

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

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

«До захисту в ЕК»
Директор інституту ННІХТ
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«__» червня 2022 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри ТЖХТ
Тамара НОСЕНКО
(підпис) (Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«__» червня 2022 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: Технологія виробництва пропіленгліколю з гліцерину

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХТ-4-4

ЮРЧЕНКО Максим Олександрович
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я та По батькові повністю) (підпис)

Керівник ФЕСИЧ Ігор Володимирович
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я та По батькові повністю) (підпис)

Консультанти Ігор ЖИТНЕЦЬКИЙ
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент Віра ІЩЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач(ка) _____
(підпис)

Київ – 2022 р.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	05.05.2022	31.05.2022

7. Дата видачі завдання _____ 01 квітня 2022 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.05.2022	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02.05.2022-04.05.2022	
3	РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	05.05.2022-10.05.2022	
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	11.05.2022-15.05.2022	
5	РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	16.05.2022-18.05.2022	
6	РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	19.05.2022-24.05.2022	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	25.05.2022-29.05.2022	
8	ВИСНОВКИ	30.05.2022-31.05.2022	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02.05.2022-30.05.2022	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	03.05.2022-15.05.2022	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.05.2022-20.05.2022	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	01.06.2022-05.06.2022	

Здобувач _____

(підпис)

Максим ЮРЧЕНКО _____

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____

(підпис)

Ігор ФЕСИЧ _____

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: С.74, РИС.13, ТАБЛ.13, ДЖЕРЕЛ 33, ФОРМУЛ 1.

В роботі розглянуто процес виготовлення пропіленгліколю з гліцерину. Був розрахований матеріальний баланс виробництва пропіленгліколю з гліцерину, що базується на взаємодії 1049 кілограм очищеного гліцерину з 26 кілограмами газоподібного водню в присутності Cu-Zn-Cr-Zr каталізатора. З урахуванням коефіцієнту витрат ми виготовляємо 995 кілограм 99,8%-го пропіленгліколю на добу.

Відповідно до розрахованих даних матеріального балансу та проведеного підбору обладнання запропоновано апаратно-технологічну схему отримання піленгліколю. Також проведений конструктивний розрахунок каталітичного реактору з мішалкою, відповідно до розрахунків зроблено креслення. Приведений контроль якості пропіленгліколю. Розглянуті екологічні аспекти виробництва пропіленгліколю. Розроблені рекомендації щодо охорони праці на виробництві пропіленгліколю. Метод описаний в цій роботі передбачає очищення вихідної сировини на самому заводі за допомогою методу електродеіонізації; в якості реактора виступає реактор зі струйним шаром.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ГЛІЦЕРИН, Е422, ПРОПІЛЕНГЛІКОЛЬ, ВОДЕНЬ, ГІДРУВАННЯ, Е1520, ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ, КАТАЛІЗАТОР.

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: P.77, FIGURE 13, TABLE 13, SOURCE 33, FORMULA 1.

The paper considers the process of production of propylene glycol from glycerin. The material balance of propylene glycol production from glycerin was calculated, based on the interaction of 1049 kilograms of purified glycerin with 26 kilograms of hydrogen gas in the presence of Cu-Zn-Cr-Zr catalyst. Taking into account the cost ratio, we produce 995 kilograms of 99.8% propylene glycol per day.

According to the calculated data of the material balance and the selection of equipment, the hardware-technological scheme of propylene glycol production is proposed. A constructive calculation of the catalytic reactor with a stirrer was also performed, and drawings were made according to the calculations. The quality control of propylene glycol is given. Environmental aspects of propylene glycol production are considered. Recommendations for labor protection in the production of propylene glycol have been developed. The method described in this paper involves the purification of raw materials at the plant using the method of electrodeionization; the reactor is a jet reactor.

KEY WORDS: GLYCERIN, E422, PROPYLENE GLYCOL, HYDROGEN, HYDROGEN, E1520, EQUIPMENT SELECTION, CATALYST.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Пропіленгліколь. Властивості, виробництво, застосування	9
1.2 Гліцерин. Властивості, виробництво, застосування.....	11
1.3 Способи перетворення гліцерину в пропіленгліколь	13
1.4 Стан сировинної бази.....	15
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	17
2.2 Опис принципово-технологічної схеми виробництва пропіленгліколю	19
2.3 Розрахунок матеріального балансу	22
2.4 Підбір технологічного обладнання	27
2.5 Тепловий розрахунок.....	32
2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми	36
РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	46
РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ.....	53
ПРОДУКЦІЇ	53
4.1 Визначення масової частки пропіленгліколю	53
4.2 Визначення масової частки заліза	55
РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	58
5.1 Заходи з охорони здоров'я на виробництві.....	58
5.2 Охорона праці.....	61
ВИСНОВКИ.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	71

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.005.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата			
Розроб.		Юрченко М.О.			Літ.	Арк.	Аркуше
Перевір.		Фесич І.В.			5		
Н. Контр..		Подобій О.В.			НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.					

ЗМІСТ

ВСТУП

Пропіленгліколь це сполука яка має масу застосувань у різних видах промисловості. Його властивості, такі як: мала токсичність та здатність поглинати воду зумовлюють його використання в косметичній промисловості для виготовлення шампунів, кремів для рук, помад та багато іншого. А його досить низька температура замерзання дозволяє його використовувати як антифриз, охолоджуючу рідину. Він також грає роль розчинника і тому його використовують у хімічній промисловості. І це ще не всі його застосування, тому попит на пропіленгліколь високим і стабільним.

До недавна основним методом синтезу пропіленгліколю була гідратація пропіленоксиду, який отримували як продукт переробки нафти, але враховуючи сьогодняшній тривожний стан довкілля і загальне підвищення інтересу до «зелених» технологій був розроблений новий метод синтезу пропіленгліколю. Таким методом є його отримання з гліцерину.

Зараз у всьому світі, через погіршення екологічного стану, шукають альтернативу «традиційним» джерелам енергії, в перелік яких входить нафта. Процес виготовлення палива з нафти сильно зашкоджує екологічному стану планети, і однією з альтернатив цьому паливу є біодизель. Біодизель являє собою продукт етерифікації тригліцеридів, вони, в свою чергу, представляють собою рослинні та тваринні жири тому виробництво біодизеля є відносно екологічним. Одним з побічних продуктів виробництва біодизеля є гліцерин. Через зростання спросу на біодизель гліцерин наситив свій ринок і тому він являється дешевою та екологічною сировиною для виробництва пропіленгліколю.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.006.КР.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Юрченко М.О..</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Фесич І.В.</i>				6	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>			<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					

Мета цієї роботи проаналізувати, на підставі літературних джерел, основні методи виробництва; проектуванні виробництва пропіленгліколю з гліцерину.

У відповідності з поставленою метою були сформульовані основні **завдання** роботи:

1. Дати визначення пропіленгліколю та сировині, з якої його виготовляють.
2. Розробити принципову-технологічну схему виробництва пропіленгліколю з гліцерину.
3. Розробити апаратурно-технологічну схему виробництва пропіленгліколю з гліцерину.
4. Розрахувати матеріальний баланс.
5. Розрахувати тепловий баланс.
6. Підібрати основне обладнання для виробництва.

Об'єктом дослідження є виробництво пропіленгліколю з гліцерину.

Предметом дослідження пропіленгліколь.

					ВСТУП	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Пропіленгліколь. Властивості, виробництво, застосування

Пропіленгліколь – Безбарвна, в'язка, гігроскопічна, легкоплавка (-60°C) і висококипляча (188°C) рідина з низькою токсичністю.

Пропіленгліколь використовується в хімічній, харчовій та фармацевтичній промисловості як антифриз, коли витік може призвести до контакту з харчовими продуктами. Використовується як розчинник для харчових барвників і ароматизаторів, а також у лакофарбовій і пластмасовій промисловості. Пропіленгліколь також використовується для створення штучного диму або туману, який застосовується в протипожежному навчанні та в театральних постановках. Інші назви пропіленгліколю — 1,2-дигідроксипропан, 1,2-пропандіол, метилгліколь і триметилгліколь. Пропіленгліколь є прозорою, безбарвною, злегка сиропоподібною рідиною при кімнатній температурі. Пропіленгліколь практично не має запаху і смаку [4].

Він чутливий до надмірного нагрівання (схильний до окислення при високих температурах). Ця сполука може реагувати з окисними речовинами. Несумісний з хлорангідрідами кислот, ангідридами кислот, хлорформіатами та відновниками. Він розчиняє багато ефірних масел, одноатомні спирти, кетони, альдегіди.

Його використовують у великих кількостях в основному для виробництва полімерів. У Європейському Союзі він має Е-номер E1520 для харчових продуктів. Для косметики та фармакології номер – E490. Пропіленгліколь також присутній в альгінаті пропіленгліколю, який відомий

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.008.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Юрченко М.О.			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Фесич І.В.					10	
Н. Контр.		Подобій О.В.			<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>			
Затверд.		Носенко Т.Т.						

як Е405. Пропіленгліколь є сполукою, яка є GRAS (загалом визнана безпечною) Управлінням з контролю за продуктами і ліками США відповідно до 21 CFR x184.1666, а також схвалена FDA для певного використання як непряма харчова добавка. Пропіленгліколь схвалений і використовується як засіб для місцевих, пероральних та деяких внутрішньовенних фармацевтичних препаратів у США та Європі [7].

Історично пропіленгліколь виробляли гідратацією пропіленоксиду, яка відбувається при 200 °С і 1,2 МПа, або каталітично при 150-180 °С, і виробляє ди- і трипропіленгліколь і невеликі кількості вищих гліколів у побічних реакціях. Цей процес має великий негативний вплив на навколишнє середовище через забруднення та використання цінних ресурсів, тому альтернативні методи, такі як виробництво з гліцерину, досліджуються у всьому світі. Цей варіант є особливо перспективним у світлі нещодавнього сплеску виробництва біодизеля. Інтерес до «зеленіших» технологій частково був відповідальним за цей бум, створюючи стимул для компаній інвестувати в дослідження для розробки більш екологічно чистих методів виробництва та поширення своєї продукції [10].

Потужність виробництва пропіленгліколю (PG) у США становила 1312 мільйонів фунтів (596 кілотон) у 1998 році. Внутрішній попит становив 1050 мільйонів фунтів (477 кілотон). Пропіленгліколь використовується як інгредієнт в косметиці в концентраціях від <0,1% до >50%. Приблизно 4000 косметичних продуктів містили його в 1994 році. Використання пропіленгліколю з відсотком попиту: ненасичені поліефірні смоли, 26 відсотків; антифриз і антиобледеніння – 22 відсотки; використання продуктів харчування, ліків та косметики – 18 відсотків; рідкі мийні засоби 11 відсотків; функціональні рідини (чорнило, спеціальні антифризи, мастильні засоби проти обмерзання), 4 відсотки; корми для домашніх тварин 3 відсотки; фарби та покриття 5 відсотків; тютюн – 3 відсотки; різне, включаючи використання пластифікатора, 8 відс [5].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2 Гліцерин. Властивості, виробництво, застосування

Гліцерин являє собою тріол зі структурою пропану, заміщений у положеннях 1, 2 та 3 гідроксигрупами. Прозора безбарвна гігроскопічна сиропоподібна рідина з більш ніж легким характерним запахом. Завдяки наявності трьох гідроксильних груп гліцерин змішується з водою і є гігроскопічним за своєю природою. Змішується з етанолом; мало розчинний в етиловому ефірі; не розчинний у бензолі, чотирихлористому вуглеці, хлороформі, сірковуглецю, петролейному ефірі. $T_{пл.} = 17,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{кип.} = 290\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3].

Гліцерин використовується як розчинник для ароматизаторів і харчових барвників. Він також використовується як зволожувач, пластифікатор, пом'якшувач, підсолоджувач і наповнювач у нежирних харчових продуктах, таких як печиво. Використовується у виробництві динаміту та пропелентів (нітрогліцерин), косметики, цукерок, лікерів, друкарських та копіювальних фарб, мастильних матеріалів, фармацевтичних препаратів (супозиторії, сиропи від кашлю, еліксири, відхаркувальні та серцеві ліки), засобів особистої гігієни (зубна паста, засоби по догляду за шкірою, засоби для догляду за волоссям і мило), а також антифриз. Гліцерин також використовується для збереження еластичності тканин, у виробництві целофану та спеціального якісного паперу для надання гнучкості та жорсткості. Гліцерин широко поширюється в харчових продуктах, як природний компонент і як добавка GRAS (загалом визнана безпечною). Гліцерин використовується в терапевтичних цілях для зниження внутрішньоочного тиску внаслідок глаукоми та при набряку мозку [8].

Гліцерин виробляється як побічний продукт під час виробництва біодизеля з тваринних жирів і олій. Зазвичай на кожні 10 кг біодизеля виробляється 1 кг гліцерину. Завдяки застосуванню гліцерину в харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості велике значення має очищення сирого гліцерину [1].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Промислове виробництво гліцерину здійснено також синтетичним шляхом з нехарчової сировини - пропілену, що утворюється при крекінгу нафти [10].

Гліцерин є ключовою хімічною платформою майбутньої біоекономіки. Завдяки своїй унікальній хімічній універсальності біогліцерин стане сировиною як для відновлюваних, так і для біорозкладних пластмас, а також для високоцінних молекул, таких як сквален або вітамін D2. Нарешті, неочищений гліцерин стане інструментом для біопереробки лігноцелюлози, оскільки він є ключовим підсилювачем процесу для ефективного розкладання рослинної біомаси на лігнін, целюлозу та геміцелюлозу при низьких температурах і тиску [9].

Біодизельне паливо відноситься до еквівалентного дизельного палива, що складається з алкілових (метилових або етилових) ефірів з короткими ланцюгами, отриманих шляхом переетерифікації тригліцеридів, зазвичай відомих як рослинні олії або тваринні жири. Зазвичай при цьому використовують метанол, який є найдешевший доступний спирт, що застосовується для отримання метилових ефірів. З'єднання, що містяться в біодизельному паливі, переважно являють собою метилові ефіри жирних кислот (FAME), які зазвичай отримують шляхом переетерифікації жирів метанолом. В даний час біодизельне паливо отримують з різних рослинних олій та рослинних жирів.

