.ч	55	Розчин каталізатора в т.ч	55
піридин		піридин	
солі кобальту		солі кобальту	
орг.розчинник		орг.розчинник	
		Втрати	2,75
Всього	1150,25	Всього	1150,25

Таблиця 2.12

Матеріальний баланс виробництва

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Етилен	415	Етилен	16,75
Монооксид вуглецю	415	Монооксид вуглецю	65
-	-	Водень	5,5
Вода	270	Вода	34
-	-	Диетилкетон	

Продовження таблиці 2.12

1	2	3	4
-	-	Пропіонова кислота	1000
Розчин каталізатора в т.ч [Co(Py) ₆][Co(Co) ₄] ₂ , орг.розчинник	100	Розчин каталізатора в т.ч піридин солі кобальту орг.розчинник	30
		Втрати	49,75
Всього	1200	Всього	1200

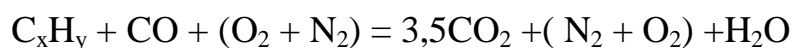
Загальні втрати пропіонової кислоти на усій стадії виробництва становлять:

$$m_{(\text{втрат проп. к-ти})} = 1200 - 49,75 = 1150,25 \text{ кг [36].}$$

Таблиця 2.13

Матеріальний баланс на стадії спалювання відходів

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, м ³	Речовина	Маса, м ³
Відходи в т.ч		CO ₂	100
CO	30	H ₂ O	20
Органічний залишок	30		
Повітря	100	Повітря	40
Всього	160	Всього	160



2.4 Тепловий баланс виробництва

Для розрахунку теплового балансу була обрана стадія охолодження продукту.

Розраховуємо теплоту, що надходить в апарат з теплоносієм:

$$Q_1 = Q_4 + Q_5 + Q_6 + Q_7 - Q_2 \quad (2.1)$$

Теплота, яка надходить в апарат з завантаженими речовинами:

$$Q_2 = \sum G_i \cdot c_i \cdot t \quad (2.2)$$

Де G_i – кількість i -компонента завантаженого в реактор, кг; c_i – теплоємність i -компонента, кДж / (кг · С); t – температура навколишнього середовища, °С.

$$c_{\text{кислоти}} = 152,8 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С});$$

$$c_{\text{води}} = 4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}).$$

$$Q_2 = (1100 \cdot 152,8 + 2200 \cdot 4,19) \cdot 60 = 1092,5 \text{ кДж}$$

Теплота, яку забирають продукти реакції:

$$Q_4 = \sum G_j \cdot C_j \cdot t \quad (2.3)$$

Де G_j – кількість j -компонента отриманого в реакторі, кг; c_j – теплоємність j -компонента, кДж / (кг · С); t – температура, до якої ведеться процес °С

$$c_{\text{кпк}} = 125,8 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{С});$$

$$Q_4 = (100 \cdot 125,8) \cdot 40 = 503200 \text{ кДж}$$

Теплота, що витрачається на нагрів апаратаа:

$$Q_5 = G_{\text{app}} \cdot C \cdot (t_1 - t_2) \quad (2.4)$$

де G_{app} – маса апарату, кг; c - теплоємність матеріала апарату, кДж/(кг · °С);

$$t_1 = 60^\circ \text{C}; t_2 = 18^\circ \text{C};$$

$$G_{\text{app}} = 12500 \text{ кг};$$

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

$C = 0,5 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C});$

$$Q_4 = 1250 \cdot 0,5 \cdot (60 - 40) = 12500 \text{ кДж}$$

Теплота, що втрачається в навколишнє середовище:

Для цього визначимо товщину ізоляції. Температура ізольованої стінки дорівнює 170°C , а температура ізоляції не повинна перевищувати 45°C .

В якості ізоляції вибираємо будівельний войлок по ГОСТ 16381-77

Товщина ізоляції становить:

$$\delta_{из} = \frac{\lambda \cdot (t_m - t_n)}{\alpha \cdot (t_n - t_{окр})} \quad (2.5)$$

де $\delta_{из}$ – товщина ізоляції, м; λ – коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт}/\text{м}^2$;

t_m – температура теплоносія, $^\circ\text{C}$; t_n – температура поверхні ізоляції, $^\circ\text{C}$;

$t_{окр}$ – температура навколишнього середовища, $^\circ\text{C}$.

$$\delta_{из} = \frac{0,059 \cdot (170 - 45)}{12,3 \cdot (45 - 40)} = 0,12 \text{ м.}$$

Приймаємо товщину ізоляції 15 мм.

$\tau_{нагріву} = 1 \text{ год}$

$$Q_7 = q_e \cdot F \cdot \tau_{нагріву}$$

$$Q_7 = 2280,4 \cdot 23,87 \cdot 1 \cdot 3600 = 685857,66 \text{ кДж}$$

Теплота що йде на нагрів теплоізоляції:

$$Q_6 = c \cdot \gamma \cdot V \cdot (t_{ср} - t_{окр}) \quad (2.6)$$

де c - теплоємність ізоляції, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

γ - об'ємна маса ізоляції, $\text{кг}/\text{м}^3$;

V - об'єм ізоляційного слоя, м^3 .

$c = 0,84 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$;

$\gamma = 200 \text{ кг}/\text{м}^3$;

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F = 23.87 \text{ м}^2;$$

$$V = \delta_{iz} \cdot F$$

$$V = 0,01 \cdot 23,87 = 0.2387 \text{ м}^3$$

$$Q_6 = 0,84 \cdot 200 \cdot 0,2387 \cdot (72,5 - 18) = 2185,54$$

Тоді:

$$Q_1 = 581279 + 262500 + 2185,54 + 685857,66 - 1092,5 = 1530729,7 \text{ кДж}$$

Тепловий потік стадії охолодження:

$$\frac{Q}{\tau} = g = \frac{1530729,7}{(3,5 \cdot 3600)} = 121,5 \text{ кВт}$$

2.5 Підбір обладнання

- Ректифікаційна колона РК – 51

Технологічний апарат, призначений для розділення рідких сумішей, складові яких мають різну температуру кипіння. Класична колона являє собою вертикальний циліндр з контактними пристроями всередині.

Принцип роботи:

У ректифікаційні колони подаються пари рідин, що переганяються. Вони піднімаються знизу, а в режимі протитечії назустріч парам йде рідина, яка конденсується нагорі в холодильнику. У випадку, якщо речовина розгонки складається з двох компонентів, кінцевими продуктами є дистиллят, що виходить з верхньої частини колони і кубовий залишок (менш летючий компонент у рідкому вигляді, що виходить з нижньої частини колони). Ситуація ускладнюється, якщо необхідно розділити суміш, що складається з великої кількості фракцій [31].

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

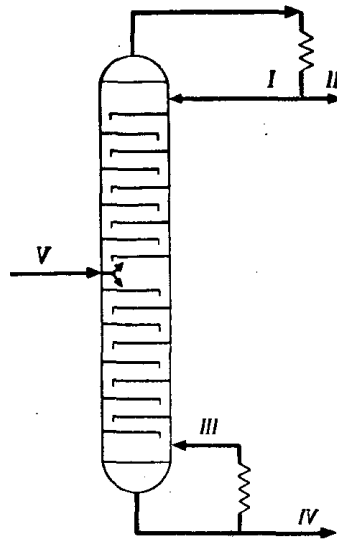


Рис. 2.6 Загальний вигляд ректифікаційної колони

- Реактор-змішувач AISI

Використовується для перемішування і розчинення в рідинах різних компонентів, що дозволяє отримувати однорідну композицію в різних галузях промисловості. Він володіє високими технічними, хімічними та експлуатаційними характеристиками, що робить його ефективним у використанні.

Виготовлення реактора-змішувача відбувається з харчових марок сталі. Він має спеціальну конструкцію, яка дозволяє йому здійснювати своє пряме призначення. Щоб максимально продовжити його якісну роботу, потрібно під час його використання дотримуватися всіх строгих правил експлуатації. Це дозволить Вам успішно застосовувати його для своїх цілей досить тривалий час.

Реактори-змішувачі володіють багатьма перевагами, які звертають на себе увагу. До них можна віднести той факт, що з поставленим завданням він справляється швидко і якісно. Плюс до всього при цьому йому не заважає низька температура навколишнього середовища [32].

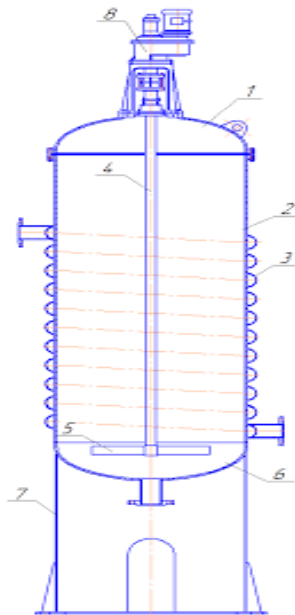


Рис. 2.7 Загальний вигляд реактора - змішувача

- Відцентровий насос ПЦН – 600

Перед пуском насос і всмоктувальна труба 4 повинні бути заповненні рідиною. Після цього вмикають двигун, який приводить в обертанні робоче колесо 2. Рідина обертається разом з колесом і під дією відцентрової сили відкидається від центру робочого колеса до її периферії, заповнює нерухому спіральну камеру 3 і по нагнітальному трубопроводі 1 піднімається на висоту z_2 . При цьому утворюється розрідження у вході в робоче колесо. Під дією атмосферного тиску рідина із прийомного резервуара через фільтр 6 і прийомний клапан 5 по всмоктувальному трубопроводу 4 поступає в насос, заповнює центральну частину робочого колеса, і відкидається до периферії колеса і т. д. таким чином під дією неперервної відцентрової сили утворюється неперервний потік рідини через відцентровий насос. При течії рідини через робоче колесо механічна енергія двигуна перетворюється в енергію потоку рідини. При цьому на виході із робочого колеса збільшується її тиск [32].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

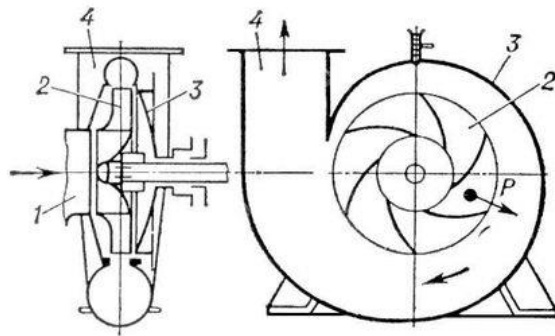


Рис. 2.8 Схема відцентрового насосу консольного типу

1 – підвід рідини; 2 – робоче колесо (а – ведучий диск, б – ведений диск, в – лопатки колеса); 3 – спіральний відвід; 4 – напірний патрубок; 5 – кромка спірального відводу

- Збірник

Збірник призначений для накопичення суміші та короткочасного зберігання. Він являє резервуар, який не виконує ніяких технологічних процесів. Його призначення становить накопичення певної кількості суміші для повного заповнення наступного апарату та на випадок виникнення аварійної ситуації.

Будова: складається із неіржавіючого корпусу. Стоїть за рахунок трьох ніжок. Присутній ремонтний лук за рахунок, якого можна проводити ремонт. Даний резервуар оснащений патрубком для підводу води і форсункою за рахунок якої відбувається санітарна очистка. Також присутній патрубок для подачі сировини та двома патрубками, які розміщені в низу. Один для вивантаження сировини інший для видалення відпрацьованої води [33].



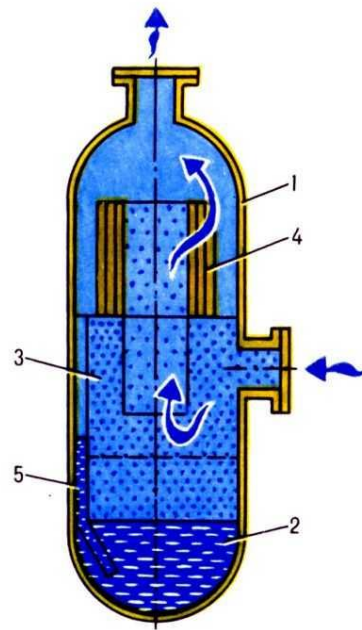
Рис. 2.9 Загальний вигляд вертикального збірника

- Газовий сепаратор

Апарат для очищення продукції газових і газоконденсатних свердловин від води, вуглеводневого конденсату і механічних домішок. Він комплектується приладами для контролю тиску, температури газу і рівня рідини. Принцип дії гравітаційного газового сепаратора заснований на зниженні швидкості газу в ньому до величини, при якій домішки осідають під дією сили тяжіння. Сепаратори прості за конструкцією, але громіздкі і металоємні. Ефективність сепарації 75-90%. У інерційних газових сепараторах осадження домішок на поверхні насадки відбувається внаслідок багаторазового відхилення потоку (спеціальними насадками). Насадки виконуються з пластин різної конфігурації і фільтруючих матеріалів. Найбільш поширені жалюзійні і сітчасті насадки, які застосовуються в якості кінцевих сепараційних секцій і забезпечують ефективність сепарації 95-99% [34].

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

а



б

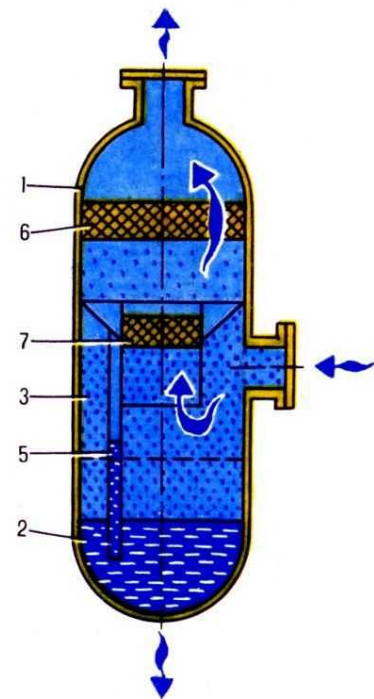


Рис. 2.10 Схема гравітаційно-інерційного з жалюзійною насадкою (а) і гравітаційно-інерційного з сітчастою насадкою (б) газових сепараторів.

1 - корпус, 2 - збірка рідини, 3 - секція попередньої (гравітаційної) сепарації, 4 - кільцева жалюзійні насадка, 5 - зливна труба с гідрозатворів секції тонкої сепарації, 6 - сітчаста насадка, 7 - сітчастий коагулятор.

- Мембранний апарат

Для технологій мембранного поділу газів застосовується сучасна поволоконної мембрана, що складається з пористого полімерного волокна з нанесеним на його зовнішню поверхню газороздільних шаром. Пористе волокно має складну асиметричну структуру, щільність полімеру зростає в міру наближення до зовнішньої поверхні волокна. Застосування пористих підкладок з асиметричною структурою дозволяє розділяти гази при високому тиску (до 6,5 МПа).

Товщина газороздільних шару волокна не перевищує 0,1 мкм, що забезпечує високу питому проникність газів через полімерну мембрану.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Існуючий рівень розвитку технології дозволяє виробляти полімери, які мають високу селективність при поділі різних газів, що, відповідно, забезпечує високу чистоту газоподібних продуктів. Сучасний мембранний модуль, який використовується для технології мембранного поділу газів, складається зі змінного мембранного картриджа і корпусу. Щільність упаковки волокон у картриджі досягає значень 3000-3500 квадратних метрів волокна на один кубічний метр картриджа, що дозволяє мінімізувати розміри газороздільних установок.

Поділ суміші за допомогою мембранної технології відбувається за рахунок різниці парціальних тисків на зовнішній і внутрішній поверхнях поволоковою мембрани. Газы, «швидко» проникаючі через полімерну мембрану (наприклад H_2 , CO_2 , O_2 , пари води, вищі вуглеводні), надходять всередину волокон і виходять з мембранного картриджа через один з вихідних патрубків. Газы, «повільно» проникаючі через мембрану (наприклад, CO , N_2 , CH_4), виходять з мембранного модуля через другий вихідний патрубок [34].

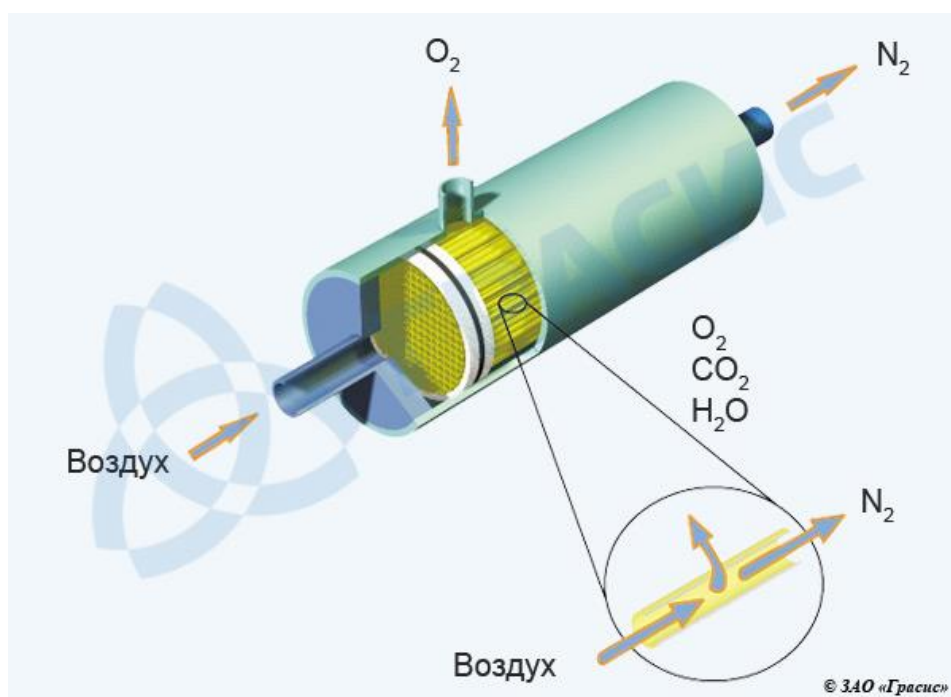


Рис.2.11 Мембранний апарат для уловлювання CO₂

2.6 Розрахунок реактора з рамною мішалкою

Рамні мішалки застосовують для перемішування великих обсягів сумішей з високою в'язкістю. Вони мають лопаті у вигляді рами, що складається з окремих горизонтальних, вертикальних, а іноді і похилих лопатей, пов'язаних між собою для більшої жорсткості. Являє собою конструкцію містить вал з імPELLером у вигляді рами різної конфігурації. Мотор-редуктор з невеликим числом оборотів служить приводом рамної мішалки.

Рамні мішалки відрізняються низьким числом оборотів 20-60 хв-1.

Для розрахунку в якості перемішує органу апарату обрана рамна мішалка. Даний тип механічного пристрою, дозволяє виключити відкладення опадів на днище апарату і збільшити тепловіддачу, а також прекрасно підходить для перемішування абсолютно будь-яких середовищ за рахунок тихохідної роботи. Також вибір мішалки обґрунтований тим, що робоче середовище має в'язкість $\mu = 5$ мПа·с, а діапазон її застосування становить по в'язкості середовища 1-10000 мПа·с з окружною швидкістю $w = 0,5 \dots 4$ м / сек. Робоча температура перемішуємо середовища 170°C .

З огляду на те, що внутрішній діаметр апарату становить $D1 = 1,1$ м, то попередньо приймаємо, згідно з таблицею нормалі МН 5874-66 діаметр мішалки рівний $d_m = 0,960$ м з окружною швидкістю мішалки рівній $w = 2,4$ м / с.

Апарат являє собою зварену конструкцію утворить собою корпус 1, який складається з двох еліптичних кришок і циліндричної обичайки. Для перемішування середовища апарат забезпечений рамним пристроєм, 5, що приводиться в рух планетарним мотор-редуктором 7 через муфту пружну втулочно-пальцеве (МУВП). Привід змонтований на вертикальній стійці 4 кришки апарату. У місці проходження валу через кришку за рахунок великого вильоту валу апарат забезпечений торцеве ущільнення (не показаний на малюнку).

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Утримання необхідної температури внутрішнього середовища і її нагрівання, а також зменшення тепловтрат в навколишнє середовище здійснюється сорочкою апарату 3, яка забезпечена штуцерами для подачі М1 і виведення М2 теплоносія.

Додаткове теплозбереження апарату, досягається за рахунок пристрою теплової ізоляції.

Апарат забезпечений наступними штуцерами:

- відбору проб Б;
- технологічний В;
- повернення конденсату Г і відбору парів Р;
- завантаження рідких компонентів Д;
- входу Ж і виходу Про продукту;
- аварійного скидання Е;
- манометра і, датчика тиску До і термопари П;
- резервні З і Л.

Обслуговування апарату здійснюється через люк А.

Апарат монтується на бетонну основу на чотирьох опорах-лапах 2.

Основні технічні параметри ємнісного реактора з рамною мішалкою СЕРн – 1,5 м³

Таблиця 2.14

№ поз.	Характеристика	Значення
1	Об'єм	1500 л
2	Діаметр валу мішалки в зоні ущільнення	60 мм
3	Висота	3000 мм
4	Ширина	1100 мм
5	Споживна потужність	7500 Вт
8	Частота обертання мішалки	0,7 об/с
9	Напруга	380

Робочий об'єм апарата $V_p = 1200 \text{ л} = 1,2 \text{ м}^3$

Повний об'єм апарата $= V_{\Pi} = 1500 \text{ л} = 1,5 \text{ м}^3$

1. Приймаємо відстань між лопатями і стінкою апарата $\delta = 25 \text{ мм}$
2. Об'єм еліптичного відбірного днища з діаметром $D_d = 1,1 \text{ м}$ ГОСТ 6533-78:

$$V_d = 0,258 \text{ м}^3$$

Згідно стандартними розмірами діаметрів застосовуваних мішалок ГОСТ 20680-2002, приймаємо найближче більше значення діаметра мішалки, що дорівнює $d_m = 960 \text{ мм}$.

Геометричні параметри проєктованого пристрою, «Мішалка 10.2-1700-12X18H10T АТК 24.201.17» відповідно до таблиці 7 [5] наведені нижче:

$d_m = 960 \text{ мм}$; $d = 60 \text{ мм}$; $h = 150 \text{ мм}$; $H_1 = 600 \text{ мм}$; $b = 120 \text{ мм}$; $s = 14 \text{ мм}$;

$H = d_m = 960 \text{ мм}$,

3. Частота обертання вала мішалки:

$$n = \frac{w}{\pi \cdot d} = \frac{2,4}{3,14 \cdot 1,05} = 0,7 \text{ об/с}$$

4. Значення критерію Рейнольдса:

$$Re_B = \frac{n^2 \cdot d^2 \cdot \rho}{\mu} = \frac{0,7 \cdot 1,05^2 \cdot 990}{5} = 153$$

5. Для рамної мішалки з двома горизонтальними лопатями критерій потужності складає:

$$K_N = 12 Re_B^{0,77} \left(\frac{h}{d} \right) = 12 \cdot 153^{0,77} \left(\frac{0,96}{1,05} \right) = 528$$

6. Потужність, що витрачається на перемішування:

$$N = K_N \cdot \mu \cdot n^2 \cdot d^3 = 528 \cdot 5 \cdot 0,7^2 \cdot 1,05^3 = 3056 \text{ Вт}$$

7. Потужність, що втрачається на сальнику:

$$\begin{aligned} N_c &= 9,84(P + 0,98 \cdot 10^5) f \cdot l \cdot n \cdot d^2 \\ &= 9,84(80 \cdot 10^5) \cdot 0,2 \cdot 0,16 \cdot 0,04^2 \cdot 0,7 = 2821 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Де $f = 0,2$ – коефіцієнт тертя,

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$l = 4d = 4 \cdot 0,04 = 0,16$ м – довжина набивки сальника

8. Потужність електродвигуна приводу визначається за формулою:

$$N_{\text{дв}} = \frac{k_1 \cdot N + N_c}{\eta} = \frac{1,09 \cdot 3056 + 2821}{0,85} = 7536 \text{ Вт} \approx 7,5 \text{ кВт}$$

$$\text{де } k_1 = \frac{H_p}{D} = \frac{0,75 \cdot 1,6}{1,1} = 1,09$$

k_1 коефіцієнт, що враховує заповнення ємності перемішувальною рідиною: H_p - висота рідини в ємності, м; D - діаметр ємності, м;

N - потужність, що витрачається на перемішування;

N_c - потужність, що втрачається у сальниках;

$\eta = 0,85-0,9$ – к.к.д приводу.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

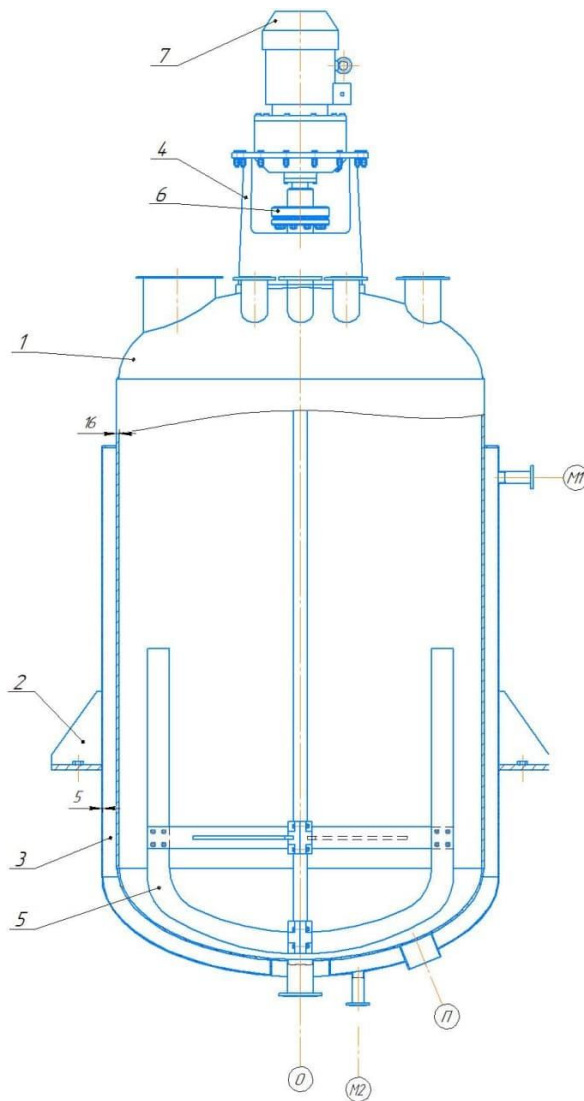


Рис. 2.12 Апарат з рамною мішалкою:

1 - корпус; 2 - опора-лапа; 3 - сорочка апарату; 4 - стійка приводу; 5 - мішалка рамна; 6 - муфта МУВП; 7 - мотор-редуктор

Механічні розрахунки

Попередній розрахунок товщини лопаті:

Розрахунковий момент в місці приєднання якоря до маточини:

$$M_{\text{з}} = \sqrt{M^2 + 4M'_{\text{кр}}{}^2} = \sqrt{318^2 + 4 \cdot 203,2^2} = 319,3 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$\text{де } M = 0,0813 \frac{N_{\text{м}}}{n} = 0,0813 \frac{2582}{0,66} = 318 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Розрахунковий крутний момент, що виникає в місці приєднання якоря до маточини:

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$M'_{кр} = 0,0542 \frac{[(0,5d_m)^3 - (0,5d_m - b)^3](H - b)N_m}{[(0,5d_m)^4 - (0,5d_m - b)^4](H + a)n} =$$

$$= 0,0542 \frac{[(0,5 \cdot 1,7)^3 - (0,5 \cdot 1,7 - 0,12)^3](1,7 - 0,12) \cdot 2582}{[(0,5 \cdot 1,7)^4 - (0,5 \cdot 1,7 - 0,12)^4](1,7 + 0,084) \cdot 0,66} = 203,2 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где $a = \frac{b}{H \left[\left(\frac{0,5d_m}{0,5d_m - b} \right)^4 - 1 \right]} = \frac{0,12}{1,4 \cdot \left[\left(\frac{0,5 \cdot 1,7}{0,5 \cdot 1,7 - 0,12} \right)^4 - 1 \right]} = 0,084 \text{ м}$

Момент опору перетину якоря з урахуванням надбавки на корозію:

$$W = \frac{(s - 2c)(b - 2c)^3 + (b - s)(s - 2c)^3}{6(b - 2c)} =$$

$$= \frac{(0,014 - 2 \cdot 0,001)(0,2 - 2 \cdot 0,001)^3 + (0,12 - 0,014)(0,014 - 2 \cdot 0,001)^3}{6(0,12 - 2 \cdot 0,001)} = 28 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3,$$

де $c=1$ мм – прибавка на корозію.

Виробляємо перевірку якоря на міцність при згині:

$$\sigma = \frac{M_y}{W} = \frac{319,3}{28 \cdot 10^{-6}} = 11,4 \text{ МПа} \leq \sigma_{доп} = 155 \text{ МПа},$$

где $[\sigma]=155$ МПа – допустима напруга для сталь 12Х18Н10Т при робочій температурі 175°С.

Як видно з розрахунку, умова міцності при товщині лопаті $s = 14$ мм виконується [36].

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Опис апаратурно-технологічної схеми

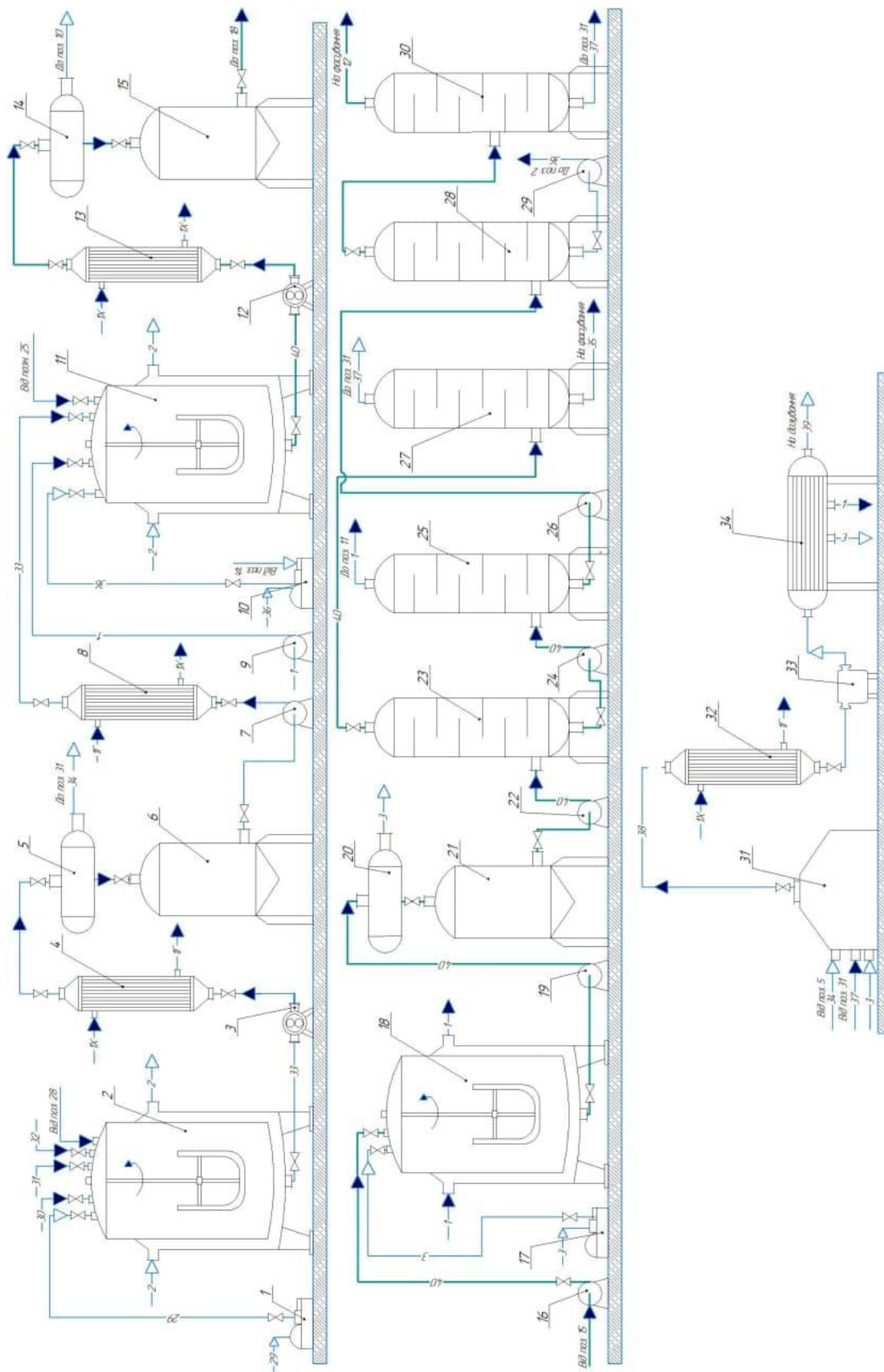


Рис.2.13 Апаратурно-технологічна схема отримання пропіонової кислоти

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кобальтпіридиновий комплекс (КПК) отримується в реакторі 2, в який з подається органічний розчинник (етиленгліколь), розчин солі кобальту та піридин. Туди ж витяжним компресором 1 подається синтез – газ (CO + H₂) у співвідношенні 1 : 1. Вся маса надходить у верхню частину реактора 25. Утворення кобальтпіридинового комплексу здійснюється при температурі 160 – 170 ° C і тиску 8 – 10 МПа.

Продукти карбонілювання кобальтпіридинового комплексу після реактора охолоджуються в теплообміннику 4 до 40 ° C і далі надходять в сепаратор 5.

Непрореагований газ (CO) з сепаратора спалюється в печі 31. Процес відбувається протягом 45 хв. Розчин кобальтпіридинового комплексу з сепаратора збирається в збірник 6 і далі направляється в реактор гідрокарбосилування 11. У реактор 11 компресором 10 подається також етилен і монооксид вуглецю, а насосом 9 - реакційна вода.

Гідрокарбосилування етилену здійснюється при температурі 170 ° C і тиску 8 – 10 МПа. Продукти гідрокарбосилування виходять знизу реактора 11, охолоджуються в теплообміннику 13 до 40 ° C і надходять в сепаратор 14. У сепараторі відбувається відділення від реакційної суміші непрореагувавших монооксиду вуглецю і етилену протягом 45 хв, які повертаються в рецикл. Рідкі продукти з сепаратора збираються в збірник 15 і далі надходять в реактор 18, куди компресором 17 в якості окислювача подається повітря. Під впливом кисню при температурі 40 – 60 ° C і атмосферному тиску здійснюється переведення кобальтпіридинового комплексу в неактивну сольову форму. З реактора 18 продукти надходять в сепаратор 20, де відокремлюються від відпрацьованого повітря протягом 35 хв і збираються в збірник 21. Із збірника 21 продукти гідрокарбосилування етилену направляються на колону ректифікації 23. Дистилят колони 23 надходить в колону 27, а кубовий продукт - в колону 25. Ректифікація відбувається протягом 1 год. З верху колони 27 відганяється органічний залишок, який відводиться на спалювання, а з низу

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		71

відбирається товарний діетилкетон. Дана ректифікація відбувається 45 хв. З колони 25 відганяється також вода, яка направляється знову в процес в реактор 14. Кубовий продукт колони 25 подається в колону 28. З низу колони 28 виводиться розчин кобальтової солі в розчиннику і піридині, який прямує в реактор 2 для отримання кобальтпіридинового комплексу. Дана ректифікація відбувається протягом 1,5 год. Дистилят колони 28 подається в колону 30. З верху колони 30 відбирається товарна пропіонова кислота протягом 30 хв. Органічний залишок з колони направляється на спалювання до печі 31. Додатковою стадією є спалювання органічного залишку та СО в печі 31. Продукти, що утворилися після спалювання прямують до мембранного апарату 34, де відбувається розділення азоту та відпрацьованої води від вуглекислого газу, який прямує на склад для подальшого продажу[35, 37].

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		72

РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

3.1 Розрахунок чисельності працівників

Розрахунок чисельності працівників може здійснюватися різними способами. Чисельність керівників і фахівців може розраховуватися за кількістю робочих місць або посад і за нормативами відносної чисельності основних і допоміжних робітників одного цеху. Чисельність робітників також розраховується різними методами:

- за нормами обслуговування, наприклад чисельність апаратників
- по трудомісткості продукції, що випускається, наприклад чисельність ремонтників-слюсарів можна визначити за трудомісткістю ремонтних робіт
- за кількістю робочих місць, наприклад комірників, прибиральників виробничих приміщень.

Методика розрахунку чисельності основних робітників харчової промисловості найчастіше ґрунтується на нормах обслуговування.

Розрахунок чисельності апаратників зміни:

$$S_{зм} = n / N_{ОБСЛ} \quad (3.1)$$

Де $S_{зм}$ - змінна чисельність апаратників,

n - кількість одиниць однотипного обладнання,

$N_{ОБСЛ}$ - обслуговування, норма обслуговування.

$$S_{доб} = S_{см} * C \quad (3.2)$$

Де C - кількість змін на добу,

$S_{доб}$ - добова кількість робочих.

Штатна чисельність.

Для умов безперервної процесу:

$$S_{шт} = S_{доб} \quad (3.3)$$

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.004.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Репетуєва С.С.</i>			ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Бойчук Т.М.</i>					73	109
Реценз.						НУХТ, каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		<i>Подобій О.В.</i>						
Затверд.		<i>Носенко Т.Т</i>						

Для безперервного виробництва:

$$S_{шт} = S_{доб} + S_{см} \quad (3.4)$$

Облікова чисельність працівників:

$$S_{оч} = S_{шт} * K_{пер} \quad (3.5)$$

$K_{пер}$ - коефіцієнт перерахунку.

Розрахунок чисельності ремонтних робітників.

$$S_{сут} = \Sigma TP / F_N \quad (3.6)$$

Де TP - трудомісткість ремонтних робіт,

F_N - номінальний фонд часу одного середньооблікового робітника.

для розрахунку чисельності робітників і для чіткого уявлення їх позмінної роботи складається графік змінності, і баланс робочого часу одного середньооблікового робітника. Ці розрахунки будуть представлені в таблицях 3 і 4.

Розрахунок чисельності працівників визначається на базі штатного розкладу діючого виробництва, і результати розрахунків зведені в таблицю 3.1.

Вихідні дані для складання графіка змінності.

1. безперервне виробництво, тривалість зміни - 8 год
2. кількість бригад (А, Б, В, Г) - 4
3. середнє число виходів на роботу в місяць - 22,5 годину
4. норма робочого часу на місяць - 173,1 годину
5. фактично відпрацьований час за місяць - 182,5 годину
6. переробка понад норму за місяць - 9,4 год
7. число періодів відпочинку за місяць - 7,5
8. середня тривалість відпочинку при переході з зміни в зміну

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ</i>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1

Баланс робочого часу одного середньоспискового робочого

Показники	Виробництво			Безперервне виробництво		
	Дні	Години	%	Дні	Години	%
Календарний фонд часу	365	2993	100	365	2920	100
Вихідні дні	104	852,8	14	92	736	12,9
Святкові дні	12	96		273	2184	
Скорочення робочого дня в передсвяткові дні	250	5		35	280	
Номінальний фонд часу	35	2046	10,4	26	208	9,5

Номінальний фонд часу

$$K_{\text{пер}} = F_{\text{н}} / F_{\text{еф}} \quad (3.7)$$

$$\text{Де } K_{\text{пер}}^{\text{пр}} = 2046 / 1759 = 1,16 \quad (3.8)$$

$$K_{\text{пер}}^{\text{непр}} = 2184 / 1904 = 1,14 \quad (3.9)$$

3.2 Розрахунок фонду заробітної плати

Розрахунок заробітної плати являє собою планування річного фонду з / п по категорії працівників. Спрощений розрахунок заробітної плати керівників, фахівців, службовців виробляються на підставі місячних окладів діючого виробництва, результати зведені в таблицю 6.

Розрахунок з / п робітників здійснюється за тарифній системі за нормативами діючого виробництва.

Далі наводиться приклад розрахунку з / п апаратника, що працює в умовах безперервного виробництва.

Тарифний фонд заробітної плати

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ</i>	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$П_T = T_{CT} * F_{эф} * S_{СП} \quad (3.10)$$

Де T_{CT} - годинна тарифна ставка, грн

$T_{эф}$ - ефективний фонд часу, ч

$S_{СП}$ - спискова чисельність

$$ЗП_T = 16,818 * 1904 * 9,12 = 292035,82 \quad (3.11)$$

Основний фонд заробітної плати

Для умов безперервної виробництва:

$$ЗП_{ОСНОВ} = ЗП_T + T \quad (3.12)$$

Для умов безперервного виробництва:

$$ЗП_{ОСН} = ЗП_T + П + Д_Н + Д_В + Д_{СВ} + Д_{ПР} \quad (3.13)$$

П - премія

$$П = ЗП_T * \% П \setminus 100\% = 292035,82 * 50/100 = 146017,91 \quad (3.14)$$

$Д_Н$ - доплата за ніч

$$Д_Н = 1 \setminus 3 * ЗП_T * 0,4 = 1/3 * 292035,82 * 0,4 = 38938,1 \quad (3.15)$$

$Д_В$ - доплата за вечірні години

$$Д_В = 1 \setminus 4 * ЗП_T * 0,2 = 1/4 * 292035,82 * 0,2 = 14601,79 \quad (3.16)$$

$Д_{СВ}$ - доплата за понаднормові

$$Д_{СВ} = 9,4 \text{ год} * 12 \text{ міс} * T_{CT} * 0,5 * S_{ШТ} = 9,4 * 12 * 16,818 * 0,5 * * 8 = \\ = 7588,28 \quad (3.17)$$

$Д_{ПР}$ - доплата за святкові дні

$$Д_{ПР} = 12 \text{ дн} * 8 \text{ год} * T_{CT} * S_{ДОБ} = 12 * 8 * 16,818 * 6 = 9687,16 \quad (3.9)$$

$$ЗП_{ОСНОВ} = 508869,06 \quad (3.18)$$

Додаткова заробітна плата.

$$ЗП_{ДОП} = О_{ВІДП} + О_{Г.ОБ} \quad (3.19)$$

$О_{ВІДП}$ - оплата відпустки

$$О_{ВІДП} = ЗП_{ОСНОВ} * Д_{ВІДП} \setminus ТЕФ = 508869,06 * 208/1904 = 55590,73 \quad (3.20)$$

$О_{Г.ОБ}$ - оплата виконання державних обов'язків.

$Д_{ВІДП}$ - тривалість відпустки

$$О_{Г.ОБ} = ЗП_{ОСНОВ} * Д_{Г.ОБ} \setminus ТЕФ = 508869,06 * 8/1904 = 2138,1 \quad (3.21)$$

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ</i>	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДГ.ОБ - тривалість виконання обов'язків.

ЗПДОП = 57728, 83

Річний фонд заробітної плати

$$\text{ЗПГОД} = 3\text{П}_{\text{основ}} + 3\text{П}_{\text{дод}} \quad (3.22)$$

ЗПГОД = 566597,89

Таблиця 3.2

Посада і категорія	Кількість по штату	Місячний оклад, грн	Річний фонд з \ п, грн
Керівник цеху	1	11140	133680
Замісник керівника	1	6900	82800
Зам. Керівника по обладнанню	1	6750	81800
Мастер по ремонту технології обладнанн	1	5100	61200
Мастер дільниці	1	46800	56160
Мастер зміни	5	5190	62280
Механік цеху	1	5910	70920
Інженер ІІ категорії	1	3000	36000

3.3 Розрахунок собівартості продукції

Собівартість продукції являє собою виражені в грошовій формі поточні витрати підприємства, пов'язані з продуктивною і комерційною його діяльністю.

Собівартість продукції є не тільки важливою економічною категорією, а й якісним показником, так як вона характеризує рівень використання всіх ресурсів, змінного і постійного капіталу, знаходяться в розпорядженні підприємства.

Як економічна категорія, собівартість продукції виконує ряд найважливіших функцій: облік і контроль всіх витрат на випуск і реалізацію

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продукції, основа для формування базової ціни на продукцію підприємства, визначення прибутку та рентабельності, економічне обґрунтування доцільності розширення реконструкції технічного переозброєння підприємства, визначення оптимальних розмірів підприємства, економічне обґрунтування та прийняття будь-яких управлінських рішень.

У даній роботі розраховується планова собівартість продукції проєктованого виробництва, калькуляція послідовно цехову, виробничу і повну собівартість.

Для розрахунку собівартості крім розрахованих показників, необхідно визначити суму амортизаційних відрахувань основних фондів, які застосовуються на рівні діючого виробництва.

Таблиця 3.3

Сировина	Одиниця виміру	Ціна за грн/100 кг
Етилен	кг	1370
Вода	л	300
Монооксид вуглецю	л	4100
Всього		5770

Сума амортизації розраховується за формулою:

$$A = \Phi * N_a \backslash 100\% \quad (3.23)$$

Де Φ - вартість основних фондів, грн;

N_A - норма амортизації.

Таблиця 3.4

Амортизація основних фондів

Група	Вартість	Середня	Сума
основних	основних	норма	амортизації, грн
виробничих фондів	фондів, грн	амортизації, %	

Будівлі	17328931	3,1	537196,86
Трубопроводи	38829846	10,5	1066873
Електрообладнання	40054604	20,1	4077133,8
Технологічне обладнання	68044166	12,2	8050975,4
АСУТП і засоби КІП	6833550	20,9	8301388,3
Споруди	25401737	4,2	23461780

3.4 Розрахунок економічної ефективності

Показники, що характеризують ефективність виробництва різноманітні і кожен з них має своє певне значення і завдання. При проектуванні нової технології важливими показниками є: економічна ефективність вкладення капітальних витрат, їх термін активності, передбачувана ціна на продукцію, рентабельність продукції і виробництва і ряд інших показників.

Розрахунок показників раціонально почати з визначення передбачуваної ціни. Ціна відображає суспільно необхідні праці, така ціна формується на ринку при реалізації продукції, при взаємодії попиту і пропозиції. При плануванні виробництва, особливо при проектуванні нового виробництва підприємство визначає ціну на товар, яка забезпечує достатню для підприємства прибутковість. Існує багато методів визначення ціни продукції, але найбільш простим і часто використовуваним є витратний метод. Сутність його полягає в тому, що до витрат пов'язаних з виробництвом продукції додається нормативний прибуток. У даній роботі використовується метод ціноутворення витрат виробництва і ціна розраховується наступним чином:

$$Ц = С + П \quad (3.24)$$

$$П = С * \% П \setminus 100 \% \quad (3.25)$$

Де Ц - оптова ціна підприємства,

С - повна собівартість продукції,

% П - норма рентабельності, при проектуванні можна прийняти в розмірах від 20 до 35%.

Розрахунок прибутку.

$$П = 869,5 * 30\% \ / \ 100\% = 260,85 \text{ грн.} \quad (3.26)$$

$$П_{Г} = П * M_{Г} = 260,85 * 190000 = 49561500 \text{ грн.} \quad (3.27)$$

Де $P_{Г}$ - передбачуваний прибуток отримана при повному використанні потужності.

Ціна одиниці продукції дорівнює:

$$Ц = 869,5 + 260,85 = 1130,35 \text{ грн.} \quad (3.28)$$

Абсолютна економічна ефективність:

$$E = E \ / \ K = 49561500 \ / \ 135865743,6 = 0,36 \quad (3.29)$$

Де E - показовий коефіцієнт абсолютної економічної ефективності, його нормативна величина 0,16.

E - ефект, отриманий від використання капітальних вкладень, в даному випадку - це річний прибуток.

Термін окупності капіталовкладень:

$$T = K \ / \ E = 135865743,6 \ / \ 49561500 = 2,7 \text{ року} \quad (3.30)$$

Де T - термін окупності, нормативна величина якої 6,25 років.

оскільки розрахункові показники абсолютної економічної ефективності і терміну окупності значно краще нормативної, то проектувана технологія ефективна.

Рентабельність продукції.

В даному розрахунку рентабельність продукції була задана 30% .

$$P = 1130,35 - 869,5 \ / \ 869,5 * 100\% = 30\% \quad (3.31)$$

При реалізації продукції фактична ціна може бути інший.

Рентабельність виробничих фондів.

$$P = P_{В} \ / \ P_{Ф} * 100\% \quad (3.32)$$

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де Π_B - валова або балансовий прибуток, вона включає прибуток від реалізації продукції, прибуток від реалізації зайвих основних фондів іншого майна і прибуток по позареалізаційних операціях в даному розрахунку ми її приймаємо рівною річного прибутку.

Π_Φ - середньорічна вартість виробничих фондів, яка складається з середньорічної вартості основних фондів і оборотних засобів. У хімічній промисловості при проектуванні вартість оборотних коштів можна прийняти в розмірі 20% вартості основних фондів.

$$\Pi_\Phi = 135865743,6 * 1,25 = 169832179,5 \quad (3.33)$$

$$P = 49561500 \setminus 169832179,5 * 100 \% = 29\% \quad (3.34)$$

Рентабельність основних виробничих фондів.

$$P = \Pi_B \setminus \Phi_{\text{осн}} * 100\% = 49561500 \setminus 135865743,6 * 100 = 36\% \quad (3.35)$$

Норма валового прибутку

$$P = \Pi_B \setminus V_{\text{реал}} * 100\% \quad (3.36)$$

Де $V_{\text{реал}}$ - обсяг реалізованої продукції або обсяг продажів.

$$V_{\text{реал}} = \Pi * M_r = 1130,35 * 190000 = 214766500 \quad (3.37)$$

$$P = 49561500 \setminus 214766500 * 100\% = 23\%$$

Норма чистого прибутку

$$P = \Pi_{\text{ч}} \setminus V_{\text{реал}} * 100\% \quad (3.38)$$

$$\Pi_{\text{ч}} = \Pi_r - H \quad (3.39)$$

Де $\Pi_{\text{ч}}$ - чистий прибуток;

H - податок на прибуток, він становить 24% від оподаткованого прибутку.

В даному розрахунку пільг податкова не передбачається, тому оподатковуваним прибутком є річна сума прибутку.

$$\Pi = \Pi_B - \Pi_B * 24\% \setminus 100\% = 49561500 - 49561500 * 24 \setminus 100 = 37666740$$

$$P = 37666740 \setminus 214766500 * 100 = 17,53\% \quad (3.40)$$

Ефективність виробництва можна охарактеризувати показником фонду віддачі.

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ</i>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_{\text{отд}} = V_{\text{реал}} \setminus \Phi_{\text{осн}} = 214766500 \setminus 135865743,6 = 1,58 \quad (3.41)$$

Для характеристики ефективності виробництва можна використовувати показники продуктивності праці.

Річне виробництво в натуральних показниках на одного основного робітника [38, 39].

$$П_{\text{тр}} = M_{\text{г}} \setminus S_{\text{ор}}^{\text{СП}} = 190000 / 27,36 = 6944,44 \text{ т} \quad (3.42)$$

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

- Для контролю органолептичних та фізико-хімічних показників харчової пропіонової кислоти з кожної пакувальної одиниці, що потрапила у вибірку, проводять відбір миттєвих проб і складають сумарну пробу по 4.1.

- При отриманні незадовільних результатів хоча б по одному з органолептичних або фізико-хімічних показників проводять повторні випробування за цим показником на подвоєному обсязі вибірки від цієї ж партії.

Результати повторних випробувань є остаточними і поширюються на всю партію.

При повторному отриманні незадовільних результатів випробувань партію бракують.

- Органолептичні і фізико-хімічні показники харчової пропіонової кислоти в пошкодженій упаковці перевіряють окремо. Результати випробувань поширюються тільки на харчову пропіонову кислоту в цій упаковці.

- Порядок і періодичність контролю показників, що забезпечують безпеку (вміст миш'яку, свинцю, ртуті), встановлює виробник в програмі виробничого контролю.

Методи контролю

1. Відбір та підготовка проб

1.1 Для складання сумарної проби харчової пропіонової кислоти з різних місць кожної пакувальної одиниці, відібраної по 1.3, відбирають миттєві проби рівними порціями з верхнього, нижнього і середнього шарів. Обсяг миттєвої проби повинен бути не більше 100 см³. Обсяг миттєвої проби і

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.004.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Репетуєва С.С.</i>			ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Бойчук Т.М.</i>					83	109
Реценз.						НУХТ, каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		<i>Подобій О.В.</i>						
Затверд.		<i>Носенко Т.Т.</i>						

число миттєвих проб від кожної пакувальної одиниці, що попала у вибірку, повинні бути однаковими.

1.2 Для відбору миттєвих проб використовують пробовідбірники, виготовлені з матеріалів, інертних по відношенню до харчової пропіонової кислоти.

1.3 Миттєві проби поміщають в чисту, суху скляну ємність і ретельно перемішують.

Рекомендований обсяг отриманої сумарної проби повинен бути не менше 1 дм³.

1.4 Підготовлену сумарну пробу ділять на дві рівні частини, які поміщають в чисті, сухі, щільно закриті скляні ємності.

Ємність з першою частиною сумарною проби направляють в лабораторію для проведення аналізів.

Ємність з другої частиною проби опечатують, пломбують і зберігають для повторного контролю в разі виникнення розбіжностей в оцінці якості та безпеки харчової пропіонової кислоти.

Рекомендований термін зберігання проби при температурі не більше 30 °С - три роки .

1.5 Ємності з пробами постачають етикетками, на яких повинні бути вказані:

- повне найменування харчової добавки та її Е-номер;
- назва та місцезнаходження виробника;
- номер партії;
- маса нетто партії;
- число пакувальних одиниць в партії;
- дата виготовлення;
- дата відбору проб;
- термін зберігання проби;
- прізвища осіб, які проводили відбір даної проби;

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- позначення цього стандарту.

1.2. Визначення органолептичних показників

Метод заснований на органолептичній оцінці зовнішнього вигляду, кольору і запаху харчової пропіонової кислоти.

1.2.3 Умови проведення аналізу

При проведенні випробувань повинні бути дотримані наступні умови:

- температура навколишнього повітря від 18 ° С до 25 ° С;
- відносна вологість повітря від 40% до 75%.

При роботі з харчовою пропіоновою кислотою і реактивами всі аналізи слід проводити у витяжній шафі.

1.2.4 Проведення аналізу

1.2.4.1 Зовнішній вигляд і колір харчової пропіонової до кислоти визначають переглядом 20 см³ аналізованої проби, поміщеної в пробірку з безбарвного скла з пришліфованою пробкою або циліндром з пришліфованою пробкою.

При розгляді в прохідному світлі за діаметром пробірки або циліндра рідина повинна бути безбарвною або мати забарвлення не інтенсивніше блідо-жовтого .

1.2.4.2 Для визначення запаху аналізуєму пробу харчової пропіонової кислоти розбавляють дистильованою водою у співвідношенні (1:20). Для цього в чистий, без стороннього запаху стакан місткістю 250 см³ вносять 5 см³ проби, 100 см³ дистильованої води і перемішують. Запах визначають органолептично на рівні краю склянки.

1.3. Тест на розчинність

Метод заснований на візуальному визначенні розчинності харчової пропіонової кислоти в дистильованій воді та етиловому спирті.

1.3.2 Відбір проб по 1.1.

1.3.3 Умови проведення аналізу - по 1.2.3.

1.3.4 Проведення аналізу

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В мірний циліндр з пришліфованою пробкою змішують 25 см³ аналізованої проби і 25 см³ дистильованої води. В іншому такому ж циліндрі змішують 25 см³ проби і 25 см³ етилового спирту. Через 30 хв розчини в циліндрах порівнюють з рівними обсягами відповідно дистильованої води і етилового спирту.

Харчова пропіонова кислота витримує випробування, якщо розчини залишаються прозорими, не виникає помутніння або опалесценції.

1.4 Визначення відносної щільності

Суть методу полягає у визначенні відношення маси заданого обсягу харчової пропіонової кислоти при температурі 20 ° С до маси того ж обсягу дистильованої води при температурі 20 ° С. Щільність рідини визначають за допомогою пікнометра.

1.4.1 Відбір проб - за 1.1.

1.4.2 Умови проведення аналізу - по 1.2.3.

1.4.3 Відносну щільність харчової пропіонової кислоти при температурі 20 ° С визначають за ГОСТ 18995.1 (розділ 2).

1.4.4 Обробку результатів проводять по ГОСТ 18995.1 (підпункт 1.4.1).

1.5. Визначення масової частки основної речовини

Метод заснований на нейтралізації пропіонової кислоти гідроксидом натрію в присутності кислотно-основного індикатора.

1.5.2 Відбір проб - за 1.1.

1.5.3 Умови проведення аналізу - по 1.2.3.

1.5.4 Підготовка до аналізу

1.5.4.1 Розчин гідроксиду натрію молярної концентрації $c(\text{NaOH}) = 1$ моль / дм³ готують по ГОСТ 25794.1 (пункт 2.2).

Термін зберігання розчину в щільно закритому полімерному посуді при температурі (20 ± 5) °С - не більше 3 міс.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт поправки водного розчину гідроксиду натрію молярної концентрації $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ моль} / \text{дм}^3$ визначають по ГОСТ 25794.1 (підпункт 2.2.3) по соляній, сірчаній або бурштиновій кислоті.

1.4.2 Спиртовий розчин фенолфталеїну масовою часткою 1% готують по ГОСТ 4919.1 (пункт 39а)).

Термін зберігання розчину при температурі $(20 \pm 5)^\circ \text{C}$ - не більше 12 міс.

1.5.5 Проведення аналізу

3 г аналізованої проби з записом результату зважування до третього десяткового знака поміщають в конічну колбу місткістю 250 см^3 , змішують з 50 см^3 дистильованої води, додають дві-три краплі розчину фенолфталеїну по 5.4.2 і титрують розчином гідроксиду натрію з 1.4.1 до появи слабкого рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 30 с.

1.5.6 Обробка результатів

Масову частку основної речовини харчової пропіонової кислоти,%, обчислюють за формулою:

$$X_1 = \frac{V \cdot K \cdot 0,07408 \cdot 100}{m} \quad (4.1)$$

V - обсяг розчину гідроксиду натрію молярної концентрації $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ моль} / \text{дм}^3$, витрачений на титрування проби, см;

K - коефіцієнт поправки розчину гідроксиду натрію молярної концентрації $(\text{NaOH}) = 1 \text{ моль} / \text{дм}^3$, визначений за 5.4.1;

0,07408 - маса пропіонової кислоти, що відповідає 1 см^3 розчину гідроксиду натрію молярної концентрації $(\text{NaOH}) = 1 \text{ моль} / \text{дм}^3$, г;

100 - коефіцієнт перерахунку результату в відсотки;

m - маса аналізованої проби (див. 6.5.5), г.

Обчислення проводять до другого десяткового знака.

1.6. Визначення температурних меж перегонки

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Суть методу полягає в перегонці 100 см³ харчової пропіонової кислоти і визначенні температур початку та кінця перегонки.

Температура початку перегонки - це температура, зазначена в момент падіння першої краплі дистилляту з кінця трубки холодильника під час перегонки.

Температура кінця перегонки - це температура, зазначена в момент випаровування останньої краплі рідини з дна колби під час перегонки (суха точка), не беручи до уваги краплі рідини, що стікає по стінках колби.

1.6.1 Відбір проб - за 1.1.

1.6.2 Умови проведення аналізу - по 1.2.3.

1.6.3 Температурні межі перегонки харчової пропіонової кислоти визначають в приладі з похилим скляним холодильником по ГОСТ 18995.7 (розділ 1) або в приладі з вертикальним скляним холодильником по ГОСТ 18995.7 (розділ 2) з використанням рідинного скляного термометра з діапазоном вимірювання температури від 100 ° С до 155 ° С і ціною ділення шкали 0,1 ° С або 0,2 ° С за ГОСТ 28498.

1.6.4 Обробку результатів проводять по ГОСТ 18995.7 (розділ 3, пункт 3.1).

1.7 Визначення масової частки нелетючого залишку

Суть методу полягає у визначенні маси залишку проби харчової пропіонової кислоти після її випаровування і висушування залишку в сушильній шафі при температурі 140 °С.

1.7.2 Відбір проб - за 4.1.

1.7.3 Умови проведення аналізу – по 1.2.3.

1.7.4 Проведення аналізу

Випарювальну чашку (платинову, кварцову або фарфоровий) сушать в сушильній шафі за нормальної температури (140 ± 2)°С 30 хв, охолоджують в ексикаторі з зневодненим хлористим кальцієм 40 хв і зважують із записом результату зважування до третього десяткового знака. Висушування чашки

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повторюють при тих же умовах до тих пір, поки розбіжність між результатами двох послідовних зважувань буде не більше 0,001 г.

У висушену до постійної маси чашку поміщають 100 см³ аналізованої проби, зважують із записом результату до третього десяткового знака і випарюють вміст чашки на киплячій водяній бані або за допомогою інфрачервоної лампи. Потім чашку із залишком поміщають в сушильну шафу, сушать при температурі $(140 \pm 2)^\circ \text{C}$ 30 хв, охолоджують в ексікаторі 40 хв і зважують із записом результату зважування до третього десяткового знака. Висушування чашки із залишком повторюють за тих самих умов до тих пір, поки розбіжність між результатами двох послідовних зважувань буде не більше 0,001 г.

1.7.5 Обробка результатів

Масову частку нелетючого залишку харчової пропіонової кислоти,%, обчислюють за формулою:

$$X_2 = \frac{(m_2 - m) \cdot 100}{m_1 - m} \quad (4.2)$$

де m_2 - маса чашки з висушеним залишком, г;

m - маса сухої чашки, г;

100 - коефіцієнт перерахунку результату в відсотки;

m_1 - маса сухої чашки з аналізованою пробою, г.

Обчислення проводять до четвертого десяткового знака.

1.8 Визначення масової частки альдегідів

Метод заснований на здатності альдегідів, присутніх в харчовій пропіонової кислоті, приєднувати нуклеофільний реагент - бісульфіт натрію до володіє електрофільними властивостями вуглецевого атома карбонільної групи з утворенням бісульфітних похідних альдегідів. Надлишок бісульфіта натрію визначають титруванням розчином йоду, при цьому бісульфіт натрію відновлює вільний йод до йодиду.

1.8.2 Відбір проб - за 1.1.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.8.3 Умови проведення аналізу - за 1.2.3.

1.8.4 Підготовка до аналізу

1.8.4.1 Розчин бісульфіта натрію масової часткою від 4% до 5% готують розведенням 10 см³ розчину бісульфіта натрію масової часткою не менш як 32% у 70 см³ дистильованої води в склянці місткістю 100 см³.

Розчин використовують свіжоприготовленим.

1.8.4.2 Розчин йоду молярної концентрації $c(1/2 J_2) = 0,1$ моль / дм³ готують по ГОСТ 25794.2 (пункт 2.3) або з стандарт-титру (фіксанала) молярної концентрації $c(1/2 J_2) = 0,1$ моль / дм³.

Nthvsy збереження розчину в ємності з темного скла при температурі $(20 \pm 5) ^\circ C$ - не більше 6 міс.

1.8.5 Проведення аналізу

У конічну колбу з притертою пробкою місткістю 250 см³, що містить 50 см³ дистильованої води, поміщають піпеткою 10 см³ розчину бісульфіта натрію (див. 1.8.4.1) і 10 см³ аналізованої проби. Колбу закривають пробкою, перемішують, витримують 30 хв і титрують розчином йоду молярної концентрації $(1/2) = 0,1$ моль / дм³ (див. 1.8.4.2) до появи жовто-коричневого забарвлення розчину.

Паралельно проводять контрольне визначення при тих же умовах, але без аналізованої проби. Жовто-коричнєве забарвлення розчинів в кінці титрування в контрольному визначенні та визначенні з аналізованої пробкою має бути однаковим.

Масова частка альдегідів (в перерахунку на пропіоновий альдегід) в харчовій пропіоновій кислоті вбирається у 0,2%, якщо значення різниці між обсягами розчину йоду молярної концентрації $(1/2 J_2) = 0,1$ моль / дм³, витраченими на титрування в контрольному визначенні та визначенні з пробкою, не перевищує 7 см³.

1.9 Визначення масової частки мурашиної кислоти

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метод заснований на окисленні мурашиної кислоти та інших органічних речовин, що окислюються присутніх в харчовій пропіонової кислоті, бромноватистоокислим натрієм, надлишок якого визначають йодометрично: додають в розчин йодистий калій і титрують йод, що виділився тіосульфатом натрію.

1.9.2 Відбір проб - за 4.1.

1.9.3 Умови проведення аналізу - по 4.2.3.

1.9.4 Підготовка до аналізу

1.9.4.1 Приготування розчину бромноватистоокислого натрію

15,0 г гідроксиду натрію поміщають в стакан місткістю 100 см³ і розчиняють в 50 см³ дистильованої води. Розчин охолоджують до температури (20 ± 5) °С, вносять в нього піпеткою 6 см³ бромну і перемішують до повного його розчинення. Потім розчин переносять в мірну колбу місткістю 2000 см³, доводять обсяг до мітки дистильованою водою і ретельно перемішують.

Розчин використовують свіжоприготовленим.

1.9.4.2 Приготування розчину ацетату натрію

Розчин ацетату натрію масової часткою 20% готують по ГОСТ 4517 (пункт 2.100).

Термін зберігання розчину при температурі (20 ± 5) °С - не більше 12 міс.

1.9.4.3 Приготування розчину йодиду калію

Розчин йодиду калію масовою часткою 25% готують розчиненням 25 г йодиду калію в 75 см³ дистильованої води в склянці місткістю 250 см³.

Розчин використовують свіжоприготовленим.

1.9.4.4 Приготування розчину тіосульфату натрію

Розчин тіосульфату натрію молярної концентрації $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1$ моль / дм³ готують по ГОСТ 25794.2 (пункт 2.11) або з стандарт-титру (фіксанала) молярної концентрації $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1$ моль / дм³.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Термін зберігання розчину в ємності з темного скла при температурі $(20 \pm 5)^\circ \text{C}$ - не більше 6 міс.

1.9.5 Проведення аналізу

У конічну колбу з притертою пробкою місткістю 250 см^3 , що містить 100 см^3 дистильованої води, вносять піпетками 25 см^3 розчину бромноватистоокислого натрію, приготованого по 1.9.4.1, 10 см^3 розчину ацетату натрію по 1.9.4.2 і 10 см^3 аналізованої проби. Колбу закривають пробкою, перемішують і витримують 15 хв. Потім до суміші додають піпетками 5 см^3 розчину йодиду калію по 1.9.4.3 і 10 см^3 соляної кислоти, перемішують і титрують виділився йод розчином тіосульфату натрію по 1.9.4.4 до зникнення коричневого забарвлення розчину.

Паралельно проводять контрольне визначення при тих же умовах, але без аналізованої проби харчової пропіонової кислоти.

Масова частка мурашиної кислоти в харчовій пропіонової кислоти не перевищує 0,1%, якщо значення різниці між обсягами розчину тіосульфату натрію молярної концентрації $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,1 \text{ моль} / \text{дм}^3$, витраченими на титрування в контрольному визначенні та визначенні з пробою, не перевищує 4,4 см.

1.10 Визначення токсичних елементів

1.10.1 Відбір проб по 1.1.

1.10.2 Масову частку свинцю визначають за ГОСТ 26932, ГОСТ 30178 або ГОСТ 30538.

1.10.3 Масову частку миш'яку визначають по ГОСТ 26930, ГОСТ 30538 [8].

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Охорона навколишнього середовища на підприємстві

Головною складовою забруднення навколишнього середовища при виробництві пропіонової кислоти є викиди в атмосферу парникових газів, а саме CO₂. Зміна клімату, обумовлене викидами парникових газів, стає все більш гострою глобальною проблемою.

Концентрація вуглекислого газу в атмосфері Землі в 2016 р подолати психологічно важливу позначку в 400 ppm (parts per million - частинки CO₂ на мільйон частинок повітря). Очікується, що до кінця століття концентрація CO₂ може збільшитися приблизно в 2 рази. При цьому, незважаючи на стійке зростання сонячної і вітрової енергетики, конкурентоспроможної альтернативи традиційним технологіям спалювання вуглеводнів до сих пір не існує.

За даними Міжнародного енергетичного агентства, найбільша частка викидів вуглекислого газу припадає на підприємства чорної металургії (30%) і цементної промисловості (26%). Попит на продукцію цих галузей виросте до 2050 р на 30% і 22% відповідно. Технології уловлювання та захоронення вуглецю (carbon capture and storage technology - CCS) визнані критично важливими для стримування зростання температури на планеті в межах 1,5-2 ° С до 2050 р. Застосування цих технологій - ефективний спосіб істотно знизити обсяг викидів «брудних» підприємств .

Серед міжнародних документів, що встановлюють принципи забезпечення такого роду безпеки, важливу роль відіграють стандарти ISO серії 14000 «Системи управління навколишнім середовищем» (СУНС), в основному прийняті в якості національних стандартів. Їх використання в

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.004.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		<i>Репетуєва С.С.</i>					93	109
Перевір.		<i>Бойчук ТМ.</i>				НУХТ, каф. ТЖХТ		
Реценз.								
Н. Контр.		<i>Подобій О.В.</i>						
Затверд.		<i>Носенко Т.Т</i>						

організації вважається вагомим доказом належної практики ведення бізнесу, а сертифікація СУНС організації на відповідність цим документам є способом досягнення переваг у конкуренції.

Стає все більш очевидною доцільність розробки галузевих стандартів на СУНС, гармонізованих зі стандартами ISO серії 14000, за аналогією з галузевими стандартами на системи менеджменту якості в харчовій промисловості, автомобілебудуванні і т.д., гармонізованими до стандартів ISO серії 9000.

8 листопада 2004 р Міжнародна організація по стандартизації прийняла нові стандарти ISO 14001 та ISO 14004 версії 2004 г. Ці стандарти, на відміну від стандартів ISO серії 9000, випущених в 2000 р, радикально не змінилися. Тут не був потрібен, наприклад, спеціальний перехід до процесного підходу, який і без того мався на увазі, зокрема, в комплексі стандартів ISO 14040. «Оцінка життєвого циклу продукції і послуг». Стандарти нової версії більш співзвучні зі стандартами ISO серії 9000. Крім того, спрощено спільне використання стандартів ISO 14001: 2004 та ISO 14004: 2004, а останній документ виглядає тепер більш систематизованим.

Двадцять років тому світ прийняв рішення різко скоротити викиди CO₂ та інших парникових газів, але мало що було зроблено. Замість цього швидке зростання економік, що розвиваються, особливо активне використання вугілля в Китаї, сприяло збільшенню викидів CO₂.

Небезпечна зміна клімату вже почалася. Якщо світ і далі буде рухатися в цьому напрямку, глобальна температура в кінцевому підсумку зросте на кілька градусів Цельсія, у результаті чого підвищиться рівень моря, почнуться мега-шторми, періоди сильної спеки, масові неврожаї, сильні засухи, повені і різка втрата біорозмаїття.

Тим не менш, зміна світової енергетичної системи - це складне завдання, оскільки викопне паливо широко використовується у світовій економіці. Нафта забезпечує основне паливо для транспорту по всьому світі.

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вугілля і газ спалюються у величезних і все зростаючих кількостях для виробництва електроенергії та для отримання енергії для промисловості.

По суті, є два рішення, але жодне з них не було розгорнуто в досить великих масштабах. Перше полягає в масовому переході з викопного палива на поновлювані джерела енергії, особливо енергію вітру і сонця.

Деякі країни також продовжують використання атомної енергії. Гідроелектростанції не виробляють викидів CO₂, але в світі залишилося всього декілька місць, де вони можуть бути побудовані без істотних екологічних або соціальних витрат.

Друге рішення передбачає збір викидів CO₂ для зберігання під землею. Але дана технологія, що отримала назву уловлювання та зберігання двоокису вуглецю, ще не підтвердила себе в крупних масштабах.

Один з підходів полягає в уловлюванні CO₂ на електростанціях під час спалювання вугілля або газу. Відповідно з іншим підходом викиди уловлюються безпосередньо з повітря із застосуванням спеціально розроблених хімічних процесів.

У будь-якому випадку технологія уловлення вимагає значних капіталовкладень в подальші розробки і дослідження, перш ніж вона зможе стати застосовною на практиці.

Великою проблемою є час. Якби у нас був цілий вік на зміну світової енергетичної системи, ми могли б почувати себе в безпеці. Але ми повинні виконати велику частину переходу до низьковуглецевої енергетики до середини сторіччя.

Це вкрай складно в умовах тривалого перехідного періоду, який буде потрібний для перебудови світової енергетичної інфраструктури, включаючи не тільки електростанції, лінії електропередач і транспортні системи, але також будинки і комерційні будівлі.

Небагато економічно розвинених регіонів домоглися в цьому значного прогресу. По суті, Сполучені Штати в даний час активно інвестують в

природний газ, не визнаючи і не піклуючись про те, що різкий ажіотаж з приводу сланцевого газу, викликаний впровадженням нової технології гідравлічного розриву пласта, тільки погіршить ситуацію.

Навіть якщо економіка США перейде з вугілля на природний газ, американське вугілля, ймовірно, буде експортуватися і використовуватися в інших країнах. У будь-якому випадку, природний газ, нехай і містить менше вуглецю, ніж вугілля, є викопним паливом; спалювання якого завдасть неприйнятний кліматичний збиток.

Тільки в Європі була проведена спроба дійсно скоротити викиди вуглекислого газу шляхом створення системи, за якою кожне промислове підприємство, що виробляє викиди в атмосферу, повинно отримати квоту на кожну тонну викидів CO₂.

Оскільки дані квоти продаються за ринковою ціною, у компаній є стимул скоротити викиди в атмосферу, щоб вони могли купувати менше квот або продавати зайві квоти для отримання доходу.

Проблема полягає в тому, що ринкова ціна занадто впала в розпал економічного спаду в Європі. Квоти, які продавалися більш ніж за 30 доларів за тонну до початку кризи, тепер торгуються менш ніж за 10 доларів.

При таких низьких цінах у компаній стало менше стимулів скорочувати викиди CO₂ - і навряд чи ринкові стимули повернуться.

У результаті, більшість промислових підприємств Європи продовжують вести бізнес звичайним енергоємним способом як раз тоді, коли Європа має намір очолити світовий енергетичний перехід.

Але є стратегія і набагато краща, ніж торгівля дозволами. Кожен регіон світу має ввести податок на викиди CO₂, який буде низьким спочатку, але почне поступово і передбачувано підвищуватися в майбутньому.

Частина податкових надходжень повинна бути спрямована на субсидії для низьковуглецевих джерел енергії, таких як вітер і сонце, а також на покриття витрат на розвиток технології уловлювання.

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці субсидії можуть бути досить високими спочатку, але поступово скорочуватися, у міру того як будуть рости податки на викиди, а вартість нових енергетичних технологій знижуватися в міру отримання досвіду і впровадження інновацій.

З довготривалою і передбачуваною вуглецевою системою податків і субсидування світ буде рухатися систематично в напрямку низьковуглецевої енергії, збільшення енергоефективності та обсягів уловлювання.

Необхідність того, щоб основні регіони світу вдалися до практичних і далекоглядних енергетичних політик, зараз актуальна більш ніж коли-небудь[8, 41].

5.2 Охорона праці на підприємстві

Вимоги безпеки:

1. Харчова пропіонова кислота не токсична, не володіє мутагенною, канцерогенною та тератогенною дією, не володіє репродуктивною токсичністю. За ступенем впливу на організм людини пропіонова кислота відповідно до ГОСТ 12.1.007 відноситься до речовин малонебезпечних - четвертого класу небезпеки.

2. Пропіонова кислота - легкозаймиста рідина, температура спалаху 52°C, температура займання 61 °C, температура самозаймання 440 °C, нижня концентраційна межа поширення полум'я 3,1 об. %, Верхня концентраційний межа поширення полум'я 12,9 об. %, Нижня температурний межа поширення полум'я 45 ° C, верхня температурна межа поширення полум'я 83 °C. Засоби гасіння: піни, газові та порошкові склади, розпорошена вода.

3. Пропіонова кислота - їдка рідина, що володіє дратівливою дією при контакті зі шкірою та слизовими оболонками, може викликати опіки. При роботі з пропіоновою кислотою необхідно використовувати спецодяг, засоби індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.4.011 і дотримуватися правил особистої гігієни.

Засоби захисту працюючих

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні вимоги :

1. Засоби захисту працюючих повинні забезпечувати запобігання або зменшення дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

2. Засоби захисту не повинні бути джерелом небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

3. Засоби захисту повинні відповідати вимогам технічної естетики і ергономіки.

4. Вибір конкретного типу засоби захисту працюючих повинен здійснюватися з урахуванням вимог безпеки для даного процесу або виду робіт *.

* Види засобів захисту в залежності від конкретного небезпечного і шкідливого фактора або від конструктивних особливостей поділяють на типи.

5. Засоби індивідуального захисту слід застосовувати в тих випадках, коли безпека робіт не може бути забезпечена конструкцією обладнання, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями та засобами колективного захисту.

6. Засоби індивідуального захисту не повинні змінювати своїх властивостей при їх прання, хімчистки і знезараженні.

7. Засоби індивідуального захисту повинні проходити оцінку з захисним, фізіолого-гігієнічним та експлуатаційним показниками [42].

8. Вимоги до маркування засобів індивідуального захисту повинні відповідати ГОСТ 12.4.115 і стандартам на маркування на конкретні види засобів індивідуального захисту.

9. Засоби індивідуального захисту повинні мати інструкцію із зазначенням призначення й строку служби виробу, правил його експлуатації та зберігання.

10. Засоби колективного захисту працюючих конструктивно повинні бути з'єднані з виробничим обладнанням або його елементами керування таким чином, щоб, в разі необхідності, виникла примусова дія засобу захисту.

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допускається використовувати засоби колективного захисту як елементи керування для включення й виключення виробничого обладнання [43].

11. Засоби колективного захисту працюючих повинні бути розташовані на виробничому обладнанні або на робочому місці таким чином, щоб постійно забезпечувалась можливість контролю його роботи, а також безпеку догляду та ремонту.

- При виконанні аналізів необхідно дотримуватись вимог техніки безпеки при роботі з хімічними реактивами згідно з ГОСТ 12.1.007 і ГОСТ 12.4.103.

Вимоги до санітарного обмеження вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони

1. Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони - обов'язкові санітарні нормативи для використання при проектуванні виробничих будівель, технологічних процесів, обладнання та вентиляції, а також для попереджувального і поточного санітарного нагляду.

2. (Виключено, Змін. N 2).

3. Зміст в організмі шкідливих речовин, що надходять в нього різними шляхами (при вдиханні, через шкіру, через рот), не повинно перевищувати біологічних гранично допустимих концентрацій (ГДК).

4. На період, що передує проектуванню виробництв, повинні тимчасово встановлюватися орієнтовні безпечні рівні впливу (ОБРВ) шляхом розрахунку за фізико-хімічними властивостями або шляхом інтерполяцій і екстраполяції в рядах, близьких за будовою сполук, або за показниками гострої небезпеки.

В окремих випадках, за погодженням з органами державного санітарного нагляду, допускається при проектуванні виробництва використання ОБУВ величиною не менше 1 мг / м³ в повітрі робочої зони (помірно і малонебезпечні речовини). В інших випадках ОБУВ не повинні застосовуватися при проектуванні виробництва;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ОБУВ повинні переглядатися через два роки після їх затвердження або замінюватися ГДК з урахуванням накопичених даних про співвідношення здоров'я працюючих з умовами праці.

5) Відповідно до встановлюються ГДК або ОБРВ шкідливих речовин повинні розроблятися методи їх контролю в повітрі робочої зони [44, 45].

- Організація навчання безпеки праці працюючих з пропіоновою кислотою - по ГОСТ 12.0.004.

Основні положення:

1) Навчання та інструктаж з безпеки праці носить безперервний багаторівневий характер і проводиться на підприємствах промисловості, транспорту, зв'язку, будівництва, в загальноосвітніх та професійних навчальних закладах, у позашкільних установах, а також при вдосконаленні знань в процесі трудової діяльності.

Вихованців шкільних і дошкільних установ знайомлять з правилами безпечної поведінки в процесі навчально-виховних занять.

2) Осіб, які займаються індивідуальною працею або входять до складу комплексних бригад, а також суміщають професії, навчають і інструктують з безпеки праці в повному обсязі з їх основної та сумісництвом професії (роботи).

3) Відповідальність за організацію своєчасного і якісного навчання і перевірку знань в цілому по підприємству і навчальному закладу покладають на його керівника, а в підрозділах (цех, ділянку, лабораторія, майстерня) - на керівника підрозділу.

4) Своєчасність навчання з безпеки праці працівників підприємства та навчального закладу контролює відділ (бюро, інженер) охорони праці або інженерно-технічний працівник, на якого покладено ці обов'язки наказом керівника підприємства (навчального закладу), рішенням правління (голови) колгоспу, кооперативу, орендного колективу.

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) Працівники спільних підприємств, кооперативів та орендних колективів проходять навчання і перевірку знань у порядку, встановленому для державних підприємств і організацій відповідних галузей народного господарства.

6). Керівники підприємств і навчальних закладів забезпечують комплектування служб охорони праці відповідними фахівцями і систематичне підвищення їх кваліфікації не рідше одного разу на 5 років.

7) До заміщення посади інженера з охорони праці допускаються особи, які мають диплом про присвоєння кваліфікації інженера з охорони праці або стаж роботи на цій посаді (спеціальності) не менше одного року. Особи, що вперше вступили на посаду інженера з охорони праці та не мають відповідного диплома або стажу, повинні пройти навчання з безпеки праці за спеціальними програмами на курсах при інститутах і факультетах підвищення кваліфікації або інших установ до виконання посадових функцій.

- Приміщення, в яких проводять роботи з харчовою пропіоновою кислотою, і приміщення, де проводять роботи з реактивами, повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією згідно з ГОСТ 12.4.021 [46].

Загальні положення

1) Вентиляційні системи для виробничих приміщень в комплексі з технологічним обладнанням, що виділяють шкідливі речовини, надмірне тепло або вологу, повинні забезпечувати метеорологічні умови і чистоту повітря згідно з вимогами ГОСТ 12.1.005-88, на постійних і тимчасових робочих місцях в робочій зоні виробничих приміщень.

В обслуговуваній зоні адміністративно-побутових приміщень промислових підприємств, а також в приміщеннях громадських будівель повинні бути забезпечені метеорологічні умови відповідно до вимог будівельних норм і правил на проектування опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, затвердженими Держбудом СРСР. (Змінена редакція, Зм. N 1).

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Технічні рішення, прийняті при проектуванні вентиляційних систем, а також вимоги, що пред'являються до них при спорудженні та експлуатації, повинні відповідати будівельним нормам і правилам, затвердженим або узгодженим з Держбудом СРСР, правилам безпеки, затвердженим Держнаглядом праці СРСР для підконтрольних йому підприємств і об'єктів.

3) Випробування вентиляційних систем повинні виконуватися відповідно до вимог нормативно-технічної документації.

4) Розташування вентиляційних систем повинно забезпечувати безпечний і зручний монтаж, експлуатацію і ремонт технологічного обладнання. При розміщенні вентиляційних систем повинні дотримуватися норми освітлення приміщень, робочих місць і проходів.

5) Для монтажу, ремонту і обслуговування елементів вентиляційних систем, а також для переходу через них повинні передбачатися стаціонарні майданчики, проходи, сходи і містки відповідно до будівельних норм і правил, затверджених Держбудом СРСР.

6) Приміщення для вентиляційного обладнання повинні бути вентиляльованими і забезпечувати безпечне виконання ремонту, монтажу і спостереження за установками. Вони повинні бути обладнані монтажними прорізами і вантажопідйомними пристосуваннями відповідно до будівельних норм і правил, затверджених Держбудом СРСР.

7) Розміщення припливних і витяжних вентиляційних агрегатів в приміщеннях для вентиляційного обладнання повинно виконуватися згідно з нормами і правилами, затвердженими Держбудом СРСР.

8) Елементи конструкції вентиляційних систем, включаючи органи управління, повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003-91, а також будівельних норм і правил, затверджених Держбудом СРСР [47].

9) На випадок виникнення пожежі слід передбачити спеціальні пристрої, що забезпечують відключення вентиляційних систем, а також включення, при

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідності, систем аварійної протидимного вентиляції, відповідно до вимог будівельних норм і правил на проектування опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, затвердженими Держбудом СРСР.

10) Розміщення і пристрій електроустаткування вентиляційних систем, а також контрольно-вимірювальна апаратура, пристрій струмоведучих частин і заземлення повинні задовольняти вимогам "Правил улаштування електроустановок", "Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів", затверджених Голодерженергонаглядом, а також діючих стандартів на вибухозахищене і рудничне обладнання.

11) Вентиляційні системи, які обслуговують приміщення категорій А, Б, і системи місцевих відсмоктувачів, в яких можливе утворення статичної електрики, повинні бути заземлені відповідно до вимог ГОСТ 12.1.018-93 і ГОСТ 12.4.124-83 згідно з "Правилами захисту від статичної електрики в виробництвах хімічної, нафтохімічної та нафтопереробної промисловості ", узгодженим з Держбудом і Держгіртехнаглядом СРСР.

12) Виконання вентиляційного обладнання систем, обслуговуючого приміщення категорій А, Б і місцевих відсмоктувачів вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних сумішей, повинні відповідати вимогам будівельних норм і правил, затверджених Держбудом СРСР, і класу зон за ПУЕ.

1.9-1.12. (Змінена редакція, Зм. N 1).

- Електробезпека при роботі з електроустановками - по ГОСТ 12.2.007.0.
- Приміщення лабораторії повинно відповідати вимогам пожежної безпеки згідно з ГОСТ 12.1.004 і мати засоби пожежогасіння згідно з ГОСТ 12.4.009.

Запобіжні заходи з охорони навколишнього середовища: не допустити потрапляння продукту в водостоки. Може вибухнути [48].

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано науково-технічну літературу та наведені існуючі методи отримання пропіонової кислоти (E280).
2. Розроблена технологія виробництва пропіонової кислоти гідрокарбосилуванням етилену з підбором обладнання технологічного процесу.
3. Для підтвердження працездатності та надійності конструкції апарату було виконано тепловий розрахунок та був зроблений матеріальний баланс. При розрахунку матеріального балансу було визначено, що для виробництва 1000 кг/добу і виходом пропіонової кислоти 92 % необхідно взяти 1200 кг вихідної сировини.
4. Особливе місце в дипломному проєкті відводиться проєктуванню реактора-змішувача, в якому здійснюється забезпечення ефективного перемішування компонентів готової харчової добавки, за допомогою рамного перемішуючого пристрою та проведений його розрахунок.
5. Охарактеризований контроль якості продукції та безпечності отриманої продукції та згідно ГОСТу методи визначення і забезпечення безпеки готової харчової добавки.
6. Описаний економічний розрахунок згідно з яким собівартість пропіонової кислоти на 1000 кг становить 5660 грн .
7. Запропоновано шляхи покращення екологічності виробництва, які полягають у спалюванні відходів виробництва, газову суміш, що при цьому утворюється розділяємо на мембрані і чистий CO₂ відправляється на продаж у харчову промисловість, як харчова добавка .

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.004.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Репетуєва С.С.</i>			<i>ВИСНОВКИ</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Бойчук Т.М.</i>					104	109
Реценз.						<i>НУХТ, каф. ТЖХТ</i>		
Н. Контр.		<i>Подобій О.В.</i>						
Затверд.		<i>Носенко Т.Т</i>						

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Крупина, Т.С. Пищевые добавки . Крупина, Т.С., 2008. – 146 с.
2. Матюхина, З.П. Товароведение пищевых продуктов. З.П. Матюхина, Э. П. Королькова. М.: Академия, 2009. 272 с.
3. Берестень, А. Ф. О пищевых добавках и продуктах питания. Пищевая промышленность. А. В. Орещенко. 1996. № 6. С. 4.
4. Нечаев, А. П. Пищевые ароматизаторы. Пищевые ингредиенты (сырье и добавки). Смирнов Е. В. 2000. № 2. С. 8.
5. <https://xreferat.com/46/749-1-pishevye-dobavki-v-nasheiy-zhizni.html>
6. Казаков, Е. Д. Известия вузов. Пищевая технология, польза и вред пищевых добавок. Казаков, Е. Д., 1997.
7. Туватова, В. Е. Совершенствование использования консервантов в пресерном производстве. В.Е Туватова, С.Ю Ковалева, 2017 .
8. ГОСТ 32746-2014 Добавки пищевые. Кислота пропионовая E280. Технические условия
9. Romanov, M. N. S. PCR detection and 16S RNA sequence-based phylogeny of a novel Propionibacterium acidipropionici applicable for enhanced fermentation of high moisture corn. M. N. Romanov, R. V. Bato, M. T. Yokoyama. 2014
10. Journal of Applied Microbiology : Oxford, UK: Society for Applied Microbiology; Blackwell Science Ltd, 2004. Vol. 97. № 1, P. 38 – 47.
11. Зефилов, Н. С. Химическая энциклопедия. Том 4. М.: Большая российская энциклопедия . Н. С. Зефилов, Н. Н. Кулов. и др. 1995, С. 107 – 108
12. Люк, Э. А. Консерванты в пищевой промышленности . Люк, , Ягер, М. С, 1998.
13. Reference Module in Biomedical Sciences Encyclopedia of Toxicology (Third Edition) 2014, Pages 1105 – 1107.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.004.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		<i>Репетуєва С/С</i>			СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		<i>Бойчук Т.М.</i>					105	109
Реценз.						<i>НУХТ, каф. ТЖХТ</i>		
Н. Контр.		<i>Подобій О.В.</i>						
Затверд.		<i>Носенко Т.Т</i>						

14. Промышленная микробиология. А. М. Безбородов, И. Н. Блохина, и др.; Под ред. Егорова, Н. С. М.: Высш. шк., 1989, с 467.
15. Производство синтетических кислот из нефтяного и газового сырья. Брунштейн, Б. А., Клименко, В. Л., Цыркин, Е. Б. Изд-во «Химия». 1970. 15 с.
16. Рудковский, Д. М. Карбонилирование ненасыщенных углеводородов. Д.М. Рудковский. 1968 , 171 - 173 с.
17. Производство синтетических кислот из нефтяного и газового сырья. Брунштейн, Б. А. Изд-во «Химия», 1970.
18. Органічна хімія. Черних, В. П. Зіменковський, Б. С., Гриценко, І.С. За заг. ред. В.П. Черних. Х., 2008;
19. Fenner. P. Worldwide deaths and severe envenomation from jellyfish stings. Fenner. P., Williamson J., Med. J. Aust. 1996. № 165
20. В. Р. Ахметова , О. В. Смирнов. Улавливание и хранение диоксида углерода – проблемы и перспективы, 2020
21. Никулина О., Кузьмигов И., Мильшина Ю., Кисилева Л., Гутарук Е., Пучков В. Рациональное природопользование: технологии улавливания и захоронения углерода. Тренлеттер. 2017. №6. 4 с.
22. Темкин, О. Н. Каталитическая химия. Соросовский Образовательный Журнал. С. 57-65
23. Кнунянц, И.Л. Химическая энциклопедия. Редкол.: Кнунянц, И.Л. и др. М.: Советская энциклопедия, 1990. Т. 2. 671 с.
24. Ralph G. Journal of the American Chemical Society. Williams A, Forrest V, Pearson, 1953.
25. Харитонов, Ю. Я. Комплексные соединения. Харитонов, Ю. Я. Соросовский Образовательный Журнал. № 1. С. 48-56.
26. Боуден, Б. С. Этиловый спирт. Химическая энциклопедия : в 5 т. Гл. ред. Н. С. Зефирова. М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. Т. 5: Триптофан. Ятрохимия. С. 501—503.

					<i>СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</i>	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

27. ГОСТ Р 56389-2015 Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья "Классический", 2016.
28. ГОСТ 25070-87 Этилен. Технические условия, 1989.
29. Горбов, А. И., Этилен. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). СПб., 1890—1907.
30. Яковлев В. А. Вода. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). СПб., 1890—1907.
31. Александров И. А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. 2-е изд. перераб. Москва: Химия, 1971. 296 с.
32. Левеншпиль О. Инженерное оформление химических процессов. Пер. с англ., М.: Химия, 1969. 624 с.
33. З.Х. Замалеєв. Основи гідравліки і теплотехніки, З.Х. Замалеєв, В.Н.Пасохін, 2014.
34. Будова і принцип роботи відцентрових насосів, П.В.Гурський, О.В.Богомолов, С.А.Денисенко, С.Г.Іващенко, Ю.І.Токолов, В.С.Шерстюк, В.П.Заїка, 2018 р.
35. В. С. Білецький. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. за ред. В. С. Білецького. Д. : Східний видавничий дім, 2004—2013.
36. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Мирончук В. Г., 2007
37. K. Weissermel, H.J.Arpe "Industrielle Organische Chemie", 1978, 2. Auflage, Verlag chemie, S. 132
38. Баскакова, О.В. Экономика организаций (предприятий) [Текст]: учеб. пособие. О.В. Баскакова: 3-е изд., испр. М.: Дашков и К, 2008. 272 с.
39. Волков, О.И. Экономика предприятия: курс лекций [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по экон. специальностям и направлениям. О.И. Волков, В.К. Скляренко. М.: ИНФРА-М, 2010. 280 с.

					<i>СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		108

40. Афанасьев С.В, Сергеев С.П., Волков В.А. Современные направления производства и переработки диоксида углерода. Химическая техника. 2016. № 11. С. 32-41

41. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології: для студ. напряму підготов. 6.051301 "Хімічна технологія" денної форми навч. уклад. : О. Г. Макаренко, І. В. Житнецький ; Нац. ун-т харч. технол. К. : НУХТ, 2015. 21 с.

42. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

43. ГОСТ 12.4.011-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

44. ГОСТ 12.4.115-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты работающих. Общие требования к маркировке

45. ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда

46. ГОСТ 12.4.009-83 ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание

47. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

48. Хімія та технологія харчових добавок : метод. рекомендації до викон. випускної кваліфікаційної роботи на здобуття. освіт. ступ. "Бакалавр" спец. 161 "Хімічні технології та інженерія", ден. та заоч. форми навч. уклад. : О. В. Подобій, І. В. Житнецький ; Нац. ун-т харч. технол. Київ : НУХТ, 2020. 66 с

					<i>СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109