

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

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

«До захисту в ЕК»
Директор інституту 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: «Удосконалення технології цикламату натрію (Е 952)»

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

ЩЕРБАЧЕНКО Юлія Станіславівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Керівник БОЙЧУК Тетяна Михайлівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент Ірина АНДРІЙЧУК
(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.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічна технологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ ” 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Щербаченко Юлія Станіславівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Удосконалення технології цикламату натрію (Е 952)»

керівник роботи Бойчук Тетяна Михайлівна, к.х.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “31” березня 2022 року № 168 -КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.06.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Продуктивність 1000 кг/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, технологічна частина, техніко-економічне обґрунтування, організація контролю якості продукції, екологічна безпека, охорона праці, висновки, список використаної літератури

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 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)

Юлія ЩЕРБАЧЕНКО _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____
(підпис)

Тетяна БОЙЧУК _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 76 С., 17 РИС., 17 ТАБЛ., 27 ДЖЕРЕЛА.

Тема кваліфікаційної роботи «Удосконалення технології цикламати натрію (E952)». Ця робота складається із вступу, шести розділів та висновків. Виконали обґрунтований вибір технології виробництва та підбрано шляхи її удосконалення.

Під час виконання роботи було розроблено принципово-технологічну та апаратурно-технологічну схему для отримання цикламати натрію. Розраховали матеріальний баланс для виробництва цикламати натрію та виконали підбір основного обладнання відповідної потужності.

Виконали розрахунки матеріального балансу для кожної стадії виробництва цикламати натрію, підбір основного обладнання та розраховали основне технологічне обладнання. Відповідно до проведених розрахунків за добу можна отримати 1000 кг цикламати натрію.

Виконали розрахунки показників економічної ефективності підприємства з виробництва цикламати натрію: собівартість одиниці продукції, що виробляється, становить 84 грн/кг.

КЛЮЧОВІ СЛОВА:, ХАРЧОВА ДОБАВКА, ПІДСОЛОДЖУВАЧІ, ЦИКЛАМАТИ, ЦИКЛАМАТ НАТРІЮ, ПРИНЦИПОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА.

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 76 P. 17 PIC., 17 TABLES, 27 SOURCES.

The topic of the qualification work is "Manufacturing technology improvement of sodium cyclamate (E 952) ". This paper consists of an introduction, six chapters and conclusions. We made a reasonable choice of production technology and selected ways to improve it.

During the work, a basic technological and hardware-technological scheme for the production of sodium cyclamate was developed. Calculated the material balance for the production of sodium cyclamate and performed the selection of basic equipment of appropriate capacity.

Calculations of material balance for each stage of sodium cyclamate production, selection of basic equipment and calculation of basic technological equipment were performed. According to the calculations, you can get 1000 kg of sodium cyclamate per day.

Calculated the indicators of economic efficiency of the enterprise for the production of sodium cyclamate: the unit cost of production is 84 UAH / kg.

KEY WORDS:; FOOD ADDITIVE, SWEETENERS, CYCLAMATES, SODIUM CYCLAMATE, PRINCIPLE-TECHNOLOGICAL SCHEME, EQUIPMENT-TECHNOLOGY.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1 Загальна характеристика харчових добавок	8
1.2 Класифікація речовин які мають солодкий смак	13
1.3 Цикламова кислота та її солі (E952)	17
1.4 Економічне обґрунтування використання синтетичних підсолоджувачів	20
1.5 Методи отримання цикламату натрію	21
1.6 Хімізм отримання цикламату натрію	23
1.7 Удосконалення технології отримання цикламату натрію	24
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	25
2.1 Характеристика вихідної сировини	25
2.2 Опис принципово – технологічної схеми.....	28
2.3 Розрахунок матеріального балансу.....	31
2.4 Підбір основного технологічного обладнання	41
2.5 Розрахунок основного технологічного обладнання.....	46
2.6 Опис апаратурно – технологічної схеми	52
РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	54
РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	59
4.1 Показники якості цикламату натрію	59
4.2 Контроль якості цикламату натрію.....	60
РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	61
5.1 Основні властивості використаної сировини	61
5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища.....	64
РОЗДІЛ VI ОХОРОНА ПРАЦІ	68
6.1 Основні види небезпеки.....	68
6.2 Основи гігієни на виробництві.....	69
6.3 Основи пожежної безпеки	70
6.4 Основи електробезпеки.....	71
ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	74

ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.005.КР.ПЗ					
<i>Змн.З</i>	<i>Арк.Ар</i>	<i>№ докум.№</i>	<i>Підпис/Під</i>	<i>Дата</i>	
<i>Розроб.</i>		<i>Щербаченко Ю.С.</i>			
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>			
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>			
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>			
ЗМІСТ					
			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
				5	76
НУХТ Каф. ТЖХТ					

ВСТУП

Кваліфікаційна роботи на тему: «Удосконалення технології цикламати натрію (Е 952)» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерії». У сучасному світі неможливо уявити хоча б одне виробництво, яке не використовує харчові добавки. Їх кількість у всьому світі налічує велику кількість, але, нажаль не всі вони є безпечними для людини. Тому перед тим, як почати використовувати харчову добавку промислового виробництва вона проходить безліч різних випробувань та досліджень на безпечність. В Україні дозволено використовувати близько 300 видів добавок, а по всьому світу застосовують понад 500 відомих харчових добавок.

Харчова добавка – будь-яка речовина, яка зазвичай не вважається харчовим продуктом або його складником, але додається до харчового продукту з технологічною метою в процесі виробництва, та яка у результаті стає невід'ємною частиною продукту.

Підсолоджувачі – це група харчових добавок, які використовуються з метою надання солодкого смаку продуктам харчування.

Підсолоджувачі поділяють на природні та синтетичні: природного походження (туаматін (Е957), стевіозид (Е960), монелін, неогесперидин дигідроалкон (Е959), гліцирїзін (Е958)); синтетичні інтенсивні підсолоджувачі (сахарин (Е954), цикламати (Е952), ацесульфатам К (Е950), аспартам (Е951), сукралоза (955)).

Солодкість цих речовин визначають за допомогою коефіцієнта солодкості, $K_{\text{сол}}$ – кількість цукру, яка забезпечує солодкість розчину, еквівалентну солодкості 9 % розчину підсолоджувача (за сенсорною оцінкою).

Харчова добавка цикламати натрію (Е952) є синтетичним інтенсивним підсолоджувачем її використовують у харчовій та фармацевтичній

					<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>Щербаченко Ю.С.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>				6	76
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>			<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					

промисловості (у фармацевтичних препаратах, харчових продуктах, напоях і солодошах).

Циклама́т на́трію – це речовина в 30 раз солодша за сахарозу та термостабільна. При підвищенні концентрації солодкість зменшується. Назва харчової добавки E952 - натрію N-циклогексилсульфамат. Хімічна формула - $C_6H_{12}NNaO_3S$.

Мета роботи – аналіз науково-технічної літератури та удосконалення існуючої технології виробництва цикламату натрію

Об'єкт дослідження – технологія виробництва цикламату натрію

Предмет дослідження – це синтетичний підсолоджувач циклама́т натрію (E952).

Завдання для виконання кваліфікаційної роботи:

- Аналіз науково-технічної літератури для кваліфікаційної роботи з теми «Удосконалення технології цикламату натрію (E 952)»
- Аналіз методів та вибір найбільш доцільного методу отримання цикламату натрію
- Удосконалення технології отримання цикламату натрію

Ця тема є актуальною бо циклама́т натрію є інтенсивним синтетичним підсолоджувачем старого покоління та є без калорійним також ця добавка підсилює смакові властивості сахарину. Використовуючи суміш сахарину та цикламату натрію можна зменшити кількість ведення цих підсолоджувачів у продукт харчування та надати солодкого смаку. Циклама́т натрію є без калорійним тому його можна використовувати у виробництві продукції для людей хворих на цукровий діабет. Також циклама́т натрію має високу термостабільність $T_{\text{плав.}} - 265^{\circ}\text{C}$ тому його можна використовувати для виготовлення кондитерських виробів. Ця харчова добавка знайшла своє застосування також в фармацевтичній промисловості.

					ВСТУП	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальна характеристика харчових добавок

Використання харчових добавок регламентується нормами їх гігієнічної безпечності та технологічної доцільності. На міжнародному рівні безпечності опікується об'єднаний комітет експертів ФАО-ВООЗ з харчових добавок і контамінантів (забруднювачів) – ЖЕСФА (ДЖЕКФА). ФАО — це Всесвітня продовольча і сільськогосподарська організація ООН, ВООЗ — Всесвітня організація охорони здоров'я [1].

На державному рівні вирішенням питань стосовно застосування харчових добавок є прерогативою Міністерства охорони здоров'я, а саме за його поданням перелік дозволених харчових добавок затверджує Кабінет Міністрів України [1].

Харчові добавки — це природні або синтетичні речовини, які зазвичай не споживають як їжу, а спеціально вводять у харчові продукти для надання їм бажаних властивостей [1].

Використання харчових добавок збільшилася причиною такого поширення є: зміна індивідуальних вимог споживача до харчових продуктів (смаку, зовнішнього вигляду, зручності споживання породила необхідність використання барвників, ароматизаторів); розширення торгівлі в середині держави і міжнародної, що передбачає транспортування продукції на великі відстані (це потребує використання добавок, які подовжують тривалість зберігання продукції); інтенсифікація технологій виробництва традиційних і нових продуктів (прискорені технології виробництва хліба); створення нових видів харчових продуктів, які відповідають вимогам здорового харчування (низькокалорійних, аналогів м'яса, продуктів для діабетиків) [1].

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.008.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Щербаченко Ю.С.			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бойчук Т.М.					8	76
Н. Контр.		Подобій О.В.			НУХТ Каф. ТЖХТ			
Затверд.		Носенко Т.Т.						

Мета використання харчових добавок – покращання органолептичних властивостей харчового продукту; підвищення стійкості продукту до різних видів псування (мікробіологічного, окислювального тощо); удосконалення технологічного процесу; виробництво продуктів спеціального або дієтичного призначення [1].

Харчові добавки поділяють на двадцять три функціональні класи за Codex Alimentarius, залежно від технологічних функцій.

Кислоти (ознаки – підвищують кислотність і надають кислого смаку їжі; підкласи - кислотоутворювачі).

Регулятори кислотності (ознаки – змінюють або регулюють кислотність чи лужність харчового продукту; підкласи - кислоти; луги; основи; буфер; регулятори рН).

Речовини, які запобігають злежуванню, грудкуванню (ознаки – знижують тенденцію частин харчового продукту прилипати одна до одної; підкласи - добавки, які перешкоджають затвердінню; речовини, що знижують липкість; висушуючі добавки; присипки; розподільні речовини).

Піногасники (ознаки – попереджують або знижують утворення піни; підкласи - піногасники).

Антиокислювачі (ознаки – підвищують термін зберігання харчових продуктів, захищаючи від псування, викликаного окисленням; підкласи - антиокислювачі; синергісти антиокислювачів; комплексоутворювачі).

Наповнювачі (ознаки – речовини, які збільшують об'єм продукту, не впливаючи на його енергетичну цінність ; підкласи - наповнювачі).

Барвники (ознаки – підкислюють або відновлюють колір продукту; підкласи - барвники).

Речовини, які сприяють збереженню забарвлення (ознаки – стабілізують, зберігають або підсилюють забарвлення продукту; підкласи - фіксатори, забарвлення, стабілізатори забарвлення).

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Емульгатори (ознаки – утворюють чи підтримують однорідну суміш двох або більше незмішуваних фаз; підкласи - емульгатори; пом’якшувачі; розсіюючі, змочувальні добавки; поверхнево-активні речовини).

Емульгуючі солі (ознаки – взаємодіють з білками з метою попередження відділення жиру під час виготовлення плавлених сирів; підкласи - солі-плавники, комплексоутворювачі).

Ущільнювачі (рослинних тканин) (ознаки – роблять або зберігають тканини фруктів та овочів щільними й свіжими, взаємодіють з агентами желатинізації для утворення або укріплення гелю; підкласи - ущільнювачі (рослинних тканин)).

Підсилювачі смаку та запаху (ознаки – підсилюють природний смак і (або) запах харчового продукту; підкласи - підсилювачі смаку; модифікатори смаку).

Речовини для обробки борошна (ознаки – речовини, які додають до борошна для поліпшення його хлібопекарських властивостей або кольору; підкласи - відбілюючі добавки; поліпшувачі борошна; поліпшувачі тіста).

Піноутворювачі (ознаки – створюють умови для рівномірної дифузії газоподібної фази у рідкі та тверді харчові продукти; підкласи - збивальні добавки; аерувальні добавки).

Желеутворювачі (ознаки – текстурують їжу, утворюючи гель; підкласи - желеутворювачі).

Глазуруючі агенти (ознаки – речовини, які у разі покриття ними зовнішньої поверхні продукту утворюють захисний шар або надають йому блискучого вигляду; підкласи - плівкоутворювачі; поліруючі речовини).

Вологоутримуючі агенти (ознаки – запобігають висиханню продуктів завдяки нейтралізації впливу атмосферного повітря низької вологості; підкласи - добавки, які утримують вологу; змочувальні речовини).

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

Емульгатори (ознаки – утворюють чи підтримують однорідну суміш двох або більше незмішуваних фаз; підкласи - емульгатори; пом’якшувачі; розсіюючі, змочувальні добавки; поверхнево-активні речовини).

Емульгуючі солі (ознаки – взаємодіють з білками з метою попередження відділення жиру під час виготовлення плавлених сирів; підкласи - солі-плавники, комплексоутворювачі).

Ущільнювачі (рослинних тканин) (ознаки – роблять або зберігають тканини фруктів та овочів щільними й свіжими, взаємодіють з агентами желатинізації для утворення або укріплення гелю; підкласи - ущільнювачі (рослинних тканин)).

Підсилювачі смаку та запаху (ознаки – підсилюють природний смак і (або) запах харчового продукту; підкласи - підсилювачі смаку; модифікатори смаку).

Речовини для обробки борошна (ознаки – речовини, які додають до борошна для поліпшення його хлібопекарських властивостей або кольору; підкласи - відбілюючі добавки; поліпшувачі борошна; поліпшувачі тіста).

Піноутворювачі (ознаки – створюють умови для рівномірної дифузії газоподібної фази у рідкі та тверді харчові продукти; підкласи - збивальні добавки; аерувальні добавки).

Желеутворювачі (ознаки – текстурують їжу, утворюючи гель; підкласи - желеутворювачі).

Глазуруючі агенти (ознаки – речовини, які у разі покриття ними зовнішньої поверхні продукту утворюють захисний шар або надають йому блискучого вигляду; підкласи - плівкоутворювачі; поліруючі речовини).

Вологоутримуючі агенти (ознаки – запобігають висиханню продуктів завдяки нейтралізації впливу атмосферного повітря низької вологості; підкласи - добавки, які утримують вологу; змочувальні речовини).

Консерванти (ознаки – подовжують термін зберігання продуктів, захищаючи їх від псування, зумовленого мікроорганізмами; підкласи -

антимікробні та антигрибкові добавки; добавки для боротьби з бактеріофагами).

Пропеленти (ознаки – газ, відмінний від повітря, який виштовхує його з контейнера; підкласи - пропеленти).

Розпушувачі (ознаки – речовини або сполуки, які звільняють газ і збільшують об'єм тіста; підкласи - розпушувачі; речовини які підтримують життєдіяльність дріжджів).

Стабілізатори (ознаки – дозволяють зберегти однорідну суміш двох або більше незмішуваних речовин у харчовому продукті чи готовій їжі; підкласи - зв'язувачі; ущільнювачі; волого- та водоутримуючі речовини; стабілізатори піни).

Підсолоджувачі (ознаки – речовини нецукрової природи, які надають харчовим продуктам і готовій їжі солодкого смаку; підкласи - підсолоджувачі).

Загусники (ознаки – підвищують в'язкість харчових продуктів; підкласи - загусники; текстуратори) [1].

International Numbering System – INS це міжнародна цифрова система кодифікації харчових добавок розроблена

Згідно з INS, харчові добавки поділяють на такі групи:

- E 100...182 – барвники
- E 200...299 – консерванти
- E 300...399 – антиоксиданти
- E 400...449 – стабілізатори консистенції
- E 450...499 – емульгатори
- E 500...599 – регулятори кислотності, розпушувачі
- E 600...699 – підсилювачі смаку та аромату
- E 900 – поліпшувачі якості хлібобулочних виробів та ін.
- E 700...800 – запасні індекси для іншої додаткової інформації [2].

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

Науковим комітетом з продуктів харчування ЄС. Для кожної харчової добавки присвоюється три- або чотиризначний код. Також перед номером стоїть літера «Е» від слова «Європа» або від англійського «істівний». У деяких номерах є малі літери, наприклад, E160a – каротини, які вказують на класифікаційний підрозділ харчових добавок.

Цифрова кодифікація передбачає групування харчових добавок за технологічним призначенням [1].

Основні показники безпеки харчових добавок встановлені ФАО–ВООЗ це:

Максимально допустимий рівень (концентрація) речовини у продукті харчування (МДР, мг/кг* продукту), тобто концентрація, за якої при щодобовому (не обмеженому в часі) споживанні продукту не зможе викликати захворювань або відхилень у стані здоров'я людини і наступних 14 поколінь. За кордоном застосовують аббревіатуру ppm (частина на мільйон, наприклад 30 ppm вказує, що у мільйоні частин продукту міститься 30 частин добавки, тобто 30 мг/кг) [1].

Допустиме добове надходження (ДДН, мг/кг маси тіла) – кількість щодобового надходження добавки, яка не впливає на здоров'я людини за вживання продукту протягом всього життя. За масу тіла середньостатистичної людини прийнято масу 70 кг [1].

Гігієнічні вимоги до застосування харчових добавок регламентується Санітарними правилами і нормами (СанПіН). «Гігієнічні вимоги безпеки і харчової цінності продовольчої сировини і харчових продуктів» і «Гігієнічні вимоги з застосування харчових добавок» [1].

1.2 Класифікація речовин які мають солодкий смак

Загальної класифікації для солодких речовин наразі не існує. Тому класифікацію яку запропонував німецький вчений Ф. Рудхарда приймають як загальну на рис.1.1. Вона розділена на три групи: перша група - цукор і цукропродукти, одержані із сировини вуглеводної природи (вони засвоюються

організмом і є харчовими продуктами, високу калорійність); друга група – це речовини які отримують з рослинної сировини шляхом ферментативної або хімічної модифікації речовин першої групи; третя група – речовини синтетичного або природного походження які безкалорійні, мають високий цукрознай еквівалент, не засвоюються організмом їх називають харчовими добавками (ці добавки ще називають як підсолоджувачі) [3].

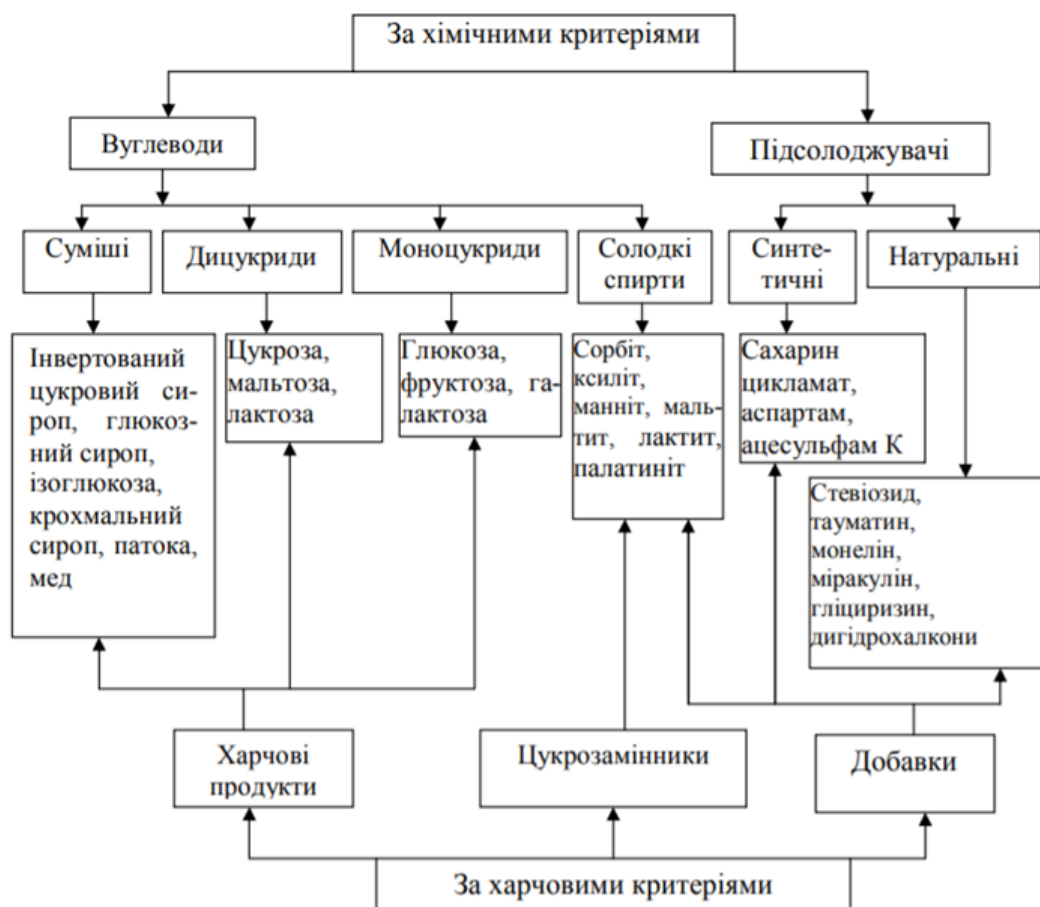


Рис.1.1 Класифікація солодких речовин Ф. Рудхарда

Цукрозамінники – речовини солодкого смаку, що використовуються у порівняно високих кількостях і можуть брати участь у формуванні структури продукту [2].

Підсолоджувачі – це група харчових добавок, які використовуються з метою надання солодкого смаку продуктам харчування [4].

Інтенсивні підсолоджувачі – це речовини нецукрової природи, натуральні або синтетичні, які в десятки і сотні разів є солодшими від цукру [4].

Синтетичні інтенсивні підсолоджувачі – це речовини хімічної природи, технологічно не активні, низькокалорійний, не впливають на СМВ тіста. До групи синтетичних підсолоджувачів відносять такі найбільш відомі як сахарин і цикламати, більш новими є ацесульфатам К, аспартам, сукралоза. Солодкість цих речовин характеризується коефіцієнтом солодкості (див. таблицю 1.1) [1].

Таблиця 1.1

Характеристика синтетичних інтенсивних підсолоджувачів

Індекс	Підсолоджувач	$K_{сол}$	Технологічні функції
E950	Ацесульфам К (сунет)	50-200	Підсолоджувач, термостабільний
E951	Аспартам	100-200	Посилює смак і аромат, нетермостабільний
E952	Циклакат натрію	30	Посилює смак, термостабільний
E954	Сахарин і його солі	300-500	Підсолоджувач, термостабільний
E955	Сукралоза	600	Підсолоджувач, термостабільний

Коефіцієнт солодкості, $K_{сол}$ – це кількість цукру, яка забезпечує солодкість розчину, еквівалентну солодкості 9 % розчину підсолоджувача (за сенсорною оцінкою). Розчин сахарози приймають еталонним смаком

солодкості. Також коефіцієнт може показувати у скільки разів потрібно взяти підсолоджувача для того щоб отримати еталонний смак [1].

Безпечність та вплив підсолоджувачів для людини всебічно досліджують в різних наукових центрах світу. Прийшли до таких висновків, що можна коротко сформулювати: жоден з них не викликає карієсу; цикламати не рекомендується застосовувати в харчуванні вагітних жінок та для дітей; вплив на організм людини який спричиняє сахарин вимагає подальшого вивчення, також щоденний прийом не рекомендується; вживання аспартаму протипоказаний хворим на фенілкетонурію; підсолоджувачі не викликають мутагенних і канцерогенних властивостей [2].

Підсолоджувачі використовують як індивідуально так і суміші. Коли використовують суміші підсолоджувачів виникає синергетичний ефект. Розрізняють два види синергетичного ефекту: «якісний» синергізм полягає у поліпшенні смаку в разі використанні декількох підсолоджувачів замість одного; «кількісний» синергізм – це взаємне посилення солодкості різних підсолоджувачів [2].

Рекомендації до вибору та використання цукрозамінників і підсолоджувачів:

- Підсолоджувачі вносять у продукт, як правило, у водному розчині перед останньою операцією перемішування, цукрозамінники – так само, як цукор, без використання наповнювачів [2].
- Для отримання профілю солодкості, наближеного до профілю солодкості сахарози, доцільно використовувати суміші підсолоджувачів один з одним чи з цукрозамінниками. Це часто супроводжується кількісним синергізмом (взаємним підсиленням властивостей), що дає змогу досягти економії [2].
- Не варто експериментувати, змішуючи підсолоджувачі самостійно – можна програти через появу побічного присмаку. Краще купувати готові суміші підсолоджувачів [2].

- Коефіцієнт солодкості не є сталою величиною – прояв солодкого смаку залежить від ступеня температурного оброблення, кислотності, присутності інших смакових речовин [2].
- Підсолоджувачі у цілому виявляють достатню стійкість під час зберігання, проте аспартам вважають найменш стійким, а найстійкішим – ацесульфам К. Водні розчини підсолоджувачів зберігають у холодильнику не більше 1 року, розчин аспартаму – не більше 4 міс. [2].
- Забарвлення скоринки борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів з цукрозамінниками і підсолоджувачами зазвичай мало інтенсивне. Виняток – фруктоза. Температуру випікання у разі її використання слід зменшити на 20...40 °С [2].

За вимогами які вказані в наказі «Про затвердження Санітарних правил і норм по застосуванню харчових добавок» використання підсолоджувачів з метою економії цукру неприпустимо з гігієнічної позиції бо це суперечить принципам раціонального харчування. Підсолоджувачі використовуються для виробництва дієтичних харчових продуктів спеціального призначення самостійно або у комбінації з іншими підсолоджувачами, або цукром [5].

1.3 Цикламова кислота та її солі (E952)

Цикламова кислота та її солі (E952) - термостабільна речовина, не має гірко-присмаку при високій концентрації має гіркувато-металевий присмак та добре розчиний у воді. Метаболіти, що утворюються у тонкому кишечнику можуть бути потенційно токсичними [1]. На рис.1.2 зображена структурна формула цикламова кислота.

Історія відкриття цикламатів. У 1937 р. вченим М. Сведом в Університеті Іллінойсу США під час вивчення властивостей похідних аміносульфонової кислоти відкриті випадково цикламат як підсолоджуючі речовини. Випадково він опустив сигарету в препарат. Після того як цикламат потрапив на сигарету та взяв її назад до рота він виявив, що вона набула солодкого смаку, а в 1940 р. цикламат були запатентовані як підсолоджуючі речовини [4,7].

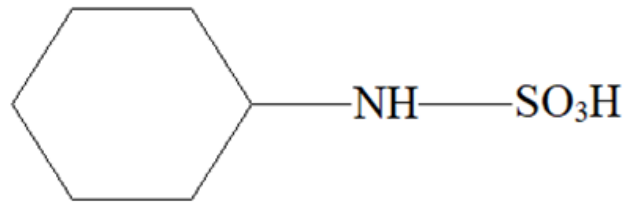


Рис.1.2 Структурна формула цикламової кислоти

Харчову добавку E952 отримують за допомогою сульфування циклогексиламіну за наявності основи. Процес сульфування проводять сульфатною кислотою, сульфатною сіллю або триокисом сірки. Використовувати як конденсуючий агент можна третинні основи (триетиламін, триметиламін). Після отримання аміної солі цикламату перетворюють на сіль шляхом обробки оксидом відповідного металу (натрію або кальцію) [6,8].

Вплив цикламату на організм людини: шкідливої дії цикламатів на печінку, нирки та інші органи людини не було виявлено; метаболіти цикламатів доволі швидко виводяться з організму; концентрація цикламату від 0,1 до 0,9 % метаболізується до циклогексиламіну, який має високу токсичність. Харчова добавка E952 вимагає подальшого вивчення її біологічної активності бо має широке застосування. В Україні застосування синтетичного підсолоджувача цикламату та його натрієвої, калієвої або кальцієвої солей (E952) є обмеженим. Вони дозволені тільки як підсолоджувачі у композиції з сахарином [9]. Вагітним жінкам вживати продукти які містять цикламат (E952) не можна, особливо на ранніх термінах вагітності, оскільки речовина має тератогенний ефект. ДДД в ЄС знижена до 7 мг/кг. [4]. У здобних хлібобулочних і борошняних кондитерських виробках максимально допустимий вміст – 1,6 г/кг [1].

В Україні застосування синтетичного підсолоджувача цикламати та його натрієвої, калієвої або кальцієвої солей (E952) є обмеженим. Вони дозволені тільки як підсолоджувачі у композиції з сахарином. У країнах Європейського союзу використання E952 є обмеженим. Його застосовують в десертах, молочних напоях, ароматизованих безалкогольних напоях зниженої енергетичної цінності. Цикламати та його похідні не дозволені до споживання у США [9].

Цикламати натрію – це синтетичний інтенсивний підсолоджувачем білого кольору, без присмаку гіркоти, без запаху має приємний смак. Цикламати натрію в 30 раз солодший за сахарозу, термостабільний, при підвищенні концентрації солодкість цикламати натрію зменшується і в концентрації 0,5% з'являється дуже гіркий смак. У більшості випадків підсолоджувач використовують у комбінації з сахарином [6]. На рис.1.3 зображена структурна формула цикламати натрію.

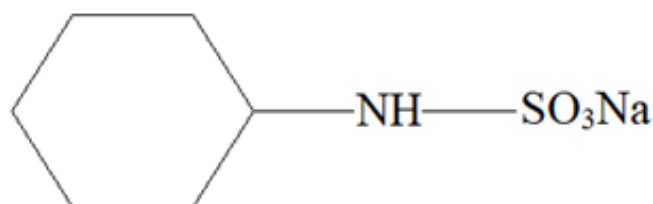


Рис.1.3 Структурна формула цикламати натрію

Цикламати натрію є стійкою речовиною та її розчини стабільні при нагріванні, за наявності світла й кисню у широкому діапазоні рН. Її використовують як інтенсивний підсолоджувач у фармацевтичних препаратах, напоях і солодоцях. Цикламати натрію зберігають в герметично закритій тарі у прохолодному, сухому місці [6].

Загальна характеристика цикламати натрію:

- Індекс - E952.
- Систематичне найменування - натрію N-циклогексилсульфамат.
- Традиційні назви - цикламат натрію, натрієва сіль цикламової кислоти.
- Хімічна формула - $C_6H_{12}NNaO_3S$
- $K_{сол}$ - 30
- Гранично допустима концентрація продукту, мг/кг - 1600
- Гранично допустима доза, мг/кг маси тіла - 11
- Технологічні функції - посилює смак, термостабільний [1,8].

Фізико-хімічні властивості цикламати натрію:

- Колір та форма – білі кристали або кристалічний порошок.
- Запах – без запаху.
- Смак – солодкий.
- Молекулярна маса - 201,22 г/моль.
- Температура плавлення - 265°C.
- рН - 5,5–7,5 (для 10% водного розчину).
- Розчинність - практично нерозчинний у бензолі, хлороформі, етері; при 20 °С розчинний у 95% етиловому спирті (1:250), пропіленгліколі (1:25), воді (1:5) або при 45 °С (1:2) [6,14].

1.4 Економічне обґрунтування використання синтетичних підсолоджувачів

Підсолоджувачі використовують: у виробництві продуктів для людей які хворі на цукровий діабет вони не вимагають для засвоєння інсуліну; у виробництві низькокалорійних дієтичних продуктів, які повністю або частково позбавлені легкозасвоюваних вуглеводів [4].

З економічного погляду використання синтетичних інтенсивних підсолоджувачів для виробників є дуже вигідне. Наприклад, середня ціна 1 кг якісного підсолоджувача німецького виробництва – 10 доларів, цикламат і сахарин найдешевші – 4 , , ацесульфам калію – 90, сукралоза – не нижче як 200

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

доларів, аспартам – 70 . Тому з економічної точки зору зрозуміло, що вигідніше є використання підсолоджувачів але на сьогоднішній день не було доведено безпечність синтетичних підсолоджувачів та можливість регулярного вживання їх. Виробництва синтетичних інтенсивних підсолоджувачів не налагоджено. На українському ринку всі підсолоджувачі та їх суміші виготовляють в інших країнах. Цикламати виробляє провідний виробник це є бразильська компанія «Бросфанта». У США та Японії виробляють і споживають найбільше цикламатів [3].

1.5 Методи отримання цикламату натрію

Існує декілька методів отримання цикламату натрію. Тому розглянемо їх більш детально.

Перший метод отримання базується на синтезі циклогексиламіну з хлорсульфоною кислотою в інертному розчиннику при температурі – 0-20°C отримуємо циклогексиламіно-N-сульфову кислоту. Під час синтезу відбуваються такі перетворення: дві молекули циклогексиламіну реагують з молекулою хлорсульфоною кислоти, а третя молекула аміну зв'язується HCl. Після цього відбувається гідроліз з лугом NaOH. Потім циклогексиламін відганяють і залишок, що містить натрієву сіль циклогексиламіно-N-сульфоною кислоти, очищають перекристалізацією з води на рис.1.4 цей метод був запропонований Одрістом та Сведом [8].

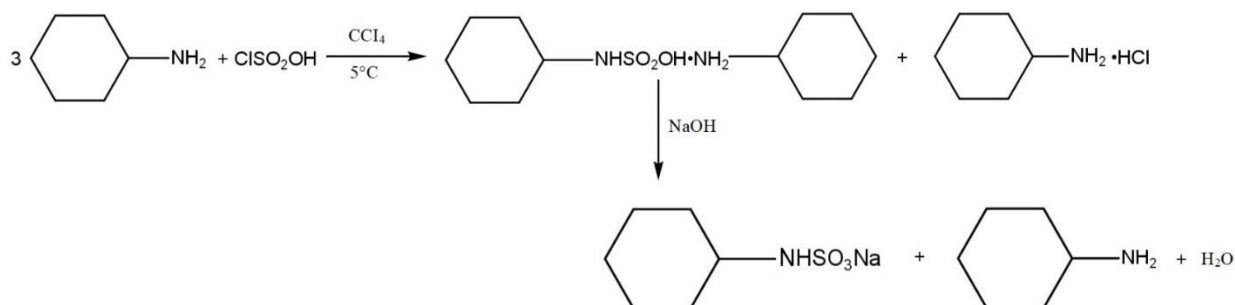


Рис.1.4 Реакція утворення цикламату натрію

Другий метод полягає в процесі, що базуються на аміносурьоновій кислоті, її натрієвій та амонійних солях або сірчаному ангідриді. Конденсацію проводять у присутності третинних амінів, наприклад, триетиламін, триметиламін (використовують як конденсуючий агент). Потім гідроліз лугом який призводить до утворення циклогексиламіну та натрієвої солі циклогексиламіно-N-сульфонові кислоти на рис.1.5 [8].

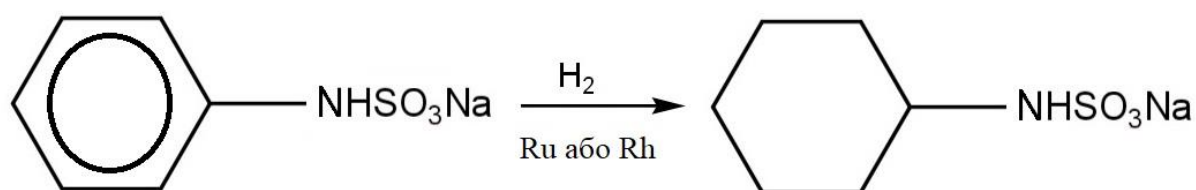


Рис.1.5 Схема отримання цикламату натрію

Та інші методи які не пов'язані із застосуванням циклогексиламіну. Синтез цикламату натрію на основі циклогексилгідроксиламіну, який дією на SO_2 та переводять у цільову циклогексиламіно-N-сульфонову кислоту, або за реакцією з NaHSO_3 , відразу отримують натрієву сіль. Каталітичне гідрування ароматичних сульфаматів наприклад зображений на рис.1.6 [8].

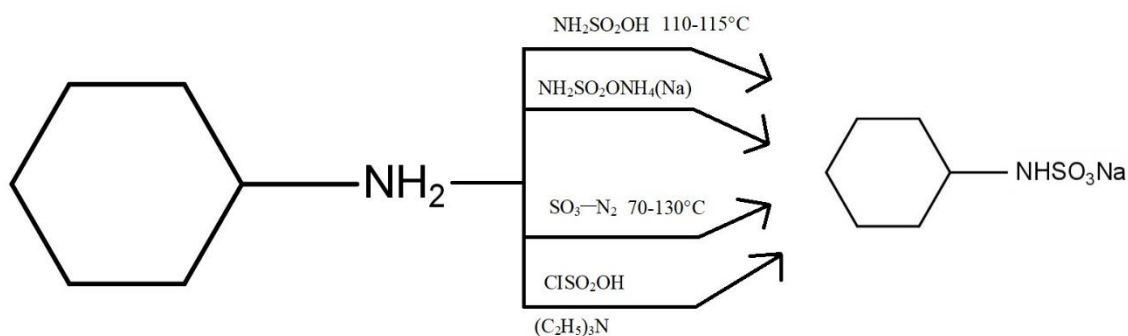


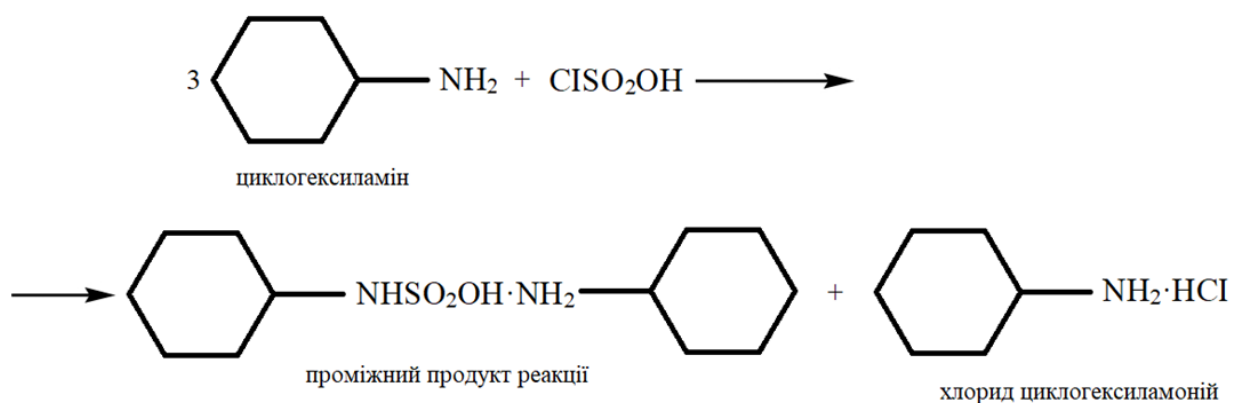
Рис.1.6 Реакція каталітичного гідрування ароматичних сульфаматів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1.6 Хімізм отримання цикламати натрію

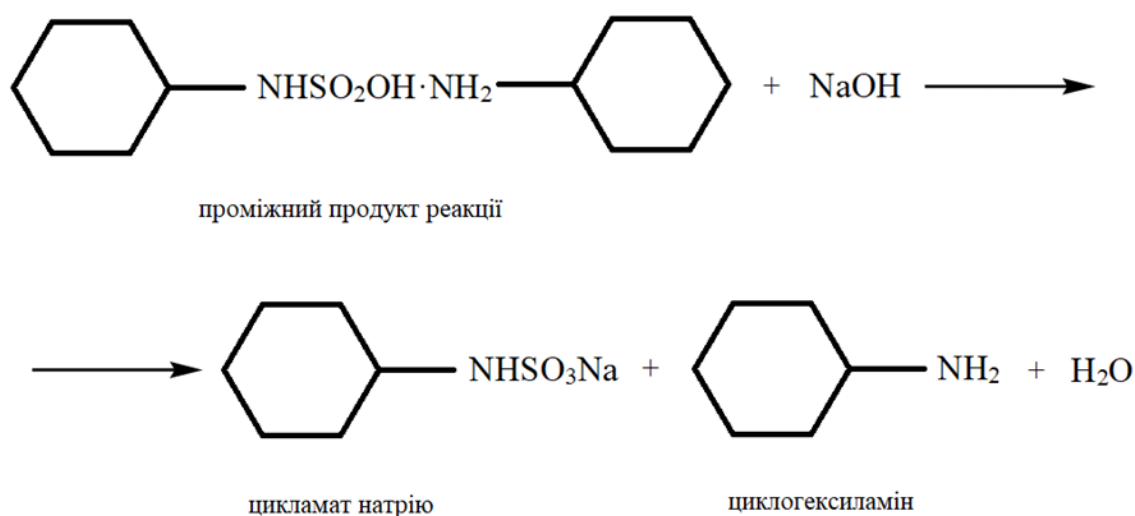
Виробництво цикламати натрію базується на реакції сульфуванні циклогексиламіну хлорсульфоною кислотою та реакції гідролізу.

Реакція сульфування проходить за температури 5°C за рівнянням 1.1. Підчас реакції дві молекули циклогексиламіну реагує з молекулою хлорсульфоною кислоти та утворюється проміжний продукт реакції, а третя молекула аміну зв'язується HCl і утворюється хлорид циклогексиламоній [8].



(1.1)

Реакція з NaOH проходить з утворенням цільового продукту – цикламати натрію та домішки циклогексиламін і вода за рівнянням 1.2.



(1.2)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика вихідної сировини

Розглянемо властивості необхідних компонентів для отримання цикламату натрію. Метод отримання базується на реакції сульфуванні циклогексиламіну з хлорсульфоновою кислотою та реакції з NaOH.

Циклогексиламін – це первинний аліфатичний амін, що складається з циклогексану, що містить амінозамісник. Циклогексиламін виглядає як прозора безбарвна або жовта рідина з запахом аміаку[10]. Хімічна формула - $C_6H_{11}NH_2$ на рисунку 2.1 зображена структурна формула.

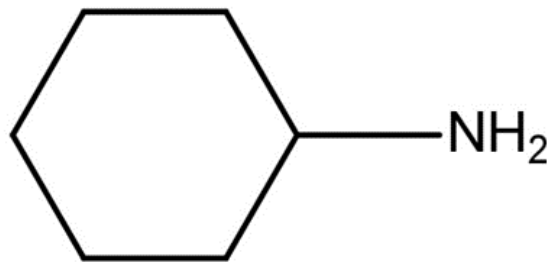


Рис.2.1 Структурна формула циклогексиламіну

Фізико-хімічні властивості циклогексиламіну:

- Колір та форма – безбарвна або жовта рідина.
- Запах – сильний, рибний, запах аміаку.
- Молекулярна маса - 99 г/моль.
- Температура кипіння - 134°C.
- Температура спалаху - 31°C.
- Температура самозаймання - 293°C.

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.025.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шербаченко Ю.С.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бойчук Т.М.					25	76
Консультант		Житницький І.В.				НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Затверд.		Носенко Т.Т.						

- Щільність – 0,8647 г/см³ при 25°C.
- Щільність пари – 3,42 відносно повітря
- Тиск пари – 11 мм рт.ст.
- В'язкість – 2,10 Па·с при 20°C.
- Розчинність – дуже добре розчинний в етанолі; змішується із звичайними органічними кислотами, спиртом, кетонами, аліфатичними вуглеводнями, водою та повністю змішується із ароматичними вуглеводнями [10].

Хлорсульфонова кислота – це безбарвна або жовта рідина з різким запахом Викликає сильні опіки. Дуже токсичний при вдиханні. Корозійний для металів. Хімічна формула - HSO₃Cl. На рис.2.2 зображена структурна формула кислоти.

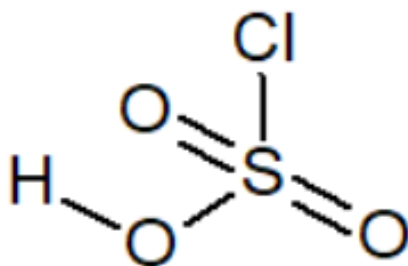


Рис. 2.2 Структурна формула хлорсульфонової кислоти

Фізико-хімічні властивості хлорсульфонової кислоти:

- Колір та форма – безбарвна або жовта рідина.
- Запах –різкий запах.
- Молекулярна маса – 116,5 г/моль.
- Температура кипіння – 151-152°C при 755 мм рт. ст., 74-75°C при 19 мм рт. ст., 60-64°C при 2-4 мм рт. ст.
- Температура плавлення: -80°C.
- Температура самозаймання – незаймиста речовина.

- Щільність – 1,75 г/см³ при 20°C.
- Щільність пари – 4,02.
- Тиск пари – 1 мм рт.ст. [11].

Гідроксид натрію (їдкий натрій) - це біла чи майже біла розплавлена маса або у вигляді маленьких кульок, пластівців та інших форм неорганічна речовина. Хімічна формула – NaOH. На рис.2.3 зображена структурна формула кислоти.

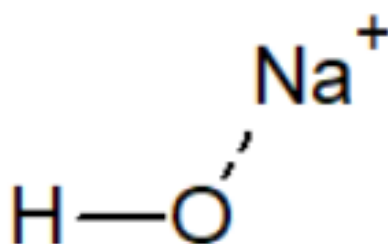


Рис. 2.3 Структурна формула гідроксиду натрію

Фізико-хімічні властивості гідроксиду натрію:

- Колір та форма – безбарвна або біла тверда речовина.
- Запах – без запаху.
- Молекулярна маса – 40 г/моль.
- Температура кипіння - 130°C при 760 мм рт. ст.
- Температура плавлення – 317,8°C.
- Температура самозаймання - незаймиста речовина.
- рН - 12,0 (0,05% водний розчин); 13,0 (0,5% водний розчин); 14,0 (5% водний розчин).
- Розчинність - практично нерозчинний у етері, при 20 °С розчинний у гліцерині, 95% етиловому спирті (1:7,2), метанолі (1:4,2), воді при 20 °С (1:0,9), при 100 °С (1:0,3).
- Щільність – 2,13 г/см³ при 20°C.
- Тиск пари – 0 мм рт.ст. [12,13].

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.2 Опис принципово-технологічної схеми

Розглянемо детально технологію виробництва цикламати натрію на прикладі принципово технологічній схемі на рис.2.4.

1. Сульфування
2. Фільтрування
3. Отримання цикламати натрію
4. Відгонка
5. Розчинення
6. Кристалізація
7. Фільтрування
8. Розчинення
9. Кристалізація
10. Фільтрування
11. Сушіння

Сульфування – це процес заміщення атому водню в органічній речовині сульфогрупою SO_3H . Цей процес відбувається завдяки оброблення речовини, що сульфуються різноманітними сульфуючими агентами. Агенти які використовують для процесу сульфування є сульфатна кислота, олеум або хлорсульфонова кислота. Для цього процесу має важливе значення такий показник як температура. Зміна температури впливає на час протікання реакції також можуть утворитися небажані продукти реакції. Залежно від реакції сульфування використовують такий інтервал температури -10°C до 180°C [15].

Для цієї стадії використовуємо реакцію сульфування циклогексиламіну хлорсульфоновою кислотою з інертним розчином CCl_4 при температурі 5°C [8]. Розчиняємо циклогексиламін в інертному розчині CCl_4 та охолоджуємо розчин до температури 5°C потім повільно додаємо хлорсульфонову кислоту. Підтримуючи температуру суміші приблизно 5°C . На цій стадії утворюється цикламова кислота [16].

