

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

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

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

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

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми Хімічна технологія

На тему: Удосконалення технології виробництва полісорбату 80 E433

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 15 (16)

Кобилко Оксана Олександрівна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник: Романова Олеся Олександрівна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (підпис)

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

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

Здобувач \_\_\_\_\_

(підпис)



6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	06.05.2020р.	01.06.2020р .

7. Дата видачі завдання 5.05.2020 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Вступ	05.05.2020р.	
1.	Аналітичний огляд науково-технічної літератури	06.05-11.05.2020р.	
2.	Технологічна частина. Розрахунок матеріального балансу отримання сульфату алюмінію	12.05-25.05.2020р.	
3.	Техніко-економічне обґрунтування	26.05-27.05.2020р.	
4.	Організація контролю якості продукції	28.05.2020р.	
5.	Екологічна частина та охорона праці	29.05.2020р.	
6.	Висновки	01.06.2020р.	
7.	Список використаної літератури. Реферат	15.05-25.05.2020р.	
8.	Графічна частина проекту. Принципова технологічна схема	12.05-19.05.2020р.	
9.	Графічна частина проекту. Апаратурно-технологічна схема	20.05-27.05.2020р.	
10.	Графічна частина проекту. Креслення апарату (загальний вигляд)	28.05-01.06.2020р.	
11.	Передзахист, перевірка на академплагіат, рецензування ДП	03.06.2020р.-15.06.2020р.	

Здобувач \_\_\_\_\_ **Кобилко О.О.**  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) \_\_\_\_\_ **Романова О.О.**  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 79 С., 11 РИС., 16 ТАБЛ., 33 ДЖЕРЕЛ.

**Об'єкт дослідження** – харчова добавка полісорбат 80 E433.

**Предмет дослідження** - технологія виробництва полісорбату 80

**Мета роботи** – удосконалення технології виробництва полісорбату 80, а саме додавання стадії отримання сорбітан моноолеату для отримання більш чистого продукту.

У звіті представлений опис основних фізико-хімічних властивостей полісорбату 80, сфери застосування та існуючі технології його виробництва.

Проаналізовано сировинну базу, розроблено принципово- технологічну та апаратурно-технологічну схему виробництва полісорбату 80, проведено розрахунок матеріального балансу, теплового балансу та розраховано реактор з рамною мішалкою.

В дипломному проєкті розрахована економічна ефективність виробництва полісорбату 80, описано вимоги та методи оцінки якості, та проведено аналіз впливу на навколишнє середовище.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ПОЛІСОРБАТ 80, E 433, ЕМУЛЬГАТОР, ХАРЧОВА ДОБАВКА, ТЕХНОЛОГІЯ, РОЗРАХУНКИ.

## **ABSTRACT**

**EXPLANATORY NOTE: 79 S., 11 FIG., 16 TABLES, 33 SOURCES.**

The object of study - food additive polysorbate 80 E433.

The subject of research - polysorbate production technology 80

The purpose of the work is to improve the technology of production of polysorbate 80, namely the addition of the stage of obtaining sorbitan monooleate to obtain a cleaner product.

The report presents a description of the main physicochemical properties of polysorbate 80, applications and existing technologies for its production.

The raw material base is analyzed, the principle-technological and hardware-technological scheme of polysorbate production 80, carried out calculation of material balance, heat balance and calculated reactor with frame stirrer.

The diploma project calculates the economic efficiency of production polysorbate 80, describes the requirements and methods of quality assessment, and analysis impact on the environment.

**KEYWORDS: POLYSORBATE 80, E 433, EMULSIFIER, FOOD ADDITION, TECHNOLOGY, CALCULATIONS.**

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ... 7	7
1.1. Полісорбат 80 - як харчова добавка E433.....	7
1.2. Фізико-хімічні властивості .....	10
1.3. Области застосування полісорбат 80 .....	12
1.4. Користь та шкода добавки E 433 .....	14
1.5. Методи аналізу полісорбату 80.....	14
1.6. Методи отримання полісорбату 80 та шляхи удосконалення технології .20	20
1.7. Висновок розділ 1.....	23
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	24
2.1. Характеристика вихідної сировини.....	24
2.2. Опис принципово-технологічної схеми.....	27
2.3. Розрахунок матеріального балансу .....	29
2.4. Розрахунок теплового балансу .....	38
2.5. Підбір основного технологічного обладнання.....	39
2.6. Розрахунок рамної мішалки .....	40
2.7. Опис апаратурно-технологічної схеми .....	43
2.8. Висновок розділ 2.....	45
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	46
3.1. Розрахунок економічної ефективності.....	46
3.2. Висновок розділ 3.....	53

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.003.ДП.ПЗ</i>						
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>							
<i>Розроб.</i>		<i>Кобилко О.О.</i>			<i>ЗМІСТ</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Романова О.О.</i>									
<i>Реценз.</i>		<i>Іщенко В.М.</i>									
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>									
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>									
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;"><i>Літ.</i></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><i>Арк.</i></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><i>Аркушів</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">79</td> </tr> </table>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		3	79
<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>									
	3	79									
<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>											

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ .....	54
4.1. Контроль якості продукції.....	54
4.2. Технічні характеристики полісорбату 80.....	55
4.3. Методи визначення якості полісорбату 80 .....	56
4.4. Висновок розділ 4.....	60
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	61
5.1. Охорона праці.....	61
5.2. Пожежна безпека.....	64
5.3. Екологія підприємства .....	67
ВИСНОВОК.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	76

					<i>ЗМІСТ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## ВСТУП

Харчова добавка E433, більше відома як Полісорбат 80, відноситься до класу поверхнево-активних речовин і емульгаторів, отриманих з поліетоксильованих сорбіту і олеїнової кислоти. За своїми фізичними властивостями полісорбат 80 являє собою в'язку водорозчинну рідину янтарно-жовтого кольору. Також добавка E 433 добре розчиняється в спирті. Хімічна формула добавки E 433:  $C_{64}H_{124}O_{26}$ . Ця речовина складається з суміші неповних складних ефірів сорбіту, його моно- і диангидридів і харчової олеїнової кислоти [1].

Сучасна харчова промисловість застосовує багато різноманітних способів поліпшення якості харчових продуктів та удосконалення технологічних процесів, але, найбільш економічно вигідним і легким у застосуванні залишається використання харчових добавок [2].

**Мета роботи** – удосконалення технології виробництва полісорбату 80, а саме додавання стадії отримання сорбітан моноолеату для отримання більш чистого продукту.

**Об'єкт дослідження** – харчова добавка полісорбат 80 E433.

**Предмет дослідження** - технологія виробництва полісорбату 80

**Завдання на виконання роботи:**

- зробити пошук, аналіз та огляд літератури для особливо детального вивчення фізико – хімічних властивостей полісорбату 80, сфери використання цієї харчової добавки, зокрема у харчовій та косметичній промисловості;

- удосконалити методами отримання добавки;

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.005.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Кобилко О.О.</i>			<i>ВСТУП</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Романова О.О.</i>					5	79
<i>Реценз.</i>		<i>Іщенко В.М.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

- підібрати обладнання для побудови апаратурно-технологічної схеми;
- удосканалити принципово-технологічну та апаратурно-технологічну схеми виробництва полісорбату 80;
- розрахувати матеріальний, тепловий баланс її виробництва;
- розрахувати та навести апарат;
- а також розрахувати економічну ефективність виробництва добавки;
- навести контроль якості продукту;
- проаналізувати вплив виробництва на навколишнє середовище;
- навести заходи з охорони праці на підприємстві.

**Апробація результатів:** Оксана Кобилко. Області застосування полісорбату 80 E433 / Оксана Кобилко, Олеся Романова // 86 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів, студентів "Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем людства у ХХІ столітті" – Київ, 2020. – (НУХТ). – (2). – С. 290.

					<i>ВСТУП</i>	Арк.
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1. Полісорбат 80 - як харчова добавка E433

Для створення та збереження необхідної структури при виробництві продуктів широко використовуються різноманітні структуроутворюючі харчові добавки: емульгатори, піноутворювачі, стабілізатори, драглеутворювачі, загусники, наповнювачі та інші.

До цієї групи відносяться харчові добавки, які мають властивості поверхнево-активних речовин, а тому вони здійснюють різноманітний вплив на структуру продуктів: забезпечують рівномірний розподіл фаз та запобігають їх розділенню, формують консистенцію, в'язкість, пластичність. Якщо основною метою внесення добавки є розподіл не змішуваних одна в одній рідині, її називають емульгатором; в разі розподілу газової фази в рідині або твердій фазі — піноутворювачем; твердої фази в рідині — стабілізатором суспензії. Якщо ж метою внесення добавки є попередження руйнації емульсії або піни - стабілізатором емульсії або піни. Найбільш чисельною групою є емульгатори, їх поділяють на натуральні, натуральні модифіковані та синтетичні.

Серед натуральних емульгаторів найбільше поширення мають лецитини і сапоніни. Лецитини (E322) є природною сумішшю різних фосфоліпідів.

До синтетичних емульгаторів відносяться моно- та дигліцериди жирних кислот, ефіри гліцерину, жирних та органічних кислот, амонійні солі фосфатиду, ефіри поліоксиетм-ленсорбітану, ефіри сорбітану, ефіри сахарози та жирних кислот, ефіри полігліцерину та жирних і рицинових кислот.

Ефіри поліоксиетиленсорбітану (E432—E436) відомі ще під назвами "Твіни 20...80" або "полісорбати". Вони також є поліфункціональними

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.007.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Кобилко О.О.</i>			<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Романова О.О.</i>					7	79
<i>Реценз.</i>		<i>Іщенко В.М.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

добавками. В залежності від продукту вони можуть бути емульгаторами, стабілізаторами, піноутворювачами, антиспінювачами тощо. Основною сферою їх використання є виробництво маргаринів, харчових жирів, жиророзчинних ароматизаторів, морозива, десертів, кондитерських виробів.

Полісорбати (твіни, естери поліоксіетиленсорбітану і жирних кислот) — серія частин естерів певної жирної кислоти і сорбіту та його ангідридів, кополімеризованих з приблизно 20, 5 або 4 молями етиленоксиду на 1 моль сорбітолу і його ангідриду. П. містять 20 одиниць оксіетилену і є гідрофільними неіонними ПАР, які широко використовують у виробництві ліків як сурфактанти, емульгувальні, солюбілізувальні, зволожувальні, диспергуючі/суспендууючі речовини. П. ввійшли до фармакопей Європи, Англії, США та інших країн. Їх хімічні назви внесені до CAS Registry, що вказані в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

**Хімічна назва деяких полісорбатів і їх номер у CAS-реєстрі**

№ поз.	Назва	Хімічна назва	Номер у CAS-реєстрі
1	2	3	4
1.	Полісорбат 20 (твін 20)	Поліоксіетилен 20 сорбітанмонолаурат	9005-64-5
2.	Полісорбат 40 (твін 40)	Поліоксіетилен 20 сорбітанмонопальмітат	9005-66-7
3.	Полісорбат 60 (твін 60)	Поліоксіетилен 20 сорбітанмоностеарат	9005-67-8
4.	Полісорбат 61 (твін 61)	Поліоксіетилен (4) сорбітанмоностеарат	9005-67-8

1	2	3	4
5.	Полісорбат 65 (твін 65)	Поліоксіетилен 20 сорбітантристеарат	9005-71-4
6.	Полісорбат 80 (твін 80)	Поліоксіетилен 20 сорбітанмоноолеат	9005-65-6

Кожен П. має низку синонімів, з них найбільш відомі (на прикладі П. 80) — твін, атлас, кремофор, ліпосорб та багато інших.

Змінюючи число залишків оксиду етилену в молекулі цих речовин, можна змінювати їх гідрофільні та ліпофільні властивості, одержуючи велику кількість похідних. Емпірична формула, мол. м. та консистенція деяких П. при 25 °С наведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

№ поз.	Назва	Емпірична формула	Мол. м.	n	Консистенція
1	2	3	4	5	6
1.	Полісорбат 20	$C_{58}H_{114}O_{26}$	1128	6	Рідкий
2.	Полісорбат 21	$C_{26}H_{50}O_{10}$	523	-	-
3.	Полісорбат 40	$C_{62}H_{122}O_{26}$	1284	6	Рідкий
4.	Полісорбат 60	$C_{64}H_{126}O_{26}$	1312	6	Рідкий
5.	Полісорбат 61	$C_{32}H_{62}O_{10}$	607	2	Твердий
6.	Полісорбат 65	$C_{100}H_{194}O_{25}$	1845	6	Твердий
7.	Полісорбат 80	$C_{64}H_{124}O_{26}$	1310	6	Рідкий

Полісорбати є стабільними до дії електролітів, слабких кислот і основ; часткове омилення відбувається з сильними кислотами і основами. Естери олеїнової кислоти чутливі до окиснення. Полісорбати є гігроскопічними продуктами і повинні перевірятися на вміст води і за необхідності підсушуватись. Тривале зберігання полісорбатів може призвести до утворення пероксидів [3].

## 1.2. Фізико-хімічні властивості

Добавка Е 433, більше відома як полісорбат 80.

Полісорбат 80 - неіоногенний емульгатор, солюбілізатор, диспергатор, поверхнево активна речовина. Згідно властивостями створює емульсії типу «масло у воді». Сировиною для виробництва полісорбату 80 служать олеїнова кислота (з рослинної олії), окис етилену і сорбіт. Він широко використовується для приготування широкого спектру продуктів в харчовій промисловості [4].

Група полісорбати (з індексом 20, 60, 80) зареєстрована як харчові добавки. Вони незамінні в таких індустріях як парфумерна, косметична та фармацевтична [5]. Твін-80 також може використовуватися разом з різними гідрофобними емульгаторами, рівень гідрофільно-ліпофільного балансу в яких є низьким. За допомогою препарату можна створювати емульсійні системи комбінацій масло у воді і вода в олії. Засіб дуже добре реагує при змішуванні з жирними спиртами [4].

За своїм зовнішнім виглядом і консистенцією полісорбат 80 в чистому вигляді нагадує мед: має жовто-оранжеве забарвлення і в'язку консистенцію. Але схожість, зрозуміло, чисто зовнішнє. Це синтетична харчова добавка, яку отримують в ході ряду складних хімічних реакцій, що протікають при температурі близько 200 °С. Вже самі ці цифри насторожують: натуральний продукт навряд чи може бути отриманий при таких умовах. Для чого ж запускається такий складний хімічний процес, і для чого потрібна добавка «Е433» [5]?