Одним із побічних продуктів процесу переетерифікації при виробництві біодизелю є гліцерин. На кожну одну тонну біодизельного палива, що виробляється, виходить 100 кг гліцерину. Історично завжди був великий попит на гліцерин, який сприяв підвищенню економічної доцільності процесу отримання біодизельного палива. Проте зі збільшенням світового виробництва біодизельного палива побічний продукт його виробництва – гліцерин – наситив ринок, що, своєю чергою, спричинило падіння ринкової ціни на технічний гліцерин. Корисна утилізація цього технічного гліцерину має дуже велике значення для підвищення ефективності процесу отримання

відновлюваного біодизельного палива за рахунок використання вуглецевмісних сполук та зниження витрат на виробництво.

З швидким збільшенням виробництва біодизельного палива гліцерин став надлишком і недорогим сировинним продуктом. Цей факт робить гліцерин потенційною хімічною сировиною для отримання інших важливих екологічно чистих хімічних речовин, що відновлюються.

Однією з таких речовин є пропіленгліколь через високий та постійний попит на ринку. Ефективне перетворення гліцерину в пропіленгліколь і застосування гліцерину в якості потенційної нафтохімічної сировини вплине на отримання біологічного палива за рахунок кращого використання вуглецевмісного продукту, застосування побічного продукту для отримання дуже цінних продуктів, можливості розвитку отримання відновлюваних хімічних продуктів і максимальної окупності [2].

1.3 Способи перетворення гліцерину в пропіленгліколь

Відомий спосіб отримання 1,2-пропіленгліколю гідруванням гліцерину в присутності мідь-цинкового каталізатора при температурі 220-280°C з тиском 5-20 атм. Недоліком даного способу є низька концентрація гліцерину (20-60%) та використання спиртового розчинника (US 5214219, 1993).

Відомий спосіб отримання 1,2-пропіленгліколю гідруванням гліцерину в присутності мідь-нікель-кобальтових каталізаторів при температурі 160-260°C тиску 5-20 атм в газовій фазі. Недоліком даного способу є велике співвідношення водень/гліцерин, що дорівнює 200-1100/1 та секційне випаровування гліцерину, що утруднює відокремлення продуктів реакції, в т.ч. 1,2-пропіленгліколю і не прореагував гліцерину, від водню, і громіздке апаратне оформлення процесу (EP 2043983A1, 2009, аналог Євраз. пат. 013127, 2010).

Відомий спосіб отримання 1,2-пропіленгліколю гідруванням гліцерину в присутності мідного каталізатора, що містить, крім того, кобальт, марганець

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

і молибден. Процес проводять при температурі 180-270°С тиску 100-700 атм при концентрації гліцерину більше 80%. Недоліком способу є високий тиск, що ускладнює проведення процесу і вимагає великих енергетичних витрат.

Відомий спосіб отримання 1,2-пропіленгліколю реакцією гліцерину, що має чистоту не менше 95 мас.%, з воднем при тиску від 20 до 100 атм і температурі від 180 до 240°С у присутності каталізатора, який містить від 20 до 60% мас. % оксиду міді, від 30 до 60 мас.% оксиду цинку та від 1 до 10 мас. % оксиду марганцю. Реакція протікає у реакторі-автоклаві. (UA 2436761, 2011).

Відомий також аналогічний спосіб отримання 1,2-пропіленгліколю реакцією гліцерину, що має чистоту не менше 95 мас.%, з воднем при тиску від 20 до 100 атм і температурі від 180 до 240°С у присутності каталізатора, який містить від 10 до 50 мас. % оксиду міді та від 50 до 90 мас.%, оксиду цинку, який перед реакцією активують у потоці водню при температурі від 170 до 240°С. Реакція протікає у реакторі-автоклаві. (UA 2439047, 2012).

Недоліком зазначених способів, що відрізняються тільки співвідношенням оксидів міді та цинку, є проведення процесу в автоклаві. З прикладів випливає, що процес ведеться періодично. Для виділення продуктів реакції попередньо необхідно скинути тиск водню з автоклаву та відокремити каталізатор від реакційної маси. Перед наступною операцією необхідно активувати каталізатор.

Один з аспектів даного винаходу відноситься до способу конверсії гліцерину в пропіленгліколь, що включає стадії: попереднього нагріву сировинної суміші, що містить гліцерин, водень і метанол, нагрівачі реагентів; подачі нагрітої сировинної суміші реактор; поділу виходить з реактора потоку на потік парової фази та потік рідкої фази; конденсації потоку парової фази з отриманням сконденсованої рідини; повернення в цикл (рисайклінгу) в реактор сконденсованої рідини та дистиляції потоку рідкої фази з отриманням очищеного пропіленгліколю. Економічність цього процесу отримання пропіленгліколю на основі гліцерину в порівнянні зі способом отримання

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

пропіленгліколю на основі нафтової сировини впливає з його простоти. Процес отримання пропіленгліколю на основі гліцерину складається тільки з однієї стадії, у той час як спосіб отримання пропіленгліколю на основі нафтової сировини/природного газу вимагає багатостадійного процесу [2].

Ще один метод виробництва пропіленгліколю складається з трьох основних розділів: секції попередньої обробки, в якій неочищений гліцерин, придбаний у виробників біодизельного палива, знесолюють шляхом електродеіонізації для подачі в реактор; секція реактора, яка містить реактор із струйним шаром, наповнений каталізатором реакції гліцерину на основі оксиду алюмінію; і секцію поділу, в якій продукт очищають до 99,5% (клас за USP). Загалом, цей процес описує вигідний, новий спосіб виробництва пропіленгліколю, одночасно зменшуючи негативний вплив традиційних методів виробництва на навколишнє середовище. Передбачається, що з часом він стане основним процесом у промисловості.

Одним з основних обмежуючих факторів для синтезу пропіленгліколю з гліцерину є надзвичайно висока вартість і складність знесолення гліцерину. У минулому вакуумна перегонка була єдиним варіантом і була дуже дорогою, що перешкоджало виходу на ринок багатьох власників. Існує ряд компаній, які спеціалізуються на знесолюванні гліцерину, але очищений кормовий гліцерин є дорогим і збільшує вартість процесу. У міру вдосконалення мембранних і смоляних технологій процес електродеіонізації стає недорогою альтернативою вакуумній перегонці, що дозволяє використовувати неочищений гліцерин у технологічній сировині, що робить процес набагато більш економічно доцільним [6].

1.4 Стан сировинної бази

Наразі гліцерин має великий попит на світовому ринку. Цей попит зумовлений його використанням у багатьох сферах виробництва: парфюмерії, хімічній промисловості, фармацевтиці, виробництві шкіри,

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

текстильній промисловості, харчовій промисловості. Однак незважаючи на великий попит він досить дешевий, та коштує в середньому 30 гривень за літр (технічний гліцерин). На ринку України представлені наступні виробники: «Глікохім» (Україна), «Хімфармінвест» (Україна), «Інтер-Синтез» (Україна), «Біохімінвест» (Україна), також представлені виробники з Німеччини, Угорщини, Польщі.

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

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика вхідної сировини

Гліцерин — це сиропоподібна рідина, липка на дотик, солодка на смак, без запаху, прозора, безбарвна або майже безбарвна, дуже гігроскопічна, поглинає вологу з повітря. $T_{пл.} = 17,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{кип.} = 290\text{ }^{\circ}\text{C}$); Змішується з водою, етанолом, метанолом у будь-яких співвідношеннях, мало розчинний в ацетоні, етилацетоні, практично нерозчинний в етері, хлороформі й жирних оліях. гліцеринно-водні розчини замерзають при низьких температурах.

Широко використовують у фармацевтичній практиці як зволожувальний і пом'якшувальний агент, для підвищення адгезії, коригування реологічних параметрів в'язких систем та їх вологоутримуючих властивостей. Сприяє покращанню проникності шкіри. При високій концентрації виявляє бактеріостатичні властивості. Застосовується при запорах, тріщинах анального отвору, набряках головного мозку, при порушеннях мозкового кровообігу (внутрішньо), для пом'якшення шкіри та обробки слизових оболонок.

Використовують Гліцерин в органічному синтезі, у виробництві нітрогліцерину, гліфталевих смол, як пом'якшувач для тканин, для обробки шкіри, у виробництві паперу, у виготовленні компонентів емульгаторів, антифризів, мастил, мил, клеїв.

За звичайних умов — безбарвний газ без смаку та запаху, малорозчинний у воді, краще — в органічних розчинниках і добре

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.022.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Юрченко М.О.					18	
Перевір.		Фесич І.В.						
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Затверд.		Носенко Т.Т.						
						НУХТ Каф. ТЖХТ		

розчиняється у багатьох металах, найкраще розчиняється в паладії. $T_{пл}=259,1$ °С, $T_{кип}=252,6$ °С.

Має невисоку хімічну активність і реагує лише з найактивнішими неметалами: фтором, а при опромінюванні — з хлором. При нагріванні він реагує з багатьма речовинами: киснем, бромом, йодом, сіркою та іншими неметалами, в реакціях з якими відіграє роль відновника

Реагує безпосередньо з лужними, лужно-земельними металами та іншими, виявляючи при цьому властивості окисника.

Значно вищу активність порівняно з молекулярним воднем виявляє атомарний водень, який при звичайній температурі реагує з азотом, фосфором, сіркою, арсеном, а з киснем утворює пероксид водню H_2O_2 (див. Пероксид водню).

У великих кількостях водень використовують у хімічній промисловості для одержання аміаку, хлориду гідрогену, у виробництві метилового та інших спиртів, синтетичного бензину. Реакцією гідрогенізації олій одержують маргарин, мила. Гідроген як відновник використовують у фармацевтичному та токсикологічному аналізі.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Опис принципово-технологічної схеми виробництва пропіленгліколю

Попередня обробка сировини

Перший крок у процесі включає видалення солі та летких органічних сполук із сирого гліцерину. Сирий гліцерин надходить на наш завод безпосередньо з біодизельних заводів. Містить за масою 1% метанолу, 4% хлориду натрію, 15% води і невелику кількість органічних солей. Потім неочищений гліцерин змішується з технологічною водою, щоб зменшити в'язкість суміші, яку пропускають.

Отримана суміш становить 50% мас. гліцерину. Отриманий потік потім подається в електродеіонізаційну установку яка видаляє NaCl і сліди сульфатів і фосфатів. Сіль концентрується в потоці H_2O який зазвичай становить 15% від загального масового потоку через електродеіонізаційну установку в потоці.

Знесолений гліцерин потім перекачується насосом, щоб замінити втрату напору через електродеіонізаційну установку. Потім потік гліцерину нагрівають паром середнього тиску до температури $116^{\circ}C$ при 0,1 МПа та надходить у ректифікаційну колону, щоб видалити метанол, разом з метанолом видаляється вода. Концентрований та очищений гліцерин змішують з водою до 80% мас, що є оптимальною концентрацією для використання в реакторі з струйним шаром через проблеми з в'язкістю. Після змішування суміш нагрівають в кожухотрубному теплообміннику при 0,1 МПа до $210^{\circ}C$.

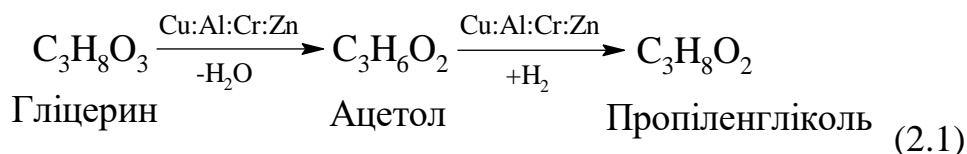
Каталітична реакція

Щоб забезпечити протікання багатофазної реакції був обраний реактор із струйним шаром. Для того, щоб реакція протікала, ми повинні мати можливість одночасного контакту з твердою поверхнею каталізатора, незначних об'ємів рідкої та парової фази. У реакторі з струйним шаром подача рідини та подача пари надходять у реактор одночасно у верхній частині шару каталізатора. Більш традиційний реактор, такий як проточний реактор із

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заповненим шаром, є неприйнятним для цього застосування через недостатній контакт між газоподібним воднем і каталізатором у присутності рідини. Цей ефект посилюється наявністю великого надлишку газоподібного водню в реакторі, який покликаний забезпечити повне перетворення введеного гліцерину.

Суміш спочатку проходить через насос, який нагнітає тиск до 4 МПа, а потім через теплообмінник, щоб збільшити температуру суміші до 210°C при тиску 4 МПа. З такою температурою потік разом з газоподібним воднем (232С, 4 МПа) подається у реактор де встановлений шар Cu:Zn:Cr:Zr (у пропорції 3:2:1:3) каталізатору. Багатофазна суміш проходить через шар каталізатору, перетворюючи гліцерин спочатку в ацетол а потім в пропіленгліколь. Під час цих реакцій окрім пропіленгліколю утворюється вода та домішки у вигляді етиленгліколю. Далі прореагована суміш проходить через теплообмінник та збирач. Така послідовність обладнання потрібна щоб відділити водень від прореагованої рідини. Хімізм процесу наведений формулою (2.1).



