

**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»	«До захисту допущено»
Директор інституту	Завідувач кафедри
_____	_____
(підпис)	(підпис)
<u>О.В. Кочубей-Литвиненко</u>	<u>Т.Т.Носенко</u>
(ініціали та прізвище)	(ініціали та прізвище)
«__» _____ 2021 р.	«__» _____ 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Хімічна технологія
на тему: Удосконалення технології отримання сорбітану монолаурату

Виконав: здобувач 4 курсу, групи 4

_____ Демидович Лідія Олексіївна _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

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

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

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент Діденко О.З _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально- науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічна технологія

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЖХТ

Т.Т.Носенко

“09” квітня 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Демидович Лідія Олексіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології отримання монолаурат сорбітану

керівник роботи Бойчук Тетяна Михайлівна, к.х.н., доцент,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “08”квітня 2021 р.№ 236- КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи отримання сорбітану монолаурату на виробництві з потужністю 100 кг/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; Розділ I. Аналітичний огляд науково-технічної літератури; Розділ II. Технологічна частина; Розділ III. Техніко-економічне обґрунтування; Розділ IV. Організація контролю якості продукції; Розділ V. Екологічна частина та охорона праці; Висновки; Список використаної літератури; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина.	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	11.05.2021р.	28.05.2021р.

7. Дата видачі завдання 09.04.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	12.04.2021р.	
2	Аналітичний огляд науково-технічної літератури	14.04-25.04.2021р.	
3	Технологічна частина. Розрахунок матеріального та теплового балансу. Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.	26.04-25.05.2021р.	
4	Техніко-економічне обґрунтування	11.05-16.05.2021р.	
5	Організація контролю якості продукції	17.05-19.05.2021р.	
6	Екологічна частина та охорона праці	20.05.-23.05.2021р.	
7	Висновки	24.05.2021р.	
8	Список використаної літератури. Реферат	12.04.-25.05.2021р.	
9	Графічна частина проекту. Принципова технологічна схема	26.04-10.05.2021р.	
10	Графічна частина проекту. Апаратурно-технологічна схема	26.04-10.05.2021р.	
11	Графічна частина проекту. Креслення апарату (загальний вигляд)	11.05-25.05.2021р.	
12	Перевірка на академплагіат, передзахист, , рецензування ДП	25.05.2021р.- 01.06.2021р.	

Здобувач

_____ (підпис)

Демидович Л.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Бойчук Т.М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: С.74, РИС.6, ТАБЛ.16, ДЖЕРЕЛ.21

У данній кваліфікаційній роботі проведено удосконалення технології виробництва монолаурат сорбітану.

У **вступі** сформульовано мету та задачу досліджень, що полягають у вивченні методів отримання емульгатору, показано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У **першому розділі** проаналізовано світову науково-технічну літературу з технології виробництва добавки Е 493, їх фізико-хімічних властивостей, а також сфер застосування

У **другому розділі** наведена характеристика сировинної бази, розроблені принципова та апаратурно-технологічна схеми виробництва, розраховані матеріальний то тепловий баланси виробництва, здійснено підбір обладнання.

У **третьому розділі** наведено техніко–економічне обґрунтування виробництва полісорбату 20 та досліджено прибутковість даного виробництва.

У **четвертому розділі** представлено методи контролю якості продукції.

У **п'ятому розділі** розроблені заходи з охорони праці виробництва та охорони навколишнього середовища. Розроблена технологія повністю відповідає вимогам охорони праці та забезпечує працівників належними умовами.

У **висновках** наведено результати виконаної роботи

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХАРЧОВА ДОБАВКА, Е 493, МОНОЛАУРАТ СОРБІТ, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, АПАРАТУРНА СХЕМА, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: P.74, FIG.6, TABLE 16, SOURCE.21

In this diploma project the improvement of sorbitan monolaurate production technology has been improved.

The first section analyzes the world scientific and technical literature on the technology of production of additives E 493, their physical and chemical properties, as well as areas of application

The second section describes the raw material base, developed the basic and hardware-technological schemes of production, calculated the material and thermal balances of production, selected equipment.

The third section provides a feasibility study for the production of polysorbate 20 and investigates profitability

The fourth section presents methods of product quality control.

The fifth section develops measures to labor protection of production and environmental protection.

The developed technology fully meets the requirements of labor protection and provides employees with appropriate conditions.

KEY WORDS: FOOD ADDITIVE, E 493, SOLBITE MONOLAURATE, TECHNOLOGICAL SCHEME, EQUIPMENT SCHEME

ЗМІСТ

ВСТУП	12
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	14
1.1 Загальні відомості про емульгатори	14
1.2 Фізико-хімічні властивості	16
1.3 Области застосування.....	19
1.4 Користь та шкода добавки Е 493.....	20
1.5 Методи отримання.....	22
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	32
2.1 Характеристика сировини.....	32
2.2 Опис принципово-технологічної схеми	34
2.3 Розрахунок матеріального балансу	37
2.4 Розрахунок теплового балансу	42
2.5 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.....	43
2.5.1 Розрахунок реактора змішувача	43
2.6. Опис апаратурно-технологічної схеми.....	55
РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	56
РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	62
РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	65
5.1 Охорона праці на підприємстві	65
5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві ..	67
ВИСНОВОК	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	77

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.019.161.004.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ЗМІСТ</i>		
Розроб.		Демидович Л.О					
Перевір.		Бойчук Т.М					
Реценз.							
Н. Контр.		Подобій О.В					
Затверд.		Носенко Т.Т					
					Літ.	Арк.	Акрушів
					5	73	
					<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		

ВСТУП

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.

Сьогодні емульгатори як харчові добавки відіграють важливу роль у виробництві таких харчових продуктів як маргарин, майонез, вершкові креми та соуси, цукерки, упаковані харчові продукти, солодоці та ряд хлібобулочних виробів.

Сорбітан монолаурат – харчова добавка E493 є поверхнево-активною речовиною на основі натуральної жирної кислоти (лауринової кислоти) і сорбіту цукрового спирту. Цей складний сорбітан є високоефективним при утворенні емульсій масла у воді.

Об'єкт дослідження - технологія виробництва сорбітан монолаурату.

Предмет дослідження - сорбітан монолаурату-неіонно поверхнево-активна речовина і емульгатор.

Мета роботи – удосконалення технології сорбітан монолаурату.

Завдання на виконання роботи:

- Зробити пошук , аналіз та огляд літератури для особливо детального вивчення фізико – хімічних властивостей сорбітан монолаурату, сфери використання цієї харчової добавки, зокрема у харчовій та косметичній промисловості;
- Ознайомитися з методами отримання добавки;
- Підібрати обладнання для побудови апаратурно-технологічної схеми;

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.019.161.004.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ВСТУП</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Демидович Л.О					6	73
Перевір.		Бойчк Т.М						
Реценз.								
Н. Контр.		Подобій О.В						
Затверд.		Носенко Т.Т						
						<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		

4. Навести принципово-технологічну та апаратурно-технологічну схеми виробництва сорбітан монолаурату ;
5. Розрахувати матеріальний та тепловий баланс її виробництва;
6. Виконати креслення та розрахунки одного з основних апаратів виробництва;
7. Провести економічні розрахунки;
8. Навести характеристику екологічної безпеки для об'єкта, що розробляється, та описати охорону праці на виробництві.

					<i>ВСТУП</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальні відомості про емульгатори

Емульгатори - молекули з одним гідрофільним і одним гідрофобним кінцем. Вони роблять можливим «розчинення» олії у воді, створюючи стабільну, гомогенну емульсію.

Стародавні греки вже використовували емульгуючу здатність бджолиного воску в косметичній продукції, а яєчний жовток був ймовірно першим емульгатором, використаним у «харчовому виробництві» на початку 19 століття. Оскільки яєчний жовток був нестабільний, виробники перейшли на лецитин, отриманий з сої, яка є важливим харчовим продуктом, починаючи з 1920-х років. Але десятьма роками пізніше справжнім проривом у створенні емульгаторів стало використання для у їх складі певних похідних жирних кислот (моно- і дігліцеридів). У 1936 році було запатентоване застосування таких емульгаторів у виробництві морозива. Сьогодні емульгатори як харчові добавки відіграють важливу роль у виробництві таких харчових продуктів як маргарин, майонез, вершкові креми та соуси, цукерки, упаковані харчові продукти, солодощі та ряд хлібобулочних виробів.

Застосування емульгаторів

Хліб

Можна виробляти хліб без емульгаторів, але він буде нижчого об'єму з м'якушкою, сухою на дотик, та швидко черствітиме. Достатньо додати в тісто 0,5% емульгаторів, щоб досягти збільшення в об'ємі, кращої структури м'якушки та довшого зберігання свіжості хліба. Є два види емульгаторів, що застосовуються для виробництва хліба: такі, що сприяють укріпленню тіста

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.019.161.006.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демидович Л.О			<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Бойчук Т.М					8	73
Реценз.						<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
Н. Контр.		Подобій О.В						
Затверд.		Подобій О.В						

(ефіри діацетилвинної кислоти (E 472e) та стерол-2-лактилати натрію чи кальцію (E481, E482) і такі, що сприяють пом'якшенню тіста (моно- та дигліцериди жирних кислот (E471). Емульгатори першої групи роблять тісто міцнішим, хліб з такого тіста має поліпшену структуру та більший об'єм. Емульгатори другої групи дають змогу покращити структуру м'якушки хліба та збільшують термін його зберігання.

Шоколад

Усі шоколадні вироби містять 0,5% лецитину (E322) чи фосфатиду амонію (E442). Ці емульгатори додають для забезпечення правильної консистенції шоколаду, завдяки чому він може бути сформований у плитки чи пластинки. Якщо шоколад зберігався при дуже високих температурах, його поверхня може втратити глянс, на ній може з'явитися сіруватий чи білий наліт. Це явище називають “посивінням” шоколаду. Воно робить продукт менш привабливим для споживача. Сорбітан тристеарат (E492) може попередити розвиток посивіння.

Морозиво

Морозиво – один з найбільш складних продуктів, які ми вживаємо. У структурі морозива поєднуються піна, емульсія, кристалики льоду та водну фазу, що не замерзає. Емульгатори додають під час процесу заморожування, щоб забезпечити гладеньку поверхню і щоб запобігти розмерзанню морозива відразу після подачі на стіл. Емульгатори стабілізують процеси замерзання-розмерзання. Найбільш широко у виробництві морозива застосовуються такі емульгатори: моно- та дигліцериди жирних кислот (E471), лецитин (E322) та полісорбати (E432, E436). Усі вони також використовуються для виробництва інших десертів, таких як сорбет, молочний коктейль, заморожений мус і заморожений йогурт.

Маргарин

Емульгатори надають маргарину необхідну стабільність, структуру і смак. Моно- і дигліцериди жирних кислот (E471) та лецитин (E322) широко

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

застосовуються для того, щоб забезпечити рівномірний розподіл краплин води в жировій фазі. Складні ефіри моно- та дигліцеридів з лимонною кислотою (E 472c) забезпечують стабільність структури маргаринів, а ефіри гліцерину з молочною кислотою (E 477) покращують властивості маргаринів, призначених для виробництва борошняних кондитерських виробів.

Продукти переробки м'яса

Виробництво ковбасних виробів переважає у м'ясопереробній промисловості Європи. Основними складовими ковбас є м'ясний білок, жир і вода, які разом створюють стабільну емульсію. Емульгатори стабілізують цю емульсію і розподіляють жир по всьому об'єму продукту. Харчові добавки наближають органолептичні властивості м'ясних продуктів з низьким вмістом жиру до властивостей подібних продуктів з високим вмістом жиру. М'ясопереробна промисловість використовує такі емульгатори, як моно- і дигліцериди жирних кислот (E471) та ефіри лимонної кислоти (E 472c).

1.2 Фізико-хімічні властивості

Добавка монолаурат сорбітану складається з сорбіту (та його ангідридів) з жирними кислотами, отриманими з кокосової олії. Добавка - це жовта / бурштинова масляниста рідина, вона не розчиняється у воді. [2]

Типовий профіль жирної кислоти добавки монолаурат сорбітан відображає жирнокислотний склад кокосової олії і містить 40–60% лауринової кислоти, 14–25% міристинової кислоти, 7–15% пальмітинової кислоти, <11% олеїнової кислоти, <10% каприлової кислоти, <10% капринової кислоти, <7% стеаринової кислоти, <3% лінолевої кислоти та <1% капронової кислоти. Переважаючою структурою є монолаурат сорбітану,

від якого і отримана назва добавки (синоніми: сорбітан лаурат, сорбіт монододеканоат; Chemical Abstract Service (CAS) номер 1338-39-2 та номер EINECS 215-663-3; молекулярна маса 346,46, щільність близько 1004 кг/м³) [5]. Структурна формула монолаурату сорбітану описана на рисунку 1.1.

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

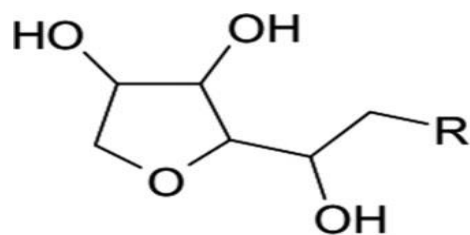


Рис.1.1 Структурна формула монолаурату сорбітану

Добавка виготовляється відповідно до специфікацій, встановлених Регламентом Комісії (ЄС) No 231/2012 для використання як харчова добавка. Вказано, що добавка містить не менше 95% суміші ефірів сорбіту, сорбітану та ізосорбіду. Аналіз п'яти партій добавки показав відповідність зазначеним вище специфікаціям. Далі вказано, що добавка містить $\leq 2\%$ води та $\leq 0,5\%$ сульфатованої золи, а також має кислотне значення ≤ 7 , значення омилення від ≥ 155 до ≤ 170 , та гідроксильне значення від ≥ 330 до ≤ 358 . Аналіз з п'яти партій показали, що ці характеристики також були дотримані у всіх зразках. Заявник запропонував дві додаткові специфікації для монолаурату сорбітану як кормової добавки: величина йоду ≤ 10 та пероксидна величина ≤ 5 . Аналіз тих самих п'яти партій показав відповідність також цим специфікаціям. Проаналізовані концентрації свинцю (≤ 5 мг/кг), кадмію (≤ 1 мг/кг), ртуті (≤ 1 мг/кг) та миш'яку (≤ 3 мг/кг) у п'яти партіях добавк були нижче запропонованих специфікації (≤ 5 , ≤ 1 , ≤ 1 та ≤ 3 мг/кг відповідно). Жоден з них не викликає занепокоєння безпекою [2].

Термін придатності добавки вивчали шляхом аналізу вмісту води, кислотного значення, величини омилення та гідроксильного складу трьох виробничих партій, що зберігались у закритих контейнерах при кімнатній

температурі протягом 24 місяців. По суті, ніяких змін в аналізованих параметрах за період зберігання не спостерігалось [7].

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

Специфікації моноолеату сорбітану (Е 493)

Визначення	Суміш часткових ефірів сорбіту та його ангідридів з істивною комерційною лауриною кислотою
Eіnecѕ	215-663-3
Хімічна назва	Sorbitan monolaurate
Хімічна формула	$C_{18}H_{34}O_6$
Молекулярна маса	346 г/моль
Аналіз	Вміст не менше 95% суміші ефірів сорбіту, сорбітану та ізосорбіду
Опис	Бурштинова масляниста в'язка рідина, від світло-кремового до засмаглого кольору намистинки або пластівці або тверда воскоподібна тверда речовина з легким запахом
Ідентифікація	
Розчинність	Дисперговані в гарячій і холодній воді
Інфрачервоний спектр	Характеристика часткового складного ефіру жирної кислоти
Чистота	
Вміст води	Не більше 2% (метод Карла Фішера)

Сульфатний попіл	Не більше 2% (метод Карла Фішера)
Кислотне значення	Не більше 7
Значення омилення	Не менше 155 і не більше 170
Гідроксильне значення	Не менше 330 і не більше 358
Миш'як	Не більше 3 мг / кг
Вести	Не більше 2 мг / кг
Меркурій	Не більше 1 мг / кг
Кадмій	Не більше 1 мг / кг

1.3 Области застосування

Використовується як емульгатор, як правило, разом з полісорбатами для утримання води та олії, змішаних у багатьох харчових продуктах.

Зазвичай його використовують у сухих дріжджах швидкого приготування, жирних та олійних емульсіях, десертах, харчових добавках, тортах, спрейдів, маргарині, відбілювачах кави тощо.

Нижче наведено його основні способи використання та функції в їжі:

- **Сухі дріжджі** : підтримуйте вологу, збільшуйте термін рихлатості сухих дріжджів і допомагайте регідратації дріжджових клітин перед змішуванням з іншими інгредієнтами тіста .
- **Морозиво** : сприяє емульгуванню молочного жиру, запобігає утворенню кристалів льоду та покращує відчуття рота.
- **Маргарин** : покращує стійкість емульсії та зменшує пісочність.
- **Збиваючі вершки** : покращують об'єм піни та сприяють приємній і жорсткій піні.

- **Хліб та пиріг** : збільште об'єм батона та покращите текстуру хліба та пирога.

- **Кондитерські вироби та шоколад** : стабілізують емульсію масел та жирів.

Його застосування перераховано разом з іншими складними ефірами сорбітану: тристеаратом сорбітану (E492), монолауратом сорбітану (E493), моноолеатом сорбітану (E494) та монопальмітатом сорбітану (E495) та з максимальним рівнем використання “5000-10000 мг/кг” під час використання рівень сухих дріжджів і дріжджів для випічки є “quantum satisfa”.

Наступна їжа може містити його :

- Ароматизовані кисломолочні продукти
- Відбілювачі напоїв
- Жирові та масляні емульсії
- цукрові кондитерські вироби
- Жуйка
- Прикраси, покриття та шпатлівки
- Вишукані хлібобулочні вироби
- Емульговані соуси

1.4. Користь та шкода добавки E 493

Виходячи з NOAEL 2600 мг/кг маси тіла на день, враховуючи співвідношення між молекулярною масою монстеарату сорбітану (430,62 г/моль) та сорбітану (164,16 г/моль), та застосовуючи коефіцієнт невизначеності 100, Панель ANS запропонувала групову ADI у дозі 10 мг/кг маси тіла на день, виражену як сорбітан для ефірів сорбітану (E 491–495) окремо або в комбінації. Панель FEEDAP підрахувала, що відповідний ADI для монолаурату сорбітану буде 21 мг/кг маси тіла. Через широкий метаболізм монолаурату сорбітану на кишковому рівні в залишкових тканинах та продуктах тварин не буде залишків незміненої добавки. Основний кишковий метаболіт сорбітан може абсорбуватися, а

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

потім виводитись із сечею у незміненому вигляді, лише в дуже обмежених кількостях виявляється у всьому організмі. Отже, при введенні монолаурату сорбітану в повноцінних кормах очікується незначна кількість залишків сорбітану та похідних метаболітів у харчових продуктах тваринного походження [7].

Споживання тканин та продуктів від тварин, яким вводили максимально рекомендовану концентрацію монолаурату сорбітану, запропоновану для повноцінних кормів, не повинно істотно збільшити опромінення споживачів. Група FEEDAP дійшла висновку, що використання монолаурату сорбітану в харчуванні тварин за запропонованих умов використання не представлятиме ризику для споживача [10].

Інгаляційна токсичність

Жодних досліджень токсичності при вдиханні не було, але оскільки монолаурат сорбітану є маслянистою рідиною, не очікується, що користувачі будуть піддаватися впливу вдихання під час нормального поводження з добавкою [3].

Шкіра та очі

Монолаурат сорбіта тестували на подразнення шкіри та очей за допомогою новозеландських кроликів. розчинів 1%, 10%, 60% або 100% монолаурату сорбітану наносили на обрізану шкіру протягом 10 днів. Через 3 дні лікування 100% спричинили інтенсивну еритему та набряк, 10% та 60 спричинили менш інтенсивну еритему та набряк, а 1% не спричинили змін на відкритій шкірі. Через 10 днів лікування еритема та набряк спостерігалися у всіх оброблених групах, а лікування 60% та 100% також спричиняло потовщення шкіри. Було зроблено висновок, що монолаурат сорбітану подразнює шкіру кроликів. Хоча розчини 30% та 60% монолаурату сорбітану не викликали подразнення при застосуванні на очах кроликів, вважаючи, що він виявляє подразнюючу дію на шкіру, було б доцільним розглядати його як потенційний подразник для очей споживачів, що зазнали впливу [10].

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

Монолаурат сорбітану випробовували на водному розчині 30% та 100% у тесті Шварца на пророцтво (дві експозиції 72 години з інтервалом у сім днів) на алергени, використовуючи 30 та 50 людей відповідно. Шкірних реакцій не викликано, що свідчить про те, що жоден із суб'єктів не мав алергії на сорбітан лаурат [10].

Висновки щодо безпеки для користувача

Монолаурат сорбітану розглядається як подразник шкіри та очей, але не вважається шкірним сенсibilізатором. Не очікується, що це ризик для користувачів, які потрапляють під вдихання.

1.5 Методи отримання

Ефіри сорбітану жирних кислот отримують шляхом прямої етерифікації комерційної, харчової стеаринової, лауринової, олеїнової або пальмітинової кислот харчовим сорбітом.

Відповідно до специфікацій ЄС для ефірів сорбітану (Е 491–495), комерційна стеаринова, пальмітинова, лауринова або олеїнова кислоти можуть використовуватися як вихідний матеріал для виробництва харчових добавок.

За інформацією EFEMA (Технічне дос'є [Документація надана EFSA № 24]), комерційна стеаринова кислота, яка використовується для виробництва харчових добавок, може містити до 48,7–50,0% пальмітинової кислоти. Інформації щодо чистоти комерційної пальмітинової, лауринової та олеїнової кислот не надано.

Опис переважних варіантів здійснення

При приготуванні ефіру сорбітану з сорбіту важливо на практиці цього винаходу спочатку приготувати ангідро-сорбітол, а потім окремим етапом реагувати цей ангідро-сорбітол з жирною кислотою при температурі, що не перевищує приблизно 215°C. присутність основного каталізатора для отримання бажаного ефіру сорбітану жирних кислот. Заявник виявив, що важливо використовувати температури, що не перевищують 215°C, щоб

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

уникнути утворення кольору, що характеризує складні ефіри сорбітану, приготовані за допомогою методів попереднього рівня техніки [8].

Також важливо проводити ангідризацію та етерифікацію як окремі стадії, а не як одну стадію способом, кращим у вищезазначеному патенті США. №23222820, щоб задовольнити специфікації продукту, такі як гідроксильне число, кислотне число та омилення без перевищення 215°C [8].

Етерифікація сорбіту при температурах нижче 215°C у присутності основного каталізатора призводить до продуктів, які не відповідають встановленим технічним умовам для поверхнево-активних речовин ефіру сорбітану жирних кислот [8].

На практиці згідно з цим винаходом сорбіт є безводним до тих пір, поки не буде отриманий ангідро-сорбіт, що має бажаний ступінь ангідризації. Ступінь безводності може бути визначена шляхом вимірювання гідроксильного числа зразка згідно з відомими методиками. Наприклад, чистий сорбіт має гідроксильне число 1850. Ангідросорбіт, з якого хімічно видалено в середньому 1,0 моль води для кожного моля сорбіту, що спочатку був, має гідроксильне значення 1368. Загалом, гідроксильне число ангідро-сорбітол повинен знаходитися в діапазоні приблизно від 1150 до приблизно 1400, що представляє діапазон приблизно від 1,0 до приблизно 1,4, за ступенем ангідризації. Більш конкретно, бажаний ступінь ангідризації в ангідро-сорбіті залежить як від жирної кислоти, так і від температури, що використовується для етерифікації [8].

Для цього винаходу ангідризацію переважно проводять при температурі приблизно 120°C (хоча, ширше, підходять температури від близько 110°C до приблизно 150°C) і при зниженому тиску (наприклад, 5 мм абсолютного значення) , у присутності п-толуолсульфонової кислоти як кислотного каталізатора, проводячи реакцію до досягнення продукту, що має бажане гідроксильне число [8].

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

Зрозуміло, що можна використовувати інші кислотні каталізатори та умови. Переважно проводити зневоднення в присутності знебарвлюючого вуглецю [8].

Ступінь безводності можна контролювати, контролюючи час реакції. При зневодненні сорбіту при 120°C і при 5 мм рт.ст. ртуті час реакції становить близько 70 хвилин, коли бажаний продукт, що має гідроксильне число близько 1300, і близько 110 хвилин, коли продукт, що

має гідроксильне число, приблизно 1200 бажано. Як варіант, ступінь безводності може регулюватися вибором температури реакції, тиску, кислотного каталізатора, концентрації каталізатора або комбінацією цих параметрів [8].

Збільшення температури, концентрації каталізатора або сили кислотного каталізатора або зниження абсолютного тиску збільшує ступінь ангідризації. Ангідросорбітол - це суміш сорбітів, тобто 1,4-сорбітан, 2,5-сорбітан і 3,6-сорбітан, з невеликими кількостями ізосорбіду та непрореагованого сорбіту; 1,4-сорбітан є найбільшим компонентом ангідросорбіту [8].

Ангідро-сорбіт, що має гідроксильне число приблизно від 1150 до приблизно 1400 і бажано готується, як описано вище, реагує з жирною кислотою в присутності основи при температурі, що не перевищує приблизно 215°C, з тим, щоб отримати бажаний жирний сорбіт. ефір кислоти. Реакцію проводять нагріванням ангідро-сорбіту, жирної кислоти, лужного каталізатора та знебарвленням вугіллям (при їх використанні) разом, бажано в інертній (наприклад, азот) атмосфері, поки не буде досягнута бажана температура реакції, і підтримання цієї температури на достатньому рівні тривалість часу для отримання бажаного продукту. Особливо кращими є лауринова, стеаринова та олеїнова кислоти. Жирні кислоти не повинні бути чистими хімічними сполуками; комерційні суміші жирних кислот, такі як жирна кислота кокосової олії, яка являє собою суміш, що включає велику

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

кількість лауринової кислоти з меншою кількістю міристинової та пальмітинової кислот, що мають середню молекулярну масу 201 (і відповідно кислотне число 279); і комерційна стеаринова кислота, що складається по суті з майже еквімолярних кількостей пальмітинової та стеаринової кислот і має середню молекулярну масу 271 (і відповідно кислотне число 207) [8].

Гідроксид натрію є кращим лужним каталізатором для етерифікації через його високу ефективність та низьку вартість. Однак, за бажанням, замість гідроксиду натрію можна використовувати інші лужні матеріали, такі як гідроксид калію, гідроксид кальцію, ацетат натрію, стеарат натрію або тринатрію фосфат [8].

Кількість використаної жирної кислоти зазвичай перевищує стехіометричну кількість, необхідну для утворення моноєфіру [8].

Переважне мольне співвідношення жирної кислоти до сорбіту коливається приблизно від 1,1, коли готується монолаурат сорбітану, до приблизно 1,33, коли готується монстеарат сорбітану [8].

Температура етерифікації не повинна бути вище приблизно 215°C, як зазначалося раніше, оскільки кількість кольороутворення є небажано великим при використанні більш високих температур. З іншого боку, температура зазвичай не нижче приблизно 180°C, оскільки реакція стає занадто повільною, і етерифікація може бути неповною при нижчих температурах. Зазвичай переважні температури від приблизно 190°C до приблизно 210°C. Навіть у цьому діапазоні швидкість реакції помітно повільніша, а колір продукту помітно кращий при 190°C, ніж при 210°C. Зазвичай потрібно час реакції від 2,5 до 5,0 годин. Етерифікацію слід проводити в практично безводному середовищі. Реакцію бажано проводити у присутності активованого вугілля, яке служить знебарвлюючим агентом. Реакцію бажано проводити в інертній (наприклад, азотній) атмосфері. Найкращі результати дає перемішування реакційної суміші [8].

Кількість лужного каталізатора слід обмежити, щоб кінцевий продукт

					<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

після нейтралізації не містив небажано великої кількості вільних жирних кислот. Кількість використовуваного гідроксиду натрію рідко перевищує 1% по масі в перерахунку на масу продукту [8].

Переважно кількість використовуваного гідроксиду натрію не перевищує кількості, яка хімічно еквівалентна максимальній кількості вільної кислоти, бажаної в продукті. Замість гідроксиду натрію можна використовувати еквівалентні кількості інших лужних матеріалів [8].

Коли реакція завершиться, реакцію можна припинити охолодженням суміші продуктів реакції та додаванням невеликої кількості кислоти, переважно фосфорної кислоти, достатньої для нейтралізації присутнього лугу. Стійкість кольору продукту покращується використанням принаймні приблизно одного моля фосфорної кислоти на кожні 1,5 моля використовуваного каталізатора гідроксиду натрію. Продукти, одержувані цим способом, являють собою суміші ефірів сорбітану жирних кислот (з деякими ефірами сорбіту та сорбіду також), які подібні до продуктів, вже відомих у даній галузі техніки, за винятком того, що кількість кольору, пов'язаного з цими продуктами, менше ніж кількість кольору, пов'язане з виробами попереднього рівня техніки, які не були оброблені відбілюючим агентом. Це дає змогу відмовитись від відбілюючих процедур, або ж зменшити кількість відбілюючого агента або використовувати більш м'які умови відбілювання. Технічними характеристиками продуктів цього винаходу є наступні:

Таблиця 1.2

Технічні характеристики продуктів

	Кислота №	Гідроксил №	Омилення №
Сорбітан Монолаурат	4-7	330-358	158-170
Сорбітан Монолаурат	5-10	235-260	145-157
Сорбітан Моноолеат	5,5-8	149-160	193-209

Моноєфіри сорбітану за цим винаходом корисні для тих самих цілей, що й складні єфіри сорбітану попереднього рівня техніки [8].

Одноєфіри сорбітану жирних кислот, отримані згідно з цим винаходом, корисні як змочувальні агенти, поверхнево-активні речовини (поверхнево-активні речовини) та емульгатори. Ці єфіри особливо корисні в продуктах харчування. Ці складні єфіри нерозчинні у воді та розчинні у маслі. Ці складні єфіри є термостабільними і нетоксичними [8].

Одноєфіри сорбітану жирних кислот, отримані згідно з цим способом, можуть бути етоксильовані згідно з процедурами, відомими в даній галузі техніки. Можуть бути приготовані аддукти етиленоксиду, що містять в середньому приблизно від 4 до приблизно 100 або більше молей етиленоксиду на моль моноєфіру сорбітану [8].

Отримані етиленоксидні аддукти відомі в даній галузі техніки і корисні як гідрофільні поверхнево-активні речовини та емульгатори [6].

Далі даний винахід буде далі описаний з посиланням на конкретні приклади, які подаються далі. Усі відсотки вказані за вагою, якщо не вказано інше [6].

ПРИКЛАД 1

Частина А. Ангидросорбитол Проміжний продукт

Розчин комерційного сорбіту (1038,6г., 70% по масі твердих речовин, що містять близько 90% сорбіту), і 12,9г. вуглецю, що знебарвлює ("DARCO G-60"), завантажувались у 3-горлову круглодонну колбу, оснащену термopарою, мішалкою, конденсатором та приймачем, що виходили в пастку сухого льоду, вакуумметр та вакуумний насос. Апарат вакуумували до тиску приблизно 5 мм.рт.Ст. І температуру підвищували до 90°-95°С для видалення водного розчинника. Після видалення всієї води 7,2г. П-толуолсульфонової кислоти завантажують, знову застосували вакуум і заряд нагріли до 120°С.[6]

Заряд підтримували при цій температурі та при рівні 5 мм рт. тиск протягом 110 хвилин. Потім шихту охолодили, 1,6 г. гідроксиду натрію та 3,5

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

г. діатомової землі ("Super-Cel"), і шихту перемішували протягом 15 хвилин і фільтрували в атмосфері азоту приблизно при 90°-110°С через спечену скляну лійку фільтру. Продукт мав гідроксильне число 1195

(що відповідає ступеню ангідризації приблизно 1,3) і колір Гарднера 3.

Частина Б. Монолаурат Сорбітан

Ангідросорбітол (139,0 г.), приготований відповідно до частини А цього прикладу, комерційну лауринову кислоту (181,5 г.), порошкоподібний гідроксид натрію (0,764 г.) та знебарвлюючий вуглець (4,5 г.) завантажували в 3-горловину круглодонна колба, обладнана вхідним отвором для азоту, термопарою, мішалкою, конденсатором і приймачем, що виходить до пастки для сухого льоду. Суміш промивали азотом і нагрівали до 200°С при атмосферному тиску протягом 41 хвилини. Реакційну суміш підтримували при цій температурі та тиску протягом 360 хвилин, підтримуючи незначний потік азоту. Потім реакційну суміш охолоджували і залишали стояти на ніч. Наступного ранку суміш нагрівали до 101°С під азотом, обробляючи 1,49 г. 85% фосфорної кислоти і 1,5 г. діатомової землі та фільтрують через скляну лійку при 90-110°С під азотом. 30-грамову пробу відбирали для тесту на стійкість кольору. Залишок повторно нагрівали до 100°С під азотом і вибілювали протягом 20 хвилин 1,1 г. 35% водного розчину перекису водню. Додавали діатомову землю (1,0 г.) і суміш повторно фільтрували [6].

Всі значення кольору, крім початкового кольору, визначали, підтримуючи зразок продукту при температурі 200°F (близько 93°С) протягом зазначеного вище часу [6].

ПРИКЛАД 2

Частина А. Проміжний продукт ангідро-сорбіту

Дотримувались процедури прикладу 1, частина А, за винятком того, що час ангідризації становив 100 хвилин. Отримано продукт, що має гідроксильне число 1200 [6].

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

Частина Б. Монолаурат Сорбітан

Ангідро-сорбіт (375 г.), приготовлений відповідно до Частини А, 499 г. комерційна лауринова кислота (приблизно 51% лауринової кислоти, 18% міристинової кислоти, решта інших жирних кислот), 4,5 г. активованого вугілля і 2,1 г. гідроксиду натрію прореагували при 200°C протягом 360 хвилин, дотримуючись процедури прикладу 1, частина В, за винятком зазначеного. Продукт нейтралізували фосфорною кислотою і фільтрували через діатомову землю, відбілювали 0,5% (у розрахунку на масу продукту) 35% (за вагою) водного розчину перекису водню і знову фільтрували [6].

Таблиця 1.3

Аналіз продукту після рефільтрації

Колір Гарднера (початковий): менше 1
Кислота No: 4.9
Омилення No: 162
Гідроксильний номер: 345
Відсоток мила: 0,12

ПРИКЛАД 3

А. Безводність

Деіонізований розчин сорбіту (70% твердих речовин) зневоднювали способом, описаним у Прикладі 1, Частина А, за винятком того, що час ангідризації становив 70 хвилин. Отримали продукт, що має гідроксильне число 1308 і колір Гарднера 4. Ще одну партію розчину сорбіту зневоднювали таким же чином, отримуючи продукт, що має гідроксильне число 1314 і колір Гарднера 2+. Два препарати ангідро-сорбіту об'єднали, даючи ангідро-сорбіт, що має гідроксильне число 1311 [6].

В. Етерифікація

Ангідро-сорбіт (324 г.), приготовлений відповідно до частини А цього прикладу, комерційна стеаринова кислота (720,9 г. складається приблизно з

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

52 мас.% Стеаринової кислоти, 43 мас.% Пальмітинової кислоти, решта інших жирних кислот), 2,52 г. порошку гідроксиду натрію та 9,5 г. знебарвлюючий вуглець ("DARCO G-60") завантажували в апарат, описаний у Прикладі 1, Частина В. Заряд нагрівали до 200°C при атмосферному тиску протягом 57 хвилин і підтримували при цій температурі протягом 240 хвилин. Продукт нейтралізували 3,9 г. 85% фосфорної кислоти, обробленої 4,0 г. діатомової землі і відфільтрований. 100 грам продукту вибілювали з 0,5% (у розрахунку на загальну масу продукту) 35% (за вагою) водного розчину перекису водню при 100°C і фільтрували у присутності діатомової землі [6]. Продукт мав такий аналіз:

Таблиця 1.4

Аналіз продукту після фільтрації

Колір Гарднера (початковий): менше 1
Кислота No: 9
Гідроксильний No: 235
Омилення No: 151
Відсоток мила: 0,45

ПРИКЛАД 4

Частина А. Безводність

Використовували процедуру прикладу 3, частина А (другий препарат), отримуючи ангідро-сорбіт, що має гідроксильне число 1314 [6].

Частина Б. Етерифікація

Ангідросорбітол (143,4 г.), приготований згідно з частиною А цього прикладу, комерційну стеаринову кислоту (318,8 г.), гідроксид натрію (1,26 г.) та знебарвлюючий вуглець (6,0 г.) завантажували в колбу і реагували при 215°C. протягом 2 годин. Продукт обробляли 2,50 г. 85% фосфорної кислоти і 2,00 г. діатомової землі при 100°C в атмосфері азоту і фільтрували [6]. Цей продукт мав такі властивості:

Аналіз продукту після фільтрації

Колір Гарднера (початковий): 4
Колір Гарднера (92 години): 5
Кислота No: 13
Омилення No: 153
Гідроксильний номер: 205

Частина цього продукту відбілювали 0,5 мас.%, В перерахунку на продукт, 35% водного розчину перекису водню при 100°C протягом 0,5 години і фільтрували діатомовою землею. Повторно відфільтрований продукт мав початковий колір Гарднера 1 і колір 92 Гарднера 6. Колір цього продукту граничний. Це ілюструє, що приблизно 215 ° С є максимальною температурою реакції для практики цього винаходу. Гідроксильне число

продукту нижче мінімальних вимог 235 для монстеарату сорбітану. Деяка ангідризація поліолів відбувається при цій температурі реакції, і для отримання продукту, що відповідає специфікаціям гідроксильного числа, необхідний більш високий гідроксильний номер - ангідро-сорбіт [6].

Для виробництва добавки Е 493 було обрано метод отримання монолаурат сорбітан змішуванням жирної кокосової олії та манітолу, оскільки цей метод є більш простим і економічно вигідним при підборі обладнання.

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика сировини

У даному проекті запропоновано технологічну лінію періодичної системи для виготовлення монолаурату сорбітану. Для цього ми використовуємо такі компоненти: дистильовану кокосову олію та манітолу.

Кокосова олія - це олія, виділена з м'якоті зрілих кокосів. Кокосова олія є найбагатшим харчовим джерелом лауринової кислоти - насиченого жиру та складається приблизно з 90% насичених жирів та 9% ненасичених жирів. Однак насичені жири в ній відрізняються від насичених жирів тваринного походження. Понад 50% жирів у кокосовій олії складають жирні кислоти із середнім ланцюгом, такі як лауринова кислота (12: 0). Кокосова олія є найвищим природним джерелом лауринової кислоти. Лауринова кислота та її похідний монолаурин складають близько 50% ліпідів, отриманих з кокосового жиру. Вони мають ту перевагу, що всмоктуються кількісно в просвіті кишечника, навіть із зниженою активністю ліпази [13].

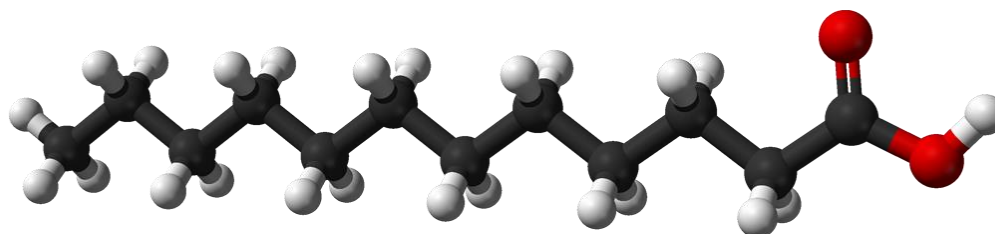


Рис 2.1 Структурна формула лауринової кислоти

Кокосова олія складається з жирних кислот, каприлової кислоти C-8: 0 (8%), капринової кислоти, C-10: 0, (7%), лауринової кислоти C-12: 0, (49%), міристинової кислоти C-14: 0 (8%), пальмітинова кислота C-16: 0 (8%), стеаринова кислота C-18: 0 (2%), олеїнова кислота C-18: 1 (6%) і 2% C-18:2 лінолева кислота.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.019.161.018.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демидович Л.О			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Бойчук Т.М					26	73
Консульт.		Житнецький І.В				НУХТ. Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О.В						
Затверд.		Носенко Т.Т						

Кокосова олія рафінована, дезодорована, вибілена - це натуральний не модифікований продукт. Вона володіє всіма перевагами рослинних олій – відсутністю холестерину і транс-ізомерів жирних кислот, а також містить вітамін Е.

Манітол ($C_6H_8(OH)_6$) —шестиатомний спирт (стереоізомер сорбітолу), що міститься в багатьох рослинах. Манітол і його похідні використовуються для отримання поверхнево-активних речовин, оліф, смол, лаків, вибухових речовин, в харчовій промисловості (харчова добавка Е421), в парфумерії і в медицині як осмотичний діуретикт та для вазодилатації нирок [14].

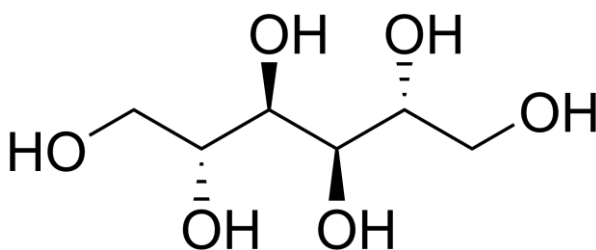


Рис 2.2 Структурна формула манітолу

Манітол є ізомером з сорбіту , інший цукровий спирт; вони відрізняються лише орієнтацією гідроксильної групи на вуглець. Хоча подібні, два цукрових спирти мають дуже різні джерела в природі, точки плавлення та свикористання [11].

Зазвичай його виробляють гідруванням фруктози, яка утворюється або з крохмалю, або із сахарози (звичайний столовий цукор). Хоча крохмаль є дешевшим джерелом, ніж сахароза, перетворення крохмалю набагато складніше. Зрештою, він дає сироп, що містить близько 42% фруктози , 52% глюкози та 6% мальтози . Сахароза просто гідролізується в інвертний цукровий сироп, який містить близько 50% фруктози. В обох випадках сиропи хроматографічно очищають, щоб містити 90–95% фруктози [14].

Потім фруктоза гідрується над нікелевим каталізатором до суміші ізомерів сорбітуі маніт. Вихід зазвичай становить 50%: 50%, хоча слаболужні умови реакції можуть трохи збільшити вихід маніту.

Також манітол підвищує рівень глюкози в крові в меншій мірі, ніж сахароза (таким чином, має відносно низький глікемічний індекс), тому використовується як підсолоджувач для хворих на цукровий діабет та жувальних гумок. Хоча маніт має більш високу теплоту розчину, ніж більшість цукрових спиртів, його порівняно низька розчинність зменшує охолоджуючий ефект, який зазвичай виявляється у м'ятних цукерках та яснах. Однак, коли маніт повністю розчиняється у продукті, це ликає сильний охолоджуючий ефект. Крім того, він має дуже низьку гігроскопічність- не забирає воду з повітря, доки рівень вологості не становитиме 98%. Це робить маніт дуже корисним як покриття для твердих цукерок, сухофруктів та жувальних гумок, і його часто включають як інгредієнт цукерок та жувальної гумки. Приємний смак і відчуття рота манітолу також робить його популярним допоміжним речовиною для жувальних таблеток.

2.2 Опис принципово-технологічної схеми

Принципово-технологічна схема виробництва добавки Е 493 наведена на рисунку 2.4, а також хімічна реакція приготування на рисунку 2.3.

Перша стадія технологічного процесу отримання монолаурат сорбітану полягає в змішуванні при високій температурі суміш жирних кислот дистильованої кокосової олії, манітолу в присутності в присутності каталізатора натрій гідроксиду. Процес відбувається при $T=215^{\circ}\text{C}$, протягом 7 год.

На другій стадії піддається охолодженню $T=180-150^{\circ}\text{C}$

На третій стадії добуванні добавки Е493, продукт отриманий на стад перемішування нейтралізують.

Під час цього процесу ми додаємо активоване вугілля Darco G-60 від маси та сульфат натрій, щоб нейтралізувати неприємний запах та покращити колір продукту. Процес проходить при $T=150^{\circ}\text{C}$ протягом однієї години.

Третя стадія - це процес охолодження до температури $T=70^{\circ}\text{C}$

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

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

П'ята 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.

Шоста стадія – це випаровування при температурі $T=110^{\circ}\text{C}$ і тиску $p=10\text{кПа}$ протягом трьох годин. На даній стадії ми випарюємо залишки води (утворилася під час реакції нейтралізації).

Сьома стадія . Добавка Е 493 відправляється в зтеплообмінник для забезпечення оптимальної температури пакування.

І восьма стадія це пакування. Пакуємо готовий продукт.

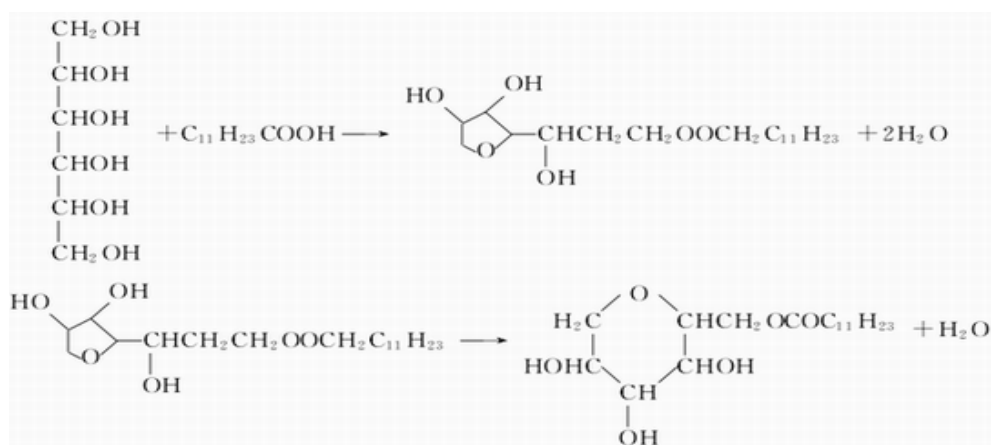


Рис. 2.3. Хімічна реакція синтезу Span 20

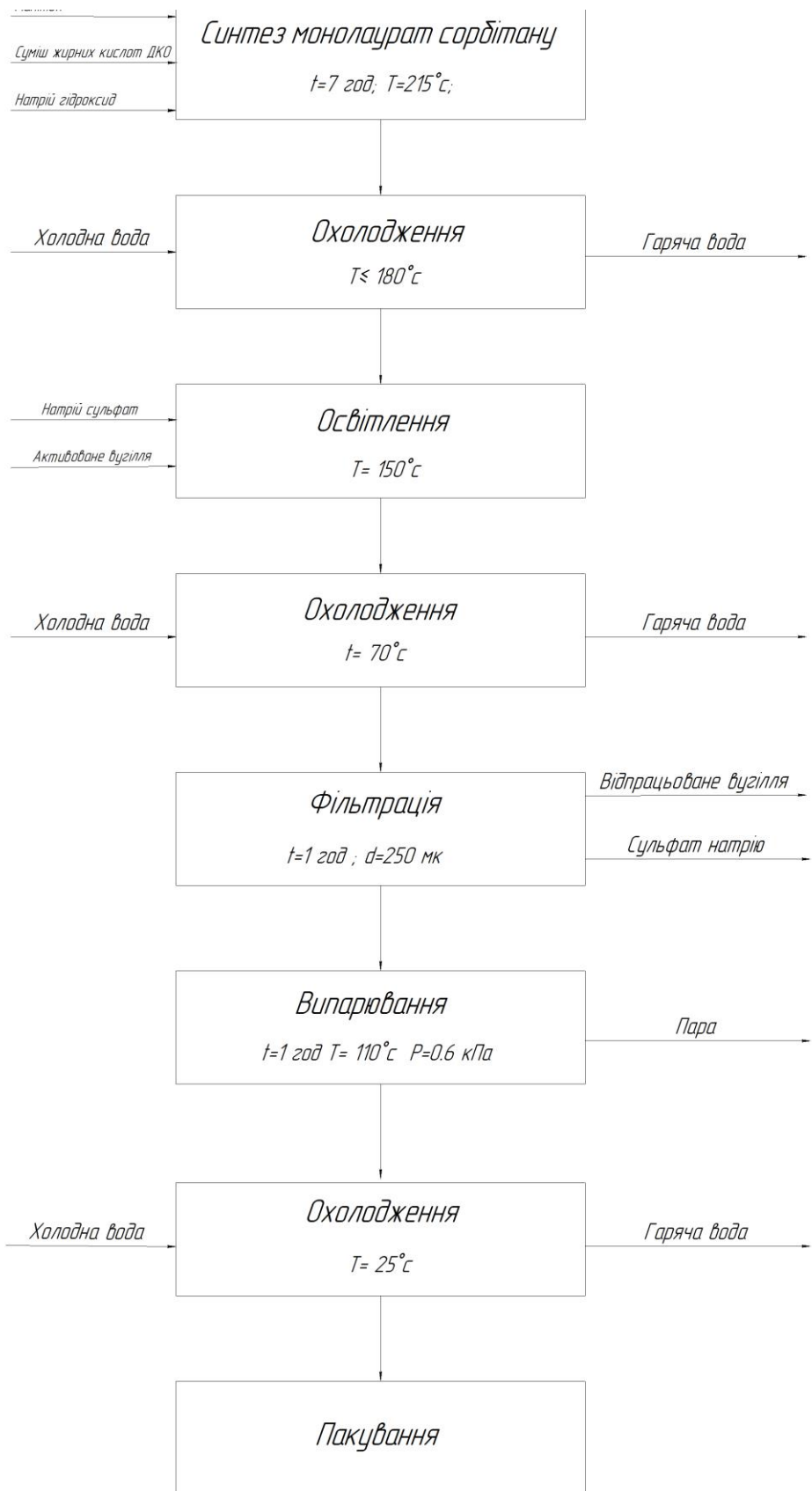


Рис. 2.4. Принципово-технологічна схема виробництва

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

2.3 Розрахунок матеріального балансу

Даний розрахунок проводиться на 100 кг/добу готового сорбітан монолаурату E493.

$$M (\text{манітолу}) = 182 \text{ г/моль};$$

$$M (\text{ суміш жирної кислоти кокосової олії}) = 201 \text{ г/моль};$$

$$M (\text{натрій гідроксид}) = 40 \text{ г/моль};$$

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

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

$$n (\text{манітолу}) = 0,3093 \text{ моль};$$

$$n (\text{жирної кислоти кокосової олії}) = 0,3323 \text{ моль};$$

$$n (\text{натрій гідроксид}) = 0,0231 \text{ моль}.$$

$$n (\text{вода}) = 0,6185 \text{ моль}$$

$$n (\text{вода нейт.}) = 0,0231 \text{ моль}$$

Тепер знайдемо маси вихідних реагентів:

$$m (\text{манітол}) = 182 * 0,3093 = 56,29 \text{ кг};$$

$$m (\text{жирної кислоти кокосової олії}) = 201 * 0,3323 = 66,80 \text{ кг};$$

$$m (\text{гідроксид калію}) = 40 * 0,0231 = 0,92 \text{ кг}.$$

$$m (\text{вода}) = (18 * 0,6185) = 11,13 \text{ кг}.$$

$$m (\text{вода нейтр.}) = (18 * 0,0231) = 0,42 \text{ кг}$$

Враховуємо кількість молей, що ідуть на утворення цільових і побічних продуктів і розраховуємо маси отриманих продуктів реакції. Втрати на стадії складають 1%.

Таблиця 2.1.

Матеріальний баланс стадії синтезу

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Манітол	56,29	Сорбіт монолаурат з дом.	107,31

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
Жирні кислоти кокосової олії	66,80	ЖКО натрієва сіть	5,15
Гідроксид калію	4,59	Вода	11,13
Натрій гідроксид	0,92	Вода з нейтралізації	0,42
		<i>Втрати</i>	2,48
Всього	124,01	Всього	124,01

Для стадії нейтралізації потрібно обрахувати молярні маси вихідних речовин та отриманих продуктів реакції, а також знайти масу активованого вугілля для вибілення речовини яка становить 2% від маси всієї суміші
Втрати на стадії складають 1%.

$$M (\text{сорбіту монолаурат з доміш.}) = 347 \text{ г/моль};$$

$$M (\text{ЖКО натрієва сіть}) = 223 \text{ г/моль};$$

$$n (\text{сорбіту монолаурат з доміш.}) = 0,3093 \text{ моль}$$

$$n (\text{ЖКО натрієва сіть}) = 0,0231 \text{ моль}$$

$$m (\text{сорбіту монолаурат з доміш.}) = (347 \cdot 0,393) \cdot (1 - 0,01) = 105,17 \text{ кг};$$

$$m (\text{ЖКО натрієва сіть}) = 223 \cdot 0,0231 = 5,15 \text{ кг};$$

$$m (\text{натрій сульфат}) = 105,17 \cdot 0,3 = 31,55 \text{ кг};$$

$$m (\text{активоване вугілля}) = (105,17 + 11,32 + 5,15) / 0,9 \cdot 0,2 = 24,80 \text{ кг}$$

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

Таблиця 2.2.

Матеріальний баланс стадії освітлення і охолодження

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Сорбіт монолаурат з дом.	105,17	Сорбіт монолаурат з дом.	104,12
ЖКО натрієва сіль	5,04	ЖКО натрієва сіль	4,99
Вода	11,32	Вода	36,56
Активоване вугілля	24,80	Активоване вугілля з сорб. Речовинами	25,90
Натрій сульфат 20%	31,55	Натрій сульфат	6,31
		Втрати	0,01
Всього	177,88	Всього	177,88

Розраховуючи стадію випаровування необхідно врахувати, що втрати складають 1%.

Таблиця 2.4.

Матеріальний баланс стадії фільтрування

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Полісорбат з домішками	103,07	Полісорбат з домішками	102,04

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

33

Продовження таблиці 2.4.

1	2	3	4
ЖКО натрієва сіль	4,94	ЖКО натрієва сіль	4,94
Активоване вугілля з сорб. Речовинами	25,64	Активоване вугілля з сорб. Речовинами	25,64
Вода	36,19	Вода	36,19
		<i>Втрати</i>	<i>1,34</i>
Всього	169,85	Всього	169,85

При переході продукту з стадії фільтрування до стадії остигання втрати будуть складати 1%.

Таблиця 2.3.

Матеріальний баланс стадії випарювання

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Полісорбат з домішками	102,04	Сорбіт монолаурат	102,04
ЖКО натрієва сіль	4,89	ЖКО натрієва сіль	4,89
Вода	36,19	Вода	36,19
		Втрати	1,02
Всього	168,52	Всього	168,52

Розраховуючи стадію фільтрування необхідно враховувати, що втрати на данній стадії будуть складати 1%.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Таблиця 2.4.

Матеріальний баланс стадії остивання

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Сорбіт монолаурат	101,02	Сорбіт монолаурат	101,02
		Втрати	1,01
Всього	101,02	Всього	101,02

Таблиця 2.5.

Матеріальний баланс виробництва Е 493

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Манітол	56,29	Сорбіт монолаурат	100,01
Жирні кислоти кокосової олії	66,80	ЖКО натрієва сіль	4,89
Натрій гідроксид	0,92	Активоване вугілля з сорб. Речовинами	25,39
Натрій сульфат	31,55	Натрій гідроксид	0
		Натрій сульфат	0
		Вода	39,19
		<i>Втрати</i>	<i>13,19</i>
Всього	180,36	Всього	180,36

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

35

2.4. Розрахунок теплового балансу

Вихідні дані:

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

Початкова температура розчину: $t_{\text{п}} = 215 \text{ }^\circ\text{C}$;

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

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

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

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

При середній температурі розчину:

$$t_{\text{ср.1}} = 0,5 * (t_{\text{п}} + t_{\text{к}}) = 0,5 * (215 + 25) = 120 \text{ }^\circ\text{C}$$

Визначаємо стандартні дані для розчину:

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

густина розчину: $\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$;

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

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

При середній температурі води:

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

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:

1) без втрат в навколишнє середовище:

$$Q_1 = G_{\text{пр}} * c * (t_{\text{п}} - t_{\text{к}}) = 0,00116 * 3826,47 * (215 - 25) = 843,35 \text{ Вт.}$$

2) з втратами у середовище (1%):

$$Q_2 = Q_1 * 0,01 + Q_1 = 466,06 + 4,66 = 851,72 \text{ Вт.}$$

Об'ємна витрата теплоносія:

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

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

2.5 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

Підбір основного обладнання відбувається відповідно до розрахунку матеріального балансу та апаратурно-технологічної схеми виробництва сорбітан монолаурату.

Таблиця 2.7.

Підбір основного обладнання

№ поз.	Назва обладнання	Марка	Продуктивність	Кількість
1	2	3	4	5
1,2,3,4,5	Бак для сировини	C-2000	2 м ³	5
6	Реактор змішувач	СЕРН	1 м ³	1
7,9,11,13,15,17	Кулачковий насос	DEPA серії DF	7 м ³ /год	6
8,12, 18	Теплообмінник	Termal MF-200	до 450 м ³	2
10	Чан для нейтралізації	PCГПП-200 BK	100 л/добу	1
14	Дисковий закритий фільтр	Azud DF HS 3"	50 м ³ /год	1
16	Випарний апарат	РПА	0,16 м ³	1

2.5.1 Розрахунок реактора змішувача

Для забезпечення процесу вибираємо рамну мішалку в залежності від в'язкості розчину $\mu = 0,003 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$. Ця мішалка забезпечує перемішування в'язких і важких рідин, а також запобігає випадку осаду на стінках і днищі.

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

З відношення $D/d_m = 1,05-1,30$, приймаємо діаметр мішалки $d_m = D/1,2 = 500/1,2 = 416,3$ мм. На підставі даних остаточно приймаємо $d_m = 420$ мм.

Попередньо приймемо окружну швидкість мішалки $\omega = 2$ м/с. В цьому випадку частота обертання мішалки дорівнює:

$$n = \frac{\omega}{\pi \cdot d_m}, \quad \text{с}^{-1}; \quad (2.1)$$

$$n = \frac{2}{3,14 \cdot 0,420} = 1,5 \text{ с}^{-1};$$

Частота обертання мішалки при зважуванні твердих частинок рідини визначається за формулою:

$$n \geq C_1 \cdot \left(\frac{D \cdot \delta \cdot \Delta\rho}{d_m^4 \cdot \rho_{ж}} \right)^{0,5}, \quad \text{с}^{-1} \quad (2.2)$$

де $C_1 = 4,72$ - для лопатевих мішалок;

D - діаметр апарату, $D = 0,5$ м;

d_m - діаметр мішалки, $d_m = 0,420$ м;

δ - розмір частки, $\delta = 1,5 \cdot 10^{-3}$ м;

$\Delta\rho$ - різниця щільності фаз, $\Delta\rho = 520$ кг / м³;

$\rho_{ж}$ - щільність рідини (суцільний фази), $\rho_{ж} = 980$ кг / м³.

$$n \geq 4,72 \cdot \left(\frac{1 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 520}{0,420^4 \cdot 980} \right)^{0,5} = 0,15 \text{ с}^{-1};$$

Відповідно до цих даних по приймаємо частоту обертання мішалки $n = 0,15 \text{ с}^{-1}$; остаточно приймемо:

$$\omega = n \cdot \pi \cdot d_m = 0,15 \cdot 3,14 \cdot 0,420 = 0,19 \text{ м/с};$$

Для визначення глибини воронки в посудині знайдемо значення параметрів Γ і $Re_{цб}$. При коефіцієнті заповнення судини $\varphi = 0,75$; висота рівня рідини $H_{ж} = 1915$ м. В цьому випадку $\Gamma = 8 \cdot H_{ж} / D + 1 = 8 \cdot 1,915 / 1 + 1 = 16,32$ - для апарату з вільною поверхнею рідини

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

Критерій Рейнольдса при перемішуванні:

$$\text{Re}_{цб} = \frac{n \cdot d_m^2 \cdot \rho_{жс}}{\mu} \quad (2.3)$$

де μ — в'язкість розчину, Па·с.

$$\text{Re}_{цб} = \frac{0,83 \cdot (0,85)^2 \cdot 980}{0,003} = 195894$$

Значення параметра E знайдемо за формулою, для лопатевої мішалки $\xi_m = 1,28$.

$$E = \frac{\Gamma}{\xi_m \cdot z \cdot (\text{Re}_{цб})^{0,25}} \quad (2.4)$$

де ξ_m — коефіцієнт супротиву мішалки;

z — кількість мішалок на одному валу, $z=1$.

$$E = \frac{16,32}{1,28 \cdot 1 \cdot (195894)^{0,25}} = 0,576$$

При цьому значенні E знаходимо $B = 7$.

Глибину воронки в посудині без перегородок визначаємо за формулою:

$$h_B = \frac{B \cdot n^2 \cdot d_m^2}{2}, \text{ м} \quad (2.5)$$

$$h_B = \frac{7 \cdot (0,83)^2 \cdot (0,85)^2}{2} = 1,74 \text{ м}$$

При установці мішалки на висоті $h = 0,22$ м гранично допустима глибина воронки:

$$h_{np} = H_{жс} - h = 1915 - 0,30 = 1875 \text{ м} \quad ; \quad (2.6)$$
$$1,74 < 1874$$

В апараті не потрібні відбивні перегородки.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для вибору торцевого ущільнення розрахуємо попередньо діаметр вала мішалки під ущільнення:

$$d_B = C \cdot d_M = 0,05 \cdot 0,85 = 0,0425 \text{ м} \quad (2.7)$$

де $C = 0,05$ — коефіцієнт для рамних мішалок.

Відповідно до рекомендацій приймаємо діаметр валу - $d_B = 50$ мм

Потужність, що втрачається в торцевому ущільненні, визначається за формулою:

$$N_{yn} = 6020 \cdot d_B^{1,3} = 6020 \cdot 0,05^{1,3} = 123 \text{ Вт} \quad (2.8)$$

$$Re_{ЦБ} = 195894$$

знаходимо значення критерію $K_N = 0,3$. В цьому випадку визначаємо потужність, затрачену на перемішування:

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 \cdot d_M^5 = 0,3 \cdot 980 \cdot 0,83^3 \cdot 0,420^5 = 102 \text{ Вт} \quad (2.9)$$

Визначаємо коефіцієнт висоти рівня рідини в апараті:

$$K_H = \left(\frac{H_{ж}}{D} \right)^{0,5} = \left(\frac{1915}{1000} \right)^{0,5} = 1,38 \quad ; \quad (2.10)$$

Визначаємо потужність приводу мішалки:

$$N_9 = \frac{K_n \cdot K_n \cdot \sum k_i \cdot N + N_{yn}}{\eta}, \text{ Вт} \quad (2.11)$$

;

де $k = 1$ - для апаратів з перегородками;

k_i - коефіцієнт, що враховує наявність в посудині внутрішніх пристроїв; $k_i = 1$;

N - потужність, що витрачається на перемішування рідини;

η - ККД приводу мішалки; $\eta = 0,85 \div 0,9$.

$$N_9 = \frac{1 \cdot 1,38 \cdot 2,4 \cdot 75 + 123}{0,85} = 437 \text{ Вт}$$

Вибираємо в якості приводу мішалки мотор-редуктор

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МПО – 2 потужністю $N = 0,75$ кВт і частотою обертання $n = 0,83$ с⁻¹
 Діаметр вала вибирається за наступним співвідношенням:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_{кр} \cdot 1000}{0,2 \cdot [\tau]}} , мм \quad (2.12)$$

Де, $M_{кр}$ —крутний момент, $M_{кр}=P/\omega=0,75/5,21 = 143$ Н·м;

$[\tau]$ — допустиме дотичне напруження, $[\tau] = 20\dots30$ МПа.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 143 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 30}} = 28,96 мм$$

Обраний діаметр $d = 50$ мм підходить для даних умов.

По знайденому внутрішньому діаметру апарату $D_{вн} = 100$ мм,
 визначаємо за параметри сорочки. Сорочка 1-1900-1559-6 ОСТ 26-01-984-74

$$D = 500 \text{ мм}$$

$$D_1 = 420 \text{ мм}$$

$$V = 0,160 \text{ м}^3$$

$$F = 0,61 \text{ м}^2$$

$$H = 194,7 \text{ мм}$$

$$H_1 = 140 \text{ мм}$$

$$S_1 = 6 \text{ мм}$$

За ГОСТ 6533-78 вибираємо стандартну еліптичну кришку. Числові параметри визначаємо по ГОСТ 6533-78.

Конструкцію з'єднання кришки і корпусу апарату при $D_{вн} = 500$ мм і $R_{пр} = 1,5$ МПа вибираємо приварними встик фланцями і з гладкою ущільнювальною поверхнею (сполучним виступом).

визначаємо висоту циліндричної частини:

$$V_{ц} = V_{ап} - V_{дн} = 1,2 - 0,13 = 1,07 \text{ м}^3;$$

$$H = \frac{4 \cdot V_{ц}}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 1,07}{\pi \cdot 0,5^2} = 2,724 \text{ м}$$

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

Висота сорочки $H_p = 1400$ мм.

Розрахункова температура стінок: $t = t_{II} = 250^\circ\text{C}$ при $P_{абс} = 16$ кгс/см² $t_{II} = 250^\circ\text{C}$.

Розрахунковий тиск:

а) в апараті :

$$p_p^{BH} = p_{вн} + \rho_c \cdot g \cdot H$$

$$\rho_c \cdot g \cdot H_2 = 1090 \cdot 9,81 \cdot 1,875 = 0,01 \text{ МПа} < 5\% P_{ра}$$

тому $p_p^{BH} = p_{ра} = 1,5$ МПа;

б) в рубашці:

$$P_{р.р.} = P_{р.г.} + \rho_a \cdot g \cdot H_p$$

$$\rho_a \cdot g \cdot H_p = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,4 = 0,013734 \text{ МПа} < 5\% P_{р.г.}$$

тому $p_{р.р.} = 0,6$ МПа;

Допустиме напруження:

а) в режимі роботи

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma, \text{ МПа}$$

де $\eta = 1$ для листового прокату,

$\sigma = 165,12$ МПа - для сталі 09Г2С при температурі стінки $t = 250^\circ\text{C}$.

$$[\sigma] = 1,0 \cdot 165,12 = 165,12 \text{ (МПа)};$$

б) при гідр. випробуваннях:

$$[\sigma]_{пр} = \frac{\sigma_{Т20}}{1,1}, \text{ МПа}$$

де $\sigma_{Т20} = 300$ МПа — для сталі 09Г2С при $+20^\circ\text{C}$

$$[\sigma]_{пр} = \frac{300}{1,1} = 272,73 \text{ (МПа)};$$

Коефіцієнт запасу стійкості: в робочому режимі $n_y = 2,4$, в режимі випробування

$$n_{y.и.} = 1,8.$$

Розрахункове значення модуля пружності першого роду для сталі марки 09Г2С при $t = 250^\circ\text{C}$ та при $+20^\circ\text{C}$ відповідно:

$$E = 2,0004 \cdot 10^5 \text{ Па}, E_{20} = 2,1 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

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

Коефіцієнт міцності зварних швів $\varphi = 0,9$ при зазначених у вихідних даних способах виконання (3,4 група апарата, рубашки по СОУ МПП 71.120-217:2009).

Збільшення по розрахунковим товщинам стінок:

а) прибавка для компенсації корозії обичайки корпусу $c_1 = 0,1 \cdot 15 = 1,5$ (мм);

б) прибавка для компенсації мінусового допуску $c_2 = 0,8$;

в) технологічна прибавка $c_3 = 0$.

Сумарна прибавка до розрахункової товщини стінки:

$$c = c_1 + c_2 + c_3 = 1,5 + 0,8 + 0 = 2,3 \text{ (мм)}.$$

Розрахункова довжина циліндричної обичайки корпусу:

$$l_p = H_1 + h_{омб} = 1875 + 40 = 1915 \text{ мм}$$

Обчислити розрахункову товщину стінки циліндричної обичайки корпусу:

а) при дії внутрішнього тиску в режимі експлуатації:

$$s_p = \frac{P_p \cdot D_{BH}}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - P_p}$$

$$s_p = \frac{1,5 \cdot 1000}{2 \cdot 165,12 \cdot 0,9 - 1,5} = 5,07 \text{ (мм)}$$

б) при дії зовнішнього тиску в режимі експлуатації:

$$s_{PH} = \max \left\{ \begin{array}{l} k_2 \cdot D \cdot 10^{-2} \\ \frac{1,1 \cdot P_{HP} \cdot D}{2 \cdot [\sigma]} \end{array} \right.$$

де $P_{HP} = P_{PP} = P_{РУБ} = 0,6 \text{ МПа}$

$$K_1 = \frac{n_y \cdot P_{HP}}{2,4 \cdot 10^{-6} \cdot E}$$

$$K_1 = \frac{2,4 \cdot 0,6}{2,4 \cdot 10^{-6} \cdot 2,0004 \cdot 10^5} = 3;$$

$$K_3 = \frac{l_p}{D} = 1998,3 / 1000 = 1,99$$

K_2 визначаємо по номограме: $K_2 = 0,7$

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

$$s_{PH} = \max \begin{cases} 0,7 \cdot 1000 \cdot 10^{-2} = 7(\text{мм}) \\ \frac{1,1 \cdot 0,6 \cdot 1000}{2 \cdot 165,12} = 1,998(\text{мм}) \end{cases}$$

$$s_{PH} = 7 \text{ мм};$$

Виконавча товщина стінