

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

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових
технологій**

**Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок
та косметичних засобів**

«До захисту в ЕК»

Директор інституту ННІХТ

_____ Кочубей-Литвиненко О.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ТЖХТ

_____ Носенко Т.Т.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Хімічна технологія

на тему: Технологія отримання малеїнової кислоти з малеїнового ангідриду

Виконав: здобувач 5 курсу, групи 3

_____ Ковальчук Ігор Сергійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Ковальова Світлана Олександрівна _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент _____ доцент, к.х.н, Іщенко Віра Миколаївна _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

Носенко Т.Т.

“ ” 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ковальчук Ігор Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія отримання малеїнової кислоти з малеїнового ангідриду

керівник роботи Ковальова С.О., к.т.н., доц.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “28” 10 2020 року № 882-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи:

Витрата малеїнового ангідриду	1500 кг/завантаження
Витрата підготовленої води.....	1500 кг/завантаження
Продуктивність виробництва	740 кг/добу
Втрати на кожній стадії виробництва	від 1 до 2 %.

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. Принципово-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.11.2020	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2020-09.11.2020	
3	РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	10.11.2020-17.11.2020	
4	РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	18.11.2020-29.11.2020	
5	РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	30.11.2020-07.12.2020	
6	РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	08.12.2020-15.12.2020	
7	РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	16.12.2020-29.12.2020	
8	ВИСНОВКИ	30.12.2020-05.01.2021	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2020-07.01.2021	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2020-18.11.2020	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2020-09.01.2021	
12	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. КРЕСЛЕННЯ АПАРАТУ (ЗАГАЛЬНИЙ ВИГЛЯД)	10.11.2020-10.01.2021	
13	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	15.01.2020-07.02.2020	

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Ковальчук І.С. _____
(прізвище та ініціали)

Ковальова С.О. _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 70 С., 10 РИС., 23 ТАБЛ., 29 ДЖЕРЕЛ

Темою кваліфікаційної роботи бакалавра є технологія хімічного синтезу малеїнової кислоти з малеїнового ангідриду і води. Обґрунтовано вибір оптимальної технології виробництва продукту, складено принципову схему згідно завдання.

Розраховано матеріальний баланс виробництва 740 кг малеїнової кислоти за один цикл роботи обладнання при переробці 1500 кг малеїнового ангідриду і води за гідромодуля 1:1. Проведено підбір основного технологічного обладнання за всіма стадіями технологічного процесу. Розраховано робочі розміри та підібрано барабанну сушарку. Відповідно до розрахованих даних матеріального балансу та обраного обладнання запропоновано апаратурно-технологічну схему отримання малеїнової кислоти.

Розраховано собівартість виробництва 1 кг харчової товарної кислоти, яка становить 259,36 грн. Наведено показники якості готового продукту та контроль за небезпечними чинниками виробництва згідно ГОСТ 9803-75.

Запропоновані заходи з охорони праці на хімічному виробництві та заходи з охорони довкілля, обґрунтовано екологічну безпеку запропонованої технології.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МАЛЕЇНОВА КИСЛОТА, ТЕХНОЛОГІЯ, СИРОВИНА, БАРАБАННА СУШАРКА, ЯКІСТЬ

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 70P, 10 FIG., 23 TABLES, 29 SOURCES

The topic of the bachelor's qualification work is the technology of chemical synthesis of maleic acid from maleic anhydride and water. The choice of the optimal technology of product production is substantiated, the basic scheme according to the task is made.

The material balance of production of 740 kg of maleic acid for one cycle of equipment operation during processing of 1500 kg of maleic anhydride and water at the hydraulic module 1: 1 is calculated. The selection of the main technological equipment at all stages of the technological process is carried out. The working dimensions are calculated and the drum dryer is selected. In accordance with the calculated data of the material balance and the selected equipment, the hardware-technological scheme of maleic acid production is proposed.

The cost of production of 1 kg of food marketable acid, which is UAH 259.36, is calculated. Indicators of quality of the finished product and control over hazardous factors of production according to GOST 9803-75 are given.

Measures for labor protection in chemical production and measures for environmental protection are proposed, ecological safety of the proposed technology is substantiated.

KEY WORDS: MALEIC ACID, TECHNOLOGY, RAW MATERIALS, DRUM DRYER, QUALITY

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Опис властивостей малеїнової кислоти.....9

1.2. Аналіз існуючих технологій виробництва малеїнової кислоти.....11

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва

2.1.1. Малеїновий ангідрид.....14

2.1.2. Дистильована вода.....15

2.2. Принципова технологічна схема.....17

2.3. Матеріальний розрахунок.....22

2.4. Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

2.4.1. Реактор-змішувач кислотостійкий Monowave.....30

2.4.2. Центрифуга Алсі-ФармТех з верхнім вивантаженням.....31

2.4.3. Барабанна сушарка Green Bull.....32

2.4.4. Вакуум-випарна установка ЕСВА.....33

2.4.5. Кристалізатор охолоджувального типу ТС-VK.....34

2.5. Розрахунок барабанної сушарки.....36

2.6. Опис апаратурно-технологічної схеми.....40

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....42

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

4.1. Опис властивостей об'єкта дослідження.....50

4.2. Класифікація ризиків при виробництві харчових кислот.....53

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Охорона праці на підприємстві

5.1.1. Мікроклімат виробничих приміщень.....55

5.1.2. Пожежна безпека.....57

5.1.3. Електробезпека.....60

5.2. Охорона навколишнього середовища

5.2.1. Контроль забруднення води.....62

5.2.2. Контроль забруднення повітря.....64

5.2.3. Контроль твердих відходів.....65

5.2.4. Рециркуляція води і зниження об'єму відходів.....65

5.2.5. Збереження енергії.....66

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

					ННІХТ.ЗХТ-5-3.021. 161.001.КРПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розраб</i>		<i>Ковальчук І.С.</i>			ЗМІСТ			
<i>Пров</i>		<i>Ковальова С.О.</i>					6	70
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>				НУХТ., каф. ТЖХТ		
<i>Затв.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

ВСТУП

Актуальність. Наявність у харчових продуктах сторонніх та токсичних речовин, які не мають основних фізіологічних властивостей, є однією з найбільш істотних причин, які загрожують здоров'ю й життю людини: призводять до харчової інтоксикації, спричинюють канцерогенні, мутагенні, ембріотоксичні явища.

Велику групу небезпечних чинників складають харчові добавки. Деякі з них є традиційними і використовуються людством здавна (сіль, оцет). Але, починаючи з середини минулого сторіччя, надзвичайно широкого застосування набули харчові добавки, ідентичні натуральним, і синтетичні. Їх отримують шляхом хімічного синтезу. І хоча за їх чистотою та складом здійснюється постійний контроль, усе ж вони являють суттєву небезпеку для здоров'я людини. Значна їх частина є сторонніми (чужорідними), а віддалені наслідки їхнього впливу на організм людини невідомі.

Існує багато визначень поняття «харчова добавка». Це пояснюється тим, що вони виконують різноманітні функції. Згідно з Законом України «Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини» (редакція від 24.10.2002 р.): «Харчова добавка – природна чи синтетична речовина, яка спеціально вводиться у харчовий продукт для надання йому бажаних властивостей». Харчові добавки раціонально вживати у мінімальній кількості, але не вище від установленого максимально допустимого рівня. Дозвіл на використання нових добавок дає Головний державний санітарний лікар України на підставі позитивного висновку державної санітарно-гігієнічної експертизи.

Фізико-хімічні властивості харчових добавок, ступінь їх чистоти та інші властивості визначаються відповідними нормативно-технічними документами. Контроль за правильністю застосування та вмістом харчових

					<i>ННІХТ.ЗХТ-5-3.021. 161.004.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розраб</i>		<i>Ковальчук І.С.</i>			ВСТУП		<i>7</i>	<i>70</i>
<i>Пров</i>		<i>Ковальова С.О.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затв.</i>		<i>НосенкоТ.Т.</i>						
						<i>НУХТ, каф. ТЖХТ</i>		

РОЗДІЛ 1

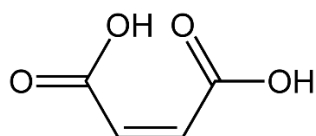
АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Опис властивостей малеїнової кислоти

Малеїнова кислота – органічна сполука з формулою $\text{HOOC-CH}=\text{CH-COOH}$, двоосновна ненасичена кислота. Назва за номенклатурою IUPAC – цис-бутендіова кислота. Її транс-ізомер називається фумаровою кислотою. Солі та складні ефіри малеїнової кислоти називаються малеати.

Фізичні властивості

Хімічна формула



Стан: твердий

Запах: слабкий

Молекулярна маса: 116,07 г/моль

Густина: 1,59 г/см³

Температура плавлення: 137-140 °С.

Температура кипіння: 275-280 °С.

Розчинність: 790 г/л при 25 °С.

Стабільність: стабільний.

Сумісність: несумісна з сильними окислювачами, основами [1].

Хімічні властивості

Малеїнова кислота легко відновлюється до бурштинової кислоти, окислення пероксидами призводить до винної кислоти, при озонування утворюються озоніди, які розкладаються до гліоксилової і щавлевої кислот. При приєднанні по подвійному зв'язку води, HClO і галогенів утворюються відповідно яблучна, хлоряблучная і дігалогенянтарна кислоти. Аміак і первинні аміни реагують спочатку по карбоксильній групі, а при більш

					ННІХТ.ЗХТ-5-3.021. 161.005.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розроб		Ковальчук І.С.			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літера	Арк	Аркушів
Пров		Ковальова С.О.					9	70
Н. Контр.		Подобій О.В.				НУХТ., каф. ТЖХТ		
Затв.		Носенко Т.Т.						

високій температурі за подвійним зв'язком. При взаємодії із спиртами утворює моно- і дієфіри. Вступає в дієновий синтез як дієнофіл, з ненасиченими сполуками при УФ опроміненні в присутності фотосенсибілізаторів утворює похідні циклобутану; при електролізі лужних солей – ацетилен. Малейнова кислота при нагріванні вище 130 °С або в присутності P₂O₅, ацетилхлориду і ін. дегідратується в малейновий ангідрид; при нагріванні в присутності хіноліну, Cu₂O і ін. декарбоксилує до акрилової кислоти; при електрохімічному фторуванні утворює перфторянтарну кислоту [2].

Вплив на організм

При вдиханні парів і частинок малейнової кислоти слизові оболонки носа і горла подразнюються. При попаданні на шкіру так само викликає сильне подразнення. Помірно токсична.

Пожежа і загоряння

Горить. Подразнюючий дим з вмістом малейнового ангідриду може перетворитися на вогонь. При нагріванні до розкладання виділяє подразнюючі пари і їдкий дим.

Безпека

Коди ризику: 22 – Небезпечно при ковтанні;

36/37/38 – подразнює очі, органи дихання та шкіру;

43 – Може викликати алергічну реакцію при попаданні на шкіру.

Коди безпеки:

24 – Уникати попадання на шкіру;

26 – В разі попадання в очі негайно промити очі великою кількістю води і звернутися за медичною допомогою;

37 – Одягніть відповідні рукавички;

46 – У разі ковтання негайно звернутися за медичною допомогою та пред'явити упаковку або етикетку матеріалу [3].

Застосування

Малейнову кислоту застосовують:

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- у виробництві ненасичених поліефірних смол, плівок і синтетичних волокон,
- при очищенні ароматичних вуглеводнів від сірковмісних і азотовмісних речовин,
- у виробництві фармацевтичних препаратів,
- у виробництві миючих засобів,
- у виробництві пластифікаторів, присадок і стабілізаторів до палив,
- у харчовій промисловості для фумарової і яблучної кислот,
- при виробництві ряду хімічних препаратів для сільського господарства, таких як регулятори росту рослин (гідрат малеїнової кислоти) і ін.

Найбільш важливим застосуванням малеїнової кислоти є використання її у виробництві фумарової кислоти. Для виробництва фумарової кислоти малеїнову кислоту каталітично (каталізатори – тіосечовина, неорганічні кислоти) ізомеризують. Дуже мала розчинність фумарової кислоти сильно спрощує її відділення від прореагованої малеїнової кислоти. Ці кислоти є геометричними ізомерами, вони не можуть мимовільно перетворюватися одна в іншу. Це пояснюється тим, що для їх взаємоперетворення потрібно розірвати π зв'язок між атомами вуглецю.

Упаковка і транспортування

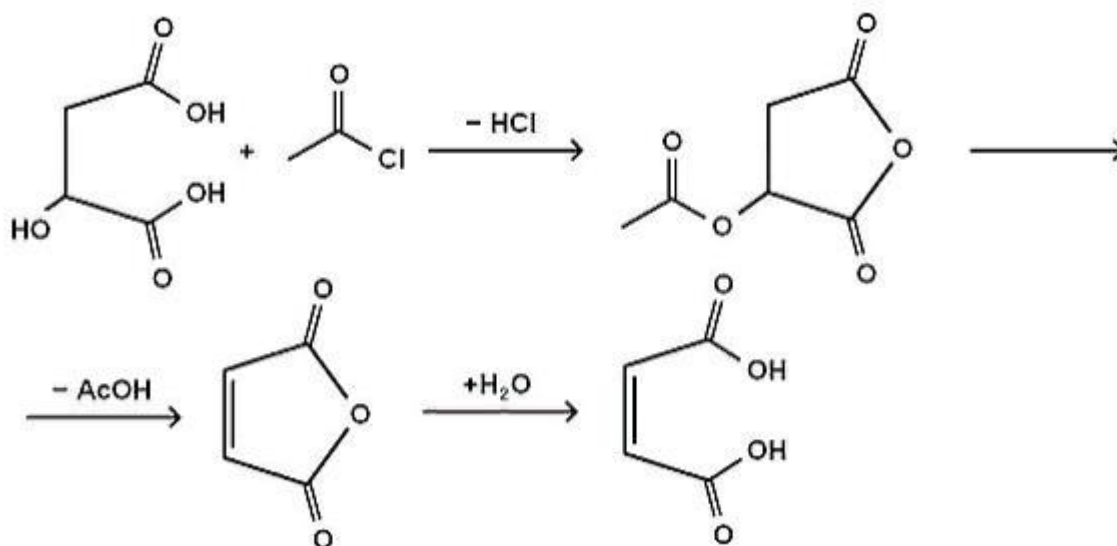
Перевозять малеїнову кислоту усіма видами транспорту відповідно до правил перевезень вантажів, що діють на даному виді транспорту. Зберігають в упаковці виробника в критих складських приміщеннях [4].

1.2. Аналіз існуючих технологій виробництва малеїнової кислоти

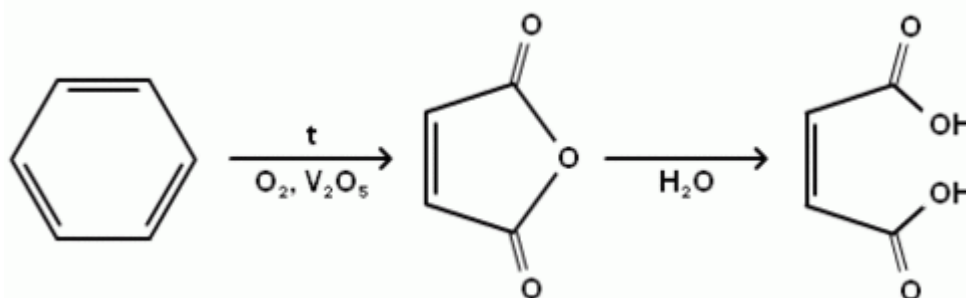
Малеїнова кислота вперше була отримана Лассенем в 1819 р. перегонкою яблучної кислоти. За Перкіном (1881 р.), для її отримання яблучну кислоту обробляють ацетилхлоридом, отримуючи ацетил-яблучний ангідрид, який розкладається з утворенням оцтової кислоти і малеїнового ангідриду, гідратацією якого отримують малеїнову кислоту [5].

Загальна схема процесу:

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



В промисловості малеїнову кислоту отримують гідролізом малеїнового ангідриду, який отримують каталітичним окисненням бензолу за схемою:



Найбільший вихід при цьому забезпечує використання каталізаторів: сполук хрому, вольфрамової кислоти, сполук алюмінію.

Істотним недоліком згаданих способів є необхідність ретельного очищення цільового продукту, що обов'язково за умови його харчового призначення. Однак очищення малеїнової кислоти від домішок, наприклад, на колонах з іонообмінними смолами, значно здорожує продукт [6].

Ще однією проблемою, яка виникає в процесі гідратації малеїнового ангідриду, є висока корозійна здатність проміжних продуктів реакції. Дана проблема частково усунута в способі, яким гідратацію проводять у присутності сірчаної кислоти в освинцьованому апараті. Захисна дія сірчаної кислоти заснована на утворенні плівки сульфату свинцю, що запобігає руйнуванню обладнання. Разом з тим, проведення синтезу в освинцьованому апараті, в якому цільовий продукт знаходиться в контакті з солями свинцю, ставить під сумнів можливість його використання в харчовій технології.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

В роботі [7] запропонований спосіб декарбоксилювання таких субстратів, як малонат і β-кетоефіри з використанням дипольних апротонних розчинників, води і різних хлоридів лужних металів (схема на рис. 1.1.). Цей метод, на думку авторів, дозволяє отримувати різні ефіри і кетони, не вдаючись до використання жорстких кислотних умов.

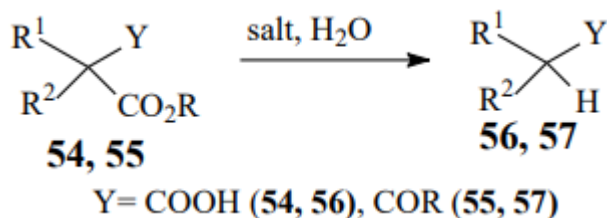


Рис.1.1. Схема одержання малеїнової кислоти декарбоксилюванням

Декарбоксилюванням заміщеного метилового ефіру малеїнової кислоти в присутності ціаніду натрію при $T = 115^\circ \text{C}$ за 2 год. отримують рацемічний ефір (схема на рис. 1.2), який, є проміжним при утворенні малеїнової кислоти. Дані умови є універсальними і знайшли відображення в роботах інших авторів [8].

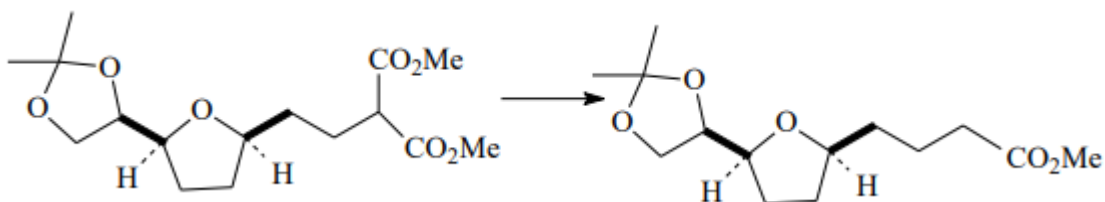


Рис. 1.2. Схема отримання малеїнової кислоти з рацемічного ефіру

Декарбоксилювання заміщеного малеїнового ефіру було виконано за допомогою опромінення в мікрохвильовій печі з використанням броміду літію і води (схема на рис. 1.3). Вихід продукту в даних умовах склав більше 80%.

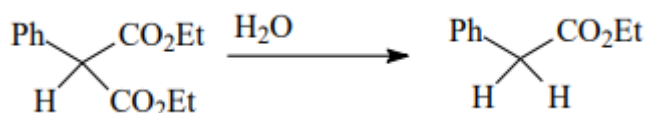


Рис.1.3. Схема отримання малеїнової кислоти з малеїнового ефіру за допомогою опромінення

Малеїнові ефіри, згідно зі схеми рис. 1.3, що містять спіродіоксолановий фрагмент також піддаються декарбоксилюванню в середовищі ціаніду натрію при $T = 118^\circ \text{C}$ [9].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва

Сировиною для виробництва малеїнової кислоти виступає ангідрид малеїновий і питна вода. Отримують консервант в результаті відновлення органічних кислот (малеїнової, винної або фумарової) під тиском у присутності сірчаної кислоти або діоксиду вуглецю.

2.1.1. Малеїновий ангідрид

Синоніми: 2,5-Фурандіон; Дигідро-2,5-діоксо піран; Ангідрид малеїнової кислоти; цис-Бутандіоевий ангідрид.

Англійська назва 2,5-dihydrofuran-2,5-dione

CAS - номер 108-31-6

Брутто-формула $C_4H_2O_3$

Молекулярна вага 98,06 г/моль

Температура зберігання Normal.

Опис: Малеїновий ангідрид являє собою при нормальних умовах тверду речовину з різким запахом, що складається з безбарвних ромбічних кристалів. Обмежено розчинний в ацетоні, бензолі, ксилолі, толуолі, хлороформі, етилацетаті.

Застосування: Малеїновий ангідрид плавиться при 53°C, переганяється при 202°C, розчиняється в ацетоні і хлороформі. Розчиняючись у воді, він перетворюється на малеїнову кислоту, яка при 200 °C може перетворюватися на фумарову кислоту. Значна частина виробленого малеїнового ангідриду використовується в якості сировини для отримання поліефірних смол. Також малеїновий ангідрид використовується у виробництві алкідних смол, де його застосування дозволяє отримувати алкідні покриття з більш високими механічними показниками і збільшеним терміном служби. Малеїновий

					ННХТ.ЗХТ-5-3.021. 161.006.КР.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розраб</i>		Ковальчук І.С.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Пров</i>		Ковальова С.О.					14	70
<i>Н. Контр.</i>		Подобій О.В.				НУХТ., каф. ТЖХТ		
<i>Затв.</i>		Носенко Т.Т.						

ангідрид є сировиною для виробництва тетрагідрофурана, тетрагідрофталевого ангідриду, плівок і синтетичних волокон, фармацевтичних препаратів, миючих засобів, пластифікаторів, малеїнової, янтарної, фумарової і яблучної кислот, ряду хімічних препаратів для сільського господарства, таких як регулятори росту рослин (гідрозит малеїнової кислоти), дефоліантів, інсектицидів і фунгіцидів, присадок і стабілізаторів для палив і олів. Також малеїновий ангідрид застосовується для очищення ароматичних речовин від сірчистих і азотистих сполук [10]. Вимоги до промислового малеїновий ангідрид та інші технічні норми описані в ГОСТ 11153-75.

2.1.2. Дистильована вода – очищена вода, практично не містить домішок (окрім летких) та сторонніх іонів. Отримують перегонкою в спеціальних апаратах - дистиляторах. Не проводить електричний струм. Дистильована вода є чистою з хімічної точки зору.

H₂O хімічна речовина у вигляді прозорої, безбарвної рідини без запаху і смаку (в нормальних умовах). У природі існує у трьох агрегатних станах: твердому (лід), рідкому (вода) і газоподібному (водяна пара). Молекула води складається з одного атома кисню і двох атомів гідрогену. Атоми гідрогену розташовані в молекулі таким чином, що напрямки до них утворюють кут 104,45° із вершиною в центрі атома кисню. Таке розташування зумовлює молекулі води дипольний момент у 1,844 дебаї.

Номенклатурна назва оксид гідрогену.

Молекулярна формула H₂O

Молярна маса 18,01528 г/моль

Зовнішній вигляд: прозора безбарвна рідина з блакитним відтінком

Густина 1 г/см³ (при 4 °С)

T_{пл.} 0 °С

T_{кип.} 99,98 °С

Кислотність (pKa) 15,74

Основність (pKb) 15,74

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діелектрична проникність (ϵ) 80

Будучи дуже чистою, за відсутності сторонніх твердих включень, дистильована вода може бути перегріта вище точки кипіння, або переохолоджена нижче точки замерзання без здійснення фазового переходу. Фазовий перехід інтенсивно відбувається при введенні механічних домішок або струшуванні.

Дистильовану воду використовують в лабораторіях при роботі з речовинами особливої чистоти, на практиці – для коригування щільності електроліта, безпечної експлуатації акумулятора, промивання системи охолодження, розведення концентратів охолоджуючих рідин і для інших побутових потреб.

Вода – це полярний розчинник, в ній добре розчиняються полярні й заряджені сполуки, які ще називають гідрофільними. Речовини, що складаються із неполярних молекул, у воді не розчиняються, їх називають гідрофобними.

Здатність води ефективно розчиняти полярні й заряджені речовини зумовлена високою діелектричною проникністю, її діелектрична стала при температурі 25 °C становить 78,5 (для порівняння діелектрична стала неполярного розчинника бензену при тій же температурі 4,6). Це означає, що вода може ефективно екранувати електростатичні взаємодії між розчиненими іонами. Наприклад, під час розчинення хлориду натрію молекули води утворюють гідратні оболонки навколо іонів Na^+ і Cl^- , таким чином стабілізують їх, частково нейтралізують їхні заряди, і не дозволяють взаємодіяти одне з одним утворюючи кристали.

Існують також амфіфільні речовини, молекули яких мають гідрофобну і гідрофільну частини. Коли такі речовини потрапляють у воду, їхні полярні частини вступають у взаємодію з молекулами води, в той час як гідрофобні навпаки такої взаємодії уникають. Таким чином завдяки так званим гідрофобним взаємодіям амфіфільні речовини формують у воді міцели [11].

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Загальна принципова схема виробництва малеїнової кислоти з малеїнового ангідриду і води складається з чотирьох стадій:

- підготовка і приготування вихідної суміші;
- каталітична реакція між компонентами вихідної суміші при підвищеній температурі;
- виділення малеїнової кислоти шляхом кристалізації;
- очищення і висушування сирової малеїнової кислоти.

Спосіб виробництва малеїнової кислоти передбачає гидратацию малеїнового ангідриду шляхом його нагрівання з водою до 145 - 155 ° С і витримки при вказаній температурі під надлишковим тиском 2,3 - 2,8 атм протягом 19 - 21 год. Отриману реакційну масу піддають двохетапному випарюванню з проміжним центрифугуванням для очищення малеїнової кислоти від домішок фумарової кислоти. При цьому на першому етапі розчин упарюють до густини при 50 ° С не більше 1,31 г/см³, а на другому – до густини не більше 1,26 г/см³. Установа для виробництва малеїнової кислоти включає відділення синтезу і відділення очищення.

1. Підготовка сировини

При виконанні операції підготовки малеїнового ангідриду і води необхідно строго дотримуватися санітарно-гігієнічних вимог для унеможливлення внесення патогенної мікрофлори і запобігання забруднення реакційного середовища. Малеїновий ангідрид необхідно зберігати в сухих, чистих, добре вентильованих приміщеннях при температурі не вище 15 ° С і відносній вологості повітря не вище 80 %.

Перед подачею у виробництво сировину звільняють від тари, просіюють або фільтрують, пропускають через електромагніти для вилучення феромагнітних домішок, зважують і транспортують.

Якість води робить вирішальний вплив на якість продукту, що випускається на харчовому виробництві. Тому правильна водопідготовка має ключове значення для всіх процесів виробництва харчових продуктів для кожної з галузей харчової промисловості. Ідеальна технологія водопідготовки

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

повинна оптимально поєднуватися з технічними, економічними та, найголовніше, екологічними елементами. Крім того, вибір відповідної технології проводиться детально з урахуванням індивідуальних потреб, аналізу води, капітальних і експлуатаційних витрат, а також граничних умов (необхідне місце, ступінь автоматизації, умови щодо стічних вод, відходів тощо). Методи, що найбільш часто застосовуються:

фільтрація (видалення заліза, амонію і марганцю, фільтри з активованим вугіллям і т.д.),

технологія іонного обміну (Н-катионування, Na-катионування),

мембранна технологія (зворотний осмос, нанофільтрація),

знезараження (УФ-випромінювання, дозування діоксиду хлору і т.д.).

Передбачено дозування малеїнового ангідриду і води ваговим методом за допомогою автоматичних дозаторів. Дозатори надають можливість видачі точно заданої кількості речовини та виконувати дозування у різних часових та логічних послідовностях. На один цикл виробництва надходить по 1500 кг малеїнового ангідриду і підготовленої води.

2. Змішування

Реакційну суміш годують з 1500 кг малеїнового ангідриду з 1500 кг води, нагрівають до 55°C і витримують протягом 4 год. до завершення реакції утворення малеїнової кислоти.

3. Синтез

Відділення синтезу обладнано реактором синтезу для отримання розчину малеїнової кислоти і реактором синтезу, виконаним з титану і оснащеним трубопроводом для подачі в нього гострої пари. Для завершення реакції утворення малеїнової кислоти в сорочку реактора подають гостру пару, підвищуючи температуру реакційного середовища до 150 °C і створюючи надлишковий тиск в реакторі 253,35 кПа. Тривалість процесу 20 годин.