Очищення пропіленгліколю

Потік, який утворився внаслідок конденсації суміші пропіленгліколю, води та домішок, надходить в ректифікаційну колону, де пропіленгліколь відділяється від більшої частини води та домішок. У верхній частині колони є труба куди потрапляє відділена вода та етиленгліколь. На виході з колони цільовий продукт має температуру 201°C при тиску 0,2 МПа, який надходить до холодильної установки, що охолоджує пропіленгліколь до 32°C. Далі його транспортують на склад.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

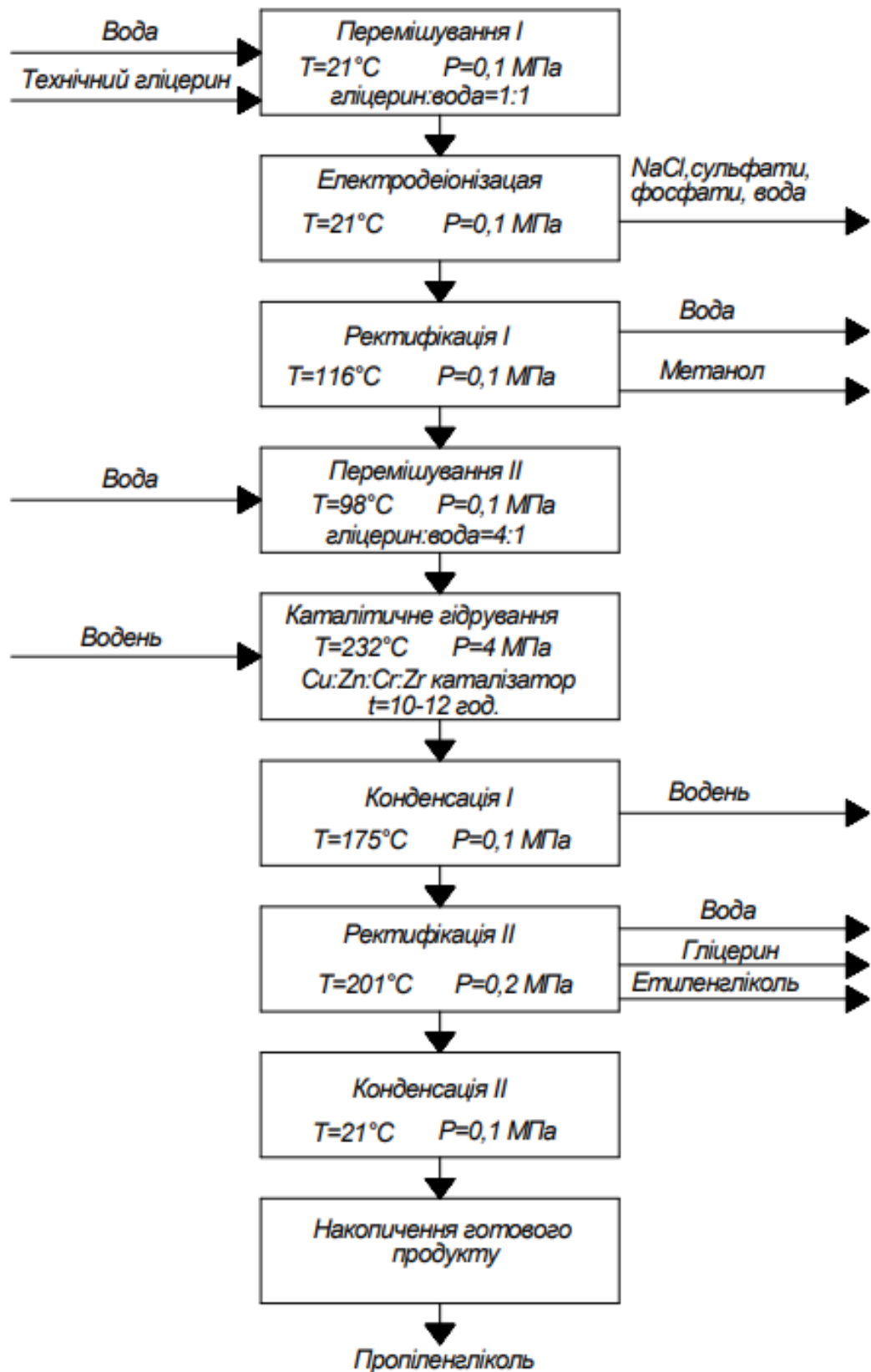


Рис. 2.1. Принципова-технологічна схема виробництва пропіленгліколю з гліцерину.

2.3 Розрахунок матеріального балансу

Підготовка сировини

Маса домішок в гліцерині становить $W_{\text{домішок}} = 20\%$; з них $W_{\text{сир. вода}} = 15\%$; $W_{\text{солей}} = 4\%$; $W(\text{CH}_3\text{OH}) = 1\%$.

$$G(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) = 1081,9 \text{ кг}$$

$$G_{\text{сировини}} = \frac{1081,9 * 100}{80} = 1352,375 \text{ кг}$$

$$G(\text{CH}_3\text{OH}) = 0,01 * 1352,375 = 13,524 \text{ кг}$$

$$G_{\text{сир. вода}} = 0,15 * 1352,375 = 202,856 \text{ кг}$$

$$G_{\text{солей}} = 0,04 * 1352,375 = 54,095 \text{ кг}$$

Для зменшення в'язкості гліцерину треба додати технічну воду до масової частки гліцерину у суміші 50%.

$$G_{\text{тех. води}} = 1081,9 - 202,856 = 879,044 \text{ кг}$$

$$G_{\text{суміші}} = 879,044 + 1352,375 = 2231,419 \text{ кг}$$

$$G_{\text{фільтрату}} = 2231,419 - 54,095 - 162,285 = 2015,039 \text{ кг}$$

Під час фільтрації близько 15% води відділяється разом з солями.

$$G_{\text{води заг.}} = 879,044 + 202,856 = 1081,9 \text{ кг}$$

$$G_{\text{води витр.}} = 1081,9 * 0,15 = 162,285 \text{ кг}$$

Коеф. витрат 0,01

Таблиця 2.1

Матеріальний баланс стадії підготовки сировини

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Сирий гліцерин в т.ч.	1352,375	Фільтрат в т.ч.	1994,889
Гліцерин	1081,9	Гліцерин	1071,081
Вода	202,856	Вода	910,419
Метанол	13,54	Метанол	13,389
Солі	54,095		

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
Вода	879,044	Вода	160,662
		Солі	53,554
		Втрати	22,314
Всього	2231,419	Всього	2231,419

Дистиляція

$$G_{1\text{дист.}} = G_{\text{фільтрату}} - G(\text{CH}_3\text{OH}) - (G_{\text{вода сум.}} - G_{\text{вода дист.}})$$

$$= 1994,889 - 13,389 - (910,419 - 267,77) = 1338,851 \text{ кг}$$

$$G_{\text{вода дист.}} = \frac{1071,081 * 100}{80} - 1071,081 = 267,77 \text{ кг}$$

$$G_{2\text{дист.}} = G_{\text{фільтрату}} - G(\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3) - G_{\text{вода дист.}}$$

$$= 1994,889 - 1071,081 - 267,77 = 656,038 \text{ кг}$$

Коеф. витрат 0,01

Таблиця 2.2

Матеріальний баланс процесу дистиляції вихідної сировини

Стаття приходу		Стаття витрат	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
1	2	3	4
Фільтрат в т.ч.	1994,889	Гліцерин	1060,37
Гліцерин	1071,081		
Вода	910,419		
Метанол	13,389		
		Вода	910,419
		Метанол	13,255
		Втрати	19,949
Всього	1994,889	Всього	1994,889

Перемішування

$$G_{1(\text{суміш.})} = 1060,37 + 260,09 = 1325,463 \text{ кг}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3

Матеріальний баланс процесу перемішування гліцерину

Стаття приходу		Стаття витрат	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
1	2	3	4
Чистий гліцерин	1060,37	Суміш в т.ч.	1325,463
		Гліцерин	1049,766
		Вода	257,489
Вода	265,093		
		Втрати	13,205
Всього	1325,463	Всього	1325,463

Каталітична реакція

Конверсія гліцерину становить 99%, селективність по пропіленгліколю становить 97%

Вар1

$$M(C_3H_8O_3) = 92 \text{ г/моль}$$

$$M(C_3H_6O_2) = 74 \text{ г/моль}$$

$$M(C_3H_8O_2) = 76 \text{ г/моль}$$

$$\rho(H_2) = 0,08987 \text{ г/м}^3$$

Кількість прореагованого гліцерину:

$$G1(C_3H_8O_2) = 1049,766 * 0,99 = 1039,268 \text{ кг}$$

Кількість гліцерину, перетвореного в пропіленгліколь:

$$G2(C_3H_8O_2) = 1039,268 * 0,97 = 1008,09 \text{ кг}$$

$$G(C_3H_6O_2) = \frac{G(C_3H_8O_2) * M(C_3H_6O_2)}{M(C_3H_8O_2)} = \frac{1008,09 * 74}{76} = 981,561 \text{ кг}$$

Кількість водню витраченого на гідрогенізацію ацетолу:

$$G(H_2) = 1008,09 - 981,561 = 26,529 \text{ кг}$$

Кількість утвореного етиленгліколю:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G(C_2H_6O_2) = 1039,268 - 1008,09 = 31,178 \text{ кг}$$

Таблиця 2.4

Матеріальний баланс каталітичної реакції

Стаття приходу		Стаття витрат	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
1	2	3	4
Суміш в т.ч.	1307,255	Продукти реакції в т.ч.	1323,599
Гліцерин	1049,766	Пропіленгліколь	1008,09
Вода	257,489	Етиленгліколь	31,178
		Вода	284,018
		Гліцерин	10,498
Водень	80	Водень	53,471
Всього	1387,255	Всього	1387,255

Конденсація

$$G_{\text{конденсату}} = 1387,255 - 53,471 = 1333,784 \text{ кг}$$

Коеф. витрат 0,01

Таблиця 2.5

Матеріальний баланс конденсації

Стаття приходу		Стаття витрат	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
1	2	3	4
Продукти реакції в т.ч.	1323,599	Продукти реакції в т.ч.	1315,369
Пропіленгліколь	1008,09	Пропіленгліколь	1003,324
Етиленгліколь	31,178	Етиленгліколь	30,867
Вода	284,018	Вода	281,178
Водень	53,471	Водень	52,936
Гліцерин	10,498	Гліцерин	10,393
		Втрати	8,87

Всього	1387,568	Всього	1387,568
---------------	----------	---------------	----------

Очистка

В результаті очистки ми отримаємо 99,8%-й пропіленгліколь інші 0,2% це вода.

$$G_{\text{кінц. прод.}} = \frac{1011,548 * 100}{99,8} = 1013,595 \text{ кг}$$

$$G_{\text{вод. кінц.}} = 1013,595 - 1011,548 = 2,027 \text{ кг}$$

$$G_{\text{відходи}} = 1329,076 - 1013,545 = 315,531 \text{ кг}$$

Коеф. витрат 0,01

Таблиця 2.6

Матеріальний баланс стадії очистки пропіленгліколю

Стаття приходу		Стаття витрат	
Сировина	Маса, кг	Сировина	Маса, кг
1	2	3	4
Продукти реакції в т.ч.	1315,369	Суміш пропіленгліколю в	995,291
Пропіленгліколь	1003,324	т.ч.	
Етиленгліколь	30,867	Вода	2
Вода	281,178	Пропіленгліколь	993,291
Гліцерин	10,393	Гліцерин	10,289
		Вода	276,386
		Етиленгліколь	30,558
		Втрати	13,238
Всього	1325,762	Всього	1325,762

Таблиця 2.7

Матеріальний баланс всього процесу

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

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4
Сирий гліцерин в т.ч.	1352,375	Суміш пропіленгліколю	995,291
Гліцерин	1081,9	в т.ч.	
Вода	202,856	Вода	2
Метанол	13,54	Пропіленгліколь	993,291
Солі	54,095		
Вода	1144,137	Вода	1344,99
Водень	80	Водень	52,936
		Гліцерин	10,289
		Солі	53,554
		Метанол	13,255
		Етиленгліколь	30,558
		Втрати	75,675
Всього	2576,512	Всього	2576,512

2.4 Підбір технологічного обладнання

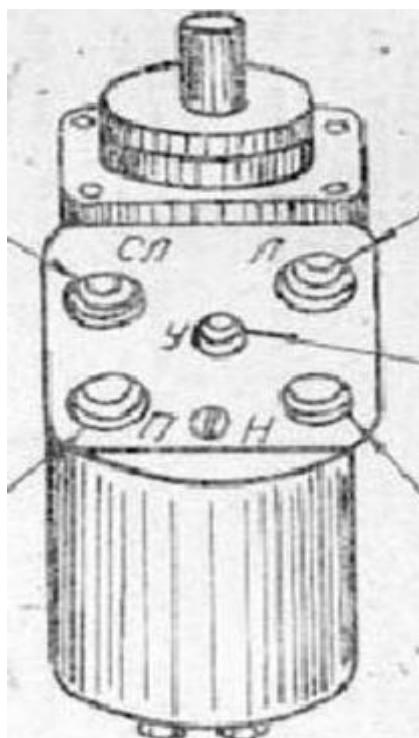
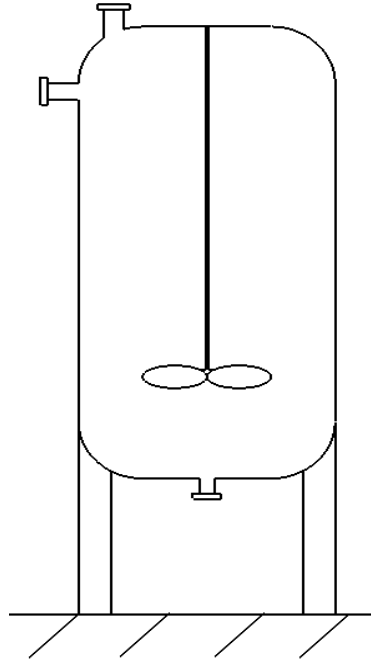


Рис. 2.2. Seko TPG600 Дозатор-насос

Seko TPG600 2,5 л/год насос дозатор мембранний цифровий універсальний дозуючий насос для інжекції рідкої хімії, з можливістю ручного регулювання продуктивності, або завдяки зовнішньому аналоговому сигналу (4-20мА) або цифровому сигналу (витратомір).



Мал. 2.3. Реактор з лопатевою мішалкою

Реактор, який обладнаний лопатевою мішалкою потрібна для перемішування входящих потоків рідин. Саме лопатева мішалка є хорошим вибором бо вона забезпечує добре перемішування малов'язких рідин та є відносно дешевою.

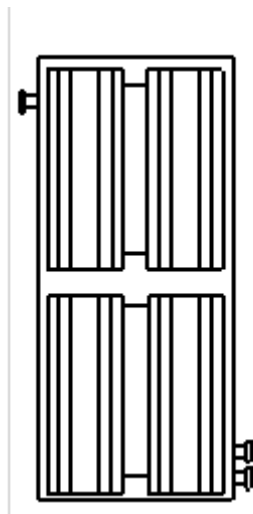


Рис. 2.4. Електродеіонізаційна установка

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електродеіонізація (ЕДІ) – процес безперервної демінералізації з використанням іонообмінних смол, іоноселективних мембран та постійного електричного струму (напруженого поля).

Основною рушійною силою процесів електродеіонізації є різниця потенціалів постійного електричного поля по обидва боки мембранного каналу, утвореного аніонообмінною та катіонообмінною мембраною, заповненого іонообмінною смолою (суміш катіоніту та аніоніту). Саме постійна напруга забезпечує перенесення розчинених іонів з потоку опріснюваної води через іоноселективні мембрани в потік концентрованої води, що скидається, тим самим викликаючи безперервну регенерацію іоніту.

У виробництві через неї проходить потік змішаного з водою сирого гліцерину, внаслідок чого з потоку видаляються NaCl, сульфати, та фосфати. Розрахований на потік 72,92 л/год.

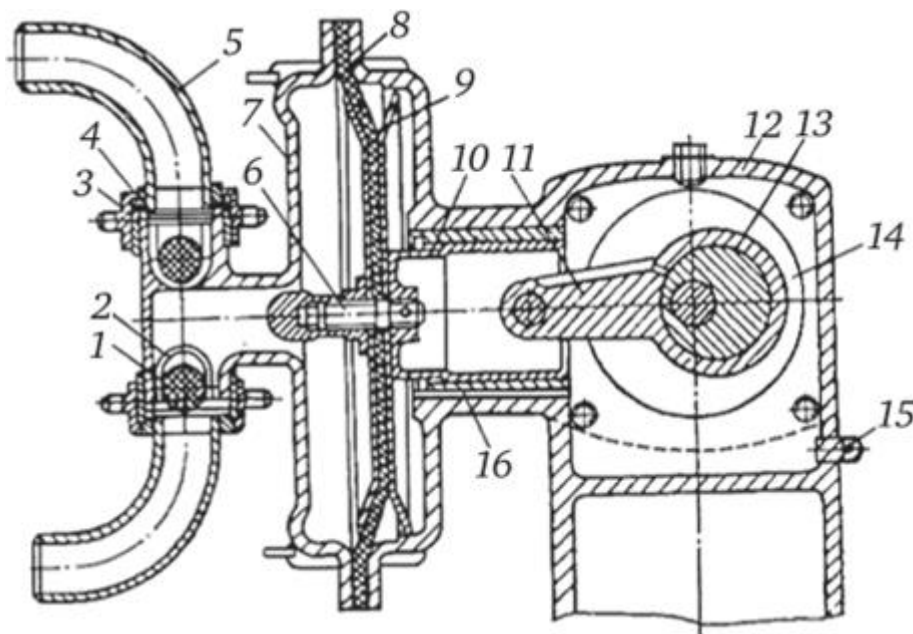


Рис. 2.5. Мембранний насос

Мембранні насоси можуть застосовуватися, коли необхідно перекачувати в'язкі, забруднені або агресивні рідини під невеликим тиском.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

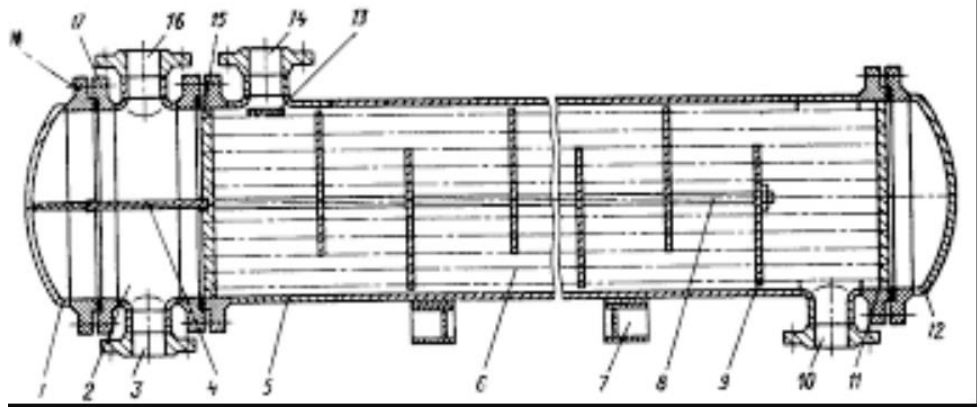


Рис. 2.6. Кожухотрубний теплообмінник

Кожухотрубний теплообмінник охолоджує або підігріває до необхідної температури цільовий потік. Цей варіант є одним з найдешевших та надійних теплообмінників.

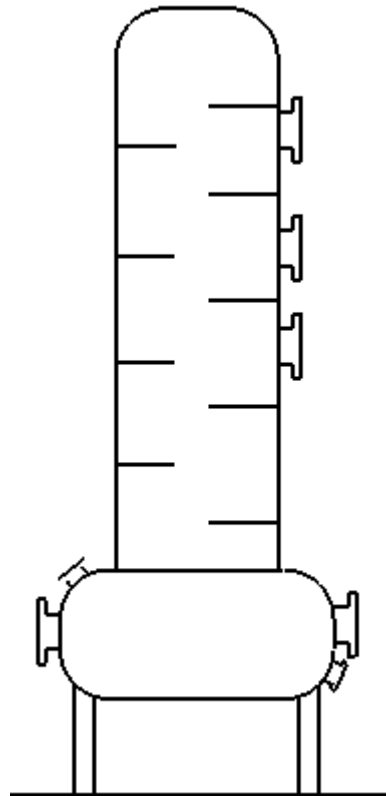


Рис. 2.7. Ректифікаційна колона

Перша ректифікаційна колона відділяє метанол та зайву воду від гліцерину, друга, свою чергу, очищує пропіленгліколь від побічних продуктів реакції та зайвої води.

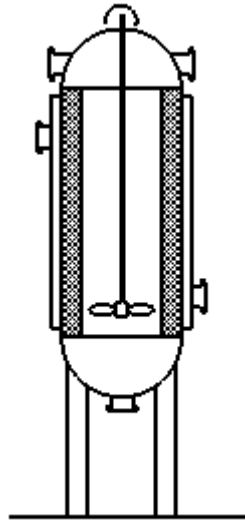


Рис. 2.8. Реактор струйного шару з мішалкою

Реактор зі струйним шаром слугує реакційним середовищем для газоподібного водню та рідкого пропіленгліколю у присутності Cu:Zn:Cr:Zr каталізатору. Такий тип реактору добре підходить до данного процесу, тому що він є відносно простим та дозволяє проводити реакцію між різними фазами у присутності каталізатора.

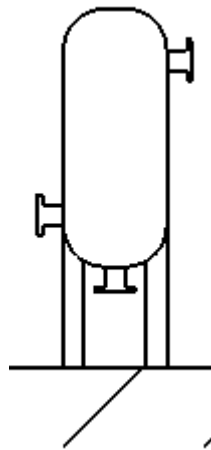


Рис. 2.9. Збирач

Перший збирач відділяє водень від пропіленгліколю, другий слугує резервуаром для пропіленгліколю.

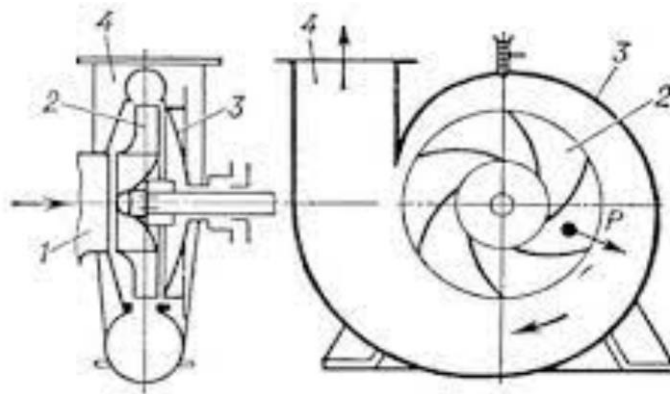


Рис. 2.10. Відцентровий насос

Відцентровий насос — це пристрій який діє за допомогою відцентрових сил і в якому рідке середовище переміщується через робоче колесо від центра до периферії. Відцентрові насоси використовуються для транспортування рідин шляхом перетворення кінетичної енергії обертання в гідродинамічну енергію потоку рідини. Обертальна енергія, передається від електродвигуна. Рідина прямує у робоче колесо насоса вздовж або поблизу до осі обертання, і прискорюється крильчаткою, тече радіально назовні в дифузор або спіральну камеру.

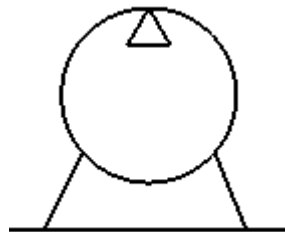


Рис. 2.11. Компресор

Компресор це вид промислового обладнання, призначеного для стиснення повітря або газу з подальшою подачею під тиском. Кожен поршневий компресор має двигун, що приводить у рух поршні насосів або ротори. Вони закачують повітря у спеціальну ємність – ресивер. Обертання передається за допомогою прямого або пасового приводу.

2.5 Тепловий розрахунок

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спочатку треба знайти середню різницю температур між теплоносіями:

$$\Delta t_{\text{б}} = 120 - 15 = 105^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{м}} = 120 - 90 = 30^{\circ}\text{C}$$

Оскільки $t_{\text{б}}/t_{\text{м}} = 3,5 > 2,0$ то згідно з формулою:

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}}$$

$$\Delta t_{\text{сер}} = \frac{105 - 30}{\ln \frac{105}{30}}$$

$$\Delta t_{\text{сер}} = 60^{\circ}\text{C}$$

Середня температура води:

$$t_{\text{с}} = t_{\text{пари}} - \Delta t_{\text{сер}}$$

$$t_{\text{ср}} = 120 - 60$$

$$t_{\text{ср}} = 60^{\circ}\text{C}$$

За середньою температурою води 60°C за таблицею знаходимо її фізичні характеристики:

$$\rho = 983 \text{ кг/м}^3$$

$$c = 4181 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$$

$$\lambda = 0,651 \text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$$

$$\mu = 468,8 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$$

$$\text{Pr} = 2.85$$

Теплове навантаження теплообмінника знаходимо за формулою:

$$Q = mc(t_{1\text{п}} - t_{1\text{к}})$$

$$Q = 1.667 \cdot 4181 \cdot (90 - 15)$$

$$Q = 522730 \text{ Вт}$$

Витрату пари визначаємо з рівняння теплового балансу:

$$D = \frac{xQ}{r}$$

$$D = \frac{1.05 \cdot 522730}{2711000 - 483830}$$

$$D = 0.249 \text{ кг/с}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо режим руху води в трубах і швидкість руху води. Для цього спочатку знаходимо необхідну кількість труб діаметром 25*2 мм для одного ходу теплообмінника за турбулентного режиму руху. Вибираємо орієнтовне значення $Re = 20000$. Тоді кількість труб одного ходу:

$$n = f/(0.785d_B^2) = m/(0.785d_B^2\rho w)$$

Оскільки $w = Re \cdot \mu_2 / (d_B \cdot \rho_2)$, то

$$n = m / (0.785 \cdot d_B \cdot Re \cdot \mu_2)$$

$$n = \frac{1.667}{0.785 \cdot 0.021 \cdot 20000 \cdot 468.8 \cdot 10^{-6}}$$

$$n = 11$$

$$w = \frac{20000 \cdot 468.8 \cdot 10^{-6}}{(0.021 \cdot 983)}$$

$$w = 0.45 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт тепловіддачі знаходимо за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_B}$$

$$\text{де } Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43}$$

$$Nu = 0.021 \cdot 20000^{0.8} \cdot 2.85^{0.43}$$

$$Nu = 90.9$$

$$\alpha_2 = \frac{90.9 \cdot 0.651}{0.021}$$

$$\alpha_2 = 2818 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

Визначасмо коефіцієнт тепловіддачі водяної пари від стінки. Орієнтовно вибираємо температуру стінки з боку пари $t_{ст} = 102^\circ\text{C}$. Тоді температура плівки конденсату:

$$t_{пл} = 0.5 \cdot (120 + 102)$$

$$t_{пл} = 111^\circ\text{C}$$

За цієї температури знаходимо фізичні характеристики конденсату:

$$\rho = 950 \text{ кг/м}^3$$

$$\lambda_k = 0,683 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$$

$$\mu = 253.6 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$r = 2228 \text{ кДж/кг}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота поверхні теплопередачі: $l = 1.5\text{м}$

Тоді знаходимо коефіцієнт тепловіддачі від пару до стінки

$$\alpha_1 = 0.943 \sqrt[4]{\frac{0,683^3 * 950^2 * 2228 * 10^3 * 9,81}{(253.6 * 10^{-6} * 9 * 1,5)}} = 4253 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})$$

$$\alpha_1 = 4253 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})$$

$$k_{\text{чист}} = \frac{1}{\frac{1}{4253} + \frac{0,002}{384} + \frac{1}{2818}}$$

$$k_{\text{чист}} = 1680 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})$$

Коефіцієнт теплопередачі для забрудненої поверхні за значення коефіцієнта використання поверхні теплообміну $\varphi = 0,75$:

$$k = 1680 * 0.75$$

$$k = 1260 \text{ Вт}/(\text{м}^2 * \text{К})$$

Перевіряємо правильність прийнятого значення температури стінки за формулою:

$$t_{\text{ст1}} = t_p - \frac{k}{\alpha_1} \Delta t_{\text{сер}}$$
$$t_{\text{ст1}} = 120 - \frac{1260}{4273} * 60$$

$$t_{\text{ст1}} = 102,2^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{ст1}} = 102,2 - 102$$

$$t_{\text{ст1}} = 0,2^\circ\text{C}$$

Різниця між прийнятим значенням температури стінки і визначеним становить менш як 1°C , що допускається.

Приймаємо, що $t_{\text{ст1}} = 102^\circ\text{C}$

Площа поверхні теплопередачі знаходиться за формулою:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{сер}}}$$
$$F = \frac{522730}{1260 * 60}$$

$$F = 6,91 \text{ м}^2$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми

Отримання пропіленгліколю з гліцерину проводиться з утворенням проміжного ацетолу в реакторі.

Для цього неочищений гліцерин спочатку змішують з проточною водою для зменшення його густини фільтрують за допомогою електродеіонізації і ректофікують. Після цього суміш змішується з водою та направляється в реактор струйного шару де гліцерин спочатку перетворюється на ацетол. З ацетолу утворюється пропіленгліколь і домішки. Цю суміш конденсують та направляють у ректифікаційну колону після чого отримуємо чистий пропіленгліколь.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 – дозатор-насос; 2,8 – реактор з мішалкою; 4 – електродеіонізаційна установка; 7,9,11,15,17,20 – відцентровий насос; 10,14,20 – теплообмінник; 6,18 – ректифікаційна колона; 16,21 – збирач; 12 – реактор; 13 – компресор; 3,5 – мембранний насос.

Гліцерин з домішками змішується з водою, фільтрується від солей, і потім проходить через ректифікаційну колону.

Неочищений гліцерин подіється в дозатор-насос 1, далі він закачується в мішалку 2 де він перемішується з технічною водою до необхідного співвідношення (вода : гліцерин – 1:1).

З мішалки водно-гліцерина суміш перекачується через мембранний насос 3 в електродеіонізаційну установку 4, далі очищена від солей суміш проходить через мембранний насос 5 та ректифікаційну колону 6 (0,1 МПа, 116°C) де вода та метанол випаровується і виходить концентрований очищений гліцерин. З ректифікаційної колони суміш проходить через відцентровий насос 7 у мішалку 8 (0,1 МПа, 98°C), де до гліцерину додається вода до масової частки гліцерину 80%. Перемішана суміш очищеного гліцерину та води проходить через насос 9 та теплообмінник 10, в якому суміш нагрівається до температури 210°C. З теплообмінника суміш проходить крізь насос 11 та подається у реактор 12 (232°C, 4 МПа) де взаємодіє з воднем у присутності Cu:Zn:Cr:Zr каталізатору утворюючи суміш пропіленгліколю, водню та побічних продуктів реакції. Після чого отримана газова суміш проходить через компресор 13 та теплообмінник 14, в якому пропіленгліколь та домішки конденсуються, перекачуються через насос 15 та потрапляє у збирач 16 (175°C, 0,1 МПа) де відділяється водень від пропіленгліколю та домішків. Після цього неочищений пропіленгліколь перекачується через насос 17 в ректифікаційну колону 18 (201°C, 0,2 МПа) де пропіленгліколь очищуються від домішків та зайвої води. Газоподібний пропіленгліколь перекачується через компресор потрапляє в теплообмінник 19 (21°C) де

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

пропіленгліколь конденсується та насосом 20 перекачується у збірник 20. Далі пропіленгліколь потрапляє на склад.

Таблиця 2.8

Перелік обладнання

№ поз.	Назва	Кількість
1	2	3
12	Реактор	1
2,8	Мішалка	2
4	Електродеіонізаційна установка	1
1	Дозатор-насос	1
3	Консольний насос	1
16,21	Збирач	2
13	Компресор	1
10,14,19	Теплообмінник	3
7,9,11,15,17,20	Відцентровий насос	6
6,18	Ректифікаційна колона	2

2.7 Розрахунок параметрів реактора струменевого шару з мішалкою.

Метою даного розрахунку є вибір робочого об'єму апарату та визначення його геометричних розмірів. Апарат призначений для проведення стадії відновлення. Приготований розчин подається разом з газом в даний реактор та нагріваються до температури 232°C протягом 10-12 годин. Апарат являє собою вертикальний сталевий циліндр з еліптичним днищем та кришкою, обладнаний сорочкою та лопатевою мішалкою. Обертання перемішуючого пристрою здійснюється приводом, який встановлений на

кришці апарата. Кришка апарата еліптична і обладнана технологічними штуцерами, злив продукту проходить через штуцер знизу.

Продуктивність за одне завантаження в реактор становить:

$$V_{\text{завант}} = 54,16 \text{ м}^3$$

Об'єм утворених продуктів під час реакції окиснення складає:

$$V_{\text{утв}} = 38,39 \text{ м}^3$$

Ведемо розрахунок на реактор з номінальним об'ємом 63 м^3 та ступенем заповнення $(\varphi) = 0,95$. Тоді, робочий об'єм реактора розрахуємо за формулою 2.12:

$$V_{\text{роб}} = V_{\text{н}} \cdot \varphi = 63 \cdot 0,95 = 59,85 \text{ м}^3 \quad (2.2)$$

Необхідна кількість реакторів розраховується за формулою 2.13:

$$n = V_{\text{завант}} / V_{\text{роб}} = 54,16 / 59,85 = 0,9 \text{ шт.} \quad (2.3)$$

Отже, приймаємо 1 реактор з еліптичною кришкою та днищем та номінальною ємністю 63 м^3 .

Стандартні характеристики даного реактора [ГОСТ 6533-78]:

- внутрішній діаметр $D = 3200 \text{ мм}$;
- висота корпусу $H = 8300 \text{ мм}$;
- площа поверхні теплообміну рубашки $F_p = 82,8 \text{ м}^2$;
- діаметр вала мішалки $d_b = 95 \text{ мм}$.

Еліптичні днища для апарата такого діаметра мають такі показники [ГОСТ 6533-78]:

- внутрішній діаметр $D = 3200 \text{ мм}$;
- висота відбортовки $h_1 = 60 \text{ мм}$;
- висота еліптичної частини $H_{\text{ел}} = 800 \text{ мм}$;
- внутрішня поверхня днища $F = 11,7 \text{ м}^2$;
- ємність днища $V_{\text{дн}} = 4752,3 \text{ дм}^3$.

Об'єм рідини в циліндричній частині реактора $V_{\text{рц}}$ розраховуємо за формулою 2.14:

$$V_{\text{рц}} = V_p - V_{\text{дн}} = 59,85 - 4,75 = 55,1 \text{ м}^3 \quad (2.4)$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді, висота рідини у циліндричній частині реактора буде визначатись за формулою 2.15:

$$H_{\text{ц}} = V_{\text{рц}} / \pi \cdot R^2_{\text{вн.}} = 55,1 / 3,14 \cdot 1,62 = 6,855 \text{ м (2.5)}$$

Загальну висоту рідини визначаємо за формулою 2.16:

$$H_{\text{р}} = H_{\text{ц}} + h_1 + H_{\text{сл}} = 6,855 + 0,06 + 0,8 = 7,715 \text{ м (2.6)}$$

Пропеллерна мішалка має стандартні об'єми які визначаються як:

$$\frac{D}{d_m} = 2,4$$

де d_m – діаметр мішалки.

Приймаємо $\frac{D}{d_m} = 2,4$ діаметр буде дорівнювати:

$$d_m = \frac{3200}{2,4} = 1333,3 \text{ мм}$$

Приймаємо $d_m = 1400 \text{ мм}$

Число обертів мішалки знаходимо з залежності:

$$n \geq C_2 * \frac{D^{0.67} * \Delta\rho^{0.3} * \sigma^{0.18}}{d_m^{0.54} * \rho_B^{0.5}} = 6,05 * \frac{3,2^{0.67} * 229^{0.3} * 0,66^{0.18}}{1,4^{0.54} * 997^{0.5}} = 2 \text{ с}^{-1}$$

де $C_2 = 6,05$ – коефіцієнт пропорційності для пропелерних мішалок;

$$\Delta\rho = 1226 - 997 = 229 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \text{ – різниця густини води } \rho_B = 997 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \text{ та густини}$$

олеїнової кислоти $\rho_{\text{глиц}} = 1226 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, що подаються на приготування розчину;

$$\sigma = \chi * \sigma_{\text{глиц}} + (1 - \chi) * \sigma_B = 0,44 * 0,0758 + (1 - 0,44) * 0,0662 = 0,66$$

коефіцієнт поверхневого натягу для суміші гліцерин-вода, $\sigma_B = 0,0662 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ –

коефіцієнт поверхневого натягу води, $\sigma_{\text{глиц}} = 0,0758$ коефіцієнт поверхневого натягу гліцерину;

$$\chi = \frac{\frac{a}{M_{\text{глиц}}}}{\frac{a}{M_{\text{глиц}}} + \frac{(1-a)}{M_{\text{води}}}} = \frac{\frac{0,8}{92}}{\frac{0,8}{92} + \frac{1-0,8}{18}} = 0,44$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мольна частка олеїнової кислоти в емульсії.

$$\mu = 0,014 \text{ Н с/м}^2$$

Довжина мішалки:

$$l = H\rho * \varphi$$

$$l = 7,715 * 0,7 = 5,4 \text{ м}$$

Розраховуємо значення критерія Рейнольдса:

$$Re = \frac{n * d_m * \rho}{\mu} = \frac{2 * 1,3^2 * 1226}{0,014} = 295991$$

Для пропелерної мішалки без перегородок з трьома горизонтальними лопатями критерій потужності розраховується за формулою:

$$\begin{aligned} K_N &= 0,146 * Re_B^{0,96} * Fr \left(\frac{t}{d_m} \right)^{1,22} * \left(\frac{D}{d_m} \right)^{0,91} \\ &= 0,146 * 295991^{0,96} * 0,57 \left(\frac{0,33}{1,4} \right)^{1,22} * \left(\frac{3200}{1,4} \right)^{0,31} = 28071 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Критерій Фруда знаходиться за формулою:

$$Fr = \frac{n^2 * d_m}{g} = \frac{2^2 * 1,4}{9,8} = 0,57$$

Розраховуємо потужність, яка витрачається на перемішування за формулою:

$$N = K_N * \mu * n^2 * d_m^3 = 28071 * 0,01 * 2^2 * 1,4^3 = 3081 \text{ Вт}$$

Розраховуємо потужність, яка витрачається на тертя в сальнику за формулою:

$$N_c = 9,84(p + 0,98 * 10^5) * f_m * l_c * n * d_B^2$$

де p – надмірний тиск в апараті $p = 108241$ Па,

f_m – коефіцієнт тертя набивки сальника $f_m = 0,2$,

l_c – довжина набивки сальника, м,

d_B – діаметр вала мішалки, м,

n – частота обертання робочого органа, об/с.

$$l_c = 4 * d_B = 4 * 0,1 = 0,4 \text{ м}$$

$$N_c = 9,84(108241 + 98000) * 0,2 * 0,4 * 2 * 0,1^2 = 3247 \text{ Вт}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо потужність електродвигуна приводу за формулою:

$$N_{ед} = \frac{k_1 * k_2 * N + N_c}{\eta}$$

η – к.к.д. приводу, $\eta = 0,9$

k_1 – коефіцієнт, який враховує заповнення ємності перемішувальною рідиною

k_2 – коефіцієнт, який враховує зріст потужності при запуску, або при перемішуванні збільшення опору середовища, зазвичай сприймається як $k_2 = 1$.

$$k_1 = \frac{H_p}{D} = \frac{7.715}{3.2} = 2.41$$

де H_p – висота рідини в посуді, м,

D – діаметр посуду, м.

$$N_{дв} = \frac{2.41 * 1 * 3081 + 3247}{0,9} = 11858 \text{ Вт} = 11,86 \text{ кВт}$$

Провівши розрахунок мішалки ми визначили потужність електродвигуна $N_{дв} = 11,86 \text{ кВт}$

$$H_{заг} = 8300 + 2700 = 11000 \text{ мм}$$

Так як в апараті знаходиться агресивне середовище, то для елементів реактора була обрана корозійно-стійка сталь 08Х22Н6Т. Значення допустимого напруження для сталі при температурі 230°C буде становити $[\sigma] = 181,5 \text{ МПа}$. Швидкість корозії сталі у середовищі (П) – 0,01 мм/рік.

Товщина циліндричної обичайки розраховується за формулою 2.7:

$$S = SR + c_1 + c_2 + c_3 \quad (2.8)$$

Прибавка на компенсацію корозії c_1 обчислюється за формулою 2.9:

$$c_1 = \Pi \cdot t = 0,01 \cdot 10 = 0,1 \text{ мм} \quad (2.9)$$

Технологічну прибавку прийmemo $c_3 = 0$. SR_1 визначається за формулою 2.10:

$$SR_1 = k_2 \cdot D \cdot 10^{-2} \quad (2.10)$$

Коефіцієнт $k_2 = f(k_1; k_3)$ визначається з номограми, а k_1 та k_3 за формулами:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_3 = L / D = 11067 / 3200 = 3,46 \text{ (2.11)}$$

$$\text{де } L = H + l_1 = 8300 + 2767 = 11067 \text{ мм}$$

$$l_1 = H / 3 = 8300 / 3 = 2767 \text{ мм} = 2,4 \cdot 10^3 \cdot 0,108 = 2,4 \cdot 10^3 \cdot 1,97 \cdot 10^{-2} = 0,55 \text{ (2.12)}$$

де $E = 1,97 \cdot 10^5$ МПа – модуль пружності при розрахунковій температурі;
 $n_u = 2,4$ – коефіцієнт запасу міцності для робочих умов.

Тоді знаходимо $k_2 = 0,29$. SR_1 розраховуємо за формулою 2.10:

$$SR_1 = 0,29 \cdot 3,2 \cdot 10^{-2} = 9,28 \text{ мм}$$

$$SR_2 = \text{ (2.13)}$$

Вибираємо більше значення: $SR_1 = 9,28$ мм.

Знайдемо виконавчу товщину стінки за формулою 2.8:

$$S = SR + c_1 + c_2 + c_3 = 9,28 + 0,1 + c_2 = 9,38 + c_2, \text{ мм}$$

Найближча товщина листової сталі 10 мм, для якої $c_2 = 0,6$ мм. Згідно отриманих результатів, товщину стінки циліндричної обичайки та днища рубашки прийmemo $S = 10$ мм.

Діаметр апарату з опорами, при внутрішньому діаметрі апарату $D = 3200$ мм, становить $D_{\text{опор}} = 4160$ мм.

Діаметр рубашки зазвичай приймають на 100-200 мм більше за діаметр реактора. Тому, прийmemo $D_{\text{рубашки}} = 3400$ мм.