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

Одним з найбільш популярних методів застосування є додавання Твін-80 в жувальну гумку. Це дозволяє надати потрібної консистенції цього набору хімічних елементів. В цьому і є головне завдання Твін-80 - створювати потрібну консистенцію продукту, перешкоджати комкуванню.

Е 433 активно використовується в кондитерській промисловості. На сьогоднішній день при виробництві кондитерських виробів не можна обійтися без емульгаторів і стабілізаторів, які надають їм привабливу для споживача форму.

Не так давно на сайті Національної медичної бібліотеки США були опубліковані дані дослідників, які підтверджують той факт, що Е 433 може стати причиною хвороби Крона. Так в результатах дослідництва нічого більше не говориться ні про яку «безпечну дозу», так як Е 433 має свій характер накопичуватися в організмі. Для цього найкраще уникати використання різних рафінованих кондитерських виробів, каш і мережі швидкого приготування, які мають у своєму складі велику кількість Е 433 [6].

Основні фізико-хімічні властивості полісорбату 80:

- агрегатний стан речовини – рідка;
- колір - від світло-жовтого до темно-оранжевого;
- склад - суміш складних ефірів сорбіту і олеїнової кислоти, домішки (гліколі, залишки кислоти і розчинників);
- емпірична формула –  $C_{62}H_{120}O_{25}$ ;
- зовнішній вигляд - масляниста рідина;
- запах характерний, слабо виражений;
- розчинність - добре у воді і рослинних оліях, гірше в етанолі та інших органічних сполуках, розчиняється в нафтових маслах;
- нерозчинний – в мінеральних маслах, парафіні;
- вміст основної речовини 96,5-98 %;

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

- смак гіркуватий;
- температура горіння – 180 °С;
- густина 1,06-1,09 г/мл;
- висока термостійкість;
- стабільний в кислому середовищі;
- рН від 5 до 7;
- гідрофільно-ліпофільний баланс 15-15,6 [7,30].

### 1.3. Области застосування полісорбат 80

Полісорбат 80 широко використовується в різних галузях промисловості: харчовій, косметичній та фармацевтичній [7].

#### Харчова промисловість

Е 433, найменування добавки закріплене в ГОСТ 32770-2014 поліоксиетилен (20) сорбітан моноолеат.

Добавку Е 433 рідко використовують індивідуально. У комплексі з іншими ПАР входить до складу:

- фруктово-ягідного морозива;
- бізе, мармеладу, карамелі, зефіру і подібних виробів;
- замінників молока на основі рослинних жирів;
- супів швидкого приготування; кондитерських сухих сумішей для випічки [4].

У жирах для смаження полісорбат 80 застосовують як агент, що запобігає розбризкуванню. У безмолочних глазурях, кремах для торта, наповнювачах для еклерів на основі рослинних кулінарних жирів добавка Е 433 виступає піноутворювачем, що полегшує збивання продуктів [5].

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Косметична промисловість

Застосування полісорбату 80 в косметичних продуктах від 1 до 50%:

1) Гідрофільне масло: додають в підходяще за типом шкіри рідке базове масло від 5 до 10% (на 100 г масла - 5-10 г) полісорбату 80 і добре перемішують або збовтують;

2) Масла (в тому числі ароматичні) для ванни та душу: слідуючи попередньої інструкції, додають в суміш масел (або в одне) від 20 до 50% полісорбату 80 і улюблені ефірні масла від 5 до 20 крапель;

3) Масляні соляні або цукрові скраби для тіла: 45% цукру або морської солі (середнього помелу), 20% масла кокоса, 20% меленої кави, 15% полісорбату 80, від 5 до 10 крапель ефірного масла або ароматизатори.

Мала частина косметичних продуктів, де «працює» полісорбат 80:

1) шампунь - розчиняє шкірний жир, допомагає змивати його водою, утворює піну, хороший загущувач;

2) крем - забезпечує доставку поживних речовин, пов'язує аромату;

3) скраб - забезпечує ковзання, заспокоює після дратівної дії твердих частинок;

4) маска для обличчя і волосся - збільшує доступ поживних речовин, зволожує, стимулює ріст волосся;

5) помада, бальзам для губ - розчиняє колір, пом'якшує шкіру;

6) пінка, що очищає, молочко - організовує легке ковзання, розчиняє забруднення, забирає з водою, зволожує.

Поцінювачі натуральної косметики, миловари, не уявляють процес виготовлення гідрофільного мила без даного компонента. Отримується поживне масло, яке змиває будь-яку водостійку косметику, залишаючи шкіру чистою і зволоженою [5].

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

## Фармацевтична промисловість

Полісорбат 80 - це допоміжний засіб, який використовується для стабілізації водних рецептур ліків для парентерального введення та використовується як емульгатор для виготовлення популярного антиаритмічного аміодарону. Він також використовується як допоміжний засіб у деяких європейських та канадських вакцинах проти грипу [6].

### 1.4. Користь та шкода добавки E 433

Суперечки про вплив ПАР на організм людини тривають багато років. Полісорбітан 80 - надзвичайно активна штучна речовина, здатна накопичуватися в організмі. Дієтологи (доктор медичних наук М. Мухіна, її британські колеги) вважають його токсичним. Тривале вживання продуктів, що містять добавку, може спровокувати: розвиток гастриту, запальні процеси в печінці та нирках, ожиріння. Наукових підтверджень цьому немає, але дослідні роботи тривають [6].

В цілому добавка E 433 вважається безпечною за умови дотримання допустимої добової норми споживання 25 мг / кг маси тіла. Вона легко засвоюється організмом, не викликаючи побічних ефектів. Алергічні реакції проявляються при індивідуальній непереносимості .

Емульгатор E 433 безпечний з точки зору екології: це повністю біорозкладаний продукт. Добавка дозволена в Росії, Білорусії, США, країнах Євросоюзу, Австралії [7].

### 1.5. Методи аналізу полісорбату 80

Полісорбат 80 широко застосовується в фармацевтичних препаратах, косметиці, продуктах харчування як солюбілізатор, емульгатор та стабілізатор. Показано, що полісорбат 80 має типову структуру на рисунку 1.1, яка містить приблизно 20 груп поліоксиетилену (РОЕ) на молекулу. Однак власне синтетичний процес дає не лише бажані моноєфіри, а й деякі побічні продукти [8].

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

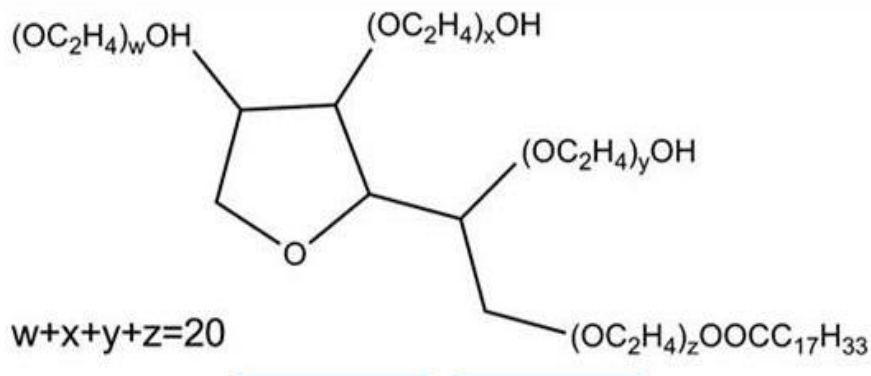


Рис. 1.1. Структура полісорбату 80

На рисунку 1.2 показаний процес синтезу полісорбату 80. У цьому процесі сорбіт спочатку зневоднюється, отримуючи ізомери моноангідридів сорбіту (сорбітани) або диангідриди сорбіту (іzosорбіди) у присутності каталізатора. Потім суміш сорбітанів та іzosорбідів етерифікували олеїною кислотою з подальшою полімеризацією оксидом етилену з отриманням полісорбату 80. Синтетичний процес передбачає, що полісорбат 80, в основному складається з моноолеату поліоксиетилену сорбітану (PSM), може містити інші проміжні продукти, такі як: поліоксиетилен іzosорбід моноолеат (PIM), поліоксиетилен сорбітан триолеат (PSTri), поліоксиетилен сорбітан тетраолеат (PSTetra), діолеати поліоксиетилену сорбітану (PSD), поліоксиетилен діолеат (PID), поліоксиетилен сорбіт (PIS). Всі можливі поліетоксильовані проміжні продукти, перелічені раніше, показані на рисунку 1.2.

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

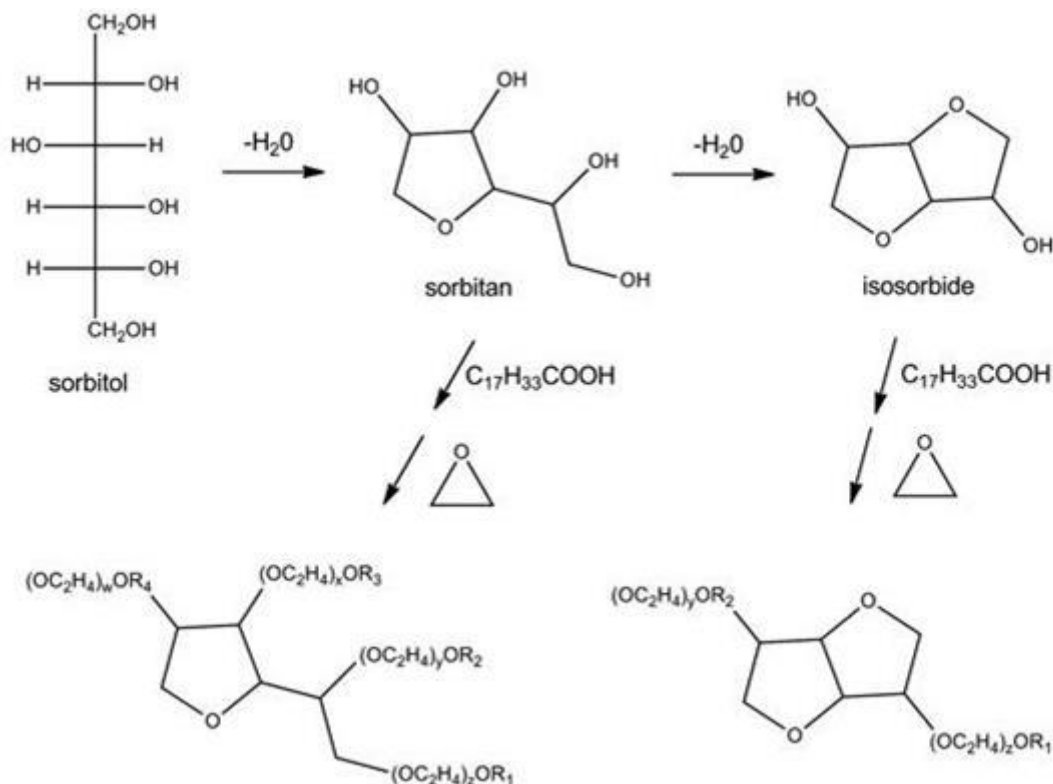


Рис. 1.2. Синтез полісорбату 80

Фізико-хімічна поведінка полісорбату помітно відрізняється від партії до партії через невідповідність синтетичних процесів. Однак дуже важливо знати точний склад препаратів полісорбату. Фізико-хімічні параметри полісорбату 80 ПАР, такі як: гідрофільно-ліпофільний баланс (HLB) або значення критичної концентрації міцелоутворення (СМС), залежить від його хімічного складу, керованого структурою ядра похідного сорбіту (тобто сорбітану та ізосорбіту), ступінь етерифікації, кількість груп поліоксиетилену та їх розподіл всередині молекули. Тому розробка аналітичного методу визначення загального хімічного складу в полісорбаті 80 була б чудовою підмогою для контролю якості синтетичного процесу та готового продукту.

Як макромолекулярні сполуки, полісорбати мають неоднорідну молекулярну структуру. Отже, аналіз їх хімічного складу ставить перед аналітиком багато проблем. У літературі описано кілька методів кількісного визначення неіонногенних ПАР. Грефф представив колориметричний метод, заснований на утворенні синього комплексу між кобальтотіоціанатом амонію та поліетоксильованим з'єднанням.

Однак недоліком цього способу було те, що непошкоджений полісорбат та частково зруйнований полісорбат не можна було розрізнити. Інша методика ґрунтувалася на кількісній оцінці вмісту жирної кислоти, що утворюється при гідролізі полісорбатів. Цей метод, однак, страждав від недостатньої вибірковості і міг лише демонструвати середній ступінь естерифікації та не диференціювати внутрішній хімічний склад полісорбатів. За допомогою використання високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) з різними детекторами було розроблено декілька прямих методів аналізу полісорбату 80, таких як детектування випарного розсіювання світла (ELSD), мас-спектрометрія (MS), детектування зарядженого аерозолу та виявлення розсіювання світла нуклеації конденсації (CNLSD).

Інші дослідники, не знаючи про можливе існування хімічних композицій, крім класичної структури, застосовували хроматографічні методи, що не дозволяють елюювати всю композицію. Полісорбат 80 - це фактично суміш моноєфіру поліоксиетиленового сорбіту та інших проміжних продуктів, які можна розділити хроматографічно. Також було представлено ВЕРХ-ультрафіолетовий (УФ) метод для виявлення полісорбату 80, але УФ-поглинання полісорбату було занадто слабким для виявлення полісорбату 80.

Вклад у відповідь хроматографічних піків насамперед можна віднести до його окислювальної деградації або домішки поліненасичених жирних кислот. Протонний ядерно-магнітний резонанс ( $^1\text{H}$  ЯМР) дозволяє швидко проаналізувати загальний склад полісорбату. Однак простий  $^1\text{H}$  ЯМР-експеримент не дозволяє визначити ступінь деградації. Масова спектрометрія за допомогою матричної десорбції / іонізації під час польоту (MALDI – TOF-MS) могла б забезпечити спосіб з'ясування складного молекулярного розподілу в рецептурах полісорбату, але полісорбат 80 не підходить для аналізу МС, оскільки PS, PSM, PSD, PSTri та PSTetra олігомери мають однакові молекулярні маси. Аналіз таких зразків є складним завданням. Поєднання високих можливостей розділення хроматографії та потужності МС як методу

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

ідентифікації та підтвердження пропонують практичне рішення.