4. Кристалізація (I стадія)

Відділення очищення обладнано об'єднаним продуктопроводом, вакуум-випарним апаратом для виділення розчину малеїнової кислоти, двома

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

кристалізаторами, центрифугою для виділення домішок фумарової кислоти, центрифугою для відділення кристалічної малеїнової кислоти і сушаркою для її висушування.

Процес кристалізації відбувається протягом 6 годин при охолодженні до 20-25 °С з наступним вистоюванням протягом 1 години.

При зниженні температури нижче температури кристалізації фумарова кислота виділяється з розчину у вигляді кристалів.

5. Центрифугування (I стадія)

Розділення суспензії на рідку і тверду фази відбувається шляхом центрифугування. При цьому отримують розчин малеїнової кислоти з домішками нерозчинних фумарової і бурштинової кислот. Центрифугування відбувається в автоматичному режимі.

6. Випарювання (I стадія)

Розчин малеїнової кислоти концентрують випарюванням на вакуум-випарному апараті з тиском близько 80 кПа. Фізична сутність процесу випарювання полягає у перетворенні частини розчинника на пару. Випарювання триває до густини розчину 1,26 г/см³ за температури 55 °С.

7. Кристалізація (II стадія)

Процес кристалізації ведуть при охолодженні з кроком 1 - 5 °С/год протягом 10 - 12 годин.

8. Центрифугування (II стадія)

В результаті підвищення концентрації розчину, фумарова кислота кристалізується в тверду фазу і відділяється на центрифугі. Швидкість подачі суспензії регулюють залежно від вмісту кристалів твердої фази. Мета центрифугування – відділення міжкристального розчину під дією відцентрових сил від кристалів фумарової кислоти.

9. Випарювання (II стадія)

На другому етапі випарювання маточний розчин концентрують до густини 1,31 г/см³. Режим роботи вакуум-випарного апарату аналогічний до першої стадії випарювання, тривалість процесу 7 годин.

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

10. Кристалізація (III стадія)

Розчин кислоти надходить на III стадію кристалізації, де охолоджується холодною водою до 20 - 25 °С протягом 10 - 12 годин. Розчинність малеїнової кислоти у воді при 75°С становить 60 г/100 г води, а при 20°С розчинність різко знижується до 5 г/100 г води. За рахунок зміни розчинності відбувається фазовий перехід і кислота виділяється у вигляді кристалів.

11. Центрифугування(III стадія)

Кристали малеїнової кислоти, що відділились від маточного розчину, виділяють на центрифугі під дією відцентрових сил. Частота обертання центрифуги 6000 об/ хв. Роботу виконують в наступній послідовності:

- центрифугу приводять в рух, і при частоті обертання близько 5об./с з реактора подають суспензію маточного розчину;
- частоту обертання ротора збільшують до 16об./с для відділення кристалів малеїнової кислоти від маточного розчину;
- через 1 - 1,5 хвилини після початку роботи, коли маточний розчин перестане витікати, кристали промивають водою з температурою 35 °С, до повного освітлення промивних вод;
- ротор зупиняють, відкривають кришку і вручну вивантажують осаджені кристали малеїнової кислоти, вологість яких становить 21,5%.

12. Висушувння

На поверхні кристалів малеїнової кислоти після центрифугування залишається плівка міжкристального розчину. Кристали сушать в умовах, що забезпечують видалення поверхневої вологи і збереження кристалізаційної до вмісту вологи $\leq 1,5$ %. Використовують барабанні сушарки, в яких кристали висушують повітрям при температурі при 50°С. Частота обертання барабана сушарки на роликах дорівнює 3 - 5 хв⁻¹. На стінках барабана з внутрішнього боку закріплені лопатки, які розташовані вздовж барабана по гвинтовій лінії. Завдяки лопаткам кристали під час обертання барабана пересипаються і одночасно переміщується до виходу з барабана. На виході з барабана розміщена ситова бокова поверхня. Готовий продукт проходить через сито і

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

попадає на транспортер, а грудочки, що залишилися на ситі, викидаються окремо і направляються на повторне перероблення. Після висушування готову малеїнову кислоту охолоджують до температури ≤ 25 °С при зберіганні в мішках, і до температури ≤ 22 °С при безтарному зберіганні.

13. Зберігання та пакування

Харчову малеїнову кислоту упаковують в продуктиві мішки з мішечних тканин, відкриті паперові мішки марки НМ і ПМ, ящики з гофрованого картону для харчових продуктів. Всередину продуктивих мішків з мішечних тканин, паперових мішків марки НМ, ящиків з гофрованого картону повинні вставлятися мішки-вкладиші з поліетиленової нестабілізованої плівки марки Н і товщиною не менше 0,08 мм. Тип і розміри мішків, граничну масу упаковуваної харчової малеїнової кислоти встановлює виробник.

Термін придатності 2 роки.

Умови зберігання: у герметичній упаковці в сухих прохолодних, добре провітрюваних приміщеннях, уникати механічних пошкоджень тари.

2.3. Матеріальний розрахунок

Згідно із законом збереження маси речовини кількість вихідних матеріалів, взятих для виробництва препаратів, має дорівнювати кількості отриманих матеріалів [12].

Матеріальний баланс – це співвідношення між кількістю вихідних матеріалів, отриманого готового продукту, відходами виробництва і матеріальними втратами. Матеріальний баланс може бути виражений наступним рівністю:

$$G1 = G2 + G3 + G4 + G5, \text{ де}$$

G1 – маса вихідних матеріалів в кг

G2 – маса готового продукту в кг

G3 – побічні продукти в кг

G4 – покидьки в кг

G5 – матеріальні втрати в кг.

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

Матеріальні втрати мають різне походження, вони можуть бути:

- 1) механічного характеру;
- 2) хімічного
- 3) фізико-хімічного
- 4) брак: а) виправний, б) остаточний.

У періодичному процесі матеріальний баланс раціональніше скласти на операцію (або на завантаження). При безперервному процесі на одиницю часу (годину, добу, зміну). Для отримання порівнянних матеріальних балансів їх слід розрахувати на одиницю вихідної сировини або готового продукту (тонну, кг).

Користуючись рівнянням матеріального балансу можна визначити основні технологічні характеристики виробничого процесу.

Вихідні дані до розрахунку:

Витрата малеїнового ангідриду	1500 кг/завантаження
Витрата підготовленої води.....	1500 кг/завантаження
Продуктивність виробництва	740 кг/добу
Втрати на кожній стадії виробництва	від 1 до 2 %.

1. Стадія синтезу

Кількість непрореагованого малеїнового ангідриду сктановить 1,1%.

$$m(\text{малеїнового ангідриду}) = 3000 \cdot 0,011 = 33 \text{ (кг)}$$

Таблиця 2.1. Матеріальний баланс стадії синтезу

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Малеїновий ангідрид	1500	Розчин малеїнової кислоти	2935
Вода	1500	Малеїновий ангідрид	33
		Вода	30
		Втрати	2
Сума	3000	Сума	3000

2. Перша стадія кристалізації

Вміст кристалів фумарової кислоти в маточному розчині становить 2930 кг.

Таблиця 2.2. Матеріальний баланс I стадії кристалізації

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин малеїнової кислоти	2935	Розчин малеїнової кислоти з кристалами фумарової кислоти	2930
		Втрати	5
Сума	2935	Сума	2935

3. Перша стадія центрифугування

Кристали фумарові кислоти відокремлюють від маточного розчину, при цьому отримують розчин малеїнової кислоти з залишковим вмістом фумарової кислоти 2% і бурштинової кислоти 1,5%. Початковий вміст кристалів фумарової кислоти становить 30,8 %.

$$m(\text{кристалів фумарової кислоти}) = 2930 \cdot 0,308 = 902,4 \text{ (кг)},$$

$$m(\text{дом. фумарової кислоти}) = 2015 \cdot 0,02 = 40,3 \text{ (кг)},$$

$$m(\text{дом. бурштинової кислоти}) = 2015 \cdot 0,015 = 30,2 \text{ (кг)}.$$

Таблиця 2.3. Матеріальний баланс I стадії центрифугування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин малеїнової кислоти з кристалами фумарової кислоти	2930	Суміш кристалів фумарової і бурштинової кислоти, де:	902,4
		бурштинової кислоти	30,2
		Розчин малеїнової кислоти з домішками, де :	2015
		фумарової кислоти	40,3
		Втрати	12,6
Сума	2930	Сума	2930

4. Перша стадія випарювання

На першому упарюванні вилучають 15% води від маси маточного розчину:

$$m (H_2O) = \frac{2015 \cdot 15}{100} = 302,3 \text{ (кг)}$$

Таблиця 2.4. Матеріальний баланс I стадії випарювання

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин малеїнової кислоти з домішками	2015	Розчин малеїнової кислоти $\rho = 1,26 \text{ г/см}^3$	1715
		Вода	302,3
		Втрати	2,3
Сума	2015	Сума	2015

5. Друга стадія кристалізації

Втрати під час кристалізації приймаємо в кількості 3 кг на один цикл.

Таблиця 2.5. Матеріальний баланс на II стадії кристалізації

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин малеїнової кислоти $\rho = 1,26 \text{ г/см}^3$	1715	Розчин малеїнової кислоти з кристалами фумарової кислоти	1712
		Втрати	3
Сума	1715	Сума	1712

6. Друга стадія центрифугування

Під час цього процесу з охолодженого розчину малеїнової кислоти відділяють кристали фумарової кислоти.

$$m (\text{фумарової к-ти}) = 1712 \cdot 0,09 = 152,37 \text{ (кг)}$$

Таблиця 2.6. Матеріальний баланс II стадії центрифугування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин малеїнової кислоти з кристалами фумарової кислоти	1712	1-й маточний розчин	1555
		Кристали фумарової кислоти	152,37
		Втрати	4,63
Сума	1712	Сума	1712

7. Друга стадія випарювання

Кількість води, що випарюється на другій стадії випарювання становить 32,2%

$$m(H_2O) = \frac{1555 \cdot 32.2}{100} = 500 \text{ (кг)}$$

Таблиця 2.7. Матеріальний баланс II стадії випарювання

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1-й маточний розчин	1555	Розчин малеїнової кислоти $\rho=1,31 \text{ г/см}^3$	1045
		Вода	500
		Втрати	10
Сума	1555	Сума	1555

8.Третя стадія кристалізації

Концентрований розчин малеїнової кислоти повільно охолоджують до 20-25°C в реакторі-кристалізаторі для утворення утфелю. Втрати на цій стадії становлять 5 кг за один цикл.

Таблиця 2.8. Матеріальний баланс III стадії кристалізації

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Розчин малеїнової кислоти $\rho=1,31 \text{ г/см}^3$	1045	Утфель (кристали малеїнової кислоти в маточному розчині)	1040
		Втрати	5
Сума	1045	Сума	1045

9.Третя стадія центрифугування

На третій стадії центрифугування від утфеля відділяють маточний розчин у кількості 28,9%

$$m(\text{відділеного маточного розчину}) = 1040 \cdot 0,289 = 300,56 \text{ (кг)}.$$

Таблиця 2.9. Матеріальний баланс III стадії центрифугування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Утфель (кристали малеїнової кислоти в маточному розчині)	1040	Кристали малеїнової кислоти	925
Вода	200	2-й маточний розчин	300,56
		Втрати	14,44
Сума	1240	Сума	1240

10. Стадія висушування

На стадію висушування надходить 925 кг малеїнової кислоти з вологістю 21,5%. Для одержання продукту стандартної якості необхідно досягти вологості кристалів не більше 1,5 %. Для цього слід вилучити $21,5 - 1,5 = 20$ % зайвої вологи.

$$m \text{ (видаленої вологи)} = 925 \cdot 0,2 = 185 \text{ (кг)}$$

Таблиця 2.10. Матеріальний баланс стадії висушування

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Кристали малеїнової кислоти з вологістю 21,5%	925	Кристали малеїнової кислоти з вологістю 1,5%	740
		Волога	185
Сума	925	Сума	925

Результати розрахунків матеріального балансу процесу виробництва малеїнової кислоти наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.11. Матеріальний баланс виробництва малеїнової кислоти з малеїнового ангідриду

Витрачено		Отримано	
Назви сировини та продуктів	Кількість, кг	Назва продуктів, відходів та витрат	Кількість, кг
Стадія синтезу			
Малеїновий ангідрид	1500	Малеїнова кислота	2935
Вода	1500	Малеїновий ангідрид	33
		Вода	30
		Втрати	2
<i>Всього</i>	3000	<i>Залишок</i>	2935
Перша стадія кристалізації			
Розчин малеїнової кислоти	2935	Розчин малеїнової кислоти з кристалами фумарової кислоти	2930
		Втрати	5
<i>Всього</i>	2935	<i>Залишок</i>	2930
Перша стадія центрифугування			
Розчин малеїнової кислоти з кристалами фумарової кислоти	2930	Суміш кристалів фумарової і бурштинової кислоти, де:	902,4
		бурштинової кислоти	30,2
		Розчин малеїнової кислоти з домішками, де:	2015
		фумарової кислоти	40,3
		Втрати	12,6
<i>Всього</i>	2930	<i>Залишок</i>	2015
Стадія першого випарювання			
Розчин малеїнової кислоти з домішками	2015	Розчин малеїнової кислоти $\rho = 1,26 \text{ г/см}^3$	1715
		Вода	302,3
		Втрати	2,3
<i>Всього</i>	2015	<i>Залишок</i>	2015
Друга стадія кристалізації			
Розчин малеїнової кислоти $\rho = 1,26 \text{ г/см}^3$	1715	Розчин малеїнової кислоти з кристалами фумарової кислоти	1712
		Втрати	3
<i>Всього</i>	1715	<i>Залишок</i>	1712

2.4. Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

2.4.1. Реактор-змішувач кислотостійкий Monowave

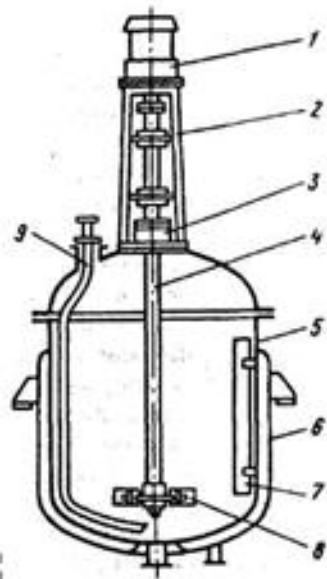


Рис. 2.2. Зовнішній вигляд реактора-змішувача

Реактор призначений для змішування рідких і сипучих компонентів у фармацевтичній і косметичній промисловості.. Вертикальна мобільна циліндрична ємність з еліптичним днищем і відкидний плоскою кришкою, яка фіксується в закритому положенні відкидними болтами. Резервуар вертикального типу з рубашкою охолодження, матеріал – титан, ручне керування. У кришці встановлені: матеріальні патрубки, мікроспінер для СІР мийки, оглядове вікно зі склоочисником і метр-шток для візуального контролю рівня продукту. Теплообмінна і ізотермічна мішалки відсутні. На лицьовій панелі пульта управління розміщені блок ТРМ з цифровим дисплеєм показань температури і виносний пульт частотного інвертора з цифровим дисплеєм показань частоти обертання мішалки і регулятор швидкості.

Технічні характеристики:

Клас небезпеки шкідливих речовин – 3 клас

Робочий об'єм – до 5 м³

Робочий тиск – атмосферний

Матеріал внутрішньої колби – титан

Матеріал рубашки – титан

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

система продувки інертним газом для використання центрифуги з легкозаймистими, вибухонебезпечними та отруйними речовинами.

Технічна характеристика:

Ефективність поділу 98%

Діаметр барабана, мм від 800 до 1800

Об'єм барабана, кг від 100 до 910

Максимальна частота обертання барабана, об/хв 1200/1500

Потужність основного двигуна, кВт 5,5/57

Маса, кг 2300

Габарити Д*Ш*В, мм 3300*2600*2100

Герметична конструкція з силіконовими і фторопластовим ущільненнями [14].

2.4.3. Барабанна сушарка Green Bull

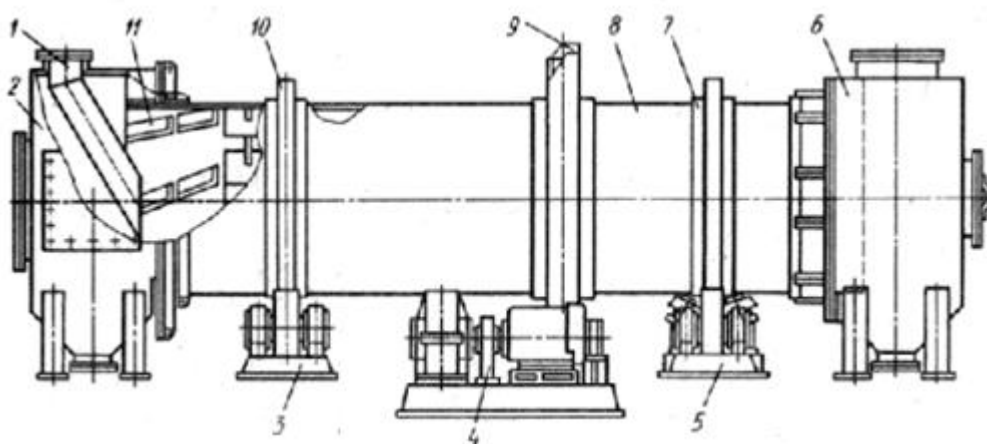


Рис. 2.4. Зовнішній вигляд барабанної сушарки

Барабанна сушарка може застосовуватися для висушування сипучих матеріалів. Сушарка барабанного типу надійна і гарантує простоту в експлуатації і обслуговуванні разом з високою продуктивністю. Корпус являє собою зварний металевий циліндр, встановлений на роликові опори під кутом $0,06981$ радий (4°) до горизонту. Корпус спирається на роликові опори двома бандажами. В середині корпусу є лопаті для переміщення сировини. Привід корпусу здійснюється від електродвигуна через редуктор і зубчасту передачу. Зубчаста передача складається з шестерні, насадженої на вал редуктора і вінця,

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

закріпленого на корпусі. Під час роботи сушарки барабан обертається, а розширювальна камера нерухома. З'єднання обертових і нерухомих частин здійснюються за рахунок лабіринтових ущільнень.

Технічна характеристика:

Діаметр × довжина, мм 600 × 2700

Оберти барабана, об/хв 3 - 4

Температура на вході не більше 75 °С

Встановлена електрична потужність, кВт 11 - 15

Вага 9 т [15].

2.4.4. Вакуум-випарна установка ЕСВА

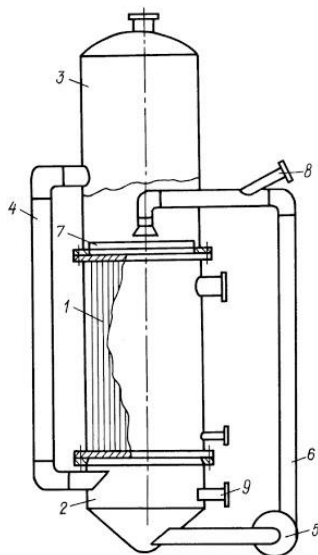


Рис. 2.5. Зовнішній вигляд вакуум-випарної установки

Випарна установка призначена для концентрування різних розчинів мінеральних солей, хімічних і фармацевтичних рідких продуктів, промивних вод та робочих розчинів підприємств різних галузей промисловості.

Випарні апарати з механічною рекомпресією вторинної водяної пари (ЕСВА) працюють під вакуумом при середніх теплових навантаженнях і малому перепаді температури. Водяна пара, що утворюється на виході з випарника, адіабатично стискається спеціальним парокompресором (газодувкою) до високого тиску $P = 0,3 - 0,4$ атм. і спрямовується як гріюча пара в міжтрубний простір випарника. В результаті виділяється енергія, яка використовується для випаровування в випарнику і нагріву вихідного розчину

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

конденсатом пари в рекуперативному теплообміннику. Завдяки такому принципу роботи утворюється замкнутий цикл передачі енергії. Повторне використання теплової енергії досягає 95%. Кількість розсіювання теплоти при такій схемі знижено, оскільки сам апарат реутілізує ту енергію, яка зазвичай відводиться охолоджуючою водою через контур. Упарений продукт видаляється з контуру автоматично. Дистилят може бути використаний в якості очищеної води на потреби виробництва.

Технічна характеристика:

Продуктивність по дистиляту до 1500 кг

Встановлена потужність, кВт 192

Споживана потужність, кВт 107

Питома витрата енергії, Вт/л 62

Габаритні розміри ДхШхВ, м 3,0х2,0х4,5 [16].

2.4.5. Кристалізатор охолоджувального типу ТС-VK

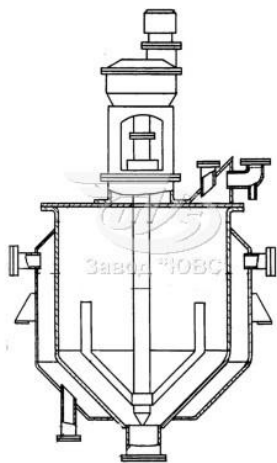


Рис. 2.6. Зовнішній вигляд кристалізатора

Призначений для приготування кристалічного зародка для утфелю, продуктів та маточного розчину. Наявність механічної мішалки для циркуляції продукту в апараті та вбудованої поверхні теплообміну забезпечує процес кристалізації охолодженням. Впорядковане охолодження продукту протягом заданого часу, що дозволяє рівномірно нарощувати кристали без утворення конгломератів. Зниження витрати пари в продуктовому відділенні. Не

потребує додаткового обладнання та витрат енергії на підтримання температури в контурі.

Технічні характеристики:

Корисний об'єм, м³ 5

Питома поверхня теплообміну, м²/т 5,54

Встановлена потужність електрорухомика, кВт 18,5

Матеріал неіржавіюча сталь

Маса, кг 3 00

Діаметр апарата, мм 2 000

Габарити – довжина, мм 2270, ширина, мм 2200, висота, мм 5620

[17].

Таблиця 2.12. Специфікація обладнання

№ п/п	Найменування обладнання	Тип, марка	Потужність, об'єм	Кількість	Габаритні розміри, мм		
					довжина	висота	ширина
1	Реактор-змішувач	Monowave	3200 кг	2	1600	1410	2000
2	Відцентровий насос	Г2 ОПБ	3,2 м. куб./год	8	1295	835	862
3	Реактор синтезу	Monowave	3000 кг	1	3500	1410	2000
4	Вакуум - випарний апарат	ЕСВА	до 1500 кг	1	3000	4500	2000
5	Центрифуга	Алсі-ФармТех	1700 кг	2	3300	2600	2100
6	Збірник	Текса	350 кг	2	1912	1580	1200
7	Кристалізатор	ТС-VK	5 м. куб.	3	2270	2200	5620
8	Шнековий транспортер	ЗШП-6	4 т/год	1	3000	1000	3500
9	Барабана сушарка	Green Bull	800 кг/год	1	4050	1550	800

2.5. Розрахунок барабанної сушарки

До переваг барабанної сушарки слід віднести: швидкість сушіння; відносну простоту конструкції; невелику висоту (простіше обслуговування і монтаж); відносно низьку вартість; високий термічний ККД.

Разом з тим, у барабанної сушарки є і недоліки: мале використання робочого об'єму барабана; відносно висока витрата електроенергії; велика займана площа; відносно низька якість сушіння (особливо по рівномірності сушки).

Вихідні дані до розрахунку:

Початкова вологість матеріалу, %, $\omega_1=21,5$

Кінцева вологість матеріалу, %, $\omega_2=1,5$

Насипна густина матеріалу, кг/м^3 , $\rho_n = 625$

Продуктивність по сирому матеріалу $G_1= 925$ кг/год

Розрахунок за аналітичним методом.

Продуктивність по висушеному матеріалу становить:

$$G_2 = G_1 \frac{100-\omega_1}{100-\omega_2} \quad (2.1)$$

$$G_2 = 925 \frac{100-21,5}{100-1,5} = 737 \text{ кг/год}$$

де ω_1, ω_2 -відповідно вологість матеріалу до і після сушіння, %

Кількість випарованої води становить:

$$W = G_1 - G_2 \quad (2.2)$$

$$W = 21,5 - 1,5 = 20\%$$

Час сушіння матеріалу, хв:

$$\tau = 120 \frac{\beta \rho_n}{A} \cdot \frac{\omega_1 - \omega_2}{200 - (\omega_1 + \omega_2)} \quad (2.3)$$

де, β – коефіцієнт заповнення барабана, $\beta=0,05$,

ρ_n – насипна густина, кг/м^3 , 625 кг/м^3 ;

A – напруження об'єму барабана за вологою, $8,8 \text{ кг/м}^3 \cdot \text{год}$

$$\tau = 120 \frac{0,05 \cdot 625}{8,8} \cdot \frac{21,5 - 1,5}{200 - (21,5 + 1,5)} = 46,9$$

Об'єм барабана сушарки:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$V_6 = \frac{\pi D_6}{4} \cdot L_6 \quad (2.4)$$

де D_6, L_6 – діаметр і довжина барабана відповідно, м;

Розрахуємо D_6 , м:

$$D_6 = 0,0188 \sqrt{\frac{V}{(1-\beta)v}} \quad (2.5)$$

де, v – швидкість повітря в барабані, м/с, приймаємо 1 м/с;

V – об'ємна витрата вологого повітря, м³, становить 972 м³;

$$D_6 = 0,0188 \sqrt{\frac{972}{(1-0.05)1}} = 0,6 \text{ м}$$

Розраховуємо L_6 , м:

$$L_6 = \frac{V_6 \cdot 4}{\pi(D_6)^2} = \frac{0,78 \cdot 4}{3,14 \cdot 0,6^2} = 2,7 \text{ м} \quad (2.6)$$

Відношення довжини барабана до його діаметру становить $L_6 / D_6 = 4,6$, що відповідає нормам.

Об'єм матеріалу, який проходить через барабан, м³:

$$G_{\text{ср}} = (G_{\text{ср}} + G_{\text{ср}}) / 2 \quad (2.7)$$

$$G_{\text{ср}} = (737 + 925) = 826 \text{ кг/год}$$

Швидкість витання частинок, м/с:

$$V_{\text{вит}} = \frac{\mu_{\text{ср}}}{d \rho_{\text{ср}}} \left(\frac{Ar}{18 + 0,575 \sqrt{Ar}} \right) \quad (2.8)$$

де d – найменший діаметр частинок матеріалу, м, становить 0,2 мм;

$\mu_{\text{ср}}, \rho_{\text{ср}}$ – в'язкість в густину сушильного агенту за середньої температури відповідно, становить 0,00101 Н·с/м², 1,06 кг/см³

Ar – критерій Архімеда для газового середовища, який розрахуємо за формулою 2.9:

$$Ar = \frac{gd^3 \rho_{\text{ч}} \rho_{\text{ср}}}{\mu_{\text{ср}}^2} \quad (2.9)$$

де $\rho_{\text{ч}}$ – густина частинок матеріалу кг/м³, становить 1,45 кг/м³

$$Ar = \frac{9,8 \cdot 0,2^3 \cdot 1,45 \cdot 1,06}{0,00101^2} = 120000 \text{ Н}$$

$$V_{\text{вит}} = \frac{0,00101}{0,2 \cdot 1,06} \left(\frac{120000}{18 + 0,575 \sqrt{120000}} \right) = 2,65 \text{ м/с}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частота обертання барабана, хв^{-1} :

$$n = \frac{mkL_6}{\tau D_6 t g \alpha} \quad (2.10)$$

де m , k – коефіцієнти, що залежать від типу насадки барабана і характеру руху продукту і сушильного агента в сушарці відповідно, приймаємо $m = 0,6$ та $k = 1,6$.

$$n = \frac{0,6 \cdot 1,6 \cdot 2,7}{45 \cdot 0,6 \cdot t g 2} = 3,2 \text{ об/хв}^{-1}$$

Потужність, потрібна для обертання барабана:

$$N = 0,078 d_b^3 \cdot L_6 \cdot \rho_n \cdot \sigma \cdot n \quad (2.11)$$

де ρ_n – середня насипна густина матеріалу, кг/м^3

σ – коефіцієнт потужності, що залежить від типу насадки і коефіцієнта заповнення барабана матеріалом β , приймаємо $\sigma=0,17$

n – частота обертання барабана, становить $3,2 \text{ хв}^{-1}$

$$N = 0,078(0,6)^3 \cdot 2,7 \cdot 625 \cdot 0,38 \cdot 3,2 = 34 \text{ кВт}$$

[18].

Пуск сушарки здійснюють після перевірки її технічної справності і наявності засобів пожежогасіння. При пуску спочатку включають вентилятор, потім пускають в роботу барабан, після чого відкривають шибер на газоході до сушарки. Подача матеріалу на висушування йде безперервним потоком і регулюється за допомогою шибера бункера, що оберігає від підсосу повітря і зниження температури сушильного агента. Подача матеріалу в сушарку повинна бути така, щоб заповнення барабана було максимально можливим, що відповідає 20 - 25 % місткості барабана.

Температурний режим сушки регулюється в залежності від вологості і температури продукта, які контролюються по пробам, відібраним через люк розширювальної камери. Температуру проби продукту заміряють за допомогою ртутного термометра шляхом занурення його на 8 - 10 хв в пробу продукта. Після виходу на необхідний температурний режим контролюють вологість продукту, за якою визначають завершення процесу сушіння.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В процесі роботи сушарки контролюють температурний режим, роботу вентилятора і стан підшипників, а також підтримують рівень продукту в розширювальній камері (нижче рівня барабану на 10 - 15 см).

При виникненні аварійної слід негайно перекрити шибер на газозоді подачі газів в сушарку, вимкнути вентилятор і перекрити надходження продукту в сушильний барабан. Охолоджувальні камери також зупиняють.

При зупинці сушарки в нормальному режимі експлуатації перекривають подачу продукту в сушарку, прикривають наполовину шибер вентилятора, вимикають привід сушарки і завантажувальний і розвантажувальний шнеки. Потім перекривають шибер на газозоді подачі газів в сушарку, і після продувки сушильного барабана протягом 30 хв. зовнішнім повітрям (яке засмоктується через клапан-мигалку), вимикають вентилятор. Якщо зупинка сушарки короткочасна (до однієї доби), то просушений продукт можна залишати в барабані.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6. Опис апаратурно-технологічної схеми

[19]

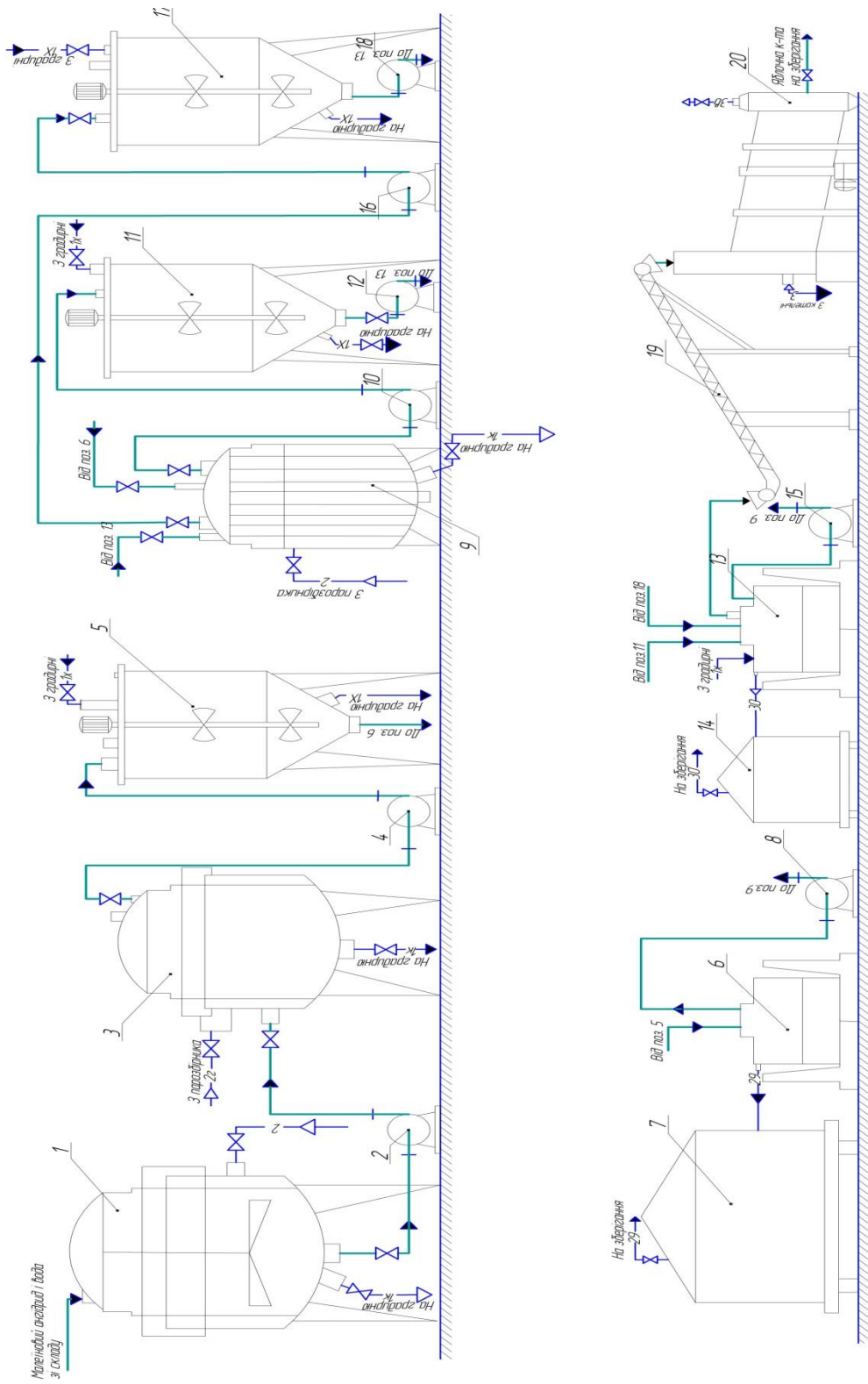


Рис. 2.7. Апаратурно-технологічна схема виробництва малеїнового ангідриду

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

40

Для початку реакції синтезу в реактор-змішувач **1** подають малеїновий ангідрид у кількості 1500 кг і очищену воду за гідромодуля 1:1. Кількість реакційної суміші для одержання 740 кг малеїнової кислоти становить 3000 кг. Сировину повільно перемішують в реакторі-змішувачі **1** до однорідності і насосом **2** перекачують в реактор синтезу **3**. Реакція утворення малеїнової кислоти з малеїнового ангідриду і води проходить за температури 150°C.

Одержаний розчин малеїнової кислоти насосом **4** перекачують до кристалізатора охолоджувального типу **5**. При зниженні температури нижче температури кристалізації утворюються кристали фумарової кислоти та домішки бурштинової кислоти, які відділяються на центрифугі **6**. Застосовують центрифугу з верхнім вивантаженням осаду. Одержану в результаті центрифугування фумарову кислоту направляють у збірник **7** та виводять з виробництва. А очищений розчин малеїнової кислоти насосом **8** передають до вакуум-випарного апарату **9** на першу стадію випарювання.

Перше випарювання проводять під вакуумом до густини 1,26 г/см³. Після досягнення заданої густини, розчин малеїнової кислоти насосом **10** перекачують в реактор-кристалізатор **11**. При охолодженні до 20°C в розчині утворюються кристали фумарової кислоти, які відокремлюють на центрифугі **13** та збирають у збірник **14**.

Маточний розчин після центрифугування за допомогою насосу **15** відправляють у випарний апарат **9** на другий етап випарювання. Друге випарювання проводять до густини 1,31 г/см³.

Зконцентрований розчин малеїнової кислоти охолоджують в реакторі-кристалізаторі **17** періодичної дії з мішалкою.

Кристали фумарової кислоти, які утворились під час охолодження в кристалізаторі, відокремлюють від маточного розчину на центрифугі **13**.

Одержані при центрифугуванні кристали малеїнової кислоти з вологістю 21,5% через шнековий транспортер **19** потрапляють в барабан сушарку **20**, де висушуються до 1,5% вологовмісту. Вихід малеїнової кислоти становить 740 кг за один цикл роботи.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАТИНА	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Техніко-економічне обґрунтування, скорочено ТЕО – це аналіз, оцінка і розрахунок економічної доцільності реалізації проекту створення підприємства, реконструкції та модернізації наявних об'єктів або будівництва нового технічного об'єкту. Засноване воно на зіставленні оцінки результатів і витрат, визначення ефективності застосування і періоду, за який окупаються інвестиції.

Також воно потрібно для підтвердження доцільності вибору нової технології виробництва, процесів, обладнання. В ході його розробки проводиться послідовність робіт з аналізу і вивчення всіх компонентів інвестиційного проекту і підрахунок термінів повернення вкладених коштів. Техніко-економічне обґрунтування інвестиційного проекту містить склад витрат, що включаються в собівартість продукції.

Розрахунок собівартості за елементами витрат необхідний, тому що дозволяє оцінити всі витрати, що враховуються в собівартості по об'єкту за певний період. Для вирішення таких завдань використовують розрахунок собівартості за статтями калькуляції. Об'єктом калькулювання може бути одиниця продукції або роботи, певний вид продукції або роботи, вироблених за даний період на підприємстві або в підрозділі і т.д. в даному випадку витрати, що включаються в собівартість, класифікуються з урахуванням їх характеру, місця виникнення, зв'язку з технологічним процесом.

Першим етапом розрахунку собівартості завжди є визначення витрат на виробництво товару або послуги. Цей процес позначається економічним терміном: «калькуляція собівартості продукції». Фактична калькуляція проводиться на основі реальних даних [20].

					ННІХТ.ЗХТ-5-3.021. 161.007.КР.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розраб</i>		<i>Ковальчук І.С.</i>			<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Пров</i>		<i>Ковальова С.О.</i>				42	70
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>			ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ		
<i>Затв.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					

1) Витрати по статті «Сировина та основні матеріали». Витрати за статтею «Сировина та матеріали» включають до собівартості окремих виробів (групи виробів) і замовлень прямим шляхом. Витрати допоміжних матеріалів, що використовуються при виготовленні продукції (робіт, послуг) і для забезпечення виробничого процесу, обліковують у цілому так само, як і основних.

Таблиця 3.1. Сировина та основні матеріали

Найменування компонентів	Норма витрат на 740 кг продукції, кг/шт.	Ціна 1 кг сировини, грн.	Вартість сировини та основних матеріалів, грн.
Малеїновий ангідрид	1500	38,00	57000
Вода підготовлена демінералізована	1500	3,00	4500
Пакети фольгованігерметичні на 1 кг	740	4,27	3159,8
Всього			64659,8

2) Витрати по статті «Покупні комплектуючі вироби, напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій». Покупні напівфабрикати – це вироби, виготовлені іншими підприємствами та призначені для виробництва певних видів продукції.

У наведеній статті калькуляції відображають вартість придбаних готових комплектуючих виробів і напівфабрикатів, що вимагають витрат праці з їх обробки та складання при укомплектуванні продукції, яка випускається. Крім того, до цієї статті включають вартість:

- заготовок і деталей, придбаних у чорновому або обробленому вигляді;
- послуг виробничого характеру, наданих іншими підприємствами (з часткової обробки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, виробів тощо), якщо вони можуть бути прямо (безпосередньо) віднесені на собівартість окремих видів продукції (робіт, послуг).

Не відображають у цій статті калькуляції вартість комплектуючих виробів, що не потребують обробки та монтажу на підприємстві

Витрат за даною статтею на виробництві відсутні.

3) «**Паливо та енергія на технологічні цілі**». До цієї статті калькуляції включають вартість усіх видів палива та енергії (як таких, що отримуються зі сторони, так і таких, що виробляються самим підприємством), які безпосередньо витрачаються в технологічному процесі виробництва продукції (при виконанні робіт, наданні послуг). В енергоємних виробництвах витрати на енергію доцільно виділити в окрему статтю калькуляції «Енергія на технологічні цілі».

Витрати палива та енергії на технологічні цілі залежно від напрямку їх використання в собівартість продукції (робіт, послуг) уключають таким чином:

— прямо за фактичною собівартістю палива та енергії на підставі показань контрольно-вимірювальних приладів – якщо вони спожиті при виготовленні певних видів виробів;

— непрямо – якщо паливо та енергія використані для виробництва різних виробів.

У разі відсутності контрольно-вимірювальних приладів вартість палива та енергії для технологічних цілей відносять на собівартість окремих виробів пропорційно кошторисним ставкам у порядку, передбаченому для допоміжних матеріалів.

Витрати на покупну енергію складаються з витрат на її оплату за встановленими тарифами.

Таблиця 3.2. Паливо та енергія на технологічні потреби

Назва сировини	Од. вим.	Норми витрат сировини на 740 кг продукції	Вартість одиниці сировини, грн	Вартість сировини на 750 кг продукції, грн.
Пара	Гкал	600	178,00	106800
Вода	м ³	989	2	1978
Електроенерг	кВт	15500	1,70	26350
Всього				135128

										Арк.
										44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ					

4) Транспортно-заготівельні витрати. Стаття калькуляції «Транспортно-заготівельні витрати» включає витрати на придбання та доставку на підприємство сировини і матеріалів (основних і допоміжних), купівельних виробів, напівфабрикатів, палива та малоцінних швидкозношуваних предметів.

Транспортні витрати по доставці сировини та основних матеріалів приймаємо у розмірі 5% від їх вартості:

$$64659,8 \cdot 0,05 = 3232,99 \text{ грн.}$$

5) Зворотні відходи. До цієї статті калькуляції потрапляє вартість зворотних відходів, яку віднімають від загальної суми матеріальних витрат, віднесеної на собівартість продукції (робіт, послуг).

Витрати за цією статтею на виробництві відсутні.

6) Основна заробітна плата робітників виробництва. За цією статтею калькуляції планують та обліковують основну заробітну плату робітників виробництва, а також фахівців (інженерно-технічних працівників), безпосередньо пов'язаних з виготовленням (виробленням) продукції. Таку заробітну плату розраховують відповідно до прийнятих на підприємстві систем оплати праці у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників-відрядників.