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

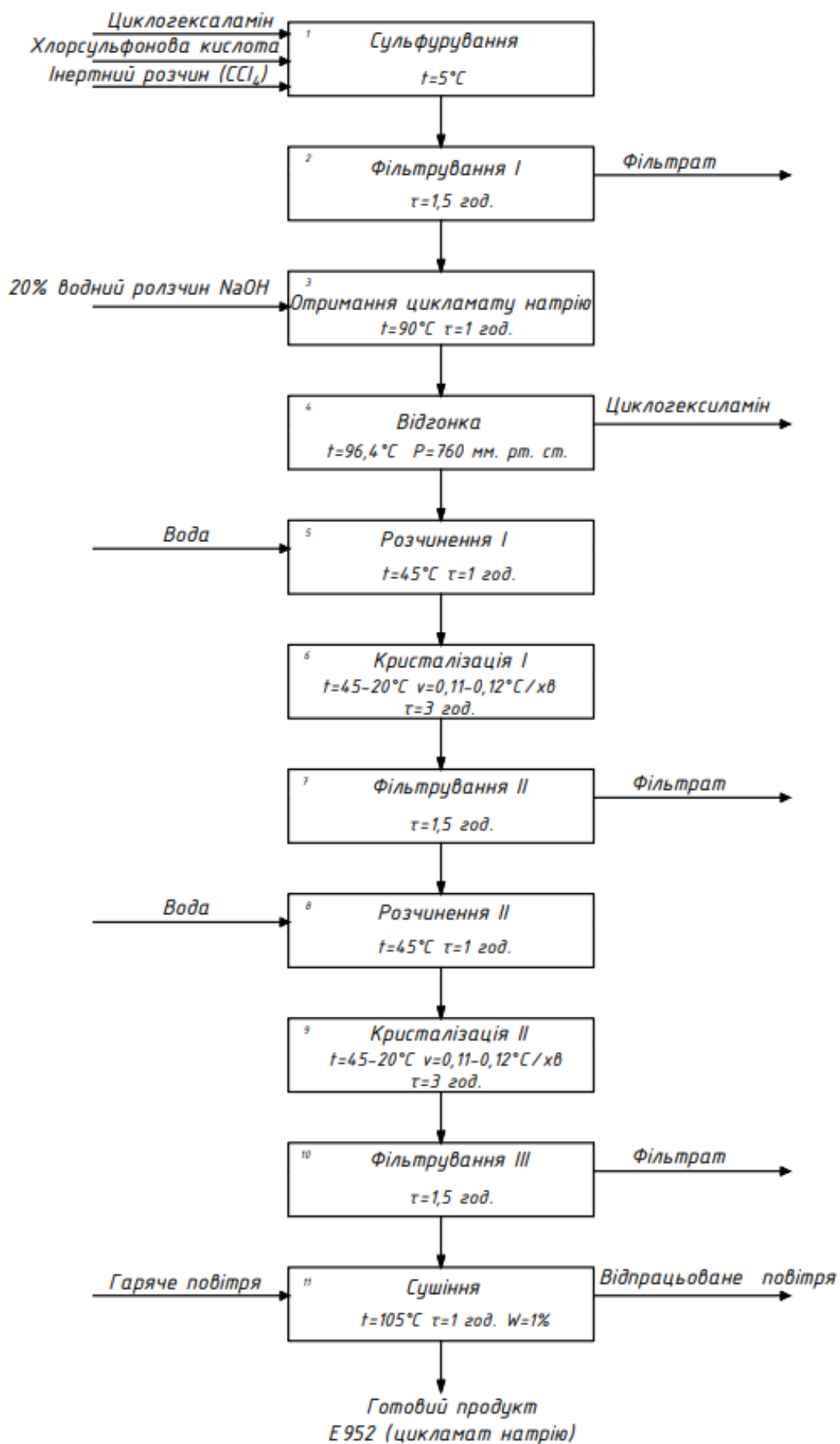


Рис. 2.4 Принципово-технологічна схема виробництва цикламату натрію

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Фільтрування – це процес розділення неоднорідних систем з твердою дисперсною фазою крізь пористі фільтрувальні перегородки, що пропускають дисперсійне середовище і затримують тверді частинки [18]. Під час другої стадії фільтруємо розчин в якому утворився осад проміжного продукту реакції та хлорид циклогексиламонію. Осад який залишився після фільтрування відправляємо на стадію гідролізу [16].

Отримання цикламату натрію – це стадія де відбувається утворення цикламату натрію під дією NaOH та також утворення циклогексиламіну і води [8]. До осаду який залишився після фільтрування додаємо водний розчин гідроксиду натрію з масовою часткою 20%. Розчин перемішуємо та нагріваємо до температури 90°C протягом однієї години. Протягом цього часу та температурі реакційна суміш прореагує та утвориться цикламат натрію [17].

Відгонка – ця стадія потрібна для того щоб із суміші яка утворилася після гідролізу вилучити циклогексиламін [8]. Тому можна використати метод перегонки з водяною парою для виділення речовини. Перегонка - це метод розділення і очищення речовини, особливо рідин. Метод перегонки полягає в нагріванні рідини до кипіння з подальшою конденсацією пари в холодильнику у вигляді дистилату [18]. Цей процес відбувається при температурі 96,4°C [10]. Розчин потрапляє в куб випарник де розчин випарюється до утворення кубового залишку під час цього процесу циклогексиламін випаровується та конденсується в конденсаторі та потрапляє до збірника. Процес триває до утворення сухого залишку. Кубовий залишок відправляємо на стадію розчинення.

Розчинення – ця стадія потрібна щоб розчинити кубовий залишок у воді (1:2). Нагріваємо розчин до температури 45°C та перемішуємо протягом однієї години [6]. Потім відправляємо розчин на стадію кристалізації.

Кристалізація – на цій стадії потрібно використати метод перекристалізації для очищення цільового продукту. Перекристалізація - це метод, що ґрунтується на різній розчинності хімічних сполук в гарячому і холодному розчиннику або на зміні концентрації розчину. Він вважається

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

один з найефективніших методів очищення твердих сполук. Під час охолодження речовина випадає вигляді кристалів, що як правило, є більш чистою, ніж до кристалізації. Відділяють її методом фільтрування [19]. Під час стадії кристалізація розчин, який отримали на попередній стадії перемішуємо і поступово охолоджуємо до температури 25°C. Отриманий розчин з кристалами цикламати натрію відправляємо на стадію фільтрування [16].

Фільтрування – ця стадія необхідна для того щоб розділити дисперсійне середовища від кристалів цикламати натрію. Розділені кристали від розчину відправляємо на повторну стадію розчинення кристалів цикламати натрію [18].

Стадії розчинення, кристалізації та фільтрування повторюємо для отримання більш очищеного цикламати натрію від домішок.

Сушіння – це термічний процес видалення вологи з матеріалу внаслідок її випаровування і дифузії [18]. Його використовують для просушення кристалів після фільтрування від вологи при температурі 105°C протягом однієї години. Просушені кристали відправляють на пакування.

2.3 Розрахунок матеріального балансу

Матеріальний баланс розраховуємо для таких стадій виробництва цикламати натрію: сульфування, фільтрування, гідроліз, відгонка, кристалізація, фільтрування, повторна кристалізація та фільтрування за заданою продуктивністю 1000 кг/добу використовуючи значення стехіометричних співвідношень реагентів.

Вихідні дані:

- Продуктивність – 1000кг/добу.
- Молярна маса циклогексиламіну – 99 г/моль.
- Молярна маса хлорсульфонової кислоти – 116,5 г/моль.
- Молярна маса проміжного продукту реакції ($C_6H_{11}NHSO_3OH \cdot HN_2H_{11}C_6$) – 278 г/моль.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

- Молярна маса хлорид циклогексиламонію ($C_6H_{11}NH_2 \cdot HCl$) – 135,5 г/моль.
- Молярна маса гідроксиду натрію (NaOH) - 40 г/моль.
- Молярна маса води (H_2O) -18 г/моль.
- Молярна маса натрій хлорид (NaCl) -58,5 г/моль.
- Молярна маса інертного розчинника (CCl_4) - 154 г/моль.

Розрахунок матеріального балансу для стадії сульфування.

1. Знаходимо кількість молів проміжного продукту реакції ($C_6H_{11}NHSO_3OH \cdot HN_2H_{11}C_6$) за стехіометричним рівнянням 2.1.

$$V = m/Mr \text{ (моль)} \quad (2.1)$$

$$V = (1383 \cdot 1000)/278 = 4974,820144 \text{ моль}$$

2. Знаходимо кількість молів всіх реагентів (кількість молів рівна для хлоросульфонової кислоти ($ClSO_2OH$), інертного розчинника CCl_4 та хлорид циклогексиламонію ($C_6H_{11}NH_2 \cdot HCl$) за стехіометричним рівнянням. А для циклогексиламіну розраховуємо кількість молів за співвідношенням 2.2.

$$\frac{3}{1} = \frac{x}{4974,820144} \quad (2.2)$$

$$x = (3 \cdot 4974,820144) = 14924,46043 \text{ моль}$$

3. Знаходимо масу циклогексиламіну ($C_6H_{11}NH_2$) за рівнянням 2.3.

$$m = V \cdot Mr \text{ (г)} \quad (2.3)$$

$$m = 14924,46043 \cdot 99 = 1477521,583 \text{ г}$$

4. Знаходимо масу хлоросульфонової кислоти ($ClSO_2OH$) за рівнянням 2.3.

$$m = 4974,820144 \cdot 116,5 = 579566,5468 \text{ г}$$

5. Знаходимо масу хлорид циклогексиламоній ($C_6H_{11}NH_2 \cdot HCl$) за рівнянням 2.3.

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

$$m = 4974,820144 \cdot 135,5 = 674088,1295 \text{ г}$$

6. Знаходимо масу інертного розчинника CCl_4 в якому розчиняємо циклогексиламін за рівнянням 2.3.

$$m = 4974,820144 \cdot 154 = 766122,3022 \text{ г}$$

7. Виконуємо перевірку матеріального балансу стадії сульфування за молекулярною масою реагентів за формулою 2.4.

$$\begin{aligned} \text{Mr}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2) \cdot 3 + \text{Mr}(\text{ClSO}_2\text{OH}) \cdot 1 &= \text{Mr}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NHSO}_3\text{OH} \cdot \text{HN}_2\text{H}_{11}\text{C}_6) \\ &\cdot \text{Mr}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}) \end{aligned} \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned} 99 \text{ г/моль} \cdot 3 + 116,5 \text{ г/моль} \cdot 1 + 154 \text{ г/моль} &= 278 \text{ г/моль} \cdot 1 + 135,5 \\ &\text{г/моль} \cdot 1 + 154 \text{ г/моль} \\ 567,5 \text{ г/моль} &= 567,5 \text{ г/моль} \end{aligned}$$

8. Розраховуємо технологічні втрати за співвідношенням 2.5.

$$\begin{aligned} 2823,1 - 100\% \\ x \text{ г} - 0,1\% \end{aligned} \quad (2.5)$$

$$x = (2823,1 \cdot 0,1) / 100 = 2,82 \text{ кг}$$

9. Складаємо таблицю матеріального балансу стадії сульфування.

Таблиця 2.1

Матеріальний баланс стадії сульфування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Циклогексиламін	1477,5	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NHSO}_3\text{OH} \cdot \text{HN}_2\text{H}_{11}\text{C}_6$	1383
ClSO_2OH	579,5	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$	671,18
CCl_4	766,1	CCl_4	766,1
		Технологічні втрати	2,82
Разом	2823,1	Разом	2823,1

Розрахунок матеріального балансу для стадії фільтрування

1. Розраховуємо технологічні втрати за співвідношенням 2.6.

$$2820,28 - 100\%$$

$$x \text{ г} - 0,1\%$$

(2.6)

$$x = (2820,28 \cdot 0,1) / 100 = 2,82 \text{ кг}$$

2. Складаємо таблицю матеріального балансу стадії фільтрування.

Таблиця 2.2

Матеріальний баланс стадії фільтрування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Суспензія	2820,28	Осад	2054,18
		Фільтрат	763,28
		Технологічні втрати	2,82
Разом	2820,28	Разом	2820,28

Розрахунок матеріального балансу для стадії отримання цикламату натрію

1. Знаходимо кількість молів цикламату натрію за стехіометричним рівнянням 2.1.

$$V = (1000 \cdot 1000) / 201 = 4975,124378 \text{ моль}$$

2. Знаходимо кількість молів всіх реагентів (кількість молів рівна всіх речовинах за стехіометричним рівнянням).

3. Знаходимо масу гідроксиду натрію (NaOH) за рівнянням 2.3.

$$m = 4975,124378 \cdot 40 = 199004,9751 \text{ г}$$

4. Знаходимо масу проміжного продукту реакції ($C_6H_{11}NHSO_3OH \cdot HN_2H_{11}C_6$) за рівнянням 2.3.

$$m = 4975,124378 \cdot 278 = 1383084,577 \text{ г}$$

5. Знаходимо масу циклогексиламіну ($C_6H_{11}NH_2$) за рівнянням 2.3.

$$m = 4975,124378 \cdot 99 = 492537,3134 \text{ г}$$

6. Знаходимо масу води за рівнянням 2.3.

$$m = 4975,124378 \cdot 18 = 89552,23881 \text{ г}$$

7. Виконуємо перевірку матеріального балансу стадії гідролізу за молекулярною масою реагентів за формулою 2.7.

$$\begin{aligned} & Mr(C_6H_{11}NHSO_3OH \cdot HN_2H_{11}C_6) \cdot 1 + Mr(NaOH) \cdot 1 = \\ & Mr(C_6H_{12}NNaO_3S) \cdot 1 + Mr(C_6H_{11}NH_2) \cdot 1 + Mr(H_2O) \end{aligned}$$

(2.7)

$$278 \text{ г/моль} \cdot 1 + 40 \text{ г/моль} \cdot 1 = 201 \text{ г/моль} \cdot 1 + 99 \text{ г/моль} \cdot 1 + 18 \text{ г/моль} \cdot 1$$

$$318 \text{ г/моль} = 318 \text{ г/моль}$$

8. Розраховуємо технологічні втрати за співвідношенням 2.7.

$$1582 - 100\%$$

$$x \text{ г} - 0,1\%$$

(2.8)

$$x = (1582 \cdot 0,1) / 100 = 1,582 \text{ кг}$$

9. Розраховуємо матеріальний баланс для побічної реакції стадії гідролізу.

- a. Знаходимо кількість молів хлорид циклогексиламонію ($C_6H_{11}NH_2 \cdot HCl$) за стехіометричним рівнянням 2.1.

$$V = (671,943 \cdot 1000) / 135,5 = 4958,98893 \text{ моль}$$

- b. Знаходимо кількість молів всіх реагентів (кількість молів рівна всіх речовинах за стехіометричним рівнянням).

- c. Знаходимо масу гідроксиду натрію ($NaOH$) за рівнянням 2.3.

$$m = 4958,98893 \cdot 40 = 198359,5572 \text{ г}$$

- d. Знаходимо масу циклогексиламіну ($C_6H_{11}NH_2$) за рівнянням 2.3.

$$m = 4958,98893 \cdot 135,5 = 490939,9041 \text{ г}$$

- e. Знаходимо масу натрій хлорид ($NaCl$) за рівнянням 2.3.

$$m = 4958,98893 \cdot 58,5 = 290100,8524 \text{ г}$$

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

f. Знаходимо масу води за рівнянням 2.3.

$$m = 4958,98893 \cdot 18 = 89261,80074 \text{ г}$$

g. Виконуємо перевірку матеріального балансу побічної реакції стадії отримання цикламати натрію за молекулярною масою реагентів за формулою 2.9.

$$\text{Mr}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}) \cdot 1 + \text{Mr}(\text{NaOH}) \cdot 1 = \text{Mr}(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2) \cdot 1 + \text{Mr}(\text{NaCl}) \cdot 1 + \text{Mr}(\text{H}_2\text{O}) \quad (2.9)$$

$$135,5 \text{ г/моль} \cdot 1 + 40 \text{ г/моль} \cdot 1 = 99 \text{ г/моль} \cdot 1 + 58,5 \text{ г/моль} \cdot 1 + 18 \text{ г/моль} \cdot 1$$

$$175,5 \text{ г/моль} = 175,5 \text{ г/моль}$$

h. Розраховуємо технологічні втрати за співвідношенням 2.10.

$$870,302 - 100\%$$

$$x \text{ г} - 0,1\%$$

(2.10)

$$x = (870,302 \cdot 0,1) / 100 = 0,870302 \text{ кг}$$

i. Складаємо таблиці матеріального балансу стадії отримання цикламати натрію та для побічної реакції.

Таблиця 2.3

Матеріальний баланс стадії отримання цикламати натрію

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NHSO}_3\text{OH} \cdot \text{HN}_2\text{H}_{11}\text{C}_6$	1383	Цикламати натрію	1000
NaOH	397,359	Вода	176,31
$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$	671,943	Циклогексиламін	983,439
		NaCl	290,101
		Технологічні втрати	2,452
Разом	2452,302	Разом	2452,302

Розрахунок матеріального балансу для стадії відгонки

1. Розраховуємо технологічні втрати за співвідношенням 2.11.

$$2449,85 - 100\%$$

$$x \text{ г} - 0,1\%$$

(2.11)

$$x = (2449,85 \cdot 0,1) / 100 = 2,45 \text{ кг}$$

2. Складаємо таблицю матеріального балансу стадії відгонки.

Таблиця 2.4

Матеріальний баланс стадії відгонки

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Суміш		Розділена речовина	
Циклогексиламін	983,439	Циклогексиламін	983,44
Цикламат натрію	1000	Сухий залишок	1463,96
Вода	176,31		
NaCl	290,101		
		Технологічні втрати	2,45
Разом	2449,85	Разом	2449,85

Розрахунок матеріального балансу для стадії розчинення та кристалізації

1. Розраховуємо необхідну кількість води для розчинення сухого залишку. За умовами технології потрібно додати мінімальну кількість води. В фізико-хімічних властивостях цикламату натрію вказано, що розчиняється у воді за пропорцією 1:2.

$$1000 / 2 = 500 \text{ кг}$$

2. Розраховуємо технологічні втрати за співвідношенням 2.12.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$1963,93 - 100\%$$

$$x \text{ г} - 0,1\%$$

(2.12)

$$x = (1963,93 \cdot 0,1)/100 = 1,96 \text{ кг}$$

3. Складаємо таблицю матеріального балансу стадії розчинення та кристалізації.

Таблиця 2.5

Матеріальний баланс стадії розчинення та кристалізації

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин		Кристали	
Сухий залишок	1463,96	ЦиклаMAT натрію	1000
Вода	500	Маточний розчин	962
		Технологічні врати	1,96
Разом	1963,93	Разом	1963,93

Розрахунок матеріального балансу для стадії фільтрування

1. Розраховуємо технологічні втрати за співвідношенням 2.13.

$$1962 - 100\%$$

$$x \text{ г} - 0,1\%$$

(2.13)

$$x = (1962 \cdot 0,1)/100 = 1,96 \text{ кг}$$

2. Складаємо таблицю матеріального балансу стадії фільтрування.

Матеріальний баланс стадії фільтрування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин		Кристали виділені	
ЦиклаMAT натрію	1000	ЦиклаMAT натрію	1000
Маточний розчин	962	Фільтрат	960,04
		Технологічні втрати	1,96
Разом	1962	Разом	1962

Розрахунок матеріального балансу для стадії розчинення та кристалізації

1. Розраховуємо необхідну кількість води для розчинення сухого залишку. За умовами технології потрібно додати мінімальну кількість води. В фізико-хімічних властивостях циклаMATу натрію вказано, що розчиняється у воді за пропорцією 1:5.

$$1000/2 = 500 \text{ кг}$$

2. Розраховуємо технологічні втрати за співвідношенням 2.14.

$$1500 - 100\%$$

$$x \text{ г} - 0,1\%$$

(2.14)

$$x = (1500 \cdot 0,1)/100 = 1,5 \text{ кг}$$

3. Складаємо таблицю матеріального балансу стадії розчинення та кристалізації.

Таблиця 2.7

Матеріальний баланс стадії розчинення та кристалізації

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин		Кристали	
ЦиклаMAT натрію	1000	ЦиклаMAT натрію	1000
Вода	500	Маточний розчин	498,5
		Технологічні врати	1,5
Разом	1500	Разом	1500

Розрахунок матеріального балансу для стадії фільтрування

1. Розраховуємо технологічні втрати за співвідношенням 2.15.

$$1498,5 - 100\%$$

$$x \text{ г} - 0,1\%$$

(2.15)

$$x = (1498,5 \cdot 0,1) / 100 = 1,2 \text{ кг}$$

2. Складаємо таблицю матеріального балансу стадії фільтрування.

Таблиця 2.8

Матеріальний баланс стадії фільтрування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин		Кристали виділені	
ЦиклаMAT натрію	1000	ЦиклаMAT натрію	1010,1
Маточний розчин	498,5	Фільтрат	486,9
		Технологічні втрати	1,5
Разом	1498,5	Разом	1498,5

Розрахунок матеріального балансу для стадії сушіння

1. Розраховуємо технологічні втрати за співвідношенням 2.16. За довідковою літературою технологічні втрати складають 1% при температурі 105°C протягом однієї години.

$$1010,1 - 100\%$$

$$x \text{ г} - 1\%$$

(2.16)

$$x = (1010,1 \cdot 1) / 100 = 10,1 \text{ кг}$$

2. Складаємо таблицю матеріального балансу стадії сушіння.

Таблиця 2.9

Матеріальний баланс стадії сушіння

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Вологі кристали цикламату натрію	1010,1	Сухі кристали цикламату натрію	1000
		Технологічні втрати	10,1
Разом	1010,1	Разом	1010,1

2.4 Підбір основного технологічного обладнання

На підставі розрахованого матеріального балансу та обраної запропонованої принципово-технологічної схеми. Проведемо підбір основного технологічного обладнання.

Реактор змішувач з мішалкою

Використовують для перемішування реакційних мас та для підігріву і охолодження. Реактор для стадії сульфування складається з пропелерної мішалки 1, люк 2, штуцер для завантаження 3, труба для перетискання сульфомаси 4, корпус 5, гільза для термометра 6, оболонка 7. Апарат

виготовляють з кислотно стійкої сталі марки 12Х18Н10Т, а оболонку з сталі марки ВМСтЗкп. Допустима температура - 200°С, а тиск – 0,4 МПа [15]. Загальний вигляд реактора змішувача зображено на рис.2.5.

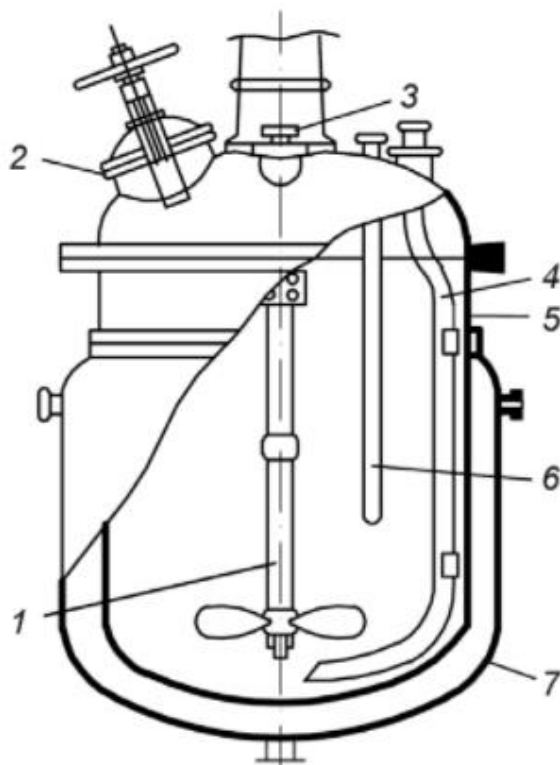


Рис.2.5 Загальний вигляд реактора змішувача

Таблиця 2.10

Технологічна характеристика реактора змішувач з мішалкою

Об'єм, м³	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6	2,0
Швидкість обертання мішалки, об/хв.	270	270	270	270	270	180
Потужність електродвигуна, кВт.	3	3	3	3	3	5,5

Пропелерна мішалка має вигляд пропелера, насаджений на вертикальний або горизонтальний вал. Діаметр пропелера становить $1/3$ до $1/4$ діаметру посудини. Частота обертання $2,5 \dots 17,0 \text{ с}^{-1}$. Для перемішування рухливої рідини з коефіцієнтом динамічної в'язкості до $0,6 \text{ Па}\cdot\text{с}$ [18].

Якірна мішалка використовується, щоб запобігти місцевому перегріванню рідини біля стінок нагріву або осаду на дні посудини. Частота обертання $0,5 \dots 1,5 \text{ м/с}$. Для перемішування рухливої рідини з коефіцієнтом динамічної в'язкості до $1 \text{ Па}\cdot\text{с}$ [18].

Нутч – фільтр

Використовують для розділення суспензії на рідку та тверду фазу . Фільтр на рисунку 2.6 складається з решітки 1, фільтрувальна перегородка 2. Характеристика фільтрів Нутч-фільтр НФ-1600 та Нутч-фільтр НФ 3000 наведена в таблиці 2.11.

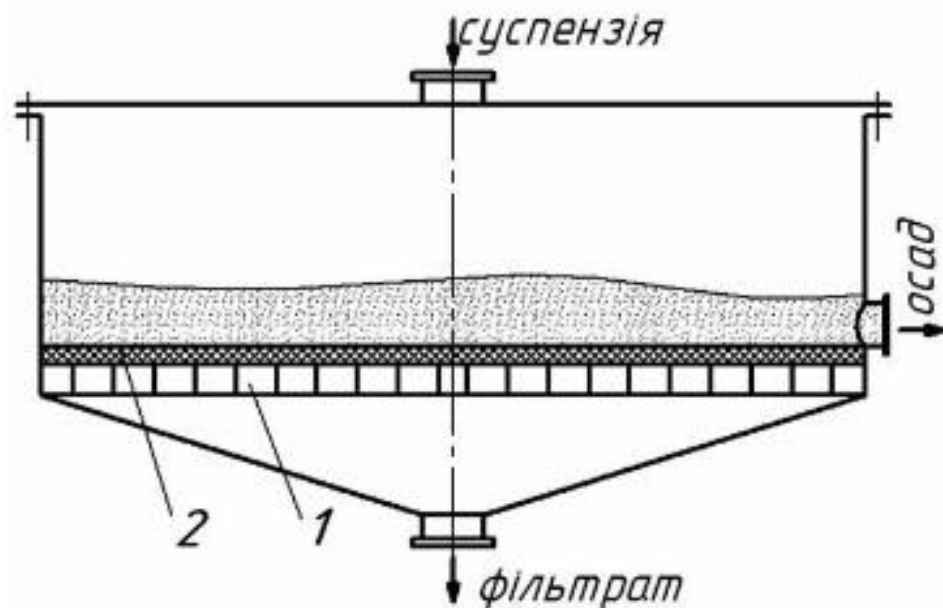


Рис. 2.6 Нутч – фільтр

<i>Нутч-фільтр НФ-1600</i>	<i>Нутч-фільтр НФ 3000</i>
<p>Призначення фільтра: усереднення серії фільтрованого продукту з функціями фільтрації, перемішування, сушіння та розвантаження готового продукту.</p> <p>Конструкція фільтра відповідає вимогам GMP EU.</p>	<p>Призначення фільтра: фільтр є багатофункціональним апаратом емнісного типу з функціями вакуумної фільтрації, розчинення, відмивання, усереднення, перемішування, нагрівання, сушіння та вивантаження готового продукту.</p>
Робочий об'єм, 1600 л	робочий об'єм, 3000 л
внутрішній діаметр корпусу, 1450 мм	внутрішній діаметр корпусу, 2000 мм

Дистиляція

Використовується для виділення речовини із суміші. Схема установка на рисунку 2.7 складається з кубу - випарник 1, конденсатор 2, збірник 3. Принцип роботи полягає в нагріванні суміші до температури кипіння речовини яку потрібно вилучити потім ця речовина конденсується та потрапляє в збірник [18].

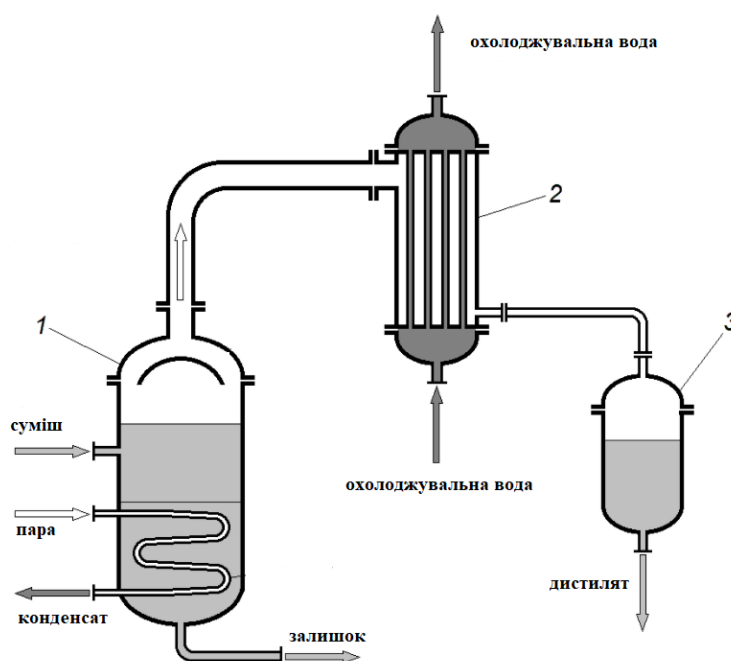


Рис.2.7 Схема простої перегонки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кристалізатор з мішалкою та змієвиком

Конструкція цього апарату зображена на рисунку 2.8. кристалізатор складається з корпусу 1, мішалка 2, зануреного змієвика 3, штуцер для вивантаження кристалів 4. Принцип роботи полягає в обміні теплоти між холодною водою та гарячим розчином. Розчин стає перенасиченим із нього починають випадати кристали. Ці апарати можуть бути безперервної та періодичної дії [18].

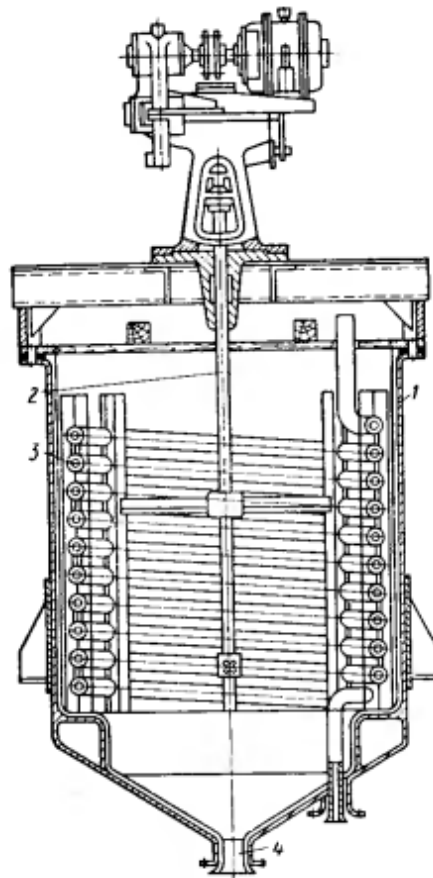


Рис. 2.8 Кристалізатор з мішалкою та змієвиком

Стрічкова сушарка

Використовують для сушіння сипкої сировини на рисунку 2.9 зображена стрічкова сушарка. Складається з прямокутної камери 1, барабани 2, калорифер 3, розвантажувальний бункер 4, стрічки 5, бункер живильника 6. Вони працюють безперервно в якості сушильного агенту використовують повітря. Швидкість руху стрічки від 0,3 м/с до 0,7 м/с, а повітря 3 м/с [18].

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

Сушку виконують підігрітим повітрям чи сумішшю його з топковими газами при температурі суміші 70 – 170°C. Циркуляція повітря здійснюється осьовими вентиляторами. Повітря пронизує сировину зверху вниз і притискає її до стрічкового транспортера. Висушений матеріал сходить зі стрічки на відповідний транспортер [20].

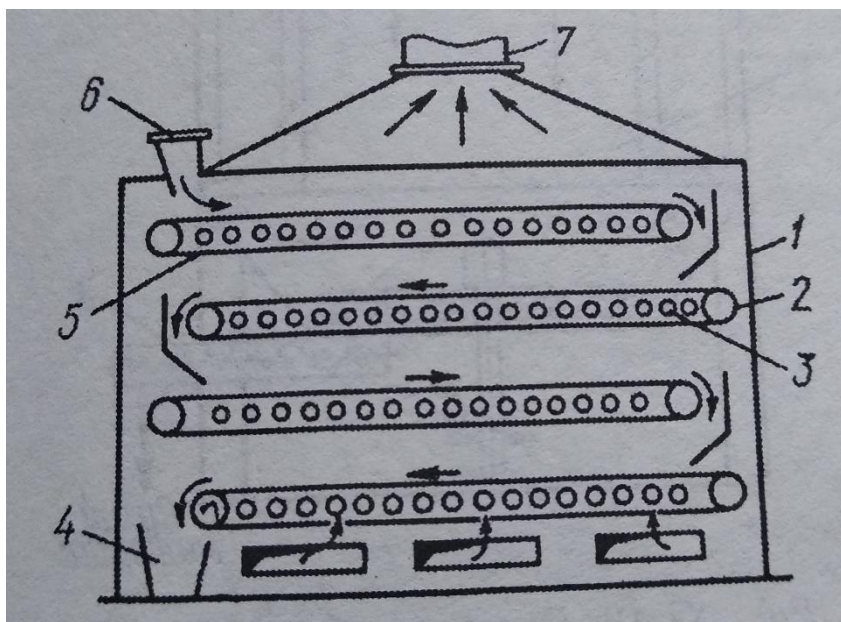


Рис.2.9 Стрічкова сушарка

2.5 Розрахунок основного технологічного обладнання

Ведемо розрахунок на реактор з номінальним об'ємом 1,6 м³ та ступенем заповнення (φ)= 0,9. Тоді, робочий об'єм реактора розрахуємо за формулою 2.17:

$$V_{\text{роб}} = V_{\text{н}} \cdot \varphi_{\text{зап}} \quad (2.17)$$

де $V_{\text{н}}$ – номінальний об'єм реактора (1,6 м³).

$\varphi_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу (0,95).

$$V_{\text{роб}} = 1,6 \cdot 0,9 = 1,44 \text{ м}^3$$

Необхідна кількість реакторів розраховується за формулою 2.18:

$$n = V_{\text{зав}}/V_{\text{роб}} \quad (2.18)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

де $V_{\text{зав}}$ - продуктивність за одне завантаження в реактор ($2,8231 \text{ м}^3$).

$$n = \frac{2,8231}{1,44} = 1,96 \text{ шт}$$

Отже, приймаємо 2 реактори з номінальною ємністю $1,6 \text{ м}^3$. Стандартні характеристики даного реактора [15].

- внутрішній діаметр $D = 1200 \text{ мм}$
- діаметр апарата з сорочкою $D_{\text{сорочки}} = 1300 \text{ мм}$
- діаметр апарату з опорами $D_{\text{опор}} = 1620 \text{ мм}$
- висота ємності без кришки $H_{\text{ємнос.}} = 1575 \text{ мм}$
- загальна висота реактора з приводом $H_{\text{заг}} = 3600 \text{ мм}$
- товщина стінки циліндричної обичайки $S = 10 \text{ мм}$
- товщина стінки сорочки $S = 6 \text{ мм}$

Стандартні параметри лопатевої мішалки, мм [15].

$$\frac{D}{d_{\text{м}}} = 3 - 4 \tag{2.19}$$

$$d_{\text{м}} = 1400/4 = 300 \text{ мм}$$

Приймаємо стандартний розмір діаметра мішалки: $d_{\text{м}} = 300 \text{ мм}$

З співвідношення 2.20 виводимо формулу крок гвинта t За формулою 2.21 розраховуємо t :

$$\frac{t}{d_{\text{м}}} = 1 - 2 \tag{2.20}$$

$$t = d_{\text{м}} \cdot 2 \tag{2.21}$$

$$t = 300 \cdot 2 = 600 \text{ мм}$$

З співвідношення 2.23 виводимо формулу для розрахунку b . За формулою 2.24 розраховуємо b :

$$\frac{b}{D} = 0,08 \quad (2.23)$$

$$b = D \cdot 0,08 \quad (2.24)$$

$$b = 1200 \cdot 0,08 = 96 \text{ мм}$$

З співвідношення 2.25 виводимо формулу для розрахунку висоту рідини в посудині H_p . За формулою 2.26 розраховуємо висоту рідини в посудині:

$$\frac{H_p}{d_m} = 2 - 4 \quad (2.25)$$

$$H_p = d_m \cdot 4 \quad (2.26)$$

$$H_p = 300 \cdot 4 = 1200 \text{ мм}$$

З співвідношення 2.27 виводимо формулу для відстані від мішалки до дна посудини h_1 . За формулою 2.28 розраховуємо h_1 :

$$\frac{h_1}{d_m} = 0,70 - 1,6 \quad (2.27)$$

$$h_1 = d_m \cdot 1,6 \quad (2.28)$$

$$h_1 = 300 \cdot 1,6 = 480 \text{ мм}$$

Частота обертання вала мішалки 2,5...17 с-1. Приймаємо $n = 10$ с-1. Значення критерію Рейнольдса обчислюємо за формулою 2.29:

$$Re_m = \frac{\rho \cdot n \cdot d^2}{\mu} \quad (2.29)$$

$$\rho = 1590 \text{ кг/м}^3$$

$$\mu = 2,03 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

$$Re_M = \frac{1590 \cdot 10 \cdot 0,3^2}{2,03 \cdot 10^{-3}} = 704926,11$$

Для пропелерної мішалки розраховуємо критерій потужності за формулою 2.30

$$K_N = 0,146 \cdot Re_M^{0,96} \cdot Fr^b \cdot \left(\frac{D}{d_M}\right)^{0,91} \cdot \left(\frac{t}{d_M}\right)^{1,22} \quad (2.30)$$

$$K_N = 0,146 \cdot 411356,0158 \cdot 3,058103976^{-0,286} \cdot \left(\frac{1,2}{0,3}\right)^{0,91} \cdot \left(\frac{0,6}{0,3}\right)^{1,22} \\ = 358763,7986$$

Потужність, що витрачається на перемішування шукаємо за формулою 2.31:

$$N = K_N \cdot \mu \cdot n^2 \cdot d_M^3 \quad (2.31)$$

$$N = 358763,7986 \cdot 2,03 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \cdot 0,3^3 = 1966,38438 \text{ Вт} = 1,97 \text{ кВт}$$

Потужність, що втрачається на тертя в сальнику, визначається за формулою 2.32:

$$N_c = 9,84 \cdot (\rho + 0,98 \cdot 10^5) \cdot f_m \cdot l_c \cdot n \cdot d_B^2 \quad (2.32)$$

де $\rho = 0,4 \cdot 10^{-6}$ Па;

f – коефіцієнт тертя, $f = 0,2$;

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

$$N_c = 9,84 \cdot (0,4 \cdot 10^{-6} + 0,98 \cdot 10^5) \cdot 0,2 \cdot 0,16 \cdot 10 \cdot 0,04^2 = 493,73 \text{ Вт}$$

Потужність електродвигуна приводу буде розраховуватись за формулою 2.33:

$$N_{ед} = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot N + N_c}{\eta} \quad (2.33)$$

де η – к.к.д. приводу, $\eta = 0,9$;

$k_1 = H_p / D = 1,2 / 1,2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує заповнення ємності перемішувальною рідиною;

k_2 – коефіцієнт, що враховує збільшення потужності при пуску, або підвищенні опору середовища в процесі перемішування, здебільшого приймається $k_2 = 1$.

$$N_{ед} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 1966,38 + 493,73}{0,9} = 2733,45 \text{ Вт} = 2,73 \text{ кВт}$$

Округлюємо до стандартних значень потужність двигуна. Приймаємо стандартну потужність двигуна 3 кВт. На рис.2.8 зображена схема реактора-змішувача з пропелерною мішалкою.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

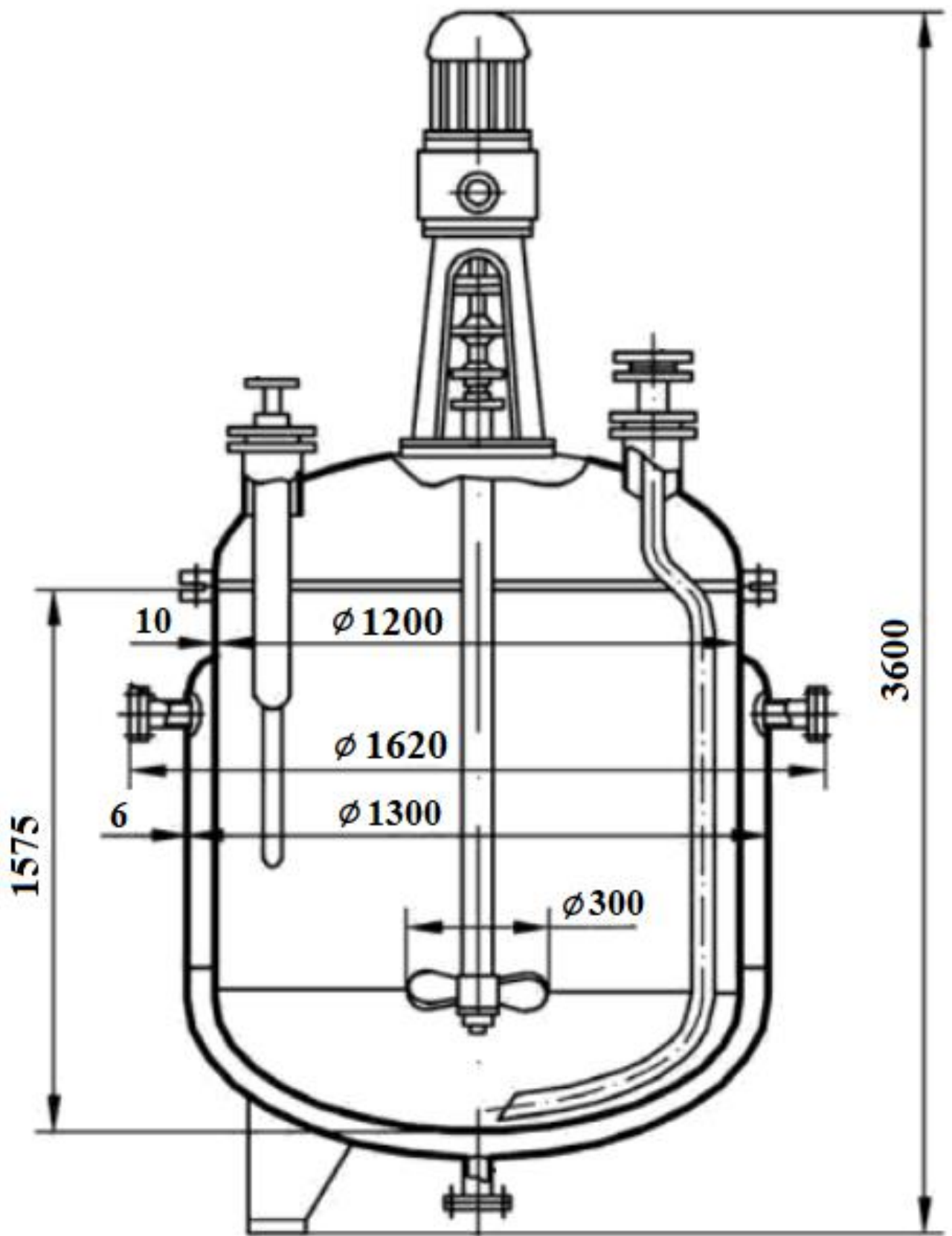


Рис. 2.10 Реактор-змішувач з пропелерною мішалкою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.6 Опис апаратурно – технологічної схеми

Апаратурно – технологічна схема зображена на рисунку 2.11 .

До реактора-змішувача **1** подаємо реагенти (циклогексиламін та інертний розчин CCl_4) і охолоджуємо розчин до температури $5^{\circ}C$. Потім поступово додаємо хлорсульфонову кислоту до реактора **1** та підтримуємо температуру реакції сульфування $5^{\circ}C$. Після утворення суспензії з реактора **1** насосом **2** подаємо розчин до нутч-фільтра **3** осад який залишився після фільтрування транспортуємо ковшовим транспортером **4** до реактора-змішувача **5**. Додаємо до реактора 20% водний розчин гідроксиду натрію до реактора-змішувача **5** ця реакція відбувається при температурі $90^{\circ}C$ протягом однієї години. Із реактора-змішувача **5** реакційний розчин насосом **6** подається до куба – випарника **7** де нагрівають до температури $t=96,4^{\circ}C$ при тиску 760 мм. рт. ст. Пар який утворився в кубі – випарнику **7** потрапляє до конденсатора **8**, а після конденсації потрапляє в збірник **9**. Сухий залишок який залишився в кубі – випарнику **7** розчиняємо в реактора-змішувача **10** та додаємо воду і нагріваємо розчин до $45^{\circ}C$. Насосом **11** розчин подаємо до кристалізатора **12** та охолоджуємо до $25^{\circ}C$ протягом трьох годин. Розчин з кристалами цикламати натрію насосом **13** подаємо до нутч-фільтра **14**. Відфільтровані кристали цикламати натрію транспортуємо ковшовим транспортером **15** до реактора-змішувача **16**. До реактора-змішувача **16** додаємо воду та розчиняємо кристали цикламати натрію та нагріваємо розчин до $45^{\circ}C$. Насосом **17** подаємо до кристалізатора **18** розчин та охолоджуємо до $25^{\circ}C$. Потім насосом **19** подаємо до нутч-фільтра **20** кристали цикламати натрію ковшовим транспортером **21** подаємо до стрічкової сушарки **22** при температурі $105^{\circ}C$ протягом однієї години. З стрічкової сушарки **22** шнековим транспортером **23** транспортуємо до фасувальної машини **24** [8,16,17].

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

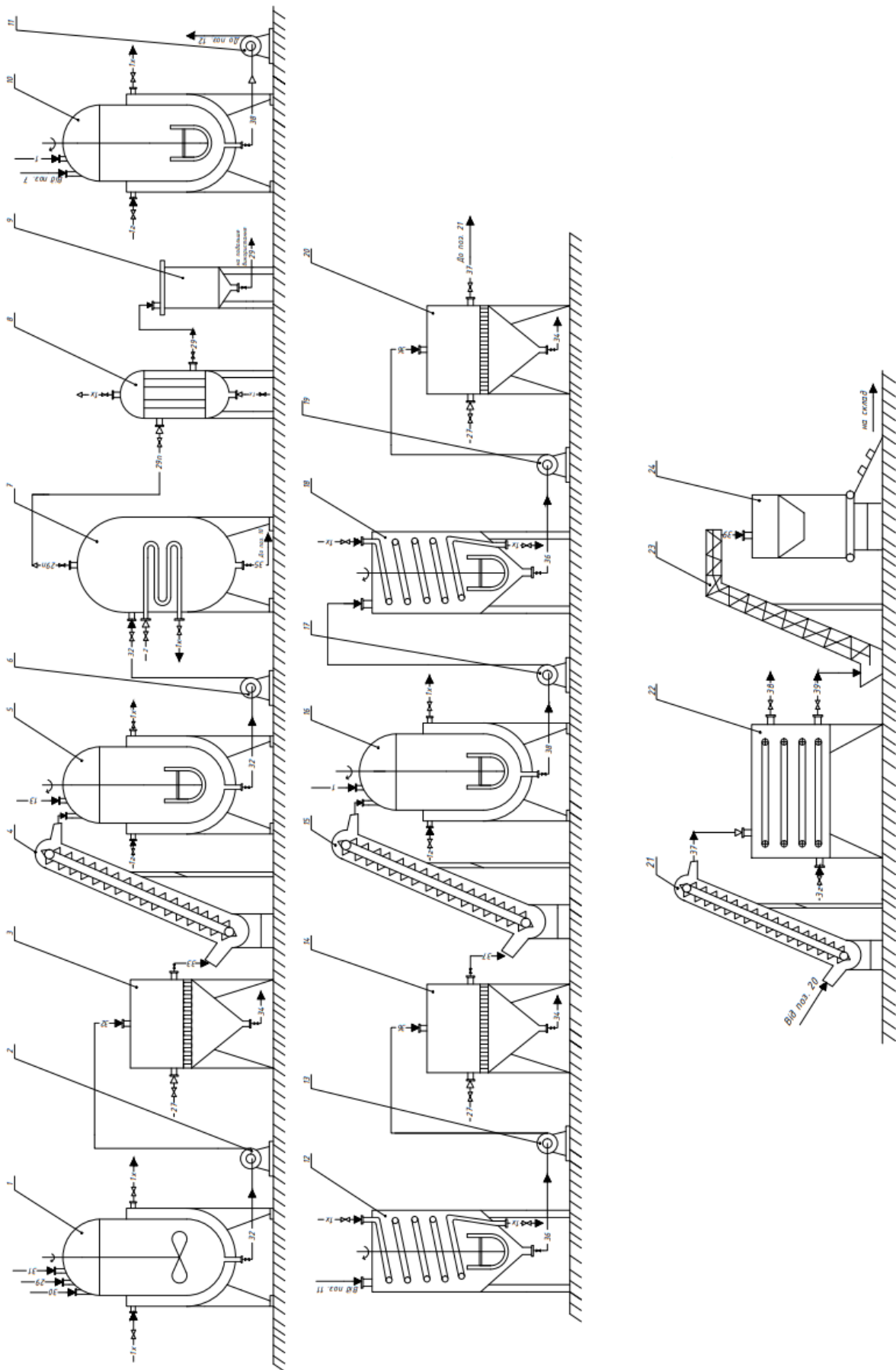


Рис.2.11 Апаратурно технологічна схема отримання цикламу натію

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Проводимо економічні розрахунки для визначення собівартості отриманої продукції, за такими показниками, як:

- **Оборотні виробничі фонди** - частина оборотних коштів, що функціонує у сфері виробництва і включає виробничі запаси (сировина, матеріали, паливо, тара, запасні частини, незавершене виробництво, витрати майбутніх періодів).
- **Основні виробничі засоби** - засоби праці, які безпосередньо беруть участь у виробничому процесі (машини, обладнання тощо), створюють умови для його нормального здійснення (виробничі будівлі, споруди, електромережі та ін) і служать для зберігання і переміщення предметів праці.
- **Персонал підприємства** - склад працівників певних категорій і професій, зайнятих виробничою діяльністю .
- **Фонд заробітної плати**

Розраховуємо витрати основних фондів (орієнтовна вартість основних фондів включає в себе вартість устаткування, транспортні витрати, витрати на монтаж).

Таблиця 3.1

Витрати основних фондів

Назва устаткування	Кількість	Кінцева вартість, грн.
Реактор-змішувач об'ємом 1,6 м ³	5	1 352 000
Реактор-змішувач об'ємом 2 м ³	1	312 000
Нутч-фільтр об'ємом 1600 л	2	82 000
Нутч-фільтр об'ємом 3000 л	1	52 000

<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.054.КР.ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
		Щербаченко Ю.С.		
		Бойчук Т.М.		
		Подобій О.В.		
		Носенко Т.Т.		
ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ			Літ.	Арк.
			54	76
			НУХТ Каф. ТЖХТ	

<i>Продовження таблиці 3.1</i>		
Кристалізатор	2	104 000
Насос	8	42 000
Збірник	1	22 000
Випарник з холодильником	1	62 000
Сушарка	1	252 000
Транспортери	4	83 000
Сума витрат		2 363 000

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

$$1\,025\,000 \cdot 0.15 = 153\,750 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати оборотних фондів (орієнтовна вартість оборотних фондів включає сировину яку використовують для виробництва).

Таблиця 3.2

Витрати оборотних фондів

Стаття витрат	Сума , грн./рік
Циклогексиламін	1 500 000
Хлорсульфонова кислота	500 000
Гідроксид натрію (їдкий натрій)	400 000
CCl4	600 000
Вода очищено	149 000
Сума витрат	3 149 900

Річна продуктивність виробництва складає:

$$1 \cdot 363 = 363 \text{ т/рік}$$

коефіцієнт виробництва приймаємо в розмірі 0,90

Річний обсяг виробництва становитиме:

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

Витрати на заробітний фонд

Посада	Чисельність	Заробітня плата, грн/міс.
Директор	1	35 000
Головний інженер	3	25 000
Головний бухгалтер	1	25 000
Головний енергетик	1	25 000
Головний технолог	1	25 000
Керівник виробничого цеху	1	20 000
Начальник складового приміщення	1	20 000
Керівник відділу підготовки сировини	1	20 000
Керівник контролю якості	2	20 000
Інженер-технолог	5	15 000
Інженер-механік	5	15 000
Робітники і фахівці з середньою освітою: вантажники, прибиральники	15	8000
Сума витрат		555 000

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

$$555\,000 \times 0,22 = 122\,100 \text{ тис. грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати складає 555 тисячі щомісяця, 6 660 000 грн за рік.

Поточні витрати на устаткування:

Розраховуємо амортизацію приймаємо 10% від вартості основних фондів:

$$2\,363\,000 \cdot 0,1 = 236\,300 \text{ грн.}$$

Розраховуємо витрати на капітальний і поточний ремонт приймаємо 5% від вартості основних фондів:

$$2\,363\,000 \cdot 0,05 = 118\,150 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.4

Зведені витрати на виробництво та реалізацію продукції

Витрати	Сума, грн.
Сировина, основні та допоміжні матеріали	2 363 000
Транспортно-заготівельні витрати (5% сировини)	1 574 950
Енерговитрати	10 000
Заробітна плата	555 000
Відрахування на соціальні заходи	122 100
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (5% від вартості обладнання)	236 300
Амортизація та витрати на ремонти	118 150
Сума витрат	4 979 500

Собівартість продукції складає:

$$118\,150 + 6\,660\,000 + 3\,149\,900 = 9\,928\,050 \text{ грн/рік}$$

Собівартість за кілограм продукції:

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ				

9 928 050 /118 592,1 = 84 грн/кг

Розраховуємо рентабельність одиниці реалізованої продукції:

$$P = \frac{(Ц - С)}{С} \cdot 100\%$$

де Ц- ціна продукту

С - собівартість одиниці продукту

$$P = \frac{(144 - 84)}{84} \cdot 100\% = 71,4\%$$

Отже, рентабельність одиниці продукту приблизно складає близько 71,4%.

									Арк.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ				

РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

4.1 Показники якості цикламату натрію

В таблиці 5.1 наведені основні показники якості циклимату натрію. Та нижче зазначені органолептичні показники яким повинен відповідати харчова добавка E952 [23].

Органолептичні показники цикламату натрію:

- Колір – білий
- Зовнішній вигляд – кристалічний порошок
- Запах – без запаху
- Смак – інтенсивний солодкий смак солодший в 30 раз цукру [23].

Технологічна функція добавки є підсолоджувач. На реалізацію потрапляє як і чиста речовина та «технічної» якості [23].

Гігієнічні норми для харчової добавки E952

ДДН для цикламату натрію 11мг/кг на масу тіла на добу [23]. Норми використання підсолоджувача в харчовій продукції відповідно до вимог Санітарні правила і норми по застосуванню харчових добавок для цикламату натрію не одержали абсолютного статусу дозволеності через недостатній обсяг інформації про особливості їх біологічної дії, сферу застосування або допустимі рівні. Остаточне вирішення стосовно доцільність застосування таких харчових добавок у кожному конкретному випадку є прерогативою Міністерства охорони здоров'я України.

Сфери застосування харчової добавки є харчова промисловість, фармацевтична та косметична.

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.059.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Щербаченко Ю.С.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бойчук Т.М.				59	76
Н. Контр.		Подобій О.В.			ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.					

Показники якості цикламату натрію

Назва показника	Вміст
Вміст основної речовини, %	98 – 100
Витрати при сушінні (105°C та протягом 1 год.),%, не більше	1
Циклогексиламін, мг/кг, не більше	25
Дициклогексиламін, мг/кг, не більше	2
Селен, мг/кг, не більше	30
Важкі метали, мг/кг, не більше	10

4.2 Контроль якості цикламату натрію

Кількісне оцінювання солодкого смаку.

Для кількісного визначення на даний момент інструментального методу визначення ступеня солодкості не існує. Солодкість речовини визначають органолептичним методом аналізу використовуючи органи чуття. Одиницею вимірювання ступеня солодкості є *Sweetness egvalency of saccharose (SES)* – солодкість, еквівалента цукрози – цукрозний еквівалент.

Солодкість цукрози береться за одиницю. Цукрозний еквівалент визначають кількістю грамів цукрози, яку необхідно розчинити в одиниці об'єму води, щоб розчин мав такий самий солодкий смак, як і рівний за об'ємом розчин, в якому розчинено 1 г підсолоджувача . Досвідчений дегустатор відчуває присутність цукрози в розчині за концентрації 10 ммоль/л (3,5 г/л) [3].

РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Основні властивості використаної сировини

Під час отримання цикламату натрію використовують такі речовини як циклогексиламін, гідроксид натрію та хлорсульфонову кислоту. Тому повинні бути виконані заходи безпеки при роботі та контакті з цими хімічними речовинами.

Циклогексиламін

Ознаки та симптоми впливу циклогексиламіну: гострий вплив циклогексиламіну може призвести до подразнення та опіку шкіри, очей та слизових оболонок. Можуть виникнути запаморочення, сонливість, нечітка мова, розширення зіниць, посилене слиновиділення, утруднення ковтання, біль у животі та спонтанне блювання. Також часто зустрічаються високе, шумне дихання, задишка і набряк легенів. Можуть розвинутися апатія і сплутаність свідомості з прогресуванням до коми і смерті [10].

Перша медична допомога при інгаляції: свіже повітря, відпочинок, напіввертикальне положення та зателефонувати до швидкої допомоги [10].

Перша медична допомога при потраплянні на шкіру: зніміть забруднений одяг, промийте шкіру великою кількістю води або прийняти душ та зверніться за медичною допомогою [10].

Перша медична допомога при потраплянні в очі: спочатку промийте їх великою кількістю води протягом кількох хвилин (зніміть контактні лінзи, якщо це можливо), а потім зверніться до лікаря [10].

Перша медична допомога при ковтанні: прополоскати рот, НЕ викликати блювоту, зателефонувати до швидкої допомоги та дайте випити одну-дві склянки води [10].

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.061.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Щербаченко Ю.С.					61	76
Перевір.		Бойчук Т.М.						
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Затверд.		Носенко Т.Т.						
						НУХТ Каф. ТЖХТ		

Класифікація небезпеки NFPA для циклогексиламіну:

- Рейтинг здоров'я NFPA - 3 (Матеріали, які в надзвичайних умовах можуть спричинити серйозні або постійні травми) [10].
- Рейтинг пожежності NFPA - 3 (Рідини та тверді речовини, які можуть запалюватися майже за будь-яких температурних умов навколишнього середовища. Матеріали створюють небезпечну атмосферу з повітрям майже при будь-якій температурі навколишнього середовища або, незважаючи на те, що температура навколишнього середовища на них не впливає, вони легко запалюються майже за будь-яких умов) [10].
- Рейтинг нестабільності NFPA - 0 (Матеріали, які самі по собі зазвичай стабільні навіть в умовах пожежі) [10].

Пожежа та вибухи: займистий. При температурі вище 28 °C може утворюватися вибухонебезпечна суміш пара/повітря [10].

Умови зберігання: переважно зберігають на відкритому повітрі або окремо. Уникайте окислювальних матеріалів, кислоти. Зберігати в прохолодному, сухому добре провітрюваному місці [10].

Хлорсульфонова кислота

Перша медична допомога при інгаляції: свіже повітря, відпочинок, напіввертикальне положення, може знадобитися штучне дихання та зателефонувати до швидкої допомоги [11].

Перша медична допомога при потрапленні на шкіру: зніміть забруднений одяг, промити шкіру великою кількістю води або прийняти душ та зверніться за медичною допомогою.

Перша медична допомога при потрапленні в очі: спочатку промийте їх великою кількістю води протягом кількох хвилин (зніміть контактні лінзи, якщо це можливо), а потім зверніться до лікаря [11].

Перша медична допомога при ковтанні: прополоскати рот, НЕ викликати блювоту, зателефонувати до швидкої допомоги та дайте випити одну-дві склянки води [11].

Класифікація небезпеки NFPA для хлорсульфонової кислоти:

- Рейтинг здоров'я NFPA - 4 (Матеріали, які в надзвичайних умовах можуть бути смертельними) [11].
- Рейтинг пожежності NFPA - 0 (Матеріали, які не горять у типових умовах пожежі, включаючи негорючі матеріали, такі як бетон, камінь та пісок) [11].
- Рейтинг нестабільності NFPA - 2 (Матеріали, які легко зазнають сильних хімічних змін при підвищених температурах і тисках) [11].

Пожежа та вибухи: під час горіння розкладається на подразливі та токсичні гази. Хоча ця речовина не є горючою, вона може запалити інші горючі речовини [11].

Умови зберігання: зберігати в прохолодному, сухому, добре провітрюваному місці. Відокремити від води, кислот, лугів, спиртів [11].

Натрій гідроксид

Перша медична допомога при інгаляції: свіже повітря, відпочинок, та зателефонувати до швидкої допомоги [13].

Перша медична допомога при потраплянні на шкіру: якщо ця хімічна речовина потрапить на шкіру, негайно промийте забруднену шкіру водою. Якщо ця хімічна речовина потрапила в одяг, негайно зніміть одяг і промийте шкіру водою та негайно зателефонувати до швидкої допомоги [13].

Перша медична допомога при потраплянні в очі: якщо ця хімічна речовина потрапить в очі, негайно промийте очі великою кількістю води, час від часу піднімаючи нижню та верхню повіку та негайно зателефонувати до швидкої допомоги [13].

Перша медична допомога при ковтанні: якщо ця хімічна речовина було проковтнуто, потрібно прополоскати рот, НЕ викликати блювоту, негайно зателефонувати до швидкої допомоги [13].

Класифікація небезпеки NFPA для натрію гідроксиду:

- Рейтинг здоров'я NFPA - 3 (Матеріали, які в надзвичайних умовах можуть спричинити серйозні або постійні травми) [13].

- Рейтинг пожежності NFPA - 0 (Матеріали, які не горять у типових умовах пожежі, включаючи негорючі матеріали, такі як бетон, камінь та пісок) [13].
- Рейтинг нестабільності NFPA - 1 (Матеріали, які самі по собі зазвичай стабільні, але можуть стати нестабільними при підвищених температурах і тисках) [13].

Пожежа та вибухи: негорюча речовина сама по собі не горить, але може розкладатися при нагріванні, утворюючи корозійні та/або токсичні пари. Деякі є окиснювачами і можуть запалювати горючі речовини (дерево, папір, масло, одяг тощо). Контакт з металами може виділяти горючий водень. При нагріванні контейнери можуть вибухнути [13].

Умови зберігання: зберігати в прохолодному, сухому, добре провітрюваному місці. Відокремити від органічних і окисних матеріалів, кислот, металевих порошків. Негайно видаліть і належним чином утилізуйте будь-який пролитий матеріал [13].

5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища

В Україні заходи з охорони навколишнього середовища передбачені Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища».

Екологічні нормативи встановлюють гранично допустимі викиди та скиди у навколишнє природне середовище забруднюючих хімічних речовин, рівні допустимого шкідливого впливу на нього фізичних та біологічних факторів. Екологічні нормативи повинні встановлюватися з урахуванням вимог санітарно-гігієнічних та санітарно-протиепідемічних правил і норм, гігієнічних нормативів. [26].

Екологічні нормативи розробляються і вводяться в дію центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері охорони навколишнього природного середовища, та іншими уповноваженими на те державними органами відповідно до законодавства України [26].

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Класифікація видів забруднень навколишнього середовища:

- *Механічне* - забруднення середовища агентами, що чинять лише механічну дію без хіміко-фізичних наслідків (наприклад: сміття) [27].
- *Хімічне* - зміна хімічних властивостей середовища, що чинять негативний вплив на екосистеми і технологічне обладнання [27].
- *Фізичне* - зміна фізичних параметрів середовища: температурно-енергетичних (теплових і термальних), хвильових (світлових, шумових, електромагнітних), радіаційних (радіаційних і радіоактивних) [27].
- *Теплове* - підвищення температури середовища у зв'язку з промисловими викидами нагрітого повітря, відхідних газів і води. Може виникати і як вторинний результат зміни хімічного складу середовища [27].
- *Біологічне* - проникнення у екосистеми і технологічне обладнання видів рослин і тварин, що є не властивими даним співтовариствам і обладнанню [27].
- *Мікробіологічне* - виникнення незвичайно великої кількості мікроорганізмів, що пов'язане з їх масовим розмноженням на антропогенних субстратах або у середовищах, що були змінені у ході господарської діяльності людини [27].

Класифікація промислових відходів згідно їх небезпеки для здоров'я:

- Клас безпеки I - надзвичайно небезпечні (наявність у відходах ртуті, хромовоокисного калію, трихлористої сурми, бензпірену, оксиду миш'яку та ін.) [27].
- Клас безпеки II - небезпечні (наявність у відходах хлористої міді, хлористого нікелю, трихлористої сурми, азотнокислого свинцю та ін.) [27].
- Клас безпеки III - помірно небезпечні (наявність у відходах сірчаноокислої міді, щавлевоокислої міді, хлористого нікелю, оксиду свинцю, чотирехлористого вуглецю та ін.) [27].

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

- Клас безпеки IV - малонебезпечні (наявність у відходах сірчаноокисного марганцю, фосфатів, сірчаноокисного цинку, хлористого цинку та ін.) [27].

Показники якості навколишнього середовища:

Гранично допустимих концентрацій (ГДК) хімічних речовин, зокрема радіоактивних, інших речовин і мікроорганізмів у навколишньому середовищі і недотримання яких може призвести до забруднення навколишнього середовища, деградації природних екологічних систем [27].

Допустимих фізичних впливів – нормативи, які встановлені у відповідності з рівнями допустимого впливу фізичних факторів на навколишнє середовище і при дотриманні яких забезпечуються нормативи якості навколишнього середовища [27].

Для більшості забруднюючих речовин встановлюють два значення ГДК:

Максимально разова ГДК (ГДК_{мр}) – гранично допустима концентрація, яка встановлюється для попередження рефлекторних реакцій у людини (відчуття запаху, зміна біоелектричної активності головного мозку, світлової чуттєвості та ін.) при короткотривалому впливі атмосферних забруднень (до 20 хв.) [27].

Середньодобова ГДК (ГДК_{сд}) – гранично допустима концентрація, яка встановлюється з метою попередження загально токсичного, канцерогенного і мутагенного впливу на організм людини. Це основний норматив оцінювання стану атмосферного повітря з санітарно-гігієнічної точки зору [27].

Основними джерелами забруднення зовнішнього повітряного середовища є:

- промислові підприємства, у першу чергу, хімічні, нафтохімічні і
- металургійні заводи;
- теплогенеруючі установки (теплові електростанції, опалювальні і
- виробничі котельні);
- транспорт, насамперед автомобільний [27].

На викиди енергетичних об'єктів припадає близько 60%, транспорт – 20–25%, промисловість – 15–20% [27].

Методи захисту навколишнього середовища являють собою технологічні рішення щодо створення ресурсозберігаючих і маловідходних технологій. [27].

Пасивні методи захисту навколишнього середовища поділяються на дві підгрупи:

- раціональне розміщення джерел забруднення;
- локалізація джерел забруднення

Для забезпечення охорони навколишнього середовища необхідно :
проводяться заходи для зниження рівня забруднень, що виробляється підприємством

1. Виявлення, оцінка, постійний контроль та обмеження викиду шкідливих елементів в атмосферу.
2. Розробка нормативно-правових актів та комплексу природоохоронних заходів.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ VI ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Основні види небезпеки

В Україні загальні положення про охорону праці зазначені в Законі України «Про охорону праці»[24].

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Основна мета охорони праці:

- Запобігання травматизму та професійних захворювань.
- Створення безпечних та нешкідливих умов праці.
- Збереження здоров'я та працездатності.
- Підвищення продуктивності праці.
- Попередження аварійних ситуацій [25].

В країнах Європейського союзу за статистикою від нещасних випадків та професійних захворювань потерпають щорічно 10 млн. осіб, з них гине майже 8000. Україні за статичними даними щоденно травмуються приблизно 80-85 осіб, із них 10% стають інвалідами, а 2% гине. В цілому по всьому світу кожні 3 хвилини гине людина, а кожні 2 хвилини травмується 8 осіб на виробництві [25].

На підприємствах харчової промисловості механічні травми в структурі нещасних випадків склали 94,7%, опіки – 5,3%. Під час аналізу було виявлено закономірність в розподілі травматизму по днях тижня: у середу (21%) потім число травм зменшується з четверга (17,4%), п'ятниця (14,2%), субота (11,1%), неділя (7,9%). А в понеділок та вівторок навпаки збільшується відповідно 13,7 і 14,7% [25].

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.068.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Щербаченко Ю.С.</i>			ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					68	76
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						
						НУХТ Каф. ТЖХТ		

За порушення законодавства та нормативних актів передбачені такі види покарання як: матеріальна, дисциплінарна, адміністративна та кримінальна.

Для запобігання травматизму та забезпечити безпечність праці проводять інструктажі. Щоб навчити працівників правильно та безпечно для себе і оточуючого середовища використовувати свої трудові обов'язки [25].

6.2 Основи гігієни на виробництві

Гігієна праці – це галузь профілактичної медицини, що включає вивчення умов праці та їх вплив на фізіологічний стан, здоров'я людини. Розробляє наукові основи гігієнічної регламентації факторів виробничого середовища і трудового процесу [22].

Небезпечний виробничий фактор – це фактор який у виробничому середовищі або під час трудового процесу може призвести до раптового погіршення здоров'я, гострого захворювання, смерті [25].

Небезпечні та шкідливі фактори за їх природою поділяють на:

- Хімічні
- Фізичні
- Біологічні
- Психофізіологічні

Засоби безпеки для уникнення потрапляння хімічних речовин у повітря використовують вентиляцію. Використовують такі види вентиляції як природна, механічна, загальнообмінна, місцева та аварійна [25].

Також велике значення має освітлення робочого місця. Освітлення повинно відповідати певним вимогам щоб забезпечити безпечні умови праці.

Вимоги до освітлення на робочому місці:

- Достатня освітленість робочого місця
- Рівномірне освітлення
- Відсутність тіней
- Захист від сліпучої дії світла
- Вірний вибір напрямку світла

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За видом джерела світла розрізняють такі види:

- Природне
- Штучне
- Суміщене

6.3 Основи пожежної безпеки

Пожежа – це неконтрольоване горіння поза спеціального середовища, що розповсюджується у часі та просторі [25].

Горіння – це фізико-хімічний процес взаємодії речовини з киснем [25].

Розрізняють два види горіння:

- Повне
- Неповне

За швидкістю полум'я горіння поділяють на:

- Дефлаграційне
- Вибухове
- Детонаційне

За ГОСТ 27331-87 пожежу поділяють на класи: клас А, клас В, клас С, клас Д, клас Е

Заходи пожежної безпеки на підприємстві поділяють на чотири групи.

1. Заходи, які забезпечують пожежну безпеку технологічному процесу.
2. Будівельно – технічні заходи для виключення причин виникнення пожежі та створення стійкої споруди.
3. Організаційні заходи, які забезпечують організаційну пожежну охорону.
4. Засоби по ефективному вибору засобу для гасіння пожежі [25].

Засоби для виявлення пожежі використовують автоматичний пожежний оповісник. Їх поділяють на такі групи теплові, димові, світлові, ультразвукові та комбіновані. [25].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вогнегасники поділяють на:

- Хімічно-пінні
- Повітряно-пінні
- Вуглекислотні
- Хладонові
- Порошкові

6.4 Основи електробезпеки

Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людини від ураження електричним струмом. Фактори, що впливають на ступінь важкості електротравми їх поділяють на два види електричний струм та неелектричного характеру [25].

Фактори електричного струму:

- Сила струму
- Напруга
- Рід та частота струму
- Електричний опір людини

Фактори неелектричного характеру:

- Індивідуальні особливості людини
- Тривалість проходження струму через тіло людини
- Шлях проходження струму тілом людини
- Стан навколишнього середовища

Сила струми є головним фактором, що зумовлює ступінь ураження людини. Його поділяють на:

- Поріг відчуття струму
- Поріг невідпускаючого струму
- Пороговий фібриляційний струм [25].

Електротравми бувають таких видів як місцеві (електричний опік, електричний знаки, металізація шкіри, електрофтальмія, механічні пошкодження, електричний удар) та загальні або електричні удари [25].

Для того щоб уникнути ураження електричного струму потрібно застосовувати заходи та засоби безпеки під час роботи. Використовують такі заходи та засоби безпеки технічні (захисні огорожі, ізоляція струменевих частин, попереджувальна сигналізація, використання малої напруги, захисне заземлення та інші); організаційні заходи (призначення відповідальних, медогляди, інструктажі); електрозахисті засоби та запобіжні пристосування (ізолюючі захисні засоби, огорожувальні засоби безпеки, запобіжні засоби та пристосування для електробезпеки) [25].

Приміщення також класифікують за ступенем електробезпечності бо навколишнє середовище може посилити або послабити ураження електричним струмом.

Категорії приміщень за ступенем ураженням електричним струменем:

- I – приміщення без підвищеної небезпеки
- II – приміщення підвищеної небезпеки
- III – приміщення особливої небезпечності [25].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз літературних джерел для теми «Удосконалення технології виробництва цикламати натрію» Проаналізовано та визначені усі «вузькі» місця існуючого виробництва та запропоновано шляхи удосконалення технології за рахунок додаткового очищення.
2. Розроблено принципово-технологічна схема виробництва цикламати натрію. Проведено розрахунок матеріального балансу для всіх стадій виробництва цикламати натрію потужністю 1000 кг/добу. Зроблено підбір основного обладнання та розрахунок реактора-змішувача з пропелерною мішалкою об'ємом 1,6 м³. Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва цикламати натрію.
3. Розраховано техніко-економічні показники виробництва: собівартість за один кілограм цикламати натрію складає 84 грн, рентабельність – 71,4%.
4. Наведено показники якості для цикламати натрію відповідно до норм використання харчових добавок. Чистота речовини повинна відповідати вмісту 98 – 100% цикламати натрію. Загальний вміст домішок в харчовій добавці E952 не може містити не більше 67 мг/кг.
5. Проаналізовано можливі фактори забруднення та показники якості навколишнього середовища. Визначили методи захисту довкілля.
6. Проаналізовано небезпечні фактори на виробництві для працівників і можливі заходи щодо забезпечення охорони праці. Відповідно до статистичних даних було виявлено, що механічних травм в структурі нещасних випадків склали 94,7%, опіки – 5,3%.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.073.КР.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Щербаченко Ю.С.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>			73	76	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>			НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Подобій О.В. Хімія та технологія харчових добавок : конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія», денної та заочної форм навчання. Київ : НУХТ, 2019. 131с.
2. Арсеньєва Л.Ю. Харчові та дієтичні добавки: Конспект лекцій для студ. спец. 7.05170112, 8.05170112 «Харчові технології» ден. та заоч. форм навч. Київ : НУХТ, 2011. 71 с
3. Технології цукропродуктів і цукрозаамінників: курс лекцій. для студентів спеціальності 7.091703 «Технологія цукристих речовин» напряму підготовки 0917 «Харчова технологія та інженерія» усіх форм навчання/ Уклад.: Л.С.Клименко. Київ : НУХТ, 2009. 119 с.
4. Харчові добавки: тексти лекцій для студентів спеціальності 181 "Харчові технології" / Уклад.: Гуменюк О.Л. Чернігів : ЧНТУ, 2019. 177 с.
5. Санітарні правила і норми по застосуванню харчових добавок (наказ МОЗ України №222 від 23.07.1996 р. зі змінами та доповненнями. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0715-96#Text> (дата звернення 03.05.2022)
6. Рубан О.А. [Електронний ресурс] // Натрію циклакат. Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1208/natriyu-ciklamat> (дата звернення 03.05.2022)
7. E952 – Циклакат натрія [Електронний ресурс]. URL: <https://dobavkam.net/additives/e952> (дата звернення 03.05.2022)
8. Крутошикова А., Угер М. Природные и синтетические сладкие вещества: Пер. со словацк. М.: Мир, 1988. 120с.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.074.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Щербаченко Ю.С.			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
Перевір.		Бойчук Т.М.					
Н. Контр.		Подобій О.В.					
Затверд.		Носенко Т.Т.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						74	76
					НУХТ Каф. ТЖХТ		

9. Токсикологічна хімія харчових продуктів та косметичних засобів: підручник / С.А. Воронов, Ю.Б. Стецишин, Ю.В. Панченко, В.П. Васильєв; за ред. проф. С.А. Воронова. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. 316 с.
10. Cyclohexylamine [Електронний ресурс]. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cyclohexylamine> (дата звернення 10.05.2022)
11. Chlorosulfonic acid [Електронний ресурс]. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Chlorosulfonic-acid> (дата звернення 10.05.2022)
12. Маслій Ю.С. [Електронний ресурс] // Натрію гідроксид. Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1192/natriyu-gidroksid> (дата звернення 10.05.2022)
13. Sodium hydroxide [Електронний ресурс]. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-hydroxide#section=Uses> (дата звернення 10.05.2022)
14. Sodium cyclamate [Електронний ресурс]. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-cyclamate> (дата звернення 10.05.2022)
15. Сидоров Ю.І., Чуєшов В.І., Новіков В.П. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості. Вінниця НОВАКНИГА, 2010. 816 с.
16. Nu-cyclohexyl sulphamic acid and salts: пат. US2275125A United States. Заявл. 04.08.1940. URL: <https://patents.google.com/patent/US2275125A/en> (дата звернення 12.05.2022)
17. Chemical process: пат. US2383617A United States. Заявл. 13.01.1944. URL: <https://patents.google.com/patent/US2383617A/en> (дата звернення 12.05.2022)
18. Процеси і апарати харчових виробництв : Підруч. / І. Ф. Малежик, П. С. Циганков, П. М. Немирович, О. С. Марценюк ; Ред. І.Ф. Малежик. Київ : НУХТ, 2003. 400 с.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

19. Органічна хімія: лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічна технологія та інженерія» денної форми навчання / уклад: Н.В. Сімурова, С.І. Шульга, О.І. Майборода, С.О. Ковальова. Київ: НУХТ, 2016. 57 с.
20. Ткаченко С. Й., Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2007. 76 с.
21. Розрахунки обладнання підприємств в переробної і харчової промисловості. Мирончук В. Г. та ін. Навчальний посібник. Вінниця: Нова книга, 2004. - 288 с.
22. Ємцева Г.Ф. Економіка, організація та управління хімічних виробництв: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня бакалавр спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання/ Г.Ф.Ємцева. Київ: НУХТ, 2021, 144 с.
23. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия. 2-е изд., испр. и доп. СПб: ГИОРД, 2004. 808 с.
24. Законом України від 14 жовтня 1992 року № 2694-ХІІ «Про охорону праці» (зі змінами, внесеними згідно із Законом від 4 лютого 2021 року № 1213-ІХ) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення 14.05.2022)
25. Основи охорони праці: конспект лекцій для студ. напр. 6.051701 "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. / уклад. : Н. В. Володченкова, О. В. Євтушенко ; Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2013. 78 с.
26. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення 14.05.2022)
27. Теоретичні основи охорони навколишнього середовища : Підруч / І.А. Василенко, М.І. Скиба, О.А. Півоваров, В.І. Воробйова. Дніпро: Акцент ПП, 2017. 204 с

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76