ELSD можна використовувати для оптимізації умови поділу, а потім LC – MS можна використовувати для розділення та ідентифікації кожного піку при оптимальних хроматографічних умовах.

За допомогою цієї роботи можна розробити метод HPLC-ELSD-MS для одночасної ідентифікації хімічного складу полісорбату 80.

#### Робота методу LC – MS

Полісорбат 80 аналізували, використовуючи метод LC-MS наступним чином. Agilent 1100 ВЕРХ був встановлений колоною Eclipse XDB C18 (150 × 4,6 мм, 3,5 мкм, 100 Å, Agilent). Два мікролітри зразка (приблизно 100 мкг / мл у воді) вводили, використовуючи наступну програму мобільної фази: швидкість потоку 1 мл / хв при 20 ° С.

Рухома фаза А складалася з формату СНЗСН-вода-амоній (співвідношення 50: 50: 0,1, об / об) та мобільної фази В з ТГФ. Програму градієнта починали з 0 % В елюентів, і 40 хв застосовували до 80 % В. Потім колонку врівноважували початковими умовами за 10 хв до наступної ін'єкції. Застосовуючи сплітер, вбудований після стовпця, швидкість потоку рухомої фази була розділена (у співвідношенні 1: 4) на інструмент Agilent Ion Trap MSD (20% витрата), який працював у позитивному режимі іонізації електроспреями (ESI) з іоном температуру джерела встановлюють на 300 °С, сушильний і небулайзерний газ при швидкості потоку 8 л/хв і напругу голки на 4,5 кВ, а сканування проводили між 100 і 2200 АМ.

#### Результати і обговорення

##### LC-ELSD аналіз

На рисунку 1.3 показана хроматограма полісорбату 80, що подається свердловиною. Результати показують, що полісорбат 80 складається приблизно з семи різних видів (з маркуванням А – G) [9] .

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



стійкості розчинів для зразків протягом 24 год. Відносні стандартні відхилення (RSD) часу утримування та пікових площ типових піків використовувались для відображення точності, повторюваності та стабільності вибірки методів.

По результатах літературного огляду оптимізований метод HPLC – ELSD та HPLC – ESI-MS надає цінну інформацію для відділення та ідентифікації похідних сорбіту та ізосорбіду в полісорбаті 80. Цей простий та швидкий метод підтвердив, що полісорбат 80 є складною сумішшю полімерів, що містять групи поліоксиетилену. Тому метод може бути використаний для швидкого моніторингу синтетичного процесу полісорбату 80 та контролю його якості. Аналіз нового складу в полісорбаті 80 може сприяти прогнозуванню його фізико-хімічних властивостей та раціональному використанню. Однак абсолютний вміст кожного хімічного компонента в полісорбаті 80 неможливо було точно визначити через відсутність еталонних стандартів. Підготовка еталонних стандартів знаходиться в стадії подальшого дослідження [8,9].

#### **1.6. Методи отримання полісорбату 80 та шляхи удосконалення технології**

Отримання полісорбату 80 змішуванням моноолеату сорбіту та лужного каталізатора. Хімічний синтез починається зі змішування моноолеату сорбіту та лужного каталізатора (наприклад, гідроксиду калію) при підвищеній температурі ( $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) у вакуумі, а також додаванням 20 молей оксиду етилену на моль моноолеату сорбіту, підтримуючи температуру між  $120$  і  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$  і тиску між  $0,5$  і  $6$  бар. Потім суміш охолоджують до приблизно  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  і нейтралізують (гасять) додаванням кислоти (наприклад, оцтової кислоти). Залишкові виробничі домішки (тобто етиленоксид, 1,4-діоксан та вода) видаляють потоком азоту або пари та шляхом застосування вакууму. Потім суміш охолоджують до температури нижче  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  і фільтрують, отримуючи кінцевий продукт поліоксиетиленовий (20) сорбіт-моноолеат.

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

Для виробництва добавки Е 433 було обрано метод отримання полісорбату 80 змішуванням моноолеату та лужного каталізатора, оскільки цей метод є більш простим і економічно вигідним при підборі обладнання [11].

Удосконалення технології отримання полісорбату 80 є підвищення чистоти добавки, шляхом вироблення сорбітану моноолеату. За допомогою реакції естерифікації сорбіту, олеїнової кислоти та каталізатору.

Удосконалення проводиться за патентом Джордж Дж. Стокбургер отримання сорбітану моноолеату виконується таким шляхом:

Відомо, що складні ефіри сорбітану жирних кислот можуть бути отримані прямою реакцією сорбіту на основі катабітизованої основою жирної кислоти при підвищеній температурі. Такий процес використовується на комерційній основі і розкривається, наприклад, у патенті США. № 2322820 до Брауна. Приклад 3 цього патенту описує таку реакцію при 260 ° С. Коричневий також вчить, що продукти, що містять як гекситанові ефіри жирних кислот, так і ефіри гексиду, можуть утворюватися в присутності кислотного каталізатора або без каталізатора, заявляючи, що кислотні каталізатори мають тенденцію виробляти ефіри гексидів, тоді як лужні каталізатори, як правило, утворюють ефіри гекситанів. Браун вчить, що бажано, щоб гексагідричний спирт та ефір жирної кислоти змішувались та реагували в присутності один одного з самого початку, хоча розкрита альтернатива спочатку обробляти гексагідричним спиртом, щоб утворити внутрішній ефір (гекситан або гексид), а потім додавати жирна кислота для естерифікації.

Спосіб приготування ефіру сорбітану жирної кислоти або їх суміші, який включає реакцію ангідро сорбіту, що містить перевагу сорбітанів жирної кислоти в присутності лужного каталізатора при температурі від близько 180 °С до 215 °С, кількість зазначеного каталізатора, що не перевищує еквівалента приблизно 1% NaOH, виходячи з ваги продукту, тим самим утворюючи зазначений ефір сорбітану жирної кислоти або їх суміш.

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

Спосіб за п.1, в якому зазначеним лужним каталізатором є гідроксид натрію.

Спосіб за п. 1, в якому зазначений ангідро сорбіт реагує із зазначеною жирною кислотою при температурі в діапазоні від 190 °С до 210 °С.

Спосіб отримання ефіру сорбітану жирної кислоти або їх суміші, що включає:

(а) зневоднення сорбіту в присутності кислотного каталізатора для отримання ангідро сорбіту, що містить перевагу сорбітанів.

(б) взаємодія зазначеного ангідро сорбіту з жирною кислотою в присутності лужного каталізатора при температурі від приблизно 180 ° до приблизно 215 ° С, при цьому кількість зазначеного каталізатора не перевищує еквівалента приблизно 1% NaOH, виходячи з вагу продукту, утворюючи тим самим зазначений ефір сорбітану жирної кислоти або їх суміш.

- Спосіб за п. 4, в якому зазначеним лужним каталізатором є гідроксид натрію.

- Спосіб за п. 4, в якому зазначений ангідро сорбіт нагрівають згаданою жирною кислотою при температурі в діапазоні приблизно від 190 ° С до 210 ° С.

- Спосіб за п. 1, в якому зазначений ангідро сорбіт має гідроксильне значення в діапазоні приблизно від 1150 до 1400.

- Спосіб за п. 4, в якому зазначений ангідро сорбіт має гідроксильне значення в діапазоні приблизно від 1150 до 1400 [17].

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

## 1.7. Висновок розділ 1

За літературними даними, було опрацьовано склад полісорбату 80 добавки 433, охарактеризовано його фізико - хімічні властивості, описано існуючі методи отримання продукту.

Запропоновано удосконалення технології отримання полісорбату 80 за рахунок введенні додаткової стадії отримання сорбітан моноолеату, що сприятиме підвищенню чистоти та якості емульгатора.

Проаналізовано сфери застосування та визначено МДР і ДДН даної добавки у готовій продукції. Визначено позитивні та негативні аспекти використання даної добавки.

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

## РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Характеристика вихідної сировини

Сорбітан моноолеат - це рідина в'язкої маслянистої консистенції світло-жовтого кольору зі слабким специфічним запахом. Характеризується здатністю утворювати дисперсію при потрапляння в теплу воду. Також відрізняється хорошою розчинністю в теплих спиртах та рідких вуглеводнях при нерозчинності в холодній воді. Харчова добавка Е 494 застосовується в якості сполучного агента, стабілізатора і текстуратора. Нерідко сорбітан моноолеат використовується як загусник, оскільки має здатність змінювати величину поверхневого натягу різних середовищ. Однак куди частіше дана речовина можна зустрітися в складі безалкогольних напоїв, жувальної гумки, замінників молока і вершків, кондитерських виробів (включаючи начинки і глазур), харчових дріжджів, хлібобулочної продукції [12]. Хімічна формула сорбітан моноолеату наведена на рисунку 2.1.

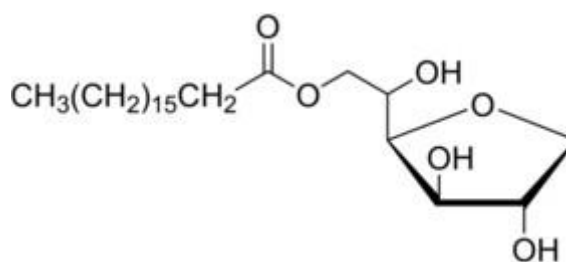


Рис. 2.1. Сорбітан моноолеат

Оксид етилену - органічна хімічна гетероциклічна речовина, хімічна формула  $C_2H_4O$ . При нормальних умовах - безбарвний газ з характерним солодкуватим запахом. Похідний етилену і являє собою найпростіший епоксид – тричленний гетероцикл, в кільцевій молекулі якого містяться один атом кисню і два атоми вуглецю [13].

Окис етилену - безбарвний газ (при 25 °С) або рухома рідина (при 0 °С) з

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.024.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Кобилко О.О.</i>			<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Романова О.О.</i>					24	79
<i>Консультант</i>		<i>Житнецький І.В.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

характерним ефірним солодкуватим запахом, відчутним при концентрації в повітрі понад 500 частин на мільйон . Добре розчиняється у воді, спирті, ефірі і багатьох інших органічних розчинниках . Температура кипіння: 10,7 °С; температура плавлення: - 111,3 °С; щільність рідкого окису етилену при температурі 10 °С щодо води при тій же температурі становить 0,8824. Завдяки особливостям молекулярної структури, окис етилену є вельми реакційно здібним з'єднанням і легко вступає в реакції з різними сполуками з розривом зв'язку С-О і розкриттям циклу [13,14]. Хімічна формула окису етилену наведена на рисунку 2.2.

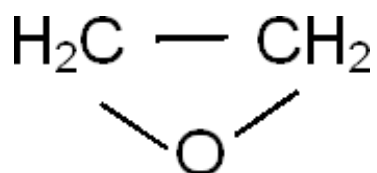


Рис. 2.2. Окис етилену

Гідроксид калію — неорганічна сполука ряду гідроксидів складу КОН. Білі, дуже гігроскопічні кристали, але гігроскопічність менша, ніж в гідроксиду натрію. Водні розчини КОН мають сильно лужну реакцію. Гідроксид отримують електролізом розчинів КСl. Речовина застосовуються у виробництві скла, рідкого мила, для одержання різних сполук калію. Гідроксид калію є білими, майже прозорими ромбічними кристалами, які легко поглинають вологу з повітря [15]. Хімічна формула гідроксиду калію наведена на рисунку 2.3.



Рис. 2.3. Гідроксид калію

Оцтова кислота — органічна сполука, одноосновна карбонова кислота складу CH<sub>3</sub>COOH. За звичайних умов є безбарвною рідиною із різким запахом.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.ум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

Температура плавлення чистої кислоти дещо нижча від кімнатної температури, при замерзанні вона перетворюється на безбарвні кристали — це дало їй технічне найменування льодяна оцтова кислота.

Взаємодіючи з металами, лугами та спиртами, оцтова кислота утворює ряд солей та естерів — ацетатів (етаноатів). Оцтова кислота за стандартного стану є безбарвною рідиною із різким запахом. При замерзанні, за температури 16,635 °С, вона перетворюється на прозорі кристали. Оцтова кислота необмежено змішується з водою, утворює значну кількість азеотропних сумішей із органічними розчинниками [16]. Хімічна формула оцтової кислоти наведена на рисунку 2.4.

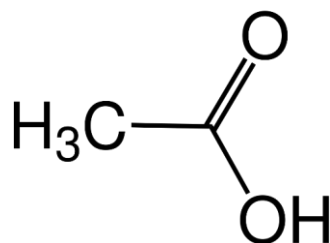


Рис. 2.4. Оцтова кислота

Ортофосфатна кислота, ортофосфорна кислота, фосфатна кислота — неорганічна сполука, кислота складу  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , яка утворює ряд солей ортофосфатів (фосфатів). За кімнатної температури є білою кристалічною речовиною, а при нагріванні до 42,35 °С перетворюється на безбарвну в'язку рідину [18]. Хімічна формула наведена на рисунку 2.5.

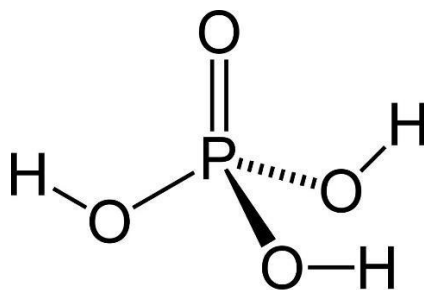


Рис. 2.5. Ортофосфатна кислота

## 2.2. Опис принципово-технологічної схеми

Принципово-технологічна схема виробництва полісорбату 80 наведена на рисунку 2.6.

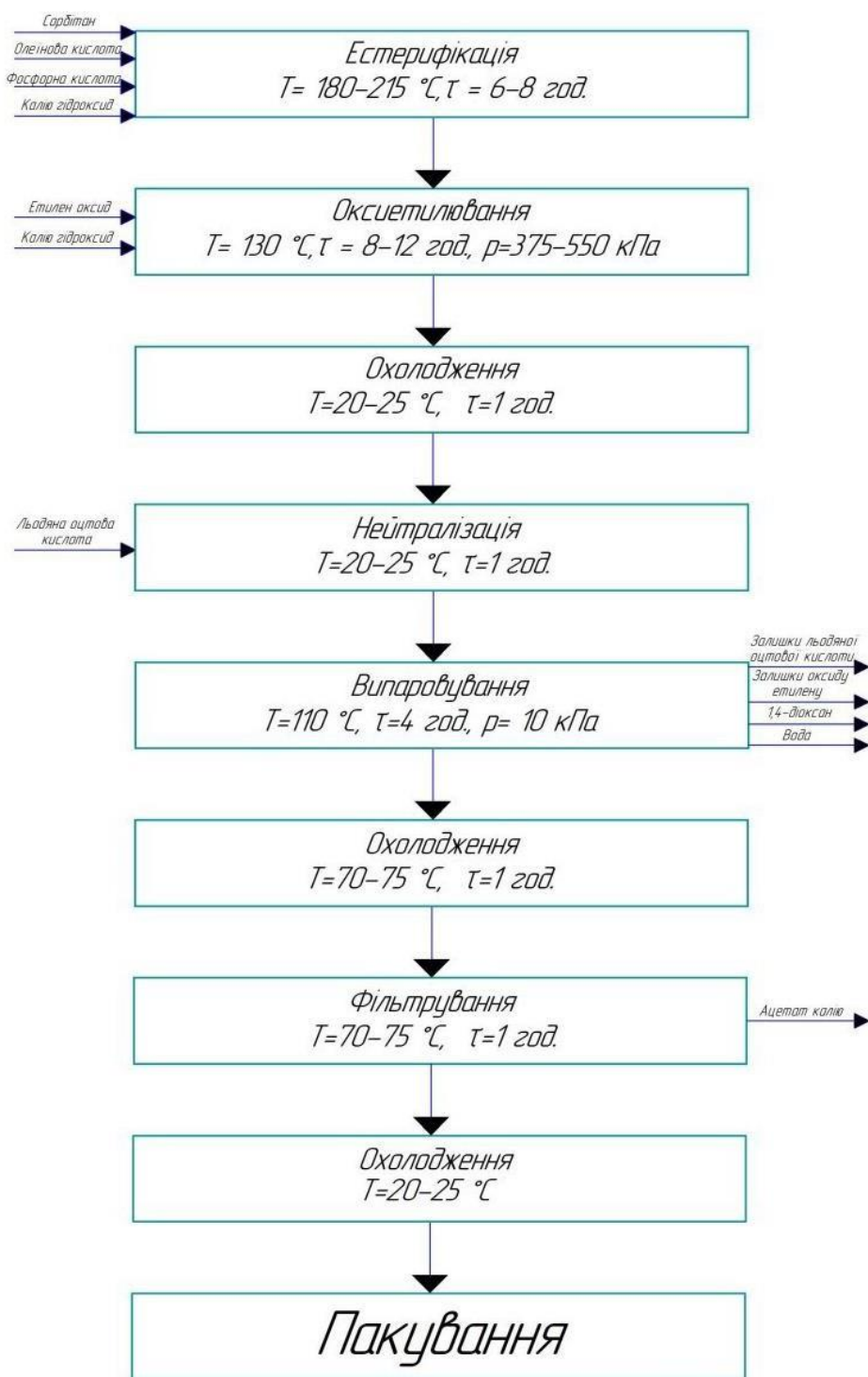


Рис. 2.6. Принципово-технологічна схема виробництва полісорбату 80

Перша стадія технологічного процесу отримання полісорбату 80 полягає в естерифікації сорбітану, олеїнової кислоти, фосфорної кислоти та калій гідроксиду. В результаті хімічних перетворень утворюється сорітан моноолеат,  $T=180-215\text{ }^{\circ}\text{C}$ , час процесу складає 6-8 год. Дана стадія є удосконаленням технологічного процесу в результаті якого, ми отримуємо добавку вищої чистоти.

Друга стадія оксиетилюванні сорбітан моноолеату у середовищі етилен оксиду в присутності каталізатора гідроксиду калію. Процес відбувається при  $T=130^{\circ}\text{C}$ , протягом 8-12 год.

На третій стадії добуванні добавки E433, продукт отриманий на стадії оксиетилювання, піддається охолодженню до  $T=20-25^{\circ}\text{C}$ , протягом однієї години, щоб попередити можливу небезпечну ситуацію, яка може виникнути під час наступної стадії при додаванні оцтової кислоти.

Четверта стадія - це процес нейтралізації. Під час цього процесу ми додаємо льодяну оцтову кислоту з надлишком в 10%, щоб нейтралізувати залишки гідроксиду калію, що був доданий на першій стадії процесу. Процес проходить при  $T=20-25^{\circ}\text{C}$  протягом однієї години.

П'ята стадія - це випаровування при температурі  $T=110^{\circ}$  і тиску  $p=10\text{кПа}$  протягом чотирьох годин. На даній стадії ми випарюємо залишки розчинника (оксиду етилену), льодяну оцтову кислоту, що залишилася після реакції нейтралізації, 1,4-діоксан (продукт, що утворився при змішуванні сорбітан моноолеату і етилен оксиду), воду (утворилася під час реакції нейтралізації).

Шоста стадія - це охолодження. Вона потрібна нам з наступною метою: занадто гарячий фільтрат не можна подавати у апарат для фільтрування, щоб запобігти зайвому пароутворенню та конденсації розчину, а також запобігти зайвим тепловтратам.

Сьома стадія – це фільтрування. Дана стадія потрібна нам для усунення домішок, які утворилися при попередніх процесах, таких як: ацетат калію.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Восьма стадія . Добавка Е 433 відправляється в збірник-охолоджувач для забезпечення оптимальної температури пакування.

І дев'ята стадія це пакування. Пакуємо готовий продукт.

### 2.3. Розрахунок матеріального балансу

Даний розрахунок проводиться на 100 кг/добу готового Твіну-80.

Для його виробництва на 1-ій стадії у реактор подається: сорбітан, олеїнова кислота, фосфорна кислота та калію гідроксид. Враховуючи, що співвідношення сорбітану до олеїнової кислоти складає 1:2, маса гідроксиду калію складає 1,5% від маси олеїнової кислоти, а молі гідроксиду калію до молей фосфорної кислоти 1:1,5 [28,29].

$$m (\text{олеїнова кислота}) = 14,31 * 2 = 28,62 \text{ кг};$$

$$m (\text{гідроксид калію}) = 28,62 * 0,015 = 0,43 \text{ кг};$$

$$M (\text{гідроксиду калію}) = 56 \text{ г/моль};$$

$$n (\text{гідроксид калію}) = 0,43 / 56 = 0,0077 \text{ моль};$$

$$n (\text{фосфорна кислота}) = 0,0077 * 1,5 = 0,0115 \text{ моль};$$

$$M (\text{фосфорна кислота}) = 98 \text{ г/моль};$$

$$m (\text{фосфорна кислота}) = 98 * 0,0115 = 1,13 \text{ кг};$$

Матеріальний баланс стадії естерифікації наведений в табл. 2.1:

Таблиця 2.1.

#### Матеріальний баланс стадії естерифікації

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

1	2	3	4
Сорбітан	14,31	Сорбітан моноолеат	44,49
Олеїнова кислота	28,62		
Гідроксид калію	0,43		
Фосфорна кислота	1,13		
<b>Всього</b>	<b>44,49</b>	<b>Всього</b>	<b>44,49</b>

Для його виробництва на 2-ій стадії у реактор подається: оксид етилену та калію гідроксид.

$M$  (сорбітан моноолеат) = 428 г/моль;

$M$  (оксид етилену) = 44 г/моль;

$M$  (гідроксиду калію) = 56 г/моль;

$n$  (сорбітан моноолеат) = 0,104 моль;

$n$  (оксид етилену) = 2,08 моль;

$n$  (гідроксид калію) = 0,104 моль.

Тепер знайдемо маси вихідних реагентів:

$m$  (оксид етилену) =  $44 \cdot 2,08 = 91,52$  кг;

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$m(\text{гідроксид калію}) = 56 * 0,104 = 5,82 \text{ кг.}$

Враховуємо кількість молей, що ідуть на утворення цільових і побічних продуктів і розраховуємо маси отриманих продуктів реакції. Втрати на стадії складають 1%. Матеріальний баланс стадії оксиетилювання наведений в табл. 2.2:

Таблиця 2.2.

**Матеріальний баланс стадії оксиетилювання**

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Сорбітан моноолеат	44,49	Поліоксиетилен сорбітан моноолеат	103,06
Оксид етилену	91,52	1,4-діоксан	18,70
Гідроксид калію	5,82	Гідроксид калію (залишок)	5,19
		Оксид етилену (залишок)	9,06
		Сорбітан моноолеат (залишок)	4,40
		<i>Втрати</i>	5,82

1	2	3	4
<b>Всього</b>	<b>141,83</b>	<b>Всього</b>	<b>141,83</b>

Для стадії нейтралізації потрібно обрахувати молярні маси вихідних речовин та отриманих продуктів реакції, а також знайти масу кислоти, враховуючи, що за рівнянням реакції молі кислоти до молей поташу беруть у надлишку в 10%. Втрати на стадії складають 1%.

$$M (\text{льодяна оцтова кислота}) = 60 \text{ г/моль};$$

$$M (\text{ацетат калію}) = 98 \text{ г/моль};$$

$$M (\text{вода}) = 18 \text{ г/моль};$$

$$n (\text{гідроксид калію}) = 5,19/56 = 0,093 \text{ моль};$$

$$n (\text{вода}) = n (\text{оцтова кислота}) = n (\text{гідроксид калію}) = 0,093 \text{ моль};$$

$$n (\text{льодяна оцтова кислота (надлишок)}) = 0,093 + 0,093 * 0,1 = 0,1 \text{ моль};$$

$$m (\text{льодяна оцтова кислота}) = 60 * 0,1 = 6,12 \text{ кг};$$

$$m (\text{льодяна оцтова кислота за реакцією}) = 60 * 0,093 = 5,56 \text{ кг};$$

$$m (\text{льодяна оцтова кислота (залишок)}) = 6,12 - 5,56 = 0,55 \text{ кг};$$

$$m (\text{ацетат калію}) = (98 * 0,093) * (1 - 0,01) = 8,26 \text{ кг};$$

$$m (\text{вода}) = (18 * 0,093) * (1 - 0,01) = 1,65 \text{ кг}.$$

Матеріальний баланс стадії нейтралізації наведений в табл. 2.3:

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

## Матеріальний баланс стадії нейтралізації

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Поліоксиетилен сорбітан моноолеат	103,06	Поліоксиетилен сорбітан моноолеат	102,03
1,4-діоксан	18,70	1,4-діоксан	18,51
Гідроксид калію (залишок)	5,19	Оксид етилену (залишок)	8,97
Оксид етилену (залишок)	9,06	Ацетат калію	8,26
Сорбітан моноолеат (залишок)	4,40	Оцтова кислота (залишок)	0,55
Оцтова кислота	6,12	Вода	1,65
Оцтова кислота за реакцією	5,56	Сорбітан моноолеат (залишок)	4,36

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2	3	4
		<i>Втрати</i>	2,20
<b>Всього</b>	<b>146,53</b>	<b>Всього</b>	<b>146,53</b>

Для розрахунку 3 стадії врахуємо, що на випарювання іде вода, залишок оцтової кислоти, 1,4-діоксан та оксид етилену. Втрати складають 1%. Матеріальний баланс стадії випарювання наведений в табл. 2.4:

Таблиця 2.4.

#### Матеріальний баланс стадії випарювання

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Поліоксиетилен сорбітан моноолеат	102,03	Поліоксиетилен сорбітан моноолеат	101,01
1,4-діоксан	18,51	1,4-діоксан	18,33
Оксид етилену (залишок)	8,97	Оксид етилену (залишок)	8,88

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2	3	4
Ацетат калію	8,26	Ацетат калію	8,17
Оцтова кислота (залишок)	0,55	Оцтова кислота (залишок)	0,54
Вода	1,65	Вода	1,63
Сорбітан моноолеат (залишок)	4,36	Сорбітан моноолеат (залишок)	4,32
		Втрати	1,44
Всього	144,33	Всього	144,33

На стадії фільтрування втрати будуть складати 1%. Матеріальний баланс стадії фільтрування наведений у табл. 2.5:

Таблиця 2.5.

### Матеріальний баланс стадії фільтрування

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

1	2	3	4
Поліоксиетилен сорбітан моноолеат	101,01	Поліоксиетилен сорбітан моноолеат	100,00
1,4-діоксан	0,21	1,4-діоксан	0,21
Ацетат калію	8,17	Ацетат калію	8,17
Сорбітан моноолеат (залишок)	4,32	Сорбітан моноолеат (залишок)	4,32
		Втрати	1,01
Всього	113,50	Всього	113,50

Матеріальний баланс виробництва Твін-80 наведений у табл. 2.6:

Таблиця 2.6.

### Матеріальний баланс виробництва Твін-80

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

1	2	3	4
Сорбітан	14,31	Поліоксиетилен сорбітан моноолеат	100,00
Олеїнова кислота	28,62	1,4-діоксан	18,33
Фосфорна кислота	1,13	Оцтова кислота (залишок)	0,54
Оксид етилену	91,52	Оксид етилену (залишок)	8,88
Гідроксид калію	6,25	Ацетат калію	8,17
Оцтова кислота	6,12	Вода	1,63
		Сорбітан моноолеат (залишок)	4,32
		Втрати	6,07
Всього	147,95	Всього	147,95

## 2.4. Розрахунок теплового балансу

### Вихідні дані:

Продуктивність:  $(G_{пр}) = 0,00116 \text{ кг/с}$ ;

Початкова температура розчину:  $t_{п} = 130 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Кінцева температура розчину:  $t_{к} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Початкова температура води:  $t_{п.в.} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Кінцева температура води:  $t_{к.в.} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

Швидкість руху розчину:  $w = 0,5 \text{ м/с}$ .

*При середній температурі розчину:*

$$t_{ср.1} = 0,5 * (t_{п} + t_{к}) = 0,5 * (130 + 25) = 77,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

***Визначаємо стандартні дані для розчину:***

масова теплоємність:  $c = 3826,47 \text{ Дж/(кг*К)}$ ;

густина розчину:  $\rho = 1004 \text{ кг/м}^3$ ;

коефіцієнт теплопровідності:  $\lambda = 0,5575 \text{ Вт/(м*К)}$ ;

коефіцієнт динамічної в'язкості:  $\mu = 0,00058 \text{ Па*с}$ .