У загальному випадку основну заробітну плату робітників виробництва прямо включають до собівартості відповідних видів продукції (груп однорідних видів продукції) на підставі первинних документів. Такими документами можуть бути наряди, змінні рапорти про виробіток, маршрутні листи тощо.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.3. Основна заробітна плата робітників

Посада робітника	Розряд	Кількість робітників	Годинна тарифна ставка, грн.	Ефективний фонд робочого часу, год.	Річний тарифний фонд заробітної плати, грн.
Наладчик	4	1	11,57	1760	20363,2
Оператор лінії	4	1	11,57	1760	20363,2
Фасувальник	4	2	11,57	1760	40726,4
Всього		8			81452,8

Режим роботи виробництва однозмінний, продуктивність підприємства 740 кг/добу, річна продуктивність :

$$220 \cdot 740 = 162800 \text{ кг/рік}$$

Витрати по статті «Основна заробітна плата робітників» на 740 кг готової продукції становлять: $81452,8 / 162800 = 0,50$ грн./кг

7) Додаткова заробітна плата робітників виробництва. До додаткової заробітної плати робітників виробництва належать виплати, передбачені законодавством про працю та колективним договором за роботу понад установлені норми, за трудові досягнення та винахідництво, за особливі умови праці. Сюди включають надбавки, доплати, гарантійні та компенсаційні виплати, передбачені законодавством, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

Як і у випадку з основною зарплатою, додаткову заробітну плату робітників, зайнятих виробництвом відповідної продукції (робіт, послуг), безпосередньо включають до собівартості окремих видів (груп однорідних видів) продукції (робіт, послуг). Такий розрахунок здійснюють виходячи з обсягу виробництва, переліку робочих місць та норм обслуговування.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 25 - 40 % від фонду основної заробітної плати.

Витрати по цій статті на 1 кг готової продукції складають:

$$0,50 \cdot 0,30 = 0,15 \text{ грн./кг}$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

8) Відрахування на соціальне страхування. До цієї статті калькуляції включають нарахований єдиний соціальний внесок на суми основної та додаткової заробітної плати робітників виробництва у розмірах, установлених законодавством.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 40 % від суми основної та додаткової заробітної плати.

Витрати по цій статті на 750 кг готової продукції складають:

$$(0,50 + 0,15) \times 0,40 = 0,26 \text{ грн./кг}$$

9) Витрати на утримання та експлуатацію обладнання. Сюди відносять тільки витрати, пов'язані з роботою технологічного обладнання цехів. Це, зокрема, витрати на утримання, амортизацію, ремонт та експлуатацію виробничого і підйомно-транспортного обладнання, цехового транспорту, робочих місць, витрати на відновлення інструментів, приладів і пристосувань зі складу основних засобів, інших необоротних матеріальних активів, суми сплачених платежів за користування нематеріальними активами тощо.

Водночас не потраплять до складу витрат на утримання та експлуатацію обладнання витрати, не пов'язані з роботою обладнання. Наприклад, до цієї статті калькуляції дорога заказана витратам на допоміжні матеріали для технологічних цілей, що належать до статті «Сировина та матеріали»; на заробітну плату робітників виробництва, праця яких оплачується почесово, тощо.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 140 - 160 % від фонду основної заробітної плати:

$$0,50 \cdot 1,50 = 0,75 \text{ грн./кг}$$

10) Загальновиробничі витрати. До цієї статті калькуляції включають тільки змінні та постійні розподілені загальновиробничі витрати, тобто ті, які формують виробничу собівартість продукції (робіт, послуг).

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проте на невеликих підприємствах, а також при безцеховій структурі управління загальновиробничі витрати розподіляють по підприємству в цілому.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 200 % від фонду основної заробітної плати:

$$0,50 \cdot 2,00 = 1,00 \text{ грн. /кг}$$

11) Попутна продукція (вираховується), отримана одночасно з основним продуктом у єдиному технологічному процесі. За цією статтею калькуляції відображають вартість супутньої продукції, отриманої одночасно з основним (цільовим) продуктом в єдиному технологічному процесі. Така продукція за якістю відповідає встановленим стандартам або технічним умовам, приймається відділом технічного контролю і призначається для подальшої переробки на підприємстві або відпуску стороннім підприємствам. Її вартість віднімають від собівартості основної продукції.

Таблиця 3.4. Супутня продукції

Найменування компонентів	Норма виходу на 740 кг продукції, кг	Ціна 1 кг сировини, грн.	Вартість сировини та основних матеріалів, грн.
Суміш фумарової з домішками бурштинової кислоти	902,40	18,00	16243,20
Фумарова кислота	152,37	66,00	10056,42
Всього			26299,62

12) Інші виробничі витрати. До цієї статті калькуляції потрапляють інші виробничі витрати, що не належать до жодної із зазначених вище статей витрат, зокрема витрати, пов'язані з епізодичними та періодичними випробуваннями якості виробів, деталей, вузлів з їх перевірки на відповідність вимогам установлених стандартів або технічних умов.

Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 5 % від фонду основної заробітної плати:

$$0,50 \cdot 0,05 = 0,025 \text{ грн./кг}$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5. Калькуляція собівартості виробництва

№ п/п	Стаття собівартості	Сума витрат, грн./кг
1	Сировина та основні матеріали	64659,8
2	Покупні комплектуючі вироби, напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій	-
3	Паливо та енергія на технологічні цілі	135128,00
4	Транспортно-заготівельні витрати	3232,99
5	Зворотні відходи	-
6	Основна заробітна плата робітників виробництва	0,50
7	Додаткова заробітна плата робітників виробництва	0,15
8	Відрахування на соціальне страхування	0,26
9	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	0,75
10	Загальновиробничі витрати	1,00
11	Супутня продукція	- 26299,62
12	Інші виробничі витрати	0,025
	Всього	112128,71

Вартість 1 кг одержаного продукту становитиме:

$$112128,71 / 740 = 151,53 \text{ грн.}$$

На сьогоднішній день середня ціна 1 кг малеїнової кислоти на ринку Україна становить 200 грн.

Ефективність господарської та фінансової діяльності підприємства характеризують показником рентабельності. Показники рентабельності розраховуються як відношення різноманітних показників прибутку до вкладеного капіталу, обсягу продажу, використаних ресурсів, здійснених витрат, тощо. Загальний рівень рентабельності підприємства знаходять:

$$R_p = (ВП / С) \cdot 100\%,$$

де ВП – валовий прибуток підприємства, грн.; С – загальна виробнича собівартість, грн.

Рентабельність виробництва малеїнової кислоти на підприємстві складатиме:

$$R = (200 - 151,53) / 151,53 \times 100 \% = 31,99 \%.$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

РОЗДІЛ 4

ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

4.1. Опис властивостей об'єкта дослідження

Назва ІУРАС малеїнова кислота

Міжнародний синонім Maleic acid

Систематична назва цис-бутендіова
кислота



Рис. 4.1. Зовнішній вигляд малеїнової кислоти

Нормативна документація Міждержавний стандарт ГОСТ 9803-75 «Реактивы. Кислота малеиновая. Технические условия. Reagents. Maleic acid. Specifications». Даний стандарт поширюється на малеїнову кислоту, яка представляє собою порошок білого кольору або кристали у вигляді ромбічних призм; добре розчиняється у воді і спирті, важко розчинна в ефірі і бензолі; горюча. За хімічними властивостями речовина являє собою двоосновну ненасичену кислоту [21].

Таблиця 4.1. Властивості

Показник	Стандартні значення	
	Чистий для аналіза (ч.д.а.)	Чистий (ч.)
Масова частка малеїнової кислоти $C_4H_4O_4$, не менше, %	99,7	98,5
Температура плавлення, °C (препарат повинен плавитися в інтервалі 1 °C)	133 - 135	132 - 135
Масова частка залишку після прожарювання у вигляді сульфатів, %, не більше	0,01	0,03
Масова частка хлоридів (Cl), %, не більше	0,001	Не нормується
Масова частка заліза (Fe), %, не більше	0,0005	Не нормується

					ННІХТ.ЗХТ-5-3.021. 161.008.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			
Розраб		Ковальчук І.С.			Літера	Арк	Аркушів
Пров		Ковальова С.О.				50	70
Н. Контр.		Подобій О.В.			ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ		
Затв.		Носенко Т.Т.					

Пакування. Для розфасовки малеїнової кислоти використовують мішки паперові або продуктові з луб'яних волокон, ящики з гофрокартону. Наявність додаткового вкладиша з поліетилену є обов'язковою умовою. Закордонні виробники частіше застосовують бочки поліетиленові або з щільного картону. Невеликі обсяги кислоти (до 1 кг) упаковують в герметичні фольговані пакети. Тип і розміри мішків, граничну масу упаковуваної харчової кислоти встановлює виробник.

Полімерні мішки-вкладиші після їх заповнення заварюють або зав'язують шпагатом з луб'яних волокон або подвійним полірованим шпагатом так, щоб була забезпечена герметичність упаковки. Верхні шви тканинних і паперових мішків повинні бути зашиті машинним способом лляними нитками або іншими нитками, що забезпечують механічну міцність шва.

Допускається застосування інших видів упаковки, що забезпечує збереження харчової малеїнової кислоти при зберіганні і транспортуванні. Негативне відхилення маси нетто від номінальної маси кожної пакувальної одиниці повинна відповідати наступним вимогам:

Таблиця 4.2. Межа допустимих негативних відхилень вмісту нетто від номінальної кількості

Номінальна маса нетто, г	Межа допустимих відхилень	
	%	г
від 5 до 50 включ.	9	-
50 100	-	4,5
100 200	4,5	-
200 300	-	9
300 500	3	-
500 1000	-	15
1000 10000	1,5	-

Контроль маси нетто харчової малеїнової кислоти в кожній пакувальній одиниці, попала у вибірку, проводять по різниці маси брутто і маси пакувальної одиниці, звільненої від вмісту.

Маркування стандартне. Повинно містити такі відомості:

- 1) найменування продукції;
- 2) склад продукції, якщо інше не передбачено технічними регламентами

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Митного союзу на окремі види харчової продукції;

3) кількість продукції;

4) дату виготовлення продукції;

5) термін придатності продукції;

6) умови зберігання продукції, які встановлені виробником або передбачені технічними регламентами Митного союзу;

7) найменування і місце знаходження виробника продукції або прізвище, ім'я, по батькові та місце знаходження індивідуального підприємця - виробника продукції;

8) рекомендації і (або) обмеження щодо використання, в тому числі приготування харчової продукції в разі, якщо її використання без даних рекомендацій або обмежень утруднено, або може заподіяти шкоду здоров'ю споживачів, їх майну, привести до зниження або втрати смакових властивостей продукції;

9) показники харчової цінності харчових продуктів;

10) відомості про наявність в продукції компонентів, отриманих із застосуванням генно-модифікованих організмів (ГМО).

Контроль якості упаковки і правильності маркування проводять зовнішнім оглядом усіх пакувальних одиниць, що потрапили у вибірку.

Вимоги безпеки.

1) Харчова малеїнова кислота не токсична, пожежо- та вибухобезпечна.

2) За ступенем впливу на організм людини харчова малеїнова кислота відповідно до ГОСТ 12.1.007 належить до речовин помірно небезпечних – третього класу небезпеки.

3) При роботі з харчовою малеїновою кислотою необхідно використовувати спецодяг, засоби індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.4.011 і дотримуватися правил особистої гігієни.

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

[22].

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Класифікація ризиків при виробництві харчових кислот

№ п/п	Назва	Короткий опис
Мікробіологічні ризики		
1	КМАФАнМ (кількість мезофільних-аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів)	Об'єднання представників різних груп мікроорганізмів. Показник загального санітарного стану виробництва. Враховуються при оцінці безпеки сировини, допоміжних матеріалів, готової продукції, устаткування, гігієни персоналу. Впливають на терміни зберігання готової продукції.
2	Дріжджі та плісняві гриби	Поширені в значних кількостях у вигляді спор, що викликають псування усіх видів сировини, допоміжних матеріалів, готової продукції і викликають процеси бродіння, поверхневого розкладання, що відбуваються при різних значеннях температури.
3	Бактерії сімейства Enterobacteriaceae	За останні 20-30 років істотно зросла їх патогенність. Є збудниками черевного тифу, паратифів, дизентерії. Викликають 70% всіх гастроентеритів і інфекцій сечовивідних шляхів.
4	Патогенні стафілококи Staphylococcus aureus	Стійкі до впливу зовнішнього середовища. Виробляють термостійкий ентеротоксин і фермент, який згортає плазму крові. Зовнішніх ознак псування зазвичай не викликає. Є збудником гнійничкових та низки інших захворювань.
5	Синьогнійна паличка Pseudomonas aeruginosa	Основний збудник інфекційних уражень людини – локальних і системних гнійно-запальних процесів; збудник пневмонії; викликає ураження сечостатевої системи, хірургічних інфекцій. Проявляє сильно виражену протеолітичну активність - згортає сироватку крові, знищує гемоглобін. Патогенна дія обумовлена утворенням екзотоксинів і вивільненням ендотоксинів при загибелі і розпаду бактеріальних клітин
Хімічні ризики		
6	Аніоноактивні речовини	Підвищений вміст аніоноактивних ПАР може викликати висушування і роздратування шкіри і слизових оболонок. Створено певні інтервали введення в рецептуру для кожної з цих речовин.
7	Азотовмісні сполуки	Нітрит натрію в процесі виробництва переходить в N-нітрозаміни. Вплив на людину - є мутагенними канцерогенами. Нормовано ГДК для таких сполук.
8	Антибіотики	Токсичні, отруюють увесь організм (зокрема: печінка, нирки, імунна система й інші органи, що залежить від особливостей конкретного препарату). Під їх впливом хвороботворні бактерії проходять специфічний еволюційний відбір, що робить їх у подальшому більш стійкими. Заборонені у косметичних засобах.
9	Токсичні елементи (ртуть, миш'як)	Можуть накопичуватися в організмі. Ртуть змінює біологічні властивості тканинних білків, може проникати в структуру ДНК і впливати на спадковість

						Арк.
						ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

		людини. Свинець порушує роботу кровоносної, нервової, шлунково-кишкової і видільної системи. Миш'як викликає як гострі, так і хронічні отруєння. Існує ГДК для кожного елемента.
10	Сполуки аміаку	Чинять подразнюючу дію на шкіру та слизові оболонки.
11	Сполуки металів (Al, Fe, Ca, Cu, Zn, K)	Мають здатність накопичуватися в організмі. Мідь викликає токсичні ефекти, призводить до ураження легень; солі цинку впливають на шлунково-кишковий тракт; солі заліза призводять до захворювань – сидероз; алюміній може викликати харчові отруєння.
12	Речовини миючих засобів	Залишкові кількості миючих та дезінфікуючих засобів можуть призвести до хімічних опіків.
13	Хлориди	Подразнюють шкіру і слизові оболонки, є алергенами.
14	Фосфати	Впливають на стан нирок, призводить до утворення ниркових каменів.
15	Сульфати	Чинять подразнюючу дію на шкіру.
16	Ефірне число	Характеризує масову частку основного компонента у вихідній сировині.
17	Йодне число	Характеризує масову частку ненасичених сполук.
18	Гідроксильне число	Характеризує вміст груп OH^- .
Фізичні ризики		
19	Будівельні матеріали	Цемент, пісок, фарба, крейда, стружка, тирса з дерева.
20	Особисті речі	Гудзики, сережки, прикраси, гребінці, дрібні речі особистого користування.
21	Папір і пакувальні матеріали	Уривки поліетиленового, паперового, картонного пакування.
22	Відходи життєдіяльності персоналу	Волосся, нігті. Джерела мікробіологічного обсіменіння продукції на останній стадії. Можуть потрапити в продукт при недотриманні правил гігієни.
23	Забруднення мастильними матеріалами	При рясному мастилі обладнання можливе забруднення сировини, матеріалів, напівфабрикатів.
24	Домішки металу	Тирса металевого походження, шматочки електричного дроту, металева стружка. Можуть викликати травми різної важкості при попаданні в сировину.
25	Уламки скла	Скляні термометри, електролампочки, плафони. Можуть бути присутні в сировинних компонентах або потрапляти в продукт при виробництві.
26	Птахи, гризуни, комахи і відходи їх життєдіяльності	Ця група характеризується тим, що місця їх локалізації важкодоступні і малопомітні.
27	Продукти старіння машин і устаткування	Уламки деталей, що піддаються заточенню, ножів, мастильні матеріали. Можуть викликати травми різної важкості.
28	Елементи технологічного оснащення	Дрібні частини обладнання (гайки, шурупи, болти, гвинти, шматочки електропроводів). Можуть викликати порізи.
29	Забруднення від навколишньої території підприємства	Пил, насіння дерев, рослин.

[23].

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

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Охорона праці на підприємстві

Харчова малеїнова кислота не токсична, пожежо- та вибухобезпечна.

За ступенем впливу на організм людини харчова малеїнова кислота відповідно до ГОСТ 12.1.007 належить до речовин помірно небезпечних – третього класу небезпеки.

При роботі з харчовою малеїновою кислотою необхідно використовувати спецодяг, засоби індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.4.011 і дотримуватися правил особистої гігієни.

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

Організація навчання працюючих безпеки праці – за ГОСТ 12.0.004.

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

Електробезпека при роботі з електроустановками – по ГОСТ 12.2.007.0.

Приміщення лабораторії повинно відповідати вимогам пожежної безпеки згідно з ГОСТ 12.1.004 і мати засоби пожежогасіння згідно з ГОСТ 12.4.009.

Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинен перевищувати норм, встановлених ГОСТ 12.1.005.

5.1.1. Мікроклімат виробничих приміщень

Роботодавець повинен створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правовими актами, забезпечити права працівників в області охорони праці, усунути небезпечні і шкідливі виробничі фактори. Це передбачено ст. 13 Закону України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ. А вимоги до мікроклімату виробничих приміщень регулюють ДБН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

ННІХТ.ЗХТ-5-3.021. 161.008.КР.ПЗ

..Змін	Арк.	№ докум	Підпис	Дата				
Розраб		Ковальчук І.С.			ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Літера	Арк	Аркушів
Пров		Ковальова С.О.					55	70
Н. Контр.		Подобій О.В.				НУХТ, каф. ТЖХТ		
Затв.		Носенко Т.Т.						

Оптимальні і допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні відповідати значенням, зазначеним у табл. 5.1 [24].

Таблиця 5.1. Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/сек.
Холодний період року	Легка Ia	22 - 24	60 - 40	0,1
	Легка Ib	21 - 23	60 - 40	0,1
	Середньої важкості IIa	19 - 21	60 - 40	0,2
	Середньої важкості IIб	17 - 19	60 - 40	0,2
	Важка III	16 - 18	60 - 40	0,3
Теплий період року	Легка Ia	23 - 25	60 - 40	0,1
	Легка Ib	22 - 24	60 - 40	0,2
	Середньої важкості IIa	21 - 23	60 - 40	0,3
	Середньої важкості IIб	20 - 22	60 - 40	0,3
	Важка III	18 - 20	60 - 40	0,4

За ступенем впливу на тепловий стан людини мікрокліматичні умови поділяються на оптимальні та допустимі. Для робочої зони виробничих приміщень встановлюються оптимальні та допустимі мікрокліматичні умови з урахуванням тяжкості виконуваної роботи та періоду року. Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині і в кінці робочої зміни.

Коливання температури повітря по горизонталі в робочій зоні, а також протягом зміни допускаються до 4 °С – при легких роботах, до 5 °С – при середній тяжкості роботах і до 6 °С – при важких роботах, при цьому абсолютні значення температури повітря, вимірюваної на різній висоті і в різних ділянках приміщень протягом зміни, не повинні виходити за межі допустимих величин.

Раціональне планування виробничих приміщень і оптимальне розміщення в них обладнання з тепло-, холодо- і волого виділенням - один із способів нормалізації мікроклімату виробничих приміщень. Для зменшення теплових навантажень на працівників вводиться максимальна механізація, автоматизація та дистанційне управління технологічними процесами і устаткуванням. У виробничих приміщеннях з надлишком (явного) тепла використовують природну вентиляцію (аерацію). Аераційні ліхтарі та шахти розташовують безпосередньо над основними джерелами тепла на одній осі. При неможливості або неефективності аерації встановлюють механічну загальнообмінну вентиляцію.

5.1.2. Пожежна безпека

Питання пожежної безпеки в Україні регулюються низкою законодавчих актів. Основні з них такі:

Кодекс цивільного захисту України.

Правила пожежної безпеки України.

Державні будівельні кодекси України (ДБН).

Кодекс визначає основні напрямки діяльності організацій в галузі пожежної безпеки. Правила пожежної безпеки встановлюють більш конкретні вимоги до протипожежного захисту будівель і споруд. Державні будівельні норми встановлюють вимоги до проектування будівель, систем евакуації, протипожежного обладнання. Вимоги міжнародних стандартів безпеки ISO можуть застосовуватися, але не є обов'язковими в Україні. Місцеві законодавчі акти має пріоритет перед міжнародними стандартами.

Головним регламентуючим документом цієї сфери є Правила пожежної безпеки України №1417 в редакції 2014 року. Згідно цього документа керівник компанії, організації або підприємства визначає своїм наказом набір функціональних обов'язків співробітників організації по забезпеченню пожежної охорони об'єкта і призначає осіб, які несуть відповідальність за безпеку будівель, цехів і складських приміщень, виробничих секторів, обладнання, а також за зберігання і використання індивідуальних засобів пожежного захисту.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Пожежна безпека виробничих, складських та офісних будівель і приміщень – це комплекс заходів, покликаний зберегти людське здоров'я і життя в екстрених ситуаціях. Заходи щодо забезпечення безпеки розробляються органами Міністерства внутрішніх справ України, Державною службою з надзвичайних ситуацій та іншими відомствами і організаціями.

Особою, відповідальною за пожежну охорону об'єкта може бути призначений співробітник, який закінчив вищу або середню технічну навчальний закладу і працює на підприємстві не менше трьох років. Призначений співробітник звітує безпосередньо перед керівником організації або його заступнику. Відповідальний за протипожежну безпеку повинен знати існуючу нормативну базу, технічні характеристики і область застосування первинних засобів пожежогасіння, основні причини, які можуть привести до виникнення вогнищ загоряння або задимлення на об'єкті та іншу інформацію і матеріали, необхідні для виконання своїх функціональних обов'язків.

Відповідальний за пожежну безпеку має право відстороняти від виконання своїх функціональних обов'язків тих співробітників, які не пройшли інструктаж з охорони праці або в ході його показали низькі знання норм і правил пожежної безпеки, і здійснювати інші дії, спрямовані на забезпечення безпеки праці на об'єкті.

До вторинних проявів небезпечних факторів пожежі, які впливають на людей і матеріальні цінності, відносяться:

осколки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій;
радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, що вийшли із зруйнованих апаратів і установок;

електричний струм, що виник в результаті винесення високої напруги на струмопровідні частини конструкцій, апаратів, агрегатів;

небезпечні фактори вибуху по ГОСТ 12.1.010, події внаслідок пожежі;
вогнегасячі речовини.

Запобігання пожежі повинне досягатися запобіганням утворення горючого середовища і (або) запобіганням утворення в займистому середовищі (або внесення до неї) джерел запалювання [26].

ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ					Арк.
					58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для дотримання Правил пожежної безпеки компанія повинна зробити наступне:

Зареєструвати декларацію про початок робіт в органах пожежного нагляду.

Розподілити завдання в галузі пожежної безпеки серед менеджерів.

Провести тренінг для менеджерів в спеціалізованому навчальному центрі.

Забезпечити будівлі компанії необхідною кількістю вогнегасників.

Проводити тренінги серед персоналу за процедурою евакуації.

Попередження утворення горючого середовища повинно забезпечуватися одним з наступних способів або їх комбінацій:

максимально можливим застосуванням негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів;

максимально можливим за умовами технології і будівництва обмеженням маси і (або) обсягу горючих речовин, матеріалів і найбільш безпечним способом їх розміщення;

ізоляцією горючого середовища (застосуванням ізольованих відсіків, камер, кабін і т.п.);

підтриманням безпечної концентрації середовища відповідно до норм і правил та іншими нормативно-технічними, нормативними документами та правилами безпеки;

достатньою концентрацією флегматизатора в повітрі захищеного об'єму (його складової частини);

підтриманням температури і тиску середовища, при яких поширення полум'я виключається;

максимальною механізацією і автоматизацією технологічних процесів, пов'язаних з обігом горючих речовин;

установкою пожежонебезпечного устаткування по можливості в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках;

застосуванням пристроїв захисту виробничого обладнання з горючими речовинами від пошкоджень та аварій, установкою відключають, що відтинають і інших пристроїв.

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

Запобігання утворенню в займистому середовищі джерел запалювання має досягатися застосуванням одного з наступних способів або їх комбінацією:

застосуванням машин, механізмів, устаткування, пристроїв, при експлуатації яких не утворюються джерела запалювання;

застосуванням електрообладнання, відповідної пожежонебезпечної і вибухонебезпечної зон, групи і категорії вибухонебезпечної суміші відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок;

застосуванням в конструкції швидкодіючих засобів захисного відключення можливих джерел запалювання;

застосуванням технологічного процесу і обладнання, які відповідають вимогам електростатичної іскробезпеки згідно з ГОСТ 12.1.018;

пристроєм блискавкозахисту будівель, споруд і обладнання;

підтриманням температури нагріву поверхні машин, механізмів, устаткування, пристроїв, речовин і матеріалів, які можуть увійти в контакт з горючим середовищем, нижче гранично допустимої, що становить 80% найменшої температури самозаймання пального;

застосуванням неіскристого інструменту при роботі з легкозаймистими рідинами і горючими газами;

ліквідацією умов для теплового, хімічного та (або) мікробіологічного самозаймання звертаються речовин, матеріалів, виробів і конструкцій.

5.1.3. Електробезпека

В електротехнічних виробках можуть використовуватися:

ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, подвійна, посилена);

безпечне наднизька напруга в електричних ланцюгах;

елементи для здійснення захисного заземлення металевих неструмоведучих частин виробів, які можуть опинитися під напругою (при порушенні ізоляції, режиму роботи виробу і т.п.);

елементи, що відключають виріб від мережі, коли доступні дотику частини виробу виявляються під напругою, в тому числі і грозових розрядів;

оболонки для запобігання можливості випадкового дотику до струмоведучих, рухомих, що нагрівається частин виробу;

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

блокування для запобігання помилкових дій і операцій;
екрани та інші засоби захисту від шкідливого та небезпечного впливу електромагнітних полів, теплового, оптичного і рентгенівського випромінювання, а також від струмів наведення і статичної електрики;
засоби видалення утворених в процесі експлуатації небезпечних і шкідливих речовин;
елементи, призначені для контролю ізоляції і сигналізації при її пошкодженні, а також для відключення виробу при зменшенні опору ізоляції нижче допустимого рівня;
попереджувальні написи, знаки, забарвлення в сигнальні кольори та інші засоби сигналізації про небезпеку (тільки в поєднанні з іншими заходами забезпечення безпеки);
виконання вимог ергономіки [27].

5.2. Охорона навколишнього середовища

Охорона праці і техніка безпеки є важливою складовою будь-якого підприємства, визначаючи людини як головну цінність, адже його безпеку і хороше здоров'я дозволяють зробити виробничий процес більш чітким, що підвищить рентабельність самої компанії.

Правильно організована система охорони праці дисциплінує самого працівника і, як наслідок, веде до підвищення продуктивності роботи.

Міжнародний досвід показує, що організація діяльності без дотримання охорони праці та техніки безпеки, веде до зниження економічної ефективності компанії і не може бути підставою для стійкої стратегії її розвитку.

В даний час ключовим напрямком є розвиток культури безпеки праці всього персоналу, а також розвиток такої важливої якості для керівників, як лідерство і прихильність питань безпеки. Для цього розроблено спеціальну програму ініціатив з охорони праці, яка реалізується в усіх бізнес - блоках.

Робота над підвищенням безпеки праці на виробництві, з одного боку, спрямована на те, щоб убезпечити співробітників. З іншого – не допустити

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

виникнення надзвичайної ситуації. І тут використовуються всі можливості – від впровадження нових стандартів з техніки безпеки до впровадження мотиваційних інструментів за дотримання правил.

Споживачі води розрізняються за кількісним критерієм залежно від різних цілей використання, причому при максимальному споживанні води часто потрібна незалежна обробки з метою повного видалення запаху і смаку і забезпечення однорідних параметрів.

При переробці дуже великих обсягів матеріалів виникає проблема потенційного утворення значної кількості твердих відходів на стадії виробництва.

Незважаючи на істотну відмінність окремих видів виробництва, підходи для запобігання і контролю забруднення мають багато спільного.

5.2.1. Контроль забруднення води

Харчова промисловість характеризується утворенням великої кількості відходів на попередній стадії до початку основної переробки у вигляді розчинних органічних речовин. Навіть на невеликих сезонних підприємствах обсяг відходів сягає обсягів відповідних населенню чисельністю від 15000 до 20000 чоловік, тоді як на великих заводах обсяг відходів еквівалентний діяльності населення чисельністю чверть мільйона осіб. Якщо кількість відходів, що виділяються з парою або водою, не велика, а обсяг органічних відходів величезний, то органічні відходи пов'язують розчинений кисень і перетворюються в стабільні сполуки. Ці відходи можуть забруднювати або призводити до псування водойм за рахунок зменшення концентрації розчиненого кисню до величини нижче необхідної для існування звичайних водних організмів. У більшості випадків відходи харчової промисловості піддаються біологічному обробленню.

Концентрація водних відходів значно змінюється для різних заводів в залежності від технологічних процесів і характеристик сировини. З економічної точки зору доцільно переробляти концентровані відходи малого обсягу, а не великі обсяги розбавлених відходів. З цієї причини відходи характеризуються високою біохімічної потребою в кисні. Ці відходи необхідно укладати в

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

контейнери і направляти для подальшої утилізації на заводи переробки побічних продуктів.

Слід звертати особливу увагу на відходи з високим значенням рН, оскільки останні можуть впливати на біологічну обробку. Для нейтралізації можливо поєднувати кислотні та лужні відходи, а, при можливості, використовувати відходи сусідніх виробництв, що також економічним доцільно [28].

Таблиця 5.2. Характеристика стічних вод підприємства

Найменування показника якості стічних вод	Показники якості стічних вод до очищення	Показники якості стічних вод після очищення
Температура, °С	до 40	-
рН середовища	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
БПКполн м /л	до 500	до 3
ГПК, мг/л	до 700	0
Вміст, мг/л	не більше	не більше
зависів	500	3,25
щільного залишку	1500	100
нафтопродуктів	7	0,05
СПАР	5	0,07
жирів	50	0
заліза	5	0,1
цинку	1,0	0,01
міді	0,5	0,001
нікелю	0,5	0,01
хрома ³⁺	2,5	0,005
хрома ⁶⁺	0,1	0,001
марганцю	30	0,01
свинцю	0,1	0,01
кадмію	0,1	0,005
фенолу	3,0	0,001
азоту амонійного	19	0,5
нітритів	-	0,08
нітратів	-	2,275
хлоридів	350	75
сульфатів	500	100
сульфітів	1,5	відсутність
фосфатів	6,8	0,25
фторидів	1,5	0,05

На першій стадії переробки рідкі відходи харчової промисловості зазвичай проціджують через решітку і відстоюють. Отримані таким чином тверді відходи викидають або використовують в поєднанні з іншими твердими відходами за програмою відновлення побічних продуктів.

Обробка водних відходів може включати різні фізичні, хімічні та біологічні методи. Оскільки вторинна переробка вимагає великих витрат, доцільно максимально використовувати всі можливості первинної обробки.

Первинна обробка включає такі процеси, як осадження і механічне відстоювання, фільтрація (на одному, двох або на наборі фільтрів), флокуляція, флоатація, іонообмінна обробка з поділом на центрифугі, зворотний осмос, поглинання на вугіллі і хімічне осадження. Устаткування для відстоювання змінюється від простих відстійних резервуарів до складних фільтрів, створених з урахуванням конкретних характеристик відходів. Залежно від конкретного виду відходів можна використовувати різні методи або комбінацію методів.

Інші широко використовуються вторинні методи включають біохімічну очистку стічних вод, аеробні біофільтри, іригацію при розбризкуванні, а також використання ряду басейнів і лагун. Якщо глибина басейнів не відповідає необхідним нормам, виникає неприємний запах. Усунення запаху анаеробних процесів досягається за рахунок фільтрації через ґрунт, при якій можуть окислюватися викликають неприємні запахи полярні гази.

5.2.2. Контроль забруднення повітря

Забруднення повітряного середовища відходами харчової промисловості швидше відноситься до виникнення неприємного запаху, ніж до виділення шкідливих речовин. Для запобігання поширенню неприємного запаху такі об'єкти розташовуються в спеціально відведених місцях. В окремих випадках для усунення запаху застосовують абсорбери або скрубери.

У харчовій промисловості велика увага приділяється витоку аміаку з системи охолодження. Аміак подразнює очі і дихальну систему, а в разі значного витоку в навколишнє середовище може знадобитися евакуація населення. Для контролю витоку необхідно розробити план дій і аварійних заходів.

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

Якщо при виробництві харчових продуктів застосовуються розчинники, пари цих розчинників можуть потрапити в атмосферу. В якості методу контролю найдоцільніше використовувати замкнуті системи або рециркуляцію розчинників. У ряді виробництв використовується сірчана та інші кислоти, які можуть виділяти оксиди сірки та інші шкідливі речовини в атмосферу. Для контролю виділення цих речовин слід використовувати скрубери [28].

Таблиця 5.3. Показники якості повітря робочої зони

Леткі речовини	ГДК, мкг/м ³		Порог запаху
	До очищення	Після очищення	
Сірководень	8000	8	14
Аміак	20000	40	32000
Метилмеркаптан	800	0,009	0,4
Диметилсульфід	50000	80	2,5
Оцтова кислота	5000	60	2500
Пропіонова кислота	2000	15	61000
Масляна кислота	10000	10	400

5.2.3. Контроль твердих відходів

Обсяг твердих відходів може бути досить значним і становити від 15 до 30% всього обсягу переробки. За рахунок ізоляції твердих відходів можна знизити концентрацію розчинених у воді органічних речовин водних відходів. Висушені тверді відходи можна використовувати в умовах переробки побічних продуктів, як корм або паливо.

З точки зору отримання прибутку утилізація побічних продуктів дозволяє знизити витрати на обробку відходів, а також значно зменшити вартість кінцевого продукту. Вартість твердих відходів слід визначати з точки зору їх використання для корму тваринам і в якості добрива для рослин. Великої уваги набуває розвиток ринку побічних продуктів або виробництво компосту в умовах переробки твердих органічних відходів в нешкідливий гумус [28].

5.2.4. Рециркуляція води і зниження об'єму відходів

Залежність промислової переробки харчових продуктів від води обумовлює розвиток програм економії і їх повторного використання, особливо в місцях з нестачею останньої. У тих випадках, коли допускається використання

води зниженої якості, отриманої без біологічної обробки, повторне використання може істотно знизити як споживання води, так і виділення відходів. При цьому вдається уникнути застосування будь-яких видів анаеробного зброджування, оскільки таким чином усувається вплив корозійноактивних, неприємно пахнучих продуктів розкладання на обладнання, робоче середовище або якість продукту. Зростання числа бактерій можна контролювати за рахунок дезінфекції та зміни умов навколишнього середовища, наприклад рН і температури.

Методи економії води і методи запобігання утворенню відходів включають використання форсунок високого тиску для виконання операцій очищення, усунення надмірної витрати на операціях промивання і просочення, заміну гідротранспорту механічними конвеєрами, використання автоматичних клапанів відключення води, відділення операції охолодження водою від загального потоку водних відходів і рециркуляція води для охолодження.

Величину забруднення на переробних заводах можна знизити за рахунок удосконалення технології [28].

5.2.5. Збереження енергії

В міру ускладнення технології переробки харчових продуктів збільшується споживання енергії. Енергія необхідна для роботи різного обладнання, як наприклад, газових печей, сушок, парових бойлерів, електричних двигунів, холодильників, а також для нагрівання, вентиляції та кондиціонування повітря.

У міру зростання вартості енергії з метою збереження енергії, а також дослідження можливості використання альтернативних джерел енергії на різних операціях переробки харчових продуктів, наприклад при дегідратації харчових продуктів і нагріванні води починають встановлювати енергозберігаюче обладнання. Збереження енергії, мінімізація утворення відходів і економія води є взаємопідтримуючими видами технічної стратегії [29].

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

ВИСНОВКИ

1. Проведено літературний пошук інформації стосовно технології отримання, властивостей та застосування малеїнової кислоти.
2. Обгрунтовано вибір сировини і допоміжних матеріалів.
3. Обрано технологію отримання малеїнової кислоти гідролізом малеїнового ангідриду при очищенні кристалізацією і центрифугуванням та випарювання одержаного розчину до вологості 21,5% і наступного висушування кристалів до вологості 1,5%. Малеїнова кислота, отримана за запропонованою технологією, характеризується ступенем чистоти 98,5 %.
4. Складено принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва малеїнової кислоти. Детально розглянуті всі стадії процесу. Виконано креслення загального вигляду барабанної сушарки за розрахованими габаритними розмірами: довжина 2,7 м, діаметр 0,6 м.
5. Проведено розрахунки матеріального балансу стадій виробництва малеїнової кислоти, техніко-економічні розрахунки, виконано розділи з контролю якості продукції, охороно праці та екологічної безпеки виробництва.

					ННІХТ.ЗХТ-5-3.021. 161.009.КР.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розраб</i>		Ковальчук І.С.			ВИСНОВКИ			
<i>Пров</i>		Ковальова С.О.					67	70
<i>Н. Контр.</i>		Подобій О.В.						
<i>Затв.</i>		Носенко Т.Т.						
						НУХТ, каф. ТЖХТ		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Малейновая кислота (цис-этилен-1,2-дикарбоновая кислота). Аквилон. хроматографія. URL: <http://www.prochrom.ru/ru/view/?info=vesh&id=84>.
2. Плахотін В.Я., Тюрікова І.С., Хомич Г.П. Теоретичні основи технології харчових виробництв: навчальний посібник. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 640 с.
3. Малейновая кислота. Реахим. Больше чем химия. URL: https://www.reachem.ru/catalog/m/maleinovaja_kislota/.
4. Малейновая кислота. Википедия. Свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Малейновая_кислота.
5. Губницкий Л.С., Яковлева В.И., Арен А.К. Современные микробиологические способы получения некоторых органических кислот. Прикладная биохимия и микробиология, 1981. Т. 17, С. 797-805с.
6. Садыков А.М. Интенсификация и оптимизация ионообменной технологии некоторых кислот из их солей: Автореферат дис. кандидата технических наук. Институт теоретических проблем химической технологии, Баку, 1990. 15 с.
7. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: научные принципы и практические решения. Пищевая промышленность, 2010. № 4. С.20-24.
8. Krapcho, A. P. Recent Synthetic Applications of the Dealkoxycarbonylation Reaction / A. P. Krapcho // ARKIVOC. – 2007. – Vol. 2007. – P. 1-120.
9. Сунагатуллина, А. Ш. Синтез низкомолекулярных биорегуляторов и их предшественников на основе (E)- и (Z)-изомеров 1,3-дихлорпропена: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.03 / Сунагатуллина Алиса Шамилевна. Уфа, 2013. 150 с. URL: <https://rusoil.net/files/1006/BorisovaUG/Диссертация%20Борисовой%20Ю.Г.pdf>.

					ННІХТ.ЗХТ-5-3.021. 161.010.КР.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розраб</i>		Ковальчук І.С.			<i>Літера</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Пров</i>		Ковальова С.О.				68	70
<i>Н. Контр.</i>		Подобій О.В.			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
<i>Затв.</i>		Носенко Т.Т.					

10. Ангідрид малеїновий (чда). ХімікСам. URL: <http://himiksam.com.ua/uk/хімічна-сировина,-хімреактиви-і-реагенти/хімічні-реагенти-та-реагенти/a-110/ангідрид-малеїновий-чда>.

11. Дистильована вода. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Дистильована_вода.

12. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології для студентів напряму підготовки 6.051301 «Хімічна технологія» денної форми навчання [Електронний ресурс] / уклад.: О.Г. Макаренко, І.В. Житнецький. К.: НУХТ, 2015. 21 с.

13. Реактор для синтеза Monowave 50. Donau Lab Ukraine. URL: <https://dlu.com.ua/Реактор-для-синтеза-Monowave-50>.

14. Центрифуги осаджувальні, фільтруючі і комбіновані з шнекової вивантаженням осаду. URL: <http://snpo.ua/uk/produktsiya/tsentrifugi/tsentrifugi-osadzhuvalni-filtruyuchi-i-kombinovani-z-shnekovoyi-vivantazhennyam-osadu/>.

15. Барабанная сушилка ТМ «Green Bull». URL: http://tmgreenbull.com.ua/ru/produkty/barabannaya_sushilka.html.

16. Выпарные аппараты с рекомпрессией водяного пара – энергосберегающая технология и оборудование (ЭСВА). URL: <http://zaobmt.com/index.php/articles/153-vacuum-evaporator-article.html>.

17. Кристалізатор вертикальний з рухомою поверхнею теплообміну. ТеплоCom Energy Saving Solutions. URL: <https://www.teplocom.ua/kristalizator-vertikalnij-z-rukhomoiu-poverkhneiu-teploobminu>.

18. Расчет материальных и тепловых балансов пищевых производств : электронное учеб.-метод. пособие к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 1-48 02 01 «Биотехнология» / Р. М. Маркевич, Т. И. Ахрамович, О. В. Остроух. – Минск : БГТУ, 2015. – 192 с.

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

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						69

20. Класифікація витрат на виробництво. ПОДАТКИ & БУХОБЛІК, квітень, 2016. № 32. URL: <https://i.factor.ua/ukr/journals/nibu/2016/april/issue-32/article-17159.html>.

21. Maleic acid. Compound Summary. Pub. Chem. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Malic-acid>.

22. Малейновою кислота. ICSC1085 URL: <https://www.safework.ru/content/cards/RUS1085.HTM>.

23. Дубініна А.А., Малюк Л.П., Селютіна Г.А., Шапорова Т.М., Кононенко Л.В., Науменко В.А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення. К.: ВД «Професіонал», 2007. 384 с.

24. Пономарьов П.Х., Сирохман І.В. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини: Навчальний посібник. К.: Лібра, 1999. 272 с.

25. Некос А.Н., Дудурич В.М. Экология и проблемы безопасности товаров народного потребления: Учебное пособие. Изд. 2-е, перер. и допол. / Под общ. ред. В.Е. Некоса. Х.: ХНУ, 2007. 380 с.

26. Пожежна безпека на підприємстві. Небезпека виникнення пожеж на підприємствах. Охорона праці і пожежна безпека. URL: <https://oppb.com.ua/news/pozhezhna-bezpeka-na-pidpryyemstvi-nebezpeka-vynyknennya-pozhezh-na-pidpryyemstvah>.

27. Електробезпека: створюємо безпечні умови праці. Служба охорони праці. URL: <https://www.sop.com.ua/article/245-qqq-11-m11-15-11-2011-elektrobezpeka-stvoryumo-bezpechn-umovi-prats>.

28. Навколишнє середовище. Методологічні пояснення. Ukrststgov.ua. URL: http://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/ns_rik/ns_u/ns_met.html.

29. Виробництво та розподіл енергії в Україні. Державна підтримка українського експорту. URL: <http://www.ukrexport.gov.ua/ukr/prom/ukr/20.html>.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						70