Маса циліндричної обичайки, за формулою 2.26, буде складати :

$$m_{\text{ц}} = \rho \cdot V = \rho \cdot \pi \cdot D \cdot S \cdot H = 1670 \cdot 3,14 \cdot 3,2 \cdot 0,01 \cdot 8,3 = 1393 \text{ кг}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

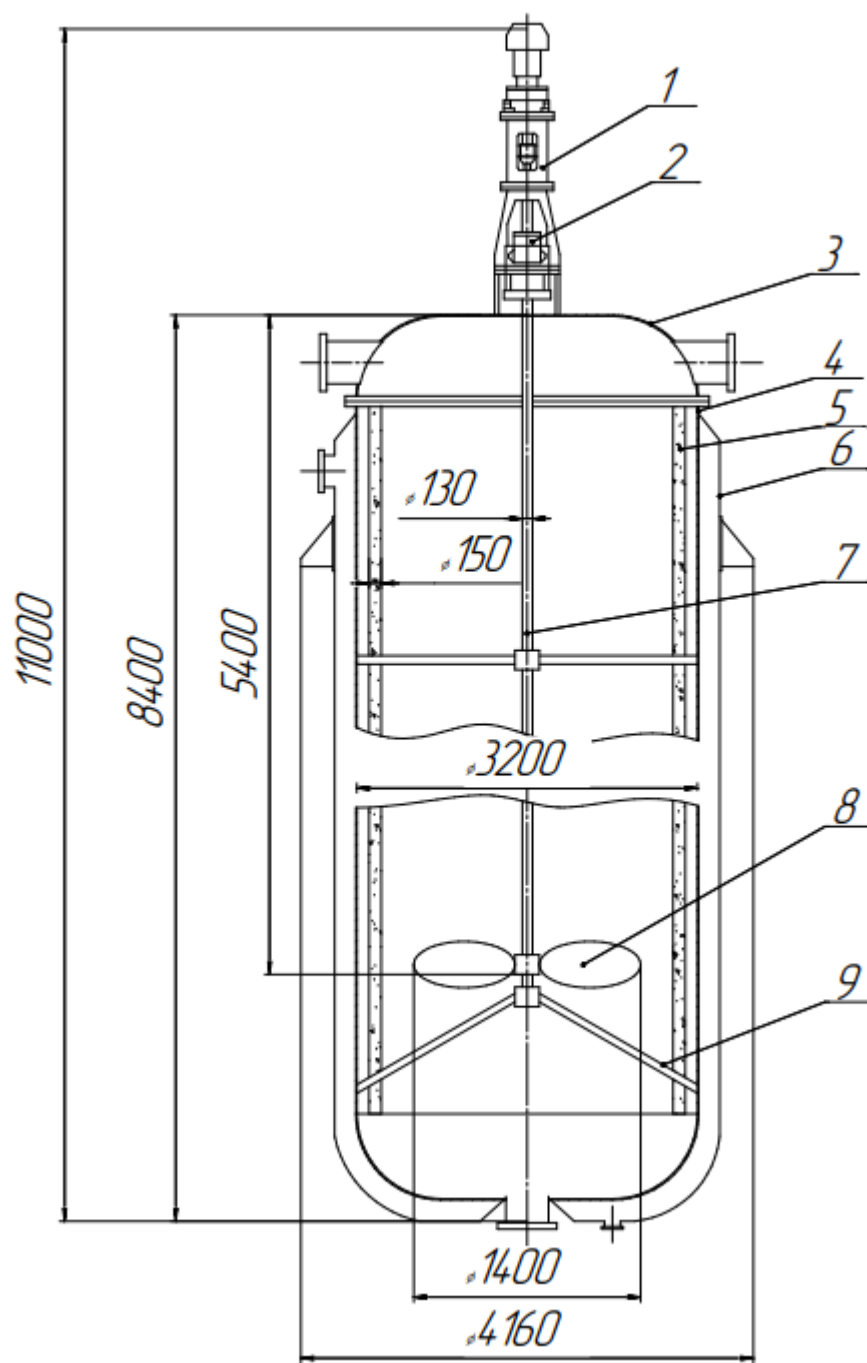


Рис. 2.13. Каталітичний реактор для відновлення гліцерину з мішалкою

1 – Електродвигун; 2 – муфта; 3 – кришка; 4 – корпус апарату; 5 – труба з каталізатором; 6 – сорочка; 7 – вал мішалки; 8 – мішалка; 9 – опори мішалки.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ ІІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Для встановлення собівартості отриманої продукції, необхідних капіталовкладень та можливого прибутку, робиться економічний розрахунок за такими показниками, як:

- основні фонди (вартість засобів праці, що приймають участь у виробництві зберігаючи при цьому свою форму, їх вартість переноситься на готову продукцію частинами, по мірі зносу);

- оборотні фонди (засоби виробництва, які цілком використовуються під час виробництва та потребують оновлення.);

- чисельність працівників (загальна кількість усіх працівників що приймають участь у забезпеченні нормального функціонування підприємства);

Таблиця 3.1

Вартість основних фондів

№	Назва устаткування	Ціна за 1 кг, грн.	Кількість, шт.	Вартість придбання устаткування,	Витрати на монтаж, грн.	Транспорти і витрати, грн.	Кінцева вартість, грн.
	1	2	3	4	5	6	7
1	Реактор з мішалкою	100000	2	200000	500	600	201100
2	Реактор	500000	1	500000	20000	900	520900
3	Збирач	10000	2	20000	300	200	20500

<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.042.КР.ІІЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Юрченко М.О..		
Перевір.		Фесич І.В.		
Реценз .				
Н. Контр.		Подобій О.В.		
Затверд.		Носенко Т.Т.		
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ				
		Літ.	Арк.	Аркуші
			47	
НУХТ Каф. ТЖХТ				

Продовження таблиці 3.1

4	Відцентровий насос	12000	6	60000	1500	1000	62500
5	Ректифікаційна колонна	200000	2	400000	3000	1500	404500
6	Компресор	10000	1	10000	800	600	11400
7	Електродеіонізаційна установка	900000	1	900000	2500	4000	906500
8	Мембранний насос	11000	2	22000	400	300	22700
9	Кожухотрубний теплообмінник	20000	3	60000	3000	1500	64500
10	Дозатор-насос	15000	1	15000	500	400	15900
11	Сумарні витрати	2230500					

Витрати на трубопроводи, автоматизацію та інше устаткування приймаємо в розмірі 15% від первісної вартості устаткувань:

$$651.450 * 0.15 = 97,718 \text{ тис. грн.}$$

Загальна сума витрат:

$$2230,500 + 97,718 = 2328,218 \text{ тис. грн.}$$

Таблиця 3.2

Вартість оборотних фондів

Стаття витрат	Сума, рік/грн.
Гліцерин сирий	400000
Водень	350000
Вода технічна	200000

Розрахунок річної потужності виробництва

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки виробництво пропіленгліколю є безперервним, то завод зупиняє свої потужності лише на новорічні свята на 2 доби, тобто підприємство працює 363 доби у році. Працівники працюють у три зміни.

Річна потужність виробництва:

$1 \times 633 = 363$ тони на рік; коефіцієнт виробництва приймаємо в розмірі 0,90

Річний обсяг виробництва становитиме:

$363 \times 0,90 \times 363 = 118\,592,1$ тони.

Розрахунок чисельності працівників

Для працівників, зайнятих на роботах із шкідливими умовами праці, встановлено скорочену тривалість робочого часу – 37 годин на тиждень (тобто 7,2 години на день).

Чисельність робітників з погодинною оплатою праці:

$$Ч_{\text{пог}} = K_{\text{зм}} * K / Б,$$

де $Ч_{\text{пог}}$ – чисельність робітників, що працюють за погодинною системою оплати праці; $K_{\text{зм}}$ – загальна чисельність цих робітників за зміну; K – кількість змін роботи підприємства на сезон рік; $Б$ – баланс робочого часу одного робітника на сезон в днях.

$$Ч_{\text{пог}} = 363 * 363 / 7,2 = 2520,8 \approx 2521 \text{ чоловік.}$$

Таблиця 3.3.

Фонд заробітної плати

Посада	Чисельність	Заробітня плата, грн/міс.
1	2	3
Директор	1	23000

Продовження таблиці 3.3

1	2	3
Головні спеціалісти:		
Головний інженер	3	
Головний бухгалтер	1	16000
Головний інженер	1	
Головний технолог	1	
<i>Всього</i>	6	
Керівники структурних підрозділів:		
Керівник виробничого процесу	1	
Начальник складового приміщення	1	
Керівник відділу піднотки сировини	1	11000
Керівник контролю якості	2	
<i>Всього:</i>	5	
Фахівці з вищою освітою:		
Інженер-технолог	5	9500
Інженер-механік	5	
<i>Всього</i>	10	
Робітники і фахівці з середньою освітою: прибиральники, вантажники	15	6500
<i>Всього</i>		366500

На соціальні виплати відраховується 22% від суми заробітної плати, тобто:

$$366500 \times 0,22 = 80630 \text{ тис. грн.}$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний фонд заробітної плати складає 366 тисячі 500 грн щомісяця, 4398000 грн за рік.

Поточні витрати на устаткування

Таблиця 3.4

Амортизаційні нарахування та витрати на поточні та капітальні ремонти

Вид основних фондів	Амортизація		Витрати на капітальні та поточні ремонти		Витрати разом, тис. грн.
	У%	Сума, тис. грн.	У%	Сума, тис. грн.	
Машини і обладнання	10	120	5	60	180
Всього					180000

Таблиця 3.5

Зведені витрати на реалізацію продукції

№	Втрати	Сума, грн.
1	2	3
1	Сировина, основні та допоміжні матеріали	750000
2	Транспортно-заготівельні витрати (5% сировини)	74500
3	Енерговитрати	7000
4	Заробітна плата	366500
5	Відрахування на соціальні заходи	80630

1	2	3
6	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (5% від вартості обладнання)	111525
7	Амортизація та витрати на ремонти	90000
	<i>Всього</i>	1480155

Собівартість виробництва складає 1 мільйон 480 тисяч 155 гривень.

Поза виробничі витрати (0,2% до виробничої собівартості):

$$1\,480\,155 \times 0,002 = 2 \text{ тис. } 960 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати (2% до виробничої собівартості):

$$1\,480\,155 \times 0,02 = 29 \text{ тис. } 603 \text{ грн.}$$

Ефективність розробленого проекту Економічна ефективність – це показник, що визначається шляхом співвідношення отриманого економічного результату та усіх витрат.

Собівартість продукції складає:

$$120\,000 + 3\,990\,000 + 1\,450\,000 = 5\,560\,000 \text{ грн/рік};$$

Річний прибуток підприємства:

$$\Pi = \text{Ц} - \text{С} = 50 \cdot 200\,000 - 5\,560\,000 = 1\,940\,000 \text{ грн/рік}$$

Із врахуванням податку на прибуток (18%), прибуток складає:

$$\Pi = 0,82 \cdot 2\,440\,000 = 1\,990\,800 \text{ грн/рік}$$

Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{\Pi}{\text{С}} = \frac{1\,990\,800}{5\,560\,000} \cdot 100\% = 35,8\%$$

Капіталовкладення:

$$K = \text{ОФ} + \text{ОбЗ} = 667\,700 + 1\,450\,000 + 3\,990\,000 = 6\,107\,700 \text{ грн}$$

Період повернення капіталовкладень:

$T_{\text{пов}} = K/\Pi = 6\,107\,700/1\,590\,800 = 3,83$ роки;

Коефіцієнт економічної ефективності:

$E = 1 * T_{\text{пов}} = 1\,0,91 = 0,59$.

Провівши розрахунок економічних показників проєктованого підприємства можна визначити, що підприємство є прибутковим та рентабельним. Собівартість одиниці продукції, що вироблюється, становить 41 грн. Період повернення капіталовкладень становитиме 3,83 роки, а рентабельність підприємства 28%.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						52
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

4.1 Визначення масової частки пропіленгліколю

Масову частку пропіленгліколю визначають по різниці, віднімаючи з 100% масові частки води, діетиленгліколю та триетиленгліколю.

Масову частку діетиленгліколю та триетиленгліколю визначають методом газової хроматографії в ізотермічному режимі з використанням колонки I або колонки II. Визначення проводять шляхом "внутрішнього стандарту".

Градуювання хроматографа

Масову частку органічних домішок в пропіленгліколі визначають методом "внутрішнього еталона" з урахуванням градуювальних коефіцієнтів. Як "внутрішнього еталона" для колонки I використовують нонанол-1, для колонки II - бензиловий спирт. Градуювання хроматографа здійснюють по 4-5 градуювальних сумішей, приготованим гравіметричним способом.

У стаканчик для зважування послідовно поміщають пропіленгліколь і "внутрішній еталон", взятий у кількості 0,05-0,20% від маси пропіленгліколю. Результати зважувань у грамах записують до четвертого десяткового знаку.

Суміш перемішують, відбирають мікрошприцом не менше двох разів необхідний об'єм і вводять у випарник хроматографа для перевірки хроматографічної чистоти етиленгліколю. Далі до цієї суміші додають 0,05-1,0% діетиленгліколю та триетиленгліколю.

Отриману градуювальну суміш перемішують і хроматографують не менше двох разів.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.047.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Юрченко М.О.</i>			ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Фесич І.В.</i>					72	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Відносна похибка приготування градуювальних сумішей не повинна перевищувати $\pm 10\%$ для кожного домішкового компонента та "внутрішнього еталона".

Градуювальний коефіцієнт (K_i) обчислюють за формулою

$$K_i = \frac{m_i * S_{\text{эт}}}{m_{\text{эт}2} * S_i}$$
$$S_i = S_{i2} - S_{i1} \left(\frac{S_{\text{эт}2}}{S_{\text{эт}1}} \right)$$

Де m_i , $m_{\text{эт}}$ - маси визначається компонента і "внутрішнього еталона" відповідно, введені в градуювальну суміш, г;

$S_{\text{эт}2}$, $S_{\text{эт}1}$ - Піки площі "внутрішнього еталона" на хроматограмі градуювальної суміші і вихідного етиленгліколю відповідно, мм^2 ;

S_{i2} , S_{i1} - Площа піку визначається компонента на хроматограмі градуювальної суміші і вихідного етиленгліколю відповідно, мм^2 .

За відсутності визначених домішкових компонентів в пропіленгліколі, використовуваному для приготування сумішей градуювання, приймають .

Площа піку обчислюють як добуток висоти піку з його ширину, виміряну середині висоти, з урахуванням масштабу записи.

Дозволяється визначати площу піку за допомогою електронного інтегратора.

Градуювальний коефіцієнт домішки визначають як середнє арифметичне результатів всіх визначень, обчислених з точністю до другого десяткового знака. Градуювання коефіцієнт неідентифікованих домішок приймають рівним 1.

Градуювання хроматографа проводять після проведення близько 400 аналізів, а також при зміні насадки та зміні умов хроматографічного визначення.

Проведення аналізу

Близько 10 г пропіленгліколю зважують у стаканчику для зважування, додають до нього 0,05-0,20% "внутрішнього зразка" маси аналізованого продукту. Результати зважувань записують у грамах із точністю до четвертого

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

десятькового знака. Суміш ретельно перемішують, мікрошприц відбирають 1 мм і вводять у випарник хроматографа не менше двох разів.

Опрацювання результатів

Масову частку визначеної домішки (X_i) у відсотках обчислюють за формулою

$$X_i = \frac{K_i * S_i * m_{эт} * 1000}{S_{эт} * m}$$

де K_i - градувальний коефіцієнт домішки, що визначається;

S_i - площа піку визначеної домішки, мм²;

$m_{эт}$ - маса навішування "внутрішнього еталона", г;

$S_{эт}$ - площа піку "внутрішнього зразка", мм²;

m - маса навішування етиленгліколю, взята для аналізу, г.

За результат аналізу приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень діетиленгліколю, абсолютна розбіжність між якими не перевищує допускається розбіжність, що дорівнює 0,02% для продукту вищого гатунку та 0,15% для продукту першого гатунку.

Абсолютна сумарна похибка результату визначення діетиленгліколю $\pm 0,01$ і $\pm 0,15\%$, етиленгліколю $\pm 0,02$ і $\pm 0,17\%$ для продуктів вищого і першого сортів, відповідно, при довірчій ймовірності =0,95.