*При середній температурі води:*

$$t_{ср.2} = 0,5 * (t_{п.в.} + t_{к.в.}) = 0,5 * (5 + 30) = 17,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

***Визначаємо стандартні дані для розчину:***

масова теплоємність:  $c = 4187 \text{ Дж/(кг*К)}$ ;

густина розчину:  $\rho = 983,4 \text{ кг/м}^3$ ;

коефіцієнт теплопровідності:  $\lambda = 0,6503 \text{ Вт/(м*К)}$ ;

коефіцієнт динамічної в'язкості:  $\mu = 0,00048 \text{ Па*с}$ .

*Теплове навантаження:*

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1) без втрат в навколишнє середовище:

$$Q_1 = G_{\text{пр}} * c * (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}) = 0,00116 * 3826,47 * (130 - 25) = 466,06 \text{ Вт.}$$

2) з втратами у середовище (1%):

$$Q_2 = Q_1 * 0,01 + Q_1 = 466,06 + 4,66 = 470,72 \text{ Вт.}$$

*Об'ємна витрата теплоносія:*

$$V = G_{\text{пр}} / \rho = 0,00116 / 983,4 = 0,00000118 \text{ м}^3/\text{с.}$$

## 2.5. Підбір основного технологічного обладнання

Підбір основного обладнання відбувається відповідно до розрахунку матеріального балансу та апаратурно-технологічної схеми виробництва полісорбату 80 і наведений у табл. 2.7.

*Таблиця 2.7*

### Підбір основного обладнання

№ поз.	Назва обладнання	Призначення	Кількість
1	2	3	4
1.	Реактор з рамною мішалкою	Для змішування	1
2.	Стерилізатор	для оксидилювання за великих температур і тисків	1
3.	Пластинчастий теплообмінник	для охолодження реакційної суміші	2
4.	Чан для нейтралізації	для нейтралізації КОН	1

1	2	3	4
5.	Однокорпусна випарна установка	для випаровування оцтової кислоти, води, окису етилену і 1,4-діоксану	1
6.	Дисковий закритий фільтр	для відділення осаду будь-якого типу	1
7.	Збірник-охолоджувач	для збору готового продукту	1
8.	Відцентровий фільтр	для подачі рідкого продукту	6

## 2.6. Розрахунок рамної мішалки

Вихідні дані для розрахунку мішалки рамної відкритої: об'єм апарату  $V = 0,084 \text{ м}^3$ ; діаметр  $D = 0,28 \text{ м}$ ; висота корпусу  $H = 0,73 \text{ м}$ ; площа  $S = 0,2 \text{ м}^2$ ; кількість обертів мішалки  $\omega = 60 \text{ об/хв}$ ; відстань між мішалкою та стінкою апарата  $\delta = 0,03 \text{ м}$ ; швидкість обертання мішалки  $\omega = 30 \text{ об/хв}$ . Густина продукту  $\rho = 1290 \text{ кг/м}^3$ , динамічна в'язкість  $\mu = 0,0145 \text{ Н} \cdot \text{с/м}^2$ .

Визначимо параметри мішалки:

- діаметр робочого органу:

$$d = D - 2 \times \delta = 0,28 - 2 \times 0,03 = 0,22 \text{ м}$$

- висоту мішалки:

$$h = 0,6 \times H = 0,6 \times 0,73 = 0,44 \text{ м};$$

Значення критерію Рейнольдса при частоті обертання валу мішалки  $60/60=1 \text{ об/с}$ :

$$Re_B = \frac{n \times d^2 \times \rho}{\mu} = \frac{1 \cdot 0,22^2 \cdot 1290}{0,0145} = 4306$$

Знайдемо критерій пружності для рамною мішалки:

$$K_N = 12 \times Re_B^{0,77} \times \left(\frac{h}{d}\right) = 12 \cdot 4306^{0,77} \cdot \left(\frac{0,44}{0,22}\right) = 15082$$

Визначимо потужність перемішування:

$$N = K_N \cdot \mu \cdot n^2 \cdot d^3 = 15082 \times 0,0145 \times 1 \times 0,22^3 = 2,33 \text{ Вт}$$

Потужність що витрачається в сальнику:

$$N_c = 9,84 \times (P + 0,98 \cdot 10^5) \times \varphi \times l \times d_B^2, \text{ де}$$

$\varphi$  – коефіцієнт тертя (0,2);  $l = 4 \cdot d_B = 4 \cdot 0,05 = 0,2\text{м}$  - довжина набивки сальника

$$N_c = 9,84 \times (2,74 \times 10^5 + 0,98 \times 10^5) \times 0,2 \times 0,2 \times 0,05^2 = 69,1 \text{ Вт.}$$

Визначимо потужність електродвигуна приводу:

$$N_{ед} = \frac{k_1 \times N + N_c}{n}, \text{ де}$$

$$k_1 = \frac{H_p}{D} = \frac{0,73}{0,28} = 2,6;$$

$$N_{ед} = \frac{2,6 \times 2,33 + 69,1}{1} = 0,74 \text{ кВт.}$$

Висновок: виконано розрахунки реактора з рамною мішалкою, потужність електродвигуна якої становить 0,74 кВт.

Змішувач з рамною мішалкою наведений на рисунку 2.7.

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

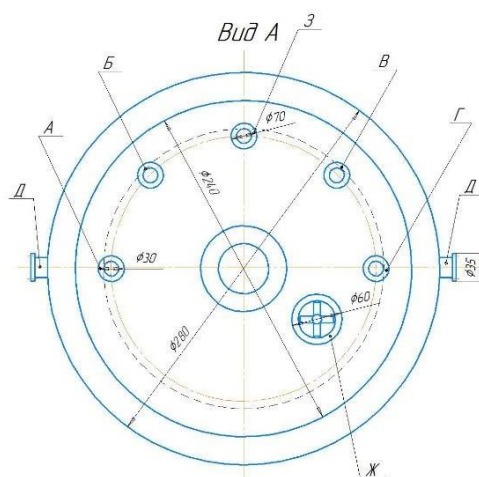
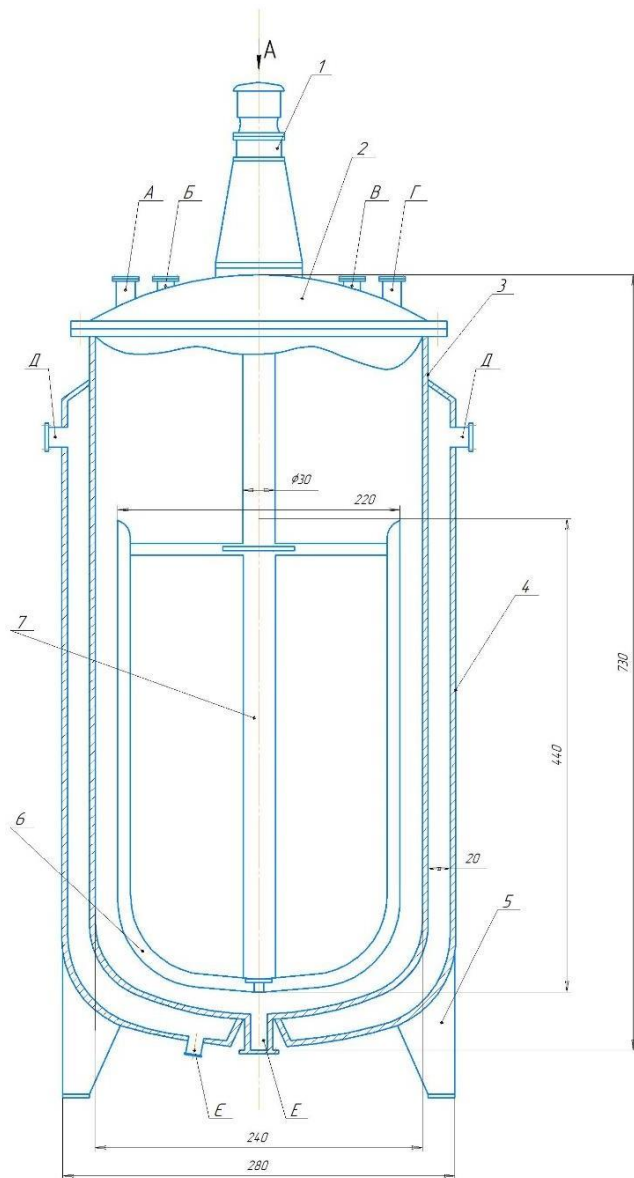


Рис. 2.7. Реактор з рамною мішалкою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

42



У реактор 1 з рамною мішалкою надходить через завантажуваний патрубок сорбітан, олеїнова кислота, фосфорна кислота та калій гідроксид. Реактор оснащений рубашкою для підігріву водяною парою, оскільки процес відбувається за високої температури. В результаті реакції утворюється сорбітан моноолеат, що надходить в стерилізатор 3.

У стерелізатор 3 через завантажувальний патрубок надходить сорбітан моноолеат, оксид етилену та гідроксид калію. Оскільки процес оксиетилювання відбувається за високих температур та тиску, стерелізатор оснащений рубашкою в яку для підігріву реакційної маси подається водяна пара і виходить конденсат. Для нормалізації тиску стерелізатор має манометр та патрубок для відведення повітря. Відцентровим насосом 4 гаряча реакційна маса надходить до пластинчастого теплообміннику 5 де охолоджується холодною водою і насосом 6 подається у чан для нейтралізації.

У чан для нейтралізації 7 до реакційної суміші додається льодяна оцтова кислота з надлишком 10%, для нейтралізації залишку гідроксиду калію.

Насосом 8 нейтралізована суміш подається у однокорпусну випарну установку 9 для випарювання води що утворилася на попередній стадії залишку оцтової кислоти, залишку оксиду етилену, та 1,4-діоксану.

Насосом 10 реакційна суміш подається до пластинчастого теплообмінника 11 для охолодження і насосом 12 подається в дисковий закритий фільтр 13, для відділення осаду у вигляді ацетату калію та залишків сорбітан моноолеату. Готовий продукт подається насосом 14 у збірник-охолоджувач 15. Для набуття оптимальної температури пакування і відправляється на склад.

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

## 2.8. Висновок розділ 2

У даному розділі було розроблено принципово-технологічну схему з урахуванням вдосконалення технології за рахунок введення додаткої стадії отримання сорбітан моноолеату.

Було розраховано матеріальний баланс за заданою продуктивністю (100 кг/добу) виробництва полісорбату 80, а також розраховано тепловий баланс стадій охолодження у пластинчастому теплообміннику.

Проведено підбір обладнання та розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва полісорбату 80.

Здійснено розрахунок основного обладнання (реактор з рамною мішалкою).

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

## РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### 3.1. Розрахунок економічної ефективності

Сировина та основні матеріали, які необхідні для виробництва полісорбату 80 наведені в таблиці 3.1.

*Таблиця 3.1*

#### Сировина та основні матеріали на 100 кг виробництва твіну-80

Сировина та матеріали	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці сировини, грн./кг	Сума, грн
1	2	3	4
Сорбітан	14,31	126	1803,06
Олеїнова кислота	28,62	77	2203,74
Фосфорна кислота	1,13	120	135,6
Гідроксид калію	6,25	37	231,25
Оксид етилену	91,52	56	5125,12
Оцтова кислота льодяна	6,12	126	771,12
<b>Всього</b>			<b>10269,89</b>

Транспортно-заготівельні витрати на сировину та основні матеріали - 5%, що складають 513,49 грн./т. Тож, всього витрати становлять 10783,38 грн./100 кг.

Допоміжні та таро-упаковувальні матеріали на виготовлення твіну-80 наведені в таблиці 3.2.

<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.046.ДП.ПЗ</i>				
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата
Розроб.	Кобилко			
Перевір.	Романова			
Реценз.	Іщенко В.М.			
Н. Контр.	Подобій О.В.			
Затверд.	Носенко Т.Т.			
<b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</b>			Літ.	Арк.
			46	79
<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>				

**Допоміжні та таро-упаковувальні матеріали на виготовлення 100 кг твіну-80**

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці сировини, грн.	Сума, грн
1	2	3	4	5
Пляшка ПЕТ затемнена (0,5 кг)	шт	200	10	2000
Етикетка	шт	200	0,05	10
Миючі засоби для миття обладнання	кг	1	47	47
<b>Всього</b>				<b>2057</b>

Транспортні витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали приймаємо в розмірі 5%, що складуть 102,85 грн./т. Тож, всього витрати становлять 2159,85 грн./т.

Також необхідно розрахувати витрати на енергоресурси, які підприємство буде витрачати при виробництві 100 кг твіну-80. Зведені результати розрахунків потреби в енергоресурсах наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

**Калькуляція потреби в енергоресурсах на 100 кг твіну-80**

Енергоресурс	Одиниця вимір.	Норма витрат на 100 кг	Ціна, грн	Вартість, грн
1	2	3	4	5
Електроенергія	кВт	50	1,68	84
Вода холодна	м <sup>3</sup>	5	21,76	108,8
<b>Всього</b>				<b>192,8</b>

### Загальна інформація:

1 цикл = 24 години.

За один день = 1 цикл.

В місяць = 26 циклів.

Розрахуємо річний обсяг виробництва полісорбату 80. Наше обладнання буде працювати в 2 зміни по 12 годин, за годину по технічним характеристикам устаткування виготовляється 4,17 кг продукції.

Добова потужність виробництва:

$$P_{\text{доб}} = P_{\Gamma} \times T_{\text{змін}} \times K_{\text{змін}} = 4,17 \times 12 \times 2 = 100 \text{ кг}$$

Фактичний добовий обсяг виробництва:

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{доб}} \times K_{\text{вик}} = 100 \times 0,8 = 80 \text{ кг}$$

Річний обсяг виробництва:

$$O = P_{\text{факт}} \times K_{\text{д.р.}} = 800 \times 365 = 29200 \text{ кг}$$

**Розрахунок основної заробітної плати працівників.** Кількість робочих днів 365, підприємство працює без вихідних та свят. Підприємство буде працювати у 2 зміни: денна та нічна. Робочий день для змінних працівників складає 12 годин. Середня кількість годин за рік складає 2160 годин. Мінімальна ставка працівника 1-го тарифного розряду відповідно до ст. 8 Закону України "Про Державний бюджет України на 2020 рік" складає 28,31 грн./год. Посадові тарифні ставки для працівників інших тарифних розрядів розраховуємо множенням ставки працівника 1-го тарифного розряду на відповідний тарифний коефіцієнт. Значення основної заробітної плати робітників, що працюють за погодинною системою оплати праці наведені в таблиці 3.4.

Так, як виробництво хімічного напрямку, то на підприємстві встановлено відшкодування за шкідливі умови праці у розмірі 20 % від основної ЗП [19].

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Професія	К-сть людей на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Тривалість зміни, год	Тарифний фонд заробітної плати, грн
1	2	3	4	5	6
Начальник зміни	1	6	41,05	12	106 401,6
Оператор	2	5	38,5	12	99 792
Інженер з якості	3	4	35,95	12	279 547,2
Механік	1	4	35,95	12	93 182,4
Електронщик	1	4	35,95	12	93 182,4
Вантажник	2	2	30,86	12	159 977,04
<b>Всього</b>					<b>832 082,64</b>
<i>На 100 кг виробу</i>					<i>2849,6</i>

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

$$2849,6 \times 2 = 5699,2 \text{ грн/100 кг}$$

Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції приймаємо у розмірі 10 % від основної заробітної плати:

$$2849,6 \times 0,1 = 284,96 \text{ грн/100 кг}$$

Загальновиробничі витрати приймаємо в розмірі 300 % від основної заробітної плати робітників:

$$2849,6 \times 3 = 8548,8 \text{ грн/100 кг}$$

					<b>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Виробнича собівартість виробництва:

$$10783,38 + 2159,85 + 192,8 + 2849,6 + 5699,2 + 284,96 + 8548,8 \\ = 30518,59 \text{ грн./100 кг}$$

Сума адміністративних витрат як 2,5% від виробничої собівартості:

$$30518,59 \times 0,025 = 762,96 \text{ грн./100 кг}$$

Витрати на збут як 3% від виробничої собівартості:

$$30518,59 \times 0,03 = 915,56 \text{ грн./100 кг}$$

Операційні витрати як 1% від виробничої собівартості:

$$30518,59 \times 0,01 = 305,19 \text{ грн./100 кг}$$

Повні витрати на виробництво:

$$30518,59 + 762,96 + 915,56 + 305,19 = 32502,3 \text{ грн./100 кг}$$

Планова калькуляція полісорбату 80 наведена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

### Результати розрахунків по статтям калькуляції твіну-80

№ поз.	Статті калькуляції	Витрати на 1 т, грн
1	2	3
1.	Сировина та основні матеріали	10783,38
2.	Допоміжні та таропакувальні матеріали	2159,85
3.	Енергоресурси	192,8
4.	Основна заробітна плата робітників	2849,6
5.	Витрати на утримування та експлуатацію устаткування	5699,2
6.	Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції	284,96
7.	Загальновиробничі витрати	8548,8
8.	Виробнича собівартість	30518,59
9.	Адміністративні витрати	762,96
10.	Витрати на збут	915,56

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2	3
11.	Інші операційні витрати	305,19
12.	Повні витрати	32502,3

Повні витрати на виробництво на весь обсяг виробництва:

$$32502,3 \times 292 = 9\,490\,671,6 \text{ грн}$$

Оскільки 100 кг полісорбату 80 – це 200 одиниць готової продукції, то повна собівартість 1 пляшки емульгатора на 0,5 кг складає:

$$32502,3 \div 200 = 162,51 \text{ грн}$$

Оптова ціна підприємства складається з виробничої собівартості, адміністративних витрат, витрати на збут, суми прибутку.

Визначимо суму прибутку, прийнявши рівень рентабельності, який або планується підприємством, або встановлюється у законодавчому порядку, 10%:

$$\text{СП} = \frac{10 \times (30518,59 + 762,96 + 915,56)}{100} = 3219,71 \text{ грн}$$

Тоді оптова ціна підприємства на 100 кг твіну-80 (200 одиниць готової продукції) складає:

$$\text{ОЦ} = 30518,59 + 762,96 + 915,56 + 3219,71 = 35416,82 \text{ грн}$$

Отже, майбутній прибуток який планується отримувати від виробництва емульгатора складатиме 3219,71 гривень за 200 одиниць продукції.

Тоді результати розрахунку відпускної ціни за одиницю готової продукції наведено у таблиці 3.6:

Таблиця 3.6

### Розрахунок відпускної ціни за одиницю готової продукції

Показники	Вартість, грн
1	2
Оптова ціна підприємства (ціна без ПДВ)	35416,82
ПДВ(ставка податку - 20%)	7083,36

1	2
Відпускна ціна за 200 одиниць	42500,18
Відпускна ціна за 1 одиницю (0,5 кг)	212,5

Таким чином відпускна вартість однієї одиниці продукції буде складати 212,5 грн, прибуток – 3219,71 грн, рентабельність – 10%.

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ				

### 3.2. Висновок розділ 3

У розділі 3 було проведено техніко-економічне обґрунтування технології виробництва пролісорбату 80 на основі розрахунку економічної ефективності виробництва, який включає в себе розрахунки вартості сировини та основних матеріалів, допоміжних та таропакувальних матеріалів, енергоресурсів основної заробітної плати для робітників, загально виробничі витрати, адміністративні витрати а також розрахунок відпускної ціни за одиницю готової продукції.

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</i>	Арк.
						53
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

### 4.1. Контроль якості продукції

Одним з головних факторів в управлінні якістю продукції є саме контроль якості продукту. Це встановлення відповідності продукції та процесів вимогам нормативно-технічної документації, зразкам-еталонам, інформація про перебіг виробничого процесу та підтримання його стабільності; захист підприємства від постачань недоброякісних матеріалів, енергоносіїв та ін.; виявлення дефектної продукції на ранніх етапах; запобігання випуску недоброякісної продукції. Від точності перевірки контролю якості, його технологічної справності і організації залежить ефективність виробництва загалом.

Відповідно до ДСТУ ISO 9000-2001: «Якість — це ступінь, до якого сукупність власних характеристик задовольняє потреби або очікування, загальнозрозумілі або обов'язкові» [20].

Система контролю якості – сукупність організаційної структури, відповідних процедур, процесів і ресурсів, які забезпечують здійснення загального управління якістю продукції та послуг і підтримання міцних зв'язків між усіма ланками управління та працюючими підприємствами на всіх рівнях виробництва та реалізації.

Складність проблеми якості вимагає комплексного підходу до організації служби якості підприємства, в якій доцільно об'єднати не лише підрозділи, що здійснюють контроль якості, а й підрозділи з організації всієї роботи в галузі.

Планування якості – діяльність, яка встановлює цілі та вимоги до якості, до застосування елементів системи якості.

Планування якості охоплює:

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.054.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кобилко О.О.</i>					54	79
<i>Перевір.</i>		<i>Романова О.О.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Реценз.</i>		<i>Іщенко В.М.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

а) планування якості продукції: ідентифікація, класифікація й оцінювання характеристик якості, а також установлення цілей, вимог до якості та штрафних санкцій;

б) планування управлінської і виконавчої діяльності: підготування до застосування системи якості, у тому числі організаційна діяльність і складання календарного графіка;

в) підготування програми якості та вироблення заходів щодо поліпшення якості [21].

#### **4.2. Технічні характеристики полісорбату 80**

Технічне найменування продукту - полісорбат 80, добавка E433

Це має бути рідка речовина маслянистої структури трішки в'язка із своїм характерним не різким запахом, медового кольору.

Препарат має дуже слабкий характерний запах, добре розчиняється в алкоголі, олії та воді. Використання засобу, його упаковка.

Фахівці рекомендують включати Твін-80 до складу косметичних продуктів в розмірі від 1-5 і до 50%. Якщо потрібно солюбілізувати аромати і ефірні масла в складі продукту, необхідно дотримуватися співвідношення препарату до мастил та ароматизатори в розмірі від 1 до 0,5 до 1 до 1. Для отримання гідрофільних плиток слід змішувати приблизно 20% емульсійного воску з 5% полісорбату-80. Якщо додати в продукт більш 1% полісорбату, кінцевий продукт може помітно загустіти. З цієї причини при роботі із засобом слід ретельно проводити вимірювання використовуваного обсягу препарату.

Упаковується Твін-80 неочищений в скляні бутлі місткістю 20 кубічних дециметрів.

Зберігати Твін-80 рекомендується в щільно закритому контейнері і виключно в сухому і прохолодному місці. При дотриманні цієї умови зберігання

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

можливо використовувати засіб протягом 18 місяців з моменту його виробництва [22]. Технічні характеристики полісорбату 80 наведені в табл. 4.1:

Таблиця 4.1

### Технічні характеристики полісорбату 80

№ поз.	Найменування показників	Норми
1.	Щільність при 200 °С, г / см <sup>3</sup>	в межах 1,06-1,10
2.	Величина рН 5% -ного водного розчину	в межах 6-8
3.	Кислотність,%, в перерахунку на олеїнову кислоту	не більше 1,1
4.	Число омилення	в межах 45-60
5.	Масова частка золи (в вигляді сульфатів)	не більше 0,3
6.	Масова частка заліза	не більше 0,003

### 4.3. Методи визначення якості полісорбату 80

Спектрофотометричні методи визначення полісорбату, як правило, засновані на його реакції з кобальту тіоціанат амонію, в результаті якої утворюється забарвлений продукт. Дані методи застосовні до всіх полісорбатів, так як реакція з забарвлюючим реактивом йде за загальною для всіх полісорбатів поліоксіетиленовій частині молекули.

Метод визначення полісорбата в малих концентраціях 0-20 ppm. Метод заснований на утворенні блакитного комплексу між кобальту тіоціанат амонію і поліоксіетиленовим з'єднанням з подальшою екстракцією комплексу бензолом. Визначення проводиться методом спектрофотометрії при довжині хвилі 320 нм.

Метод визначення полісорбату, аналогічний вищеописаному, але з

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

вимірюванням при довжині хвилі 624 нм.

Метод визначення полісорбату, заснований на утворенні блакитного комплексу з тіоціанат кобальту амонієм. Поліоксиетиленові ланцюги полісорбату реагують з кобальт тіоціанат амонію з утворенням пофарбованого в синій колір комплексу. Утворений комплекс екстрагують хлороформом.

Інтенсивність забарвлення пропорційна концентрації полісорбату. Тіоціанатний комплекс нестабільний у хлороформі, і для підвищення стабільності необхідно додавання нітритно-Р-реагенту. Визначення проводиться методом спектрофотометрії при довжині хвилі 500 нм.

Метод визначення полісорбату в малих концентраціях 1-20 мкг/мл, заснований на освітленні блакитного амілозно-крохмально-йодного комплексу. Детектування проводиться спектрофотометрично при довжині хвилі 680 нм. Даний метод може давати неточний результат взаємодії йоду з деякими амінокислотами і білками. Додавання окислювача робить метод точним і відтворюваним.

Методи, засновані на визначенні продуктів гідролізу полісорбату

Даний напрямок методів аналізу базується на визначенні продуктів гідролізу полісорбату, основним з яких є відповідна жирна кислота. За даними літературних джерел, відсотковий вміст жирних кислот в полісорбатах може відрізнятися. Так, для полісорбата 80 процентний вміст основного компонента гідролізу – олеїнової кислоти, може варіюватися від 58 до 85%. Таким чином, для точного визначення вмісту полісорбата в лікарських препаратах методами, заснованими на визначенні продуктів гідролізу, необхідно в якості стандартного зразка використовувати саме той полісорбат, який використовувався при виробництві препарату.

Метод визначення полісорбата-80 за утворюється при його гідролізі олеїнової кислоти. Гідроліз проводився 1 М розчином калію гідроксиду при

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

температурі 40 °С протягом 6 год поділ проводилося в режимі ізокритичного елюювання з використанням колонки Symmetry C18, 150×3,9 мм, 5 мкм, з подальшим детектуванням УФ-детектором при довжині хвилі 220 нм. В якості елюентів використовували суміш розчину калію фосфату одноосновного з ацетонітрилом у співвідношенні 8:2 про/про і рН 2,8. Лінійність методу була підтверджена в діапазоні концентрацій від 0,01 до 0,04% полісорбата-80.

Аналогічний метод визначення полісорбата-80 за олеїнової кислоти. Поділ проводилося в умовах, аналогічних роботі, за винятком довжини хвилі детектування 195 нм. Автори використовували наступні умови гідролізу: 300 м М розчин натрію гідроксиду при температурі 60 °С протягом 18 год Після проведення гідролізу в суміш додавався ацетонітрил, а потім, після перемішування, 5 М розчин натрію гідроксиду (для поділу водного і ацетонітрильного шару). Для аналізу використовували органічний шар.

Метод визначення полісорбата-80 лаурилової кислоти. Гідроліз проводився 4 М розчином сірчаної кислоти при кімнатній температурі протягом 24 годин. Поділ здійснювався на колонках Purospher RP-18, 250×4,0 мм, 5 мкм; Lichrosphere 100 RP-8, 250×4,0 мм, 5 мкм; Symmetry C18, 250×4,6 мм, 10 мкм; uBondapak C18, 300×3,9 мм, 10 мкм; Zorbax RX-C18, 250×4,6 мм, 5 мкм, в ізокритичному режимі. В якості елюентів використовували суміш 20 мМ розчину натрію гідрофосфату в воді рН 2,8 з ацетонітрилом в співвідношенні 25:75. детектування здійснювали при довжині хвилі 210 нм. Всі випробувані колонки придатні для визначення змісту полісорбату. Хроматограми, отримані на різних колонках, різнилися між собою за часом утримування, асиметрії піку лаурилової кислоти і ефективності колонки. Діапазон лінійності методу підтверджено в діапазоні концентрацій від 2,5 до 125 мг / мл [23].

Кожен з підходів має свої позитивні і негативні сторони. Методи аналізу полісорбату в нативному вигляді в більшості випадків не вимагають складної пробопідготовки, і для їх використання в якості стандартного зразка не

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обов'язково використовувати саме той полісорбат, який присутній в випробуваному зразку, однак для цих методів необхідно більш дороге і менш поширене обладнання (хроматографи, забезпечені MS-, ELSC-, CADдетекторами). При цьому в ряді випадків, як наприклад при використанні ELSD- і CAD-детектора, необхідна побудова складної градуировочной залежності. З іншого боку, аналіз полісорбату по продуктам його гідролізу складніший в пробопідготовці і через непостійного від серії до серії складу полісорбату в якості стандартного зразка вимагає того ж полісорбату, що і у випробуваному. Однак даний підхід менш вимогливий до обладнання.

Існує ряд нехроматографічних методів, використання яких можливе для визначення полісорбату в простих об'єктах, однак для визначення полісорбату в складних сумішах методи або зовсім не придатні, або вимагають складної пробопідготовки, яка призводить до збільшення похибки методики.

#### 4.4. Висновок розділ 4

У даному розділі було наведено основні методи перевірки та контролю якості продукції (перевірка як самого полісорбату так і продукції в якій він знаходиться) полісорбат 80. Відповідно до ГОСТ, ТУ 6-14-938 методами контролю є: спектрофотометричні, методи кількісного визначення.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1. Охорона праці

Хімічне виробництво належить до галузей промисловості, для яких характерна підвищена потенційна небезпека професійних отруєнь і захворювань працюючих.

Причина в тому, що в процесі виробництва багато працюючих контактують з хімічними речовинами, які мають ті або інші токсичні властивості.

Під дією токсичних речовин в організмі можуть відбуватися різні порушення у вигляді:

- гострих отруєнь (ГО);
- хронічних отруєнь (ХО).

Гострі отруєння (ГО) виникають при дії великих концентрацій токсичних речовин протягом не більше однієї зміни. ГО виникають від причин, усунення яких не вимагає особливих капітальних витрат і які, як правило, пов'язані з організацією виробництва, дисципліною. Розслідуються ГО як НВ.

Хронічні отруєння (ХО) виникають внаслідок тривалої поступової дії на працюючих невеликих концентрацій шкідливих речовин. Врешті може виникнути професійне захворювання, яке вимагає відповідного розслідування. Боротися із ХО значно важче, ніж із ГО. Досягнення нешкідливих (гранично допустимих) концентрацій токсичних речовин в повітрі робочих приміщень, як правило, пов'язано з вдосконаленням або заміною технологічних процесів, апаратури, будівель, споруд. Ці заходи вимагають великих капітальних витрат.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.061.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Кобилко О.О.</i>					61	79
<i>Перевір.</i>		<i>Романова О.О.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Реценз.</i>		<i>Іщенко В.М.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

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

Токсичність - це здатність речовин завдавати шкідливого впливу на життєдіяльність живих організмів.

Токсичні речовини (отрути) проникають в організм людини різними шляхами, взаємодіють із його органами та тканинами, порушують їх нормальну діяльність.

Небезпека отруєння залежить від:

- фізико-хімічних властивостей речовин;
- розчинності їх в біологічних середовищах;
- дисперсності (подрібнення, летючості, агрегатного стану);
- часу дії;
- концентрації.

Крім того, на наслідки отруєння впливають фізіологічні особливості організму людини.

Наприклад: чутливість людини щодо дії токсичних речовин підвищується при:

- підвищенні температури тіла людини;
- наявності підвищеної ваги - ожиріння, набряки.

Токсичність промислових отрут характеризується значеннями ГДК (мг/м<sup>3</sup>) відповідно до ГОСТу 12.1.005-88.

Токсичність хімічних речовин, промислові отрути.

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

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- 1) Нервові отрути - вуглеводні, спирти, сірководень, тетраетил свинець - викликає розлад функцій нервової системи, м'язові судоми, паралічі;
- 2) Подразнюючі - хлор, аміак, двоокис сірки, оксид азоту - подразнює верхні і глибокі дихальні шляхи;
- 3) Отрути, які пропалюють і подразнюють шкіру і слизові оболонки - неорганічні кислоти, луки - пошкоджують шкірний покрив із утворенням наривів та виразок;
- 4) Ферментні - синильна кислота та її солі, миш'як і його з'єднання, солі ртуті - порушують структуру ферментів, руйнують їх;
- 5) Кров'яні - окисел вуглецю, ароматичні смоли, свинець і його неорганічні солі - взаємодіють із гемоглобіном крові;
- 6) Печінкові - хлоровані вуглеводні, фосфор, селен - викликають структурні зміни тканин печінки;
- 7) Мутагенні - окисел етилену, з'єднання свинцю, ртуті - впливають на генетичний апарат клітини;
- 8) Алергенні - деякі з'єднання нікелю - викликають зміни в реактивній здатності організму людини;
- 9) Канцерогенні - шестивалентний хром у складі зварювального аерозолі, кам'яновугільна смола, бензбпирен - викликає утворення злоякісних пухлин.

### Вібрація та шум

Дуже велику шкоду на людський організм дає високочастотний шум та вібрація. Саме через це у працівників знижується працездатність, з'являється головна біль та запаморочення, знижується енергія, та погіршується пам'ять а ще стає набагато гіршою координація рухів, та точність. Для того щоб усунути всі погані наслідки та щоб попередити захворювання рівень шуму та вібрації нормують.

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Завдяки організаційним та санітарним відбувається захист від надмірного впливу шуму та вібрації, це все зменшує їхню кількість при створенні у джерелі і під час розповсюдження.

Міри захисту:

- встановлення насосів на вібропоглинаючій основі
- оброблення стін та потолків шумопоглинаючими матеріалами
- використовувати індивідуальні засоби захисту від шуму та вібрації
- створити звукоізолюючі кімнати для відпочинку
- раціональне планування підприємства

Найрозповсюдженішими інженерними методами захисту від вібрації є віброгасіння та вібродемпфування. Вібруючі машини (вентилятори, насоси, агрегати) встановлюються на окремих фундаментах. Між фундаментами під устаткуванням і стінами будівель повинні бути розриви. Джерела коливань ізолюють від опорних поверхонь гумовими, пружинними чи комбінованими віброізоляторами. Вентилятори приєднують до повітроводів за допомогою гнучких вставок.

Обмеження часу дії вібрації на робітників забезпечується регламентованими перервами впродовж робочої зміни для активного відпочинку і лікувально-профілактичних заходів [24,25].

## 5.2. Пожежна безпека

Протипожежна безпека на підприємстві в Україні - невід'ємна складова організації робочого простору і процесів згідно з нормами чинного законодавства. Зокрема, цю сферу регламентують Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України, зі змінами, які періодично вносяться відповідними наказами.

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зафіксовані на законодавчому рівні вимоги пожежної безпеки зобов'язані виконувати - незалежно від приналежності і розміру статутного капіталу, обороту, кількості співробітників, форми власності, кодів ЗЕД, сфери роботи і інших аспектів - будь-які суб'єкти, що ведуть свою господарську діяльність на українській території.

Тому необхідно бути в курсі цих змін і коригувати організаційну роботу в даному секторі на виробництвах і в компаніях. А для цього слід регулярно проводити моніторинг нормативної бази і проходити відповідне навчання, щоб оновити не лише теоретичну базу, а й практичні навички співробітників.

Пожежна безпека входить в комплекс заходів з охорони праці, і організаційна робота в цій сфері на об'єктах господарювання включає широкий спектр заходів, а саме:

- створення умов для безпечної праці,
- мінімізації ризику виникнення пожеж;
- своєчасне і повноцінне забезпечення технічними засобами для запобігання займанню і усунення самих пожеж та їх наслідків;
- контроль дотримання протипожежних вимог і норм законодавства;
- розробка і впровадження регламентів по гасінню пожеж, евакуації і порятунку з місць пожежі і задимлення людей і майна (матеріальних цінностей);
- внутрішнє і зовнішнє навчання співробітників.

У разі, якщо підприємство орендує площі в іншої особи, сторони повинні в письмовій формі домовитися про те, хто з них і на яких умовах здійснює ці роботи.

Встановлений режим включає порядки з описом місць спеціального призначення і правила користування і змісту, наприклад:

- евакуаційних шляхів;

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

- так званих «курилок»;
- місць складування продукції та сировини;
- стоянки транспорту.

Також встановлюється порядок роботи і технічного обслуговування:

- вентиляційного обладнання;
- засобів пожежогасіння та захисту від пожеж;
- нагрівальних приладів;
- електрообладнання.

Розробляються і впроваджуються правила роботи з відкритим вогнем та горючими матеріалами. Створюються графіки проходження інструктажів з пожежної безпеки працівників, а також порядок і терміни перевірок знань з пожежно-технічного мінімуму, в тому числі, тих працівників, які відповідальні за цю ділянку роботи на підприємстві. При цьому можуть передбачатися внутрішні лекції, семінари, тренінги і практичні заняття на підприємстві, а також зовнішні – на базі спеціалізованих навчальних центрів з професійними викладачами.

Важливою складовою протипожежного режиму на будь-якому об'єкті є розробка та впровадження порядку дій при виникненні пожежі. Неодмінно повинен бути план евакуації, описано, як повинні відключатися електроустановки, що і в якій послідовності необхідно робити співробітникам.

Відповідно, для кожного об'єкта, кожної приміщення (крім коридорів, санвузлів, басейнів та подібних приміщень), окремих видів робіт складаються інструкції, за якими має працювати персонал, задіяний на певних ділянках та у виконанні окремих видів робіт. За інструкцій проводиться навчання (інструктаж) персоналу з подальшим контролем знань.

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Представники Державної служби надзвичайних ситуацій проводять планові перевірки на підприємствах, про які заздалегідь повідомляють юридичній особі, а також позапланові перевірки (наприклад, після зафіксованих екстрених випадків, пов'язані з охороною праці та пожежної безпеки, зокрема, що стосуються загрози здоров'ю та життю співробітників ). Перед візитом ревізорів необхідно провести внутрішній аудит і переконатися, що:

- всі технічні засоби, наприклад, пожежна сигналізація, справні і нормально функціонують, готові до використання в будь-який момент,

- інструктажі з правил безпеки проведено в повному обсязі і своєчасно,

- потрібні документи щодо забезпечення безпеки проти пожеж на підприємстві в наявності і заповнені належним чином [26].

### 5.3. Екологія підприємства

Згідно огляду літературних даних, склавши принципову схему, можна побачити, що на п'ятій стадії отримання полісорбату 80, у атмосферу випаровуються такі продукти як: льодяно оцтова кислота, оксид етилену та 1,4-діоксан (продукт, що утворився при змішуванні сорбітан моноолеату і етилен оксиду).

Діоксан – циклічна хімічна сполука з формулою  $C_4H_8O_2$ . Традиційно під діоксаном розуміється 1,4-діоксан (діетилендіоксид), циклічний простий ефір, хоча існують також 1,2-діоксан і 1,3-діоксан. Діоксан застосовується в органічній хімії як полярний розчинника. В загальному використовується як стабілізатор 1,1,1-трихлоретан. Має солодкуватий запах, схожий за запахом на діетиловий ефір. Діоксан - побічний продукт етоксилування у виробництві матеріалів для косметики, а саме натрій лаурил сульфату.

Молекула центросиметрична, приймає просторову конформацію «крісла», типову для похідних циклогексану. Молекула конформаційно рухлива і може також легко прийняти конформацію «ванни», необхідну для хелатування катіонів металів.

									Арк.
									67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА				

При стоянні діоксан утворює пероксиди, тому його не можна сушити і переганяти до їх повного видалення.

Для очищення до діоксану додають 5% (об.) Концентрованої сірчаної кислоти і 2 години кип'ятять зі зворотним холодильником. Після охолодження до діоксану при енергійному струшуванні додають твердий гідроксид калію до тих пір, поки його гранули не перестануть руйнуватися. Потім діоксан фільтрують від осаду, додають металевий натрій і знову кип'ятять зі зворотним холодильником. Потім діоксан переганяють ще раз. Діоксан використовують як хороший розчинник, наприклад для ацетилцелюлози, мінеральних і рослинних масел, фарб.

Діоксан використовується також як стабілізатор для 1,1,1-трихлоретан для його зберігання та транспортування в алюмінієвих ємностях.

Незважаючи на порівняно малу токсичність - ЛД50 5170 мг / кг - діоксан подразнює очі і дихальний тракт, а також підозрюється в здатності вражати центральну нервову систему, печінку і нирки.

Відомі факти, коли випадкове вплив 1,4-діоксану на робочих призводило до смертельних наслідків. Діоксан класифікують IARC як Group 2B канцероген: можливо, що він канцерогенний для людей, так як відомо його канцерогенну дію на тварин.

Як і інші прості ефіри, діоксан з'єднується з атмосферним киснем при стоянні, утворюючи вибухонебезпечні пероксиди. Вибухонебезпечні суміші з повітрям, КПВ містить 1,97-25 об. % Діоксану. Гранично допустима концентрація його в повітрі 0,01 мг / л. Діоксан на рівні 1 мкг / л був виявлений в деяких місцях в США . Він малотоксичний для водних форм життя і біодеградує різними шляхами . Проблема загострюється через високу розчинність діоксану в воді, він не затримується ґрунтом і потрапляє в підземні води. Він стійкий до існуючих процесів біодеградації. В результаті пляма зараження більше, ніж у звичайних розчинників [31].

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Окис етилену (етиленоксид, оксиран, 1,2-епоксіетан) - органічна хімічна гетероциклічна речовина, хімічна формула C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O. При нормальних умовах - безбарвний газ з характерним солодкуватим запахом. Похідний етилену і являє собою найпростіший епоксид - тричленний гетероцикл, в кільцевій молекулі якого містяться один атом кисню і два атоми вуглецю.

Завдяки особливостям електронної структури молекули, окис етилену легко вступає в реакції приєднання з розкриттям гетероциклу і тому легко піддається полімеризації.

Суміш парів речовини з повітрям є надзвичайно вогне- та вибухонебезпечною.

Окис етилену має дезінфікуючі властивості, тобто, є сильною отрутою для більшості відомих мікроорганізмів навіть в газоподібному вигляді, що використовується для газової стерилізації, наприклад, одноразових медичних шприців.

Також є повільно діючим, сильною отрутою для теплокровних тварин і людини, проявляючи канцерогенну, мутагенну, подразнюючу і наркотичну дію.

Етиленоксид викликає гостре отруєння, що супроводжується такими симптомами: легке серцебиття, посмикування м'язів, почервоніння обличчя, головний біль, ністагм, зниження слуху і ацидоз, блювота, запаморочення, короткочасна втрата свідомості, солодкий присмак у роті. При гострій інтоксикації: сильна пульсуючий головний біль, запаморочення, невпевненість при ходьбі, утруднення мови, розлад сну, біль в ногах, млявість, скутість, пітливість, підвищена м'язова збудливість, тимчасовий спазм судин сітківки, збільшення печінки і порушення її антитоксичної функції.

Окис етилену - алкілюючий агент; володіє дратівливою наркотичною дією. Хронічний вплив окису етилену має мутагенну ефектом; IARC відносить окис етилену до групи 1, вважаючи доведеною його канцерогенність для людини.

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

При концентраціях в повітрі близько 200 частин на мільйон надає подразнюючий ефект на слизові оболонки носа і горла; більш високий вміст викликає ураження трахеї і бронхів, а також частковий колапс легенів. Високі концентрації мають набряк легенів і ураження серцево-судинної системи, при цьому вражаючий ефект окису етилену може проявитися лише через 72 годин з моменту отруєння [32].

Оцтова кислота — органічна сполука, одноосновна карбонова кислота складу  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . За звичайних умов є безбарвною рідиною із різким запахом. Температура плавлення чистої кислоти дещо нижча від кімнатної температури, при замерзанні вона перетворюється на безбарвні кристали — це дало їй технічне найменування льодяна оцтова кислота.

Оцтова кислота — один з базових продуктів промислового органічного синтезу. Більш ніж 65% світового виробництва оцтової кислоти йде на виготовлення полімерів, похідних целюлози та вінілацетату. Полівінілацетат є основою багатьох ґрунтовних покриттів та фарб. З ацетатної целюлози виготовляють ацетатне волокно. Оцтова кислота та її естери важливі промислові розчинники та екстрагенти.

Перебуваючи у стані пари в повітрі, кислота пошкоджує очі, ніс та горло вже за концентрації понад  $10 \text{ мг/м}^3$ . Серйозні наслідки спостерігаються при десятиденній повторюваній дії забрудненого кислотою повітря із вмістом до  $26 \text{ мг/м}^3$ .

Низькоконцентровані розчини оцтової кислоти (близько 5%) можуть подразнювати слизові оболонки. Концентрована кислота значною мірою пошкоджує шкіру при контакті: у випадку її потрапляння, необхідно промити уражене місце великою кількістю води або розчину харчової соди. При проковтуванні оцтової кислоти спостерігається біль у стравоході і роті, це може призвести до появи нудоти і проблем із диханням. У цьому випадку необхідно ополоснути ротову порожнину і звернутися до лікаря.

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Токсичні дози при споживанні кислоти людиною достеменно не відомі. Напівлетальною дозою для пацюків є 3310 мг/кг, для кроликів — 1200 мг/кг. Споживання людиною 89—90 г чистої кислоти є вкрай небезпечним, а граничною кількістю для щоденного споживання є 2,1 г.

Згідно розрахунку матеріального балансу та опрацьованих літературних даних, вміст в атмосфері льодянооцтової кислоти та етилен оксиду не призводить до критичних наслідків. Щодо 1,4-діоксану, його збирають на виході з вентиляційних шахт та відправляють на очистку для продажу іншим підприємствам в якості каталізатора [33].

Серед багатьох галузей промисловості, хімічна вирізняється високою складністю організації виробництва. І лише завдяки новітнім підходам до створення хімічної продукції можливо вирішувати екологічні проблеми, які часто зустрічаються при хімічному виробництві.

Наразі, підприємства які працюють в сфері хімічної промисловості споживають велику кількість енергії, сировини та води, а отже, під час виробництва утворюється багато побічної продукції. При виваженому екологічному підході, побічна продукція має бути використана як вторинні ресурси, але зараз в більшості компаній накопичується як відходи. Переважно всі відходи хімічної промисловості, через надмірну токсичність, повинні бути знищені.

Значний вплив хімічна галузь має також і на проблему глобального потепління. Збільшенню парникового ефекту сильно сприяють такі хімічні речовини як оксиди сірки та азоту, різноманітні технологічні гази, які є результатом роботи хімічних підприємств.

Для збільшення доходу, компаніям-виробникам у хімічній галузі вигідно збільшувати об'єми виробництва. Але для цього вони мусять зменшувати негативний вплив на екологію навколишнього середовища.

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Саме розробка нових технологічних рішень, удосконалення існуючих методик виробництва є основним методом боротьби із забрудненням довкілля.

Щоб виміряти, яким є вплив на навколишнє середовище від хімічних підприємств, здійснюється оцінка впливу на довкілля – ОВД.

Закон України “Про оцінку впливу на довкілля” для сфери хімічного виробництва вирізняє наступні види діяльності, як такі, що можуть завдати значного впливу довкіллю, і тому підлягають проведенню ОВД.

Хімічне виробництво, в тому числі виробництво основних хімічних речовин, хімічнобіологічне, біотехнічне, фармацевтичне виробництво з використанням хімічних або біологічних процесів, виробництво засобів захисту рослин, регуляторів росту рослин, мінеральних добрив, полімерних і полімервмісних матеріалів, лаків, фарб, еластомерів, пероксидів та інших хімічних речовин; виробництво та зберігання наноматеріалів потужністю понад 10 тонн на рік – ці види діяльності відносяться до першої категорії планової діяльності, отже всі документи в процесі оцінки впливу на довкілля надсилаються в центральний уповноважений орган.

Хімічна промисловість: установки для виробництва вибухових речовин; установки, в яких хімічні і біологічні процеси використовуються для виробництва білкових кормових добавок, ферментів та інших білкових речовин; зберігання хімічних продуктів (базисні і витратні склади, сховища, бази) – такі види діяльності відносять до другої категорії планової діяльності, а це значить, що розроблені документи надсилаються в територіальний орган.

Для проведення оцінки впливу на довкілля для виробництв та підприємств, які працюють в сфері хімічної промисловості існує наступний порядок:

- розробка повідомлення про планову діяльність, що підлягає оцінці впливу на довкілля, та його публікація в друкованих засобах масової інформації та реєстрі ОВД;

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

- розробка звіту з оцінки впливу на довкілля з урахуванням пропозицій та зауважень від громадськості щодо планової діяльності та розміщення звіту в реєстрі ОВД;
- У звіті з ОВД зазначаються результати проведених досліджень впливу на біорізноманіття, атмосферне повітря, водні об'єкти та ґрунти;
- підготовка та публікація оголошення про початок громадського обговорення звіту з оцінки впливу на довкілля в реєстрі ОВД та друкованих виданнях;
- організації проведення громадських слухань в уповноваженому територіальному органі або Мінприроди;
- отримання висновку з оцінки впливу на довкілля, що дає право на провадження планової діяльності [27].

#### **5.4. Висновок розділ 5**

У розділі 5 наведено основні аспекти організації охорони праці, а також вплив на екологічний стан довкілля. Наведено основні показники з охорони праці такі як: пожежна безпека, вібрація та шум, та міри захисту.

					ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВОК

За кодом Е 433 прихований емульгатор групи поверхнево активних речовин, відомий споживачеві як полісорбат 80.

Полісорбат 80 прийнято відносити до категорії емульгаторів. Додатково виступає стабілізатором піни (може бути як піноутворювачем, так і піногасником) і диспергируючим агентом.

Має широку галузь застосування :

- Харчову промисловість
- Косметичну промисловість
- Фармацевтичну промисловість

Норми використання полісорбату 80 в харчових продуктах становлять від 1 г до 10 г на 1 кг готового продукту в залежності від виду продукту.

Харчову добавку Е 433 (від 1 до 10 г / кг) застосовують у виробництві продуктів харчування в якості емульгатора і стабілізатора.

Було удосконалено принципову технологічну та апаратурно-технологічну схеми. А також було розраховано матеріальний та тепловий баланс. Продуктивність виробництва 100 кг/добу. Кількість сировини, що витрачається на виробництво – 147,95 кг.

Підібране обладнання до удосконаленої апаратурно-технологічної схеми.

Розраховано реактор з рамною мішалкою. Потужність апарату 2,81 кВт, об'єм 0,28 м<sup>3</sup>, габаритні розміри – ширина 0,4 м, висота 0,73 м.

Проведений розрахунок економічної ефективності виробництва полісорбату 80. Рентабельність виробництва складає 10 %. Відпускна вартість

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.074.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Кобилко О.О.</i>			<i>ВИСНОВКИ</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Романова О.О.</i>					74	79
<i>Реценз.</i>		<i>Іщенко В.М.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						
						<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		

однієї одиниці продукції буде складати 212,5 грн, прибуток – 3219,71 грн.

А також наведені основні методи перевірки та контролю якості продукції.  
Методами контролю є спектрофотометричні, методи кількісного визначення.

Розглянуто основні аспекти організації охорони праці та екологічний вплив на навколишнє середовище.

					<i>ВИСНОВКИ</i>	<i>Арк.</i>
						75
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Смоляр, В. І. Харчова експертиза. / В. І. Смоляр — К.: Здоров'я, 2005. — 505 с.
2. Смоляр, В. І. Фізіологія та гігієна харчування. / В. І. Смоляр — К.: Здоров'я, 2000. — 332 с.
3. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия. / Л.А. Сарафанова. – С-Пб.: ГИОРД, 2004. – 808 с.
4. Допоміжні речовини та їх застосування в технології лікарських форм. / Жогло Ф., Возняк В., Попович В. та ін. — Львів
5. Toxicological evaluation of certain food additives with a review of general principles and of specifications. [Електронний ресурс]: / Seventeenth report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives. - World Health Organ Tech Rep Ser, 1974. - No. 539. – Режим доступу: [http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO TRS\\_539.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_539.pdf?ua=1)
6. Nema, S. Excipients: Parenteral Dosage Forms and Their Role In: Encyclopedia of PHARMACEUTICAL TECHNOLOGY Third Edition / S. Nema, R.J. Brendel, R. Washkuhn // Ed. J. Swarbrick Pharmaceu Tech, Inc. Pinehurst, North Carolina, USA, by Informa Healthcare USA, Inc. – 2007. - V. 1. - P. 1624
7. Плетнев, М. Ю. Поверхностно-активные вещества и композиции. Справочник. / М. Ю. Плетнев — М.: ИД "Косметика и медицина", 2002. — 752 с.
8. High-performance liquid chromatographic determination of polysorbate 80 in pharmaceutical suspensions / М. Hu, М. Niculescu, X. M. Zhang, A. Hui // Journal of Chromatography A. – 2003. – P. 233–236

					<i>ННІХТ.ХТ-4-15.020.161.076.ДП.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Кобилко О.О.</i>			<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>		
<i>Перевір.</i>		<i>Романова О.О.</i>					
<i>Реценз.</i>		<i>Іщенко В.М.</i>					
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
					76	79	
					<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		

9. Determination of polysorbate 80 in parenteral formulations by high performance liquid chromatography and evaporative light scattering detection / L.M. Nair, N.V. Stephens, S. Vincent, N. Raghavan, P.J. Sand // Journal of Chromatography A. – 2003. – P. 81–86
10. Gibson, M. A Practical Guide from Candidate Drug Selection to Commercial Dosage Form. / M. Gibson // Pharmaceutical preformulation and formulation by Interpharm/CRC. – 2004. – P. 338
11. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия. / Л.А. Сарафанова. – С-Пб.: ГИОРД, 2004. – 808 с.
12. Method for preparing high purity polysorbate 80 through synthesizing three effective components and mixing. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/CN102352031A/en>
13. Safety and efficacy of polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate as a feed additive for all animal species. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2016.4443>
14. Touster, O. Physiol. Rev. 16/ O. Touster, D.R. Shaw. – 1962. – P. 261
15. Reports of the Scientific Committee for Food, 16th Series // Commission of the European Communities. – 1985. - P. 16
16. Органічна хімія / В. Я. Чирва, С. М. Ярмолюк, Н. В. Толкачова, О. Є. Земляков. — Львів : БаК, 2009. — 996 с.
17. PROCESS FOR PREPARING SORBITAN ESTERS. United States Patent. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://patentimages.storage.googleapis.com/b5/fa/46/83e4c17ebc6df5/US4297290.pdf>
18. Деркач Ф. А. Хімія. — Львів: Львівський університет, 1968. — 312 с.
19. Економіка, організація та управління хімічних виробництв: [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до вивчення

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

дисципліни, проведення практичних занять та виконання контрольної роботи для здобувачів освітнього ступеня бакалавр спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання / уклад. Г. Ф. Ємцева – К.: НУХТ, 2019. - 96 с.

20. Системи управління якістю основні положення та словник: ДСТУ ISO 9000:2001 [Чинний від 2001-06-27]. – К.: Держстандарт України, 2001. – 32 с. – (Національний стандарт України)
21. Шаповал М. І. Менеджмент якості. – К.: Знання, 2003. – 475 с.
22. Твин-80 неочищенный: ГОСТ. ТУ 6-14-938-79- [Введ. в действие 01.09.1979]. - Государственный комитет стандартов, 1979. – 24 с.
23. Определение полисорбатов в биотехнологических препаратах / В. И. Гроховский, А. А. Бендрышев, С. В. Швец, Д. А. Орлов, О. А. Ваганова// Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2017. – С. 160-165.
24. Охорона праці : Навч. посіб. / Я. І. Бедрій, Є. О. Геврик, І. Я. Кіт, О. С. Мурін, В. М. Єнкало; ред.: Є. О. Геврик; Укр. держ. лісотехн. ун-т. - Л., 2000. - 280 с. - Бібліогр.: с. 277-279.
25. Пістун І. П та ін. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): навчальний посібник / Пістун І. П., Березовецька О. Г., Трунова І. О. — Львів: Тріада плюс, 2010. — 648 с.
26. Ліпінський В. В. Правове забезпечення пожежної безпеки в Україні: монографія. / за заг. ред. С. В. Петкова — К.: Дакор, 2011.
27. Оцінка впливу запланованої господарської та іншої діяльності на навколишнє середовище // Словник – довідник з екології: навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапшина. — Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2013. — С. 133-134.

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

28. 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.
29. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання / уклад.: О.Г Макаренко, О.В Подобій, Т.М. Бойчук та ін. – К.: НУХТ, 2020. – 66 с.
30. Области застосування полісорбату 80 E433 / Оксана Кобилко, Олеся Романова // 86 Міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів, студентів "Наукові здобутки молоді - вирішенню проблем людства у XXI столітті" – Київ, 2020. – (НУХТ). – (2). – С. 290.
31. Кнунянц И. Л. и др. т.2 Даффа-Меди // Химическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, 1990. — 671 с.
32. ГОСТ 7568-88. Этилена окись. Технические условия. — Издание официальное. — М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1988. — 54 с.
33. Оцтова кислота. Властивості, використання, виробництво : Моногр. / Я. В. Ластов'як, Н. С. Караман, М. С. Полутаренко, Ю. А. Паздерський; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2004. - 166 с.

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		79