Масову частку етиленгліколю (X) у відсотках обчислюють за формулою

$$X = 100 - \left(\sum X_i + X_B \right)$$

Де $\sum X_i$ - сума масових часток діетиленгліколю та триетиленгліколю, %;

X_B - масова частка води, %.

4.2 Визначення масової частки заліза

Масову частку заліза визначають за ГОСТ 10555 фотометричним сульфосаліциловим методом. При цьому до залишку, отриманого після прожарювання додають 5 см³ розчину соляної кислоти з масовою часткою 25% і нагрівають до повного розчинення осаду (розчин А).

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для продукту вищого гатунку отриманий розчин (розчин А) переносять кількісно в мірну колбу виконання 1 або 2 місткістю 50 см³ за ГОСТ 1770, додають 2 см³ розчину сульфосаліцилової кислоти і перемішують. Потім додають 6 см³ розчину аміаку і далі визначають за ГОСТ 10555.

Для продукту першого сорту розчин А переносять кількісно в мірну колбу місткістю 50 см³, об'єм розчину доводять водою до мітки і перемішують (розчин Б).

1 см³ отриманого розчину (розчин Б) поміщають у мірну колбу місткістю 50 см³, додають 2 см³ розчину сульфосаліцилової кислоти та перемішують. Потім додають 5 см³ розчину аміаку і далі визначають ГОСТ 10555.

Одночасно проводять контрольний досвід з тими ж кількостями реактивів і в тих же умовах, як при визначенні заліза аналізованої пробі. Масову частку заліза (X₁) у відсотках обчислюють за формулами:

$$X_1 = \frac{m * 1000}{m_1 * 1000}$$

Для продукту вищого гатунку;

$$X_1 = \frac{m * 50 * 1000}{m_1 * 1000}$$

для продукту першого гатунку ,

де m маса заліза, знайдена за градуовальним графіком, мг; m₁ маса навішування продукту, взята визначення залишку після прожарювання, г.

За результат аналізу приймають середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень, абсолютна допустима розбіжність між якими не перевищує:

для продукту вищого гатунку

- 0,000003%; для продукту першого гатунку

- 0,00015%,

за довірчої ймовірності =0,95.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Абсолютна сумарна похибка результатів визначення $\pm 3 \cdot 10\%$ для продукту вищого сорту, що допускається, і $\pm 1,5 \cdot 10\%$ для продукту першого сорту при довірчій ймовірності $=0,95$.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Заходи з охорони здоров'я на виробництві

Охорона довкілля розглядається як окремі види охорони соціально-економічного та природного середовища, які містять усі їхні форми навколо людини. До них належить комплекс міжнародних, державних, регіональних та місцевих (місцевих) адміністративних, економічних, технологічних, політичних, правових та соціальних заходів, спрямованих на забезпечення необхідного соціально-економічного, культурно-історичного, фізичного, хімічного та біологічного комфорту.

Природоохоронну діяльність можна розглядати у двох напрямках. Перший передбачає такі види діяльності, як безперервна діяльність та робота, спрямована на збереження та покращення навколишнього середовища. Друге – це природоохоронні заходи. При цьому під природоохоронними заходами розуміються науково обґрунтована планова діяльність державних органів, державних, кооперативних, громадських підприємств, установ, що здійснюється з метою запобігання та усунення шкідливих наслідків рекреаційної діяльності людини та відтворення природних ресурсів.

Природоохоронна діяльність вимагає економічних ресурсів, спрямованих на запобігання, зниження, ліквідацію забруднення навколишнього середовища або будь-яку іншу діяльність у боротьбі з деградацією навколишнього середовища.

Природоохоронною — це будь-яка діяльність, спрямована на підтримання якості навколишнього середовища на рівні, що забезпечує стійкість біосфери. Виділяють два напрямки природоохоронної діяльності підприємств. Перший – це ліквідація шкідливих викидів. Однак цей шлях недостатньо ефективний, оскільки

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.047.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Юрченко М.О.			ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Фесич І.В.					72	
Н. Контр.		Подобій О.В.				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
Затверд.		Носенко Т.Т.						

повністю усунути шкідливий вплив шкідливих речовин, що потрапляють в біосферу, неможливо. Слід зазначити, що зниження рівня забруднення однієї частини довкілля призводить до збільшення забруднення іншої складової. Прикладом є встановлення фільтрів живильного газу, що зменшує забруднення повітря, але призводить до більшого забруднення води. Речовини, що вловлюються з газів і стічних вод, отруюють великі площі землі.

Використання очисних споруд може різко знизити рівень забруднення навколишнього середовища, але це не вирішить проблему, тому що при роботі таких споруд також утворюватимуться відходи, можливо, у меншій кількості, але з більш високою концентрацією шкідливих речовин. У той самий час робота більшості очисних споруд потребує значних енергетичних витрат, що також небезпечно навколишнього середовища.

Крім того, забруднювачі, дезактивація яких є дорогою, — це речовини, у які вже вкладено кошти, і, за деякими винятками, їх можна використовувати.

Для досягнення високих екологічних та економічних результатів необхідно поєднувати процес очищення шкідливих викидів із процесом утилізації уловлених речовин, який поєднує перший напрямок із другим усуненням причин забруднення. Реалізація робіт у цьому напрямку потребує створення маловідходних, а в перспективі і безвідходних технологій виробництва, які дозволяють комплексно використовувати сировину та утилізувати максимальну кількість шкідливих для біосфери речовин. Проте для кожного виробництва можливі техніко-економічні рішення щодо різкого скорочення обсягів відходів та їх утилізації. Тому в реальних умовах вони працюють у двох зазначених напрямках.

Компанія не повинна: надмірно впливати на природне та людське середовище; втручатися у власну роботу та функціонування прилеглих підприємств, порушуючи хід технологічних процесів через своє природне середовище; завдати шкоди здоров'ю населення.

Після очищення оборотних газів від залишків мурашиної кислоти відходи, що утворюються, відправляються на звалище. Форміат натрію, мурашину кислоту та їх ємності слід утилізувати як небезпечні відходи

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Утилізація контейнера регулюється місцевими/міжнародними правилами. Зливати його в каналізацію заборонено. Контейнер після утилізації відходів можна використовувати повторно або відправити на переробку.

Усі виробничі відходи мають бути закодовані/марковані та класифіковані, які можуть оброблятися місцевими або національними компаніями з управління відходами.

Базовий екологічний менеджмент є найефективнішим досягненням гармонізації соціального, економічного та екологічного розвитку; реалізація законодавства, контроль за дотриманням вимог екологічної безпеки, забезпечення ефективних та комплексних заходів щодо раціонального використання природних ресурсів, досягнення узгодженості дій державних та громадських органів у галузі охорони навколишнього середовища.

Управління навколишнім середовищем базується на принципах, що відповідають цілям управління, визначають зв'язки і відносини, які мають місце в процесі управління. Вони служать основою для побудови органів управління, розподілу компетенції, завдань, пов'язаних з діяльністю органів управління.

Принципи управління охороною довкілля сформульовані на основі екологічних закономірностей взаємовідносин суспільства та довкілля та оновлюються відповідно до процесів, що відбуваються. Основні принципи екологічного менеджменту мають правове підґрунтя і знайшли своє відображення у відповідних нормативних документах. З юридичної точки зору виділяють такі основні принципи екологічного менеджменту.

Функції управління, виділені на основі суб'єкта управління, називають організаційними. Серед них визначається група функцій, що показує стадії управління. Це такі основні функції як попереднє, оперативне та завершальне управління.

Попередні функції управління включають: встановлення цілей (наприклад, підвищення екологічної безпеки поводження з відходами), прогнозування (зменшення забруднення води) та планування (реструктуризація системи контролю забруднення).

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ціль є відправною точкою процесу управління і основою для реалізації інших функцій процесу управління. Прогнозування - наступна функція управління ex ante, що стосується практично всіх аспектів життя будь-якої організації. Він розробляє систему прогнозів, що складається із соціальних, економічних, демографічних та науково-технічних. Планування відноситься і до превентивного управління, так як план включає визначення мети, перелік засобів і методів досягнення мети, узгодження цілей, передбачувані витрати і результати. У загальному вигляді функція планування призначена визначення системи заходів, які забезпечать досягнення поставлених цілей.

Кожне промислове підприємство має розробити інструкції та план заходів щодо збирання та захоронення промислових відходів на промислових об'єктах відповідно до I, II та III класів небезпеки. Відходи в міру накопичення збираються в призначений для кожного класу контейнер з дотриманням правил безпеки, а потім доставляють на тимчасове зберігання на промисловий майданчик (цех, майданчик, склад) і залишають у відведеному місці для подальшого вивезення на полігон. . , сміттєзвалища. або поховання.

Загалом виробництво пропіленгліколю не робить сильного впливу на навколишнє середовище.

У процесі виробництва утворюються побічні продукти, такі як етиленгліколь, метанол і солі, яких необхідно позбавлятися.

Метанол і етиленгліколь відносяться до 3 класу небезпеки, тому їх необхідно зберігати в тарі, що забезпечує локалізоване зберігання, що дозволяє проводити вантажно-розвантажувальні та транспортні роботи та виключає попадання шкідливих речовин у навколишнє середовище.

Виробничий майданчик для тимчасового зберігання відходів повинен розташовуватися на території підприємства з підвітряного боку.

Відходи можна поховати чи продати.

5.2 Охорона праці

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За даними технологічної схеми проєкту впливає, що у виробництві присутні шкідливі пожежонебезпечні речовини і матеріали, механічна, теплова та електрична енергія, висока температура в деяких апаратах.

Всі проєктні рішення прийнято з урахуванням вимог охорони праці. В цьому розділі досліджено комплекс шкідливих і небезпечних факторів, виявлених під час моделювання проєкту та розроблено заходи, направлені на мінімізацію шкідливого впливу та створення безпечних умов праці та пожежної безпеки.

Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, робота, яка виконується на даному підприємстві, відноситься до категорії середньої тяжкості (Пб).

Нормальні умови на даному виробництві забезпечуються за рахунок автоматизації і механізації важких та трудомістких робіт, раціонального розміщення та теплоізоляції устаткування, агрегатів, комунікації та інших джерел, що випромінюють на робочих місцях тепло.

Проєктом передбачено наступні засоби індивідуального захисту: спецодяг типу "П" респіратори типу "Пелюсток", і спецвзуття. Також двічі на місяць за допомогою пиломіра передбачено проводити контроль вмісту у повітрі робочої зони шкідливих речовин та їх параметрів.

Для очищення повітря в умовах виробництва передбачено:

1. механічна загальнообмінна припливна вентиляція, що безпосередньо подає до приміщення чисте вентильоване повітря. Припливне повітря піддається спеціальній обробці (очищенню, нагріванню тощо);

2. витяжна вентиляція, що виконує роль витягування з цеху забрудненого або нагрітого відпрацьованого повітря.

На підприємстві передбачено аварійну вентиляцію, що діє тільки у разі аварії і реалізується вентиляцією для забезпечення розрідження в приміщенні. Вона приводиться в дію як від датчиків автоматично, так і вручну. Для запобігання переохолодження і застудних захворювань робітників, при вході в цех присутні теплові повітряні завіси.

Для зменшення виділення шкідливих речовин в повітря робочої зони передбачаються наступні заходи:

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. для зменшення концентрації шкідливих речовин в робочій зоні приготування і подача сировини здійснюватиметься при увімкненій місцевій вентиляції;

2. для запобігання вибухонебезпечних ситуацій, при роботі з сировиною, виконується пофарбування трубопроводів по всій довжині для розпізнавання.

3. контейнери з сировиною будуть щільно закритими і захищеними від зовнішнього впливу

Передбачено використання систем суміщеного (природного комбінованого, штучного загального, а також робочого, аварійного, евакуаційного, ремонтного і охоронного освітлення. Система природного освітлення – комбінована (сполучення верхнього та бічного освітлення).

Для освітлення виробничого цеху використовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ–40(G13) та ЛБ–60(G13). Також на виробництві передбачено аварійне і евакуаційне освітлення, для якого використають світильники прямого типу "Альфа". Для виміру і контролю освітленості в приміщеннях використовують люксметри Ю–117. При аварійному освітленні мінімальна освітленість становить 5 % від нормованої, не менше 2 лк. Для евакуації персоналу передбачено освітлення на підлозі основних проходів та на сходах не менше 0,5 лк, на відкритих майданчиках – не менше 0,2 лк. Перевіримо освітленість робочого місця оператора ЕОМ на відповідність розряду зорової роботи.

Вібрацію та шум створюються під час роботи різних механізмів та апаратів: автооператори, вентилятори, електродвигуни, компресори та ін. Рівень шуму на виробництві залежить від одночасної експлуатації всіх видів обладнання і сягає 76...92 дБА за даними ДСН 3.3.6.037–99.

Зниження рівня шуму досягається наступними способами: ізоляцією джерел шуму засобами звукоізоляції і звукопоглинання (перегородки і кожухи, перешкоджаючи розповсюдженню шуму); впровадженням глушників, які монтується на повітропроводах; акустичною обробкою виробничих приміщень звукопоглинаючими матеріалами; зниженням шуму в джерелі їх утворення – мінімальні допуски, балансування, демпфірування вібрації деталей, які

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

співударяються; використанням індивідуальних засобів захисту (беруші, тампони з ультратонкого волокна, шлеми, навушники, каски та ін.); архітектурно-планувальним рішенням: дотримання відстані від обладнання до стіни з робочої сторони лінії 1,5 м, з неробочої 1,2...1,5 м; площа виробничого цеху на одного працівника не менше 4,5 м² ; мінімальна висота виробничого приміщення 5 м, площа, при цьому, зайнята лінією сріблення, не перевищує 25 % загальної площі гальванічного цеху. У виробничому приміщенні, що проектується, передбачено вимірювання рівня шуму і контролю рівня вібрації за допомогою приладу ИШВ-003.

Виробничий цех за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відноситься до категорії особливо небезпечних приміщень, оскільки характеризується наявністю хімічно активного середовища, руйнуючого електроізоляцію струмоведучих частин електрообладнання та наявністю металевих обладнання та підлоги.

Ураження працівників електричним струмом може виникнути в результаті дотику до струмоведучих компонентів виробничого обладнання, що опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції, а також ураження кроковою напругою і через електродугу. Електричне устаткування виробничого цеху живиться від трифазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частини напруги 380/220В із глухозаземленою нейтраллю.

Згідно ГОСТ 12.1.038–92, допустимі рівні напруг дотику (U_д) і струму, що проходить через тіло людини (I_л) рівні: при нормальному режимі роботи електричного встаткування U_д = 2 В, а I_л = 0,3 мА; при аварійному U_д = 36 В, а I_л = 6 мА. Частіше за все відбувається однофазний дотик людини до мережі змінного струму.

Для підвищення якості електробезпеки передбачено такі технічні способи і засоби: занулення електрообладнання, захисне відключення установок, вирівнювання потенціалів, мала напруга живлення ручних електроінструментів, огорожувальні пристрої, блокування, сигналізація, ізоляція струмоведучих частин, електричний поділ мереж, знаки безпеки, попереджувальні плакати.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Безпека експлуатації при нормальному режимі електроустановок дотримується наступним чином:

1. ізоляцією струмоведучих частин (опір ізоляції не менше 0,5 МОм);
2. недоступністю струмоведучих частин;
3. малими напругами.

Рекомендуються застосування також захисних засобів, як: діелектричні гумові рукавички, інструмент з ізолюючими рукоятками і струмошукачі, гумові ізолюючі підставки. Обов'язкове проведення інструктажу з правил техніки безпеки з електричним струмом. Оголені дроти, апарати, які мають неізольовані струмоведучі частини, передбачено розмішувати в спеціальних ящиках, що закриваються суцільними або сітчастими огородженнями.

Розрізняють дві групи методів і засобів забезпечення безпеки праці:

- Загальні;
- Часткові. Причинами виробничих травм можуть бути:
- Падіння важких частин обладнання;
- Протікання шкідливих небезпечних речовин у тробопроводах.
- Недотримання правил техніки безпеки.

До загальних відноситься механізація і автоматизація технологічних процесів, дистанційне управління і спостереження, блокування і сигналізація, надійність і міцність конструктивного виконання. До часткових методів відносять захист обладнання від певної безпеки: герметизація, теплоізоляція, звукоізоляція, екранування, огороження, заземлення, амортизація. На підставі результатів аналізу потенційно небезпечних технологічних процесів і устаткування, проектом передбачаються заходи, що забезпечують безпечні і здорові умови праці. Вони передбачають усунення безпосереднього контакту працюючих зі шкідливими речовинами. Це досягається дистанційним керуванням процесами, застосуванням засобів механізації на стадіях вивантаження, завантаження і транспортування вихідних матеріалів, проміжних продуктів і готової продукції.

У виробничому цеху можливе виникнення пожежі внаслідок перевантаження електроустаткування. Причинами загоряння також можуть бути: коротке

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

замикання між частинами обладнання, розряди статичної електрики, механічні пошкодження обладнання і електропроводу. Також пожежа можлива при неправильному користуванні обладнанням та недотриманні персоналом правил техніки безпеки роботи с сировиною та апаратами. Основними причинами короткого замикання є пошкодження електроізоляції дротів, потрапляння на неізольовані дроти струмопровідних предметів, дія на дроти хімічно активних речовин. Для гасіння пожежі на робочих місцях обладнуються протипожежні щити, вогнегасники СУБ-7, пінні вогнегасники і ящики з піском. Також виробничі цехи та склади обладнано внутрішніми пожежними кранами – елемент внутрішнього пожежного водопроводу.

Встановлюється охоронно–пожежна сигналізація автономного типу. Також для захисту електроустаткування від загоряння використовують такі методи: регулярне технічне обслуговування, фарбування електроустаткування негорючими матеріалами.

Типова інструкція з охорони праці при роботі у приміщеннях з можливою наявністю небезпечних газів встановлює вимоги безпеки, яких необхідно дотримуватись при проведенні робіт на підприємствах зв'язку у приміщеннях з можливою загазованістю такими газами як: метан, пропан, бутан, водень, хладон-22, вуглекислий газ, сірководень.

Типова інструкція є обов'язковою для всіх підприємств зв'язку незалежно від організаційно-правової структури, форми власності та видів діяльності. Типова інструкція впроваджується на підприємстві зв'язку наказом власника підприємства.

Залежно від умов підприємства на підставі типової інструкції підприємство зв'язку може розроблювати відповідну інструкцію, якій надається чинності наказом власника підприємства. Інструкція повинна додатково містити вимоги безпеки, яких необхідно дотримуватися при роботі на підприємстві у приміщеннях з можливою наявністю небезпечних газів.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вимоги такої інструкції не можуть суперечити вимогам типової інструкції. Відповідальність за це несе власник підприємства.

Типова (або розроблена на підприємстві) інструкція видається під розпис всім, хто виконує роботи у приміщеннях з можливою наявністю небезпечних газів. Працівник повинен постійно мати при собі інструкцію під час роботи у приміщеннях з можливою наявністю небезпечних газів.

Потенційно небезпечними приміщеннями з точки зору загазованості вищевказаними газами є: приміщення вводу кабелів, кабельні колодязі, колектори, тунелі метрополітену.

Загазованість приміщення небезпечними газами несе дві головні небезпеки для людини: вибухову небезпечність і шкідливі впливи на здоров'я і життя (задуха, наркотичні сп'яніння та інш.).

Вибухову небезпечність визначають гази групи вуглеводів: метан, пропан, бутан, водень, сірководень.

Невеликі концентрації всіх вищевказаних газів викликають у людини кисневий голод, задуху, наркотичні впливи. При великій загазованості людина може померти.

До роботи в приміщеннях з можливою наявністю небезпечних газів допускаються працівники не молодші 18 років, які пройшли навчання безпечним методам праці, перевірку знань правил безпеки з позитивним результатом та із записом в посвідченні про перевірку знань і про допуск до роботи з газом в балонах, течношукачами, індикаторами газів.

Особи, що працюють в приміщеннях з можливою загазованістю небезпечними газами, повинні знати заходи надання першої допомоги потерпілим від негативних впливів небезпечних газів і керуватися вказівками по безпечним методам праці, що викладені в таких документах:

- Правила безпеки при роботах на кабельних лініях зв'язку і провідного мовлення, 1996 р.;
- Правила безпеки при роботах на телефонних і телеграфних станціях, 1996 р.;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Типова (або розроблена на підприємстві) інструкція з охорони праці при роботі у приміщеннях з можливою наявністю небезпечних газів.

Присутність і концентрація вибухонебезпечних газів в приміщеннях підприємств зв'язку визначається такими газовими індикаторами: СВК-3М1 (сигналізатор вибухонебезпечної концентрації) - на метан, пропан, бутан, водень

Присутність газів, що використовуються в газовому господарстві, може бути також визначена за характерним запахом етилмеркаптана, що використовується як одоризант.

Взяття проб повітря на присутність метану і водню проводиться із верхніх шарів повітря приміщень, а на присутність вуглекислого газу, бутану, пропану, хладону-22, сірководню - із нижніх шарів.

При відсутності засобів безперервного контролю загазованості приміщень з можливою наявністю небезпечних газів контроль наявності і концентрації цих газів проводиться не рідше одного разу на добу для приміщень, де роботи проводяться регулярно, і перед початком роботи для приміщень, де роботи проводяться періодично.

При виявленні в приміщенні вибухонебезпечних газів (метан, пропан, бутан, водень) особи, які проводять роботи, повинні негайно викликати аварійну службу газового господарства і довести цей факт до відома керівництва підприємством і особи, що відповідає за пожежну безпеку.

Роботи в приміщенні допускається почати після зупинення натікання газу і проведення вентильовання приміщення. Допустимий рівень концентрації вибухонебезпечних газів не повинен перевищувати значення 1%.

Концентрація водневої суміші в балоні не повинна перевищувати 4

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. В результаті виконання проекту, на підставі огляду та аналізу науково-технічної літератури було розглянуто виробництво пропіленгліколю з гліцерину та наведено основні переваги й недоліки.

2. Було розраховано матеріальний баланс виробництва пропіленгліколю з гліцерину, що базується на взаємодії 1093 кілограм очищеного гліцерину з 26 кілограмами газоподібного водню. З урахуванням коефіцієнту витрат ми виготовляємо 995 кілограм 99,8%-го пропіленгліколю на.

3. Було розроблено принципову-технологічну схему виробництва пропіленгліколю з гліцерину, апаратурно-технологічну схему виробництва пропіленгліколю з гліцерину. Підбрали апаратуру для лінії виробництва пропіленгліколю з гліцерину.

4. У сучасному виробництві пропіленгліколь займає далеко не останнє місце, тому технологія його виробництва з дешевого та «екологічно чистого» пропіленгліколю у найближчий час буде мати великий попит. Ціна на технічний глієрин становить в середньому 30 грн./кг в той час як пропіленгліколь в середньому коштує 110 грн./кг.

5. За результатами проведених конструктивних розрахунків було визначено параметри каталітичного реактора з мішалкою, а саме висота з приводом становить 11 м; висота корпусу - 8,3 м; діаметр з опорами становить 4,160 м; робочий об'єм реактора становить 59,85 м³; довжина мішалки - 5,4 м, ширина – 2,133 м; потужність електродвигуна – 11.85 кВт.

6. Підбрали апаратуру для лінії виробництва пропіленгліколю з гліцерину.

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.047.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Юрченко М.О.			Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Фесич І.В.				72	
Н. Контр.		Подобій О.В.			ВИСНОВКИ НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.					

7. Досліджено методи контролю якості пропіленгліколю. Проаналізовано вплив виробництва пропіленгліколю з гліцерину на навколишнє середовище. Складені вказівки по охороні праці.

					ВИСНОВКИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Akiyama, M.; Sato, S; Takahashi, R.; Inui, K.; Yokota, M. Appl. Catal. A: Gen. 2009, 371, 60.

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11426-012-4828-y>

2. Balaraju, M.; Rekha, V.; Prabhavathi Devi, B. L. A.; Prasad, R. B. N.; Sai Prasad, P. S.; Lingaiah, N. Applied Catalysis A: General 2010, 384, 107.

URL: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=SyVEJGcAAAAJ&citation_for_view=SyVEJGcAAAAJ:KIAtU1dfN6UC

3. Chatterjee, Kumar; Hall, Kelsey; and Tell, Samuel, "Glycerol to Propylene Glycol" (2011)

URL: https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1025&context=cbe_sdr

4. Current Trends and Future Developments on (Bio-) Membranes 1st Edition - August 11, 2017

URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128163504/current-trends-and-future-developments-on-bio-membranes>

5. Glycerol

URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Glycerol>

6. Glycerol The Renewable Platform Chemical 1st Edition - February 28, 2017

URL: <https://www.elsevier.com/books/glycerol/pagliari/978-0-12-812205-1>

7. Kathryn A. Wurzel, in Encyclopedia of Toxicology (Second Edition), 2005

URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B0123694000004579>

8. Ma, F.; Hanna, M. A. Biores. Technol. 1999, 70, 1.

URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10562-005-9731-0>

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.047.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Юрченко М.О.			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Фесич І.В.					72	
Н. Контр.		Подобій О.В.				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
Затверд.		Носенко Т.Т.						

9. Meher, L. C.; Gopinath, R.; Naik, S. N.; Dalai, A. K. Ind, Eng. Chem. Res. 2009, 48, 1840.

URL:<https://link.springer.com/article/10.1134/S2070050410040045>

10. Propane-1,2-diol

URL:<https://www.ebi.ac.uk/chebi/searchId.do?chebiId=CHEBI:16997>

11. Propylene glycol

URL:<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Propylene-glycol>

12. Propylene glycol

URL:<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/source/hsdb/174>

13. Roy, D.; Subramaniam, B.; Chaudhari, R. V. Catalysis Today 2010, 156, 31.

URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0920586110000088?via%3Dihub>

14. US9464015B2

URL:<https://patents.google.com/patent/US9464015B2/en>

15. Vasiliadou, E.; Lemonidou, A. Org. Process Res. Dev. 2011, 15, 925.

16. Wang, Z. J.; Zhuge, J.; Fang, H.; Prior, B. A. Biotechnol. Adv. 2001, 19, 201.

17. Werpy, G. P. Results of Screening for Potential Candidates from Sugars and Synthesis Gas. US DOE Report 2004, Vol. 1.

URL:<https://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35523.pdf>

18. WO2012/122566

URL:<https://patentimages.storage.googleapis.com/53/2d/e7/2317d7b8ecdf73/RU2548907C1.pdf>

19. Yuan, Z.; Wang, J.; Wang, L.; Xie, W.; Chen, P.; Hou, Z.; Zheng, X. Bioresource Technology 2010, 101, 7088.

URL:https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=zh-CN&user=Ix5AJOoAAAAJ&citation_for_view=Ix5AJOoAAAAJ:YOwf2qJgpHMC

20. Zhou, C. H.; Beltramini, J. N.; Fana, Y. X.; Lu, G. Q. J. Chem. Soc. Rev, 2008, 37, 527.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	72

21. ВДОП 5.2.00-5.07-97. Типова інструкція з охорони праці при роботах у приміщеннях з можливою наявністю небезпечних газів дійсний від 17 січня 1997 року.
22. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охорона природи ґрунту дійсний від 01 січня 1986 року.
23. ГОСТ 33591-2015 Рідини охолоджуючі на основі гліколей дійсний від 01 липня 2017 року.
24. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення дійсний від 01 березня 2019 року.
25. ДСанПіН 2.2.7.029-99 Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення дійсний від 01 липня 1999 року.
26. ДСН 3.3.6.037–99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку постанова дійсний від 1 грудня 1999 року
27. ДСТУ ISO 14001:2015 Системи екологічного управління дійсний від 21 грудня 2015 року.
28. Жарова, Л.В. Природоохоронна діяльність: питання теорії та методології впровадження / Л.В.Жарова// Продуктивні сили України. 2009. №1. С.73–82.
29. Організація та управління в природоохоронній діяльності : навч. посіб. / Н. М. Самойленко, Д. В. Райко, В. І. Аверченко. Харків : НТУ «ХП», Видавництво «Лідер», 2018. 174 с.
30. Пальчевський, Б. О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація) : навч. посіб. / Б. О. Пальчевський. — Л. : Світ, 2001. 232 с.
31. Паушкин Я.М., Адельсон С.В., Вишнякова Т.П. Технология нефтехимического синтеза. Часть II. Нефтехимические продукты и полимеры, 1973
32. Семенов, Г. А. Дипломне проектування з економіки підприємства : навч. посіб. / Г. А. Семенов, М. Г. Пивоваров, А. Г. Семенов. К. : Центр уч. літ., 2007. 124 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

33. Экономика химической промышленности / Под ред. В.Л. Клименко. -
Л: Химия, 1990. 290с.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
					74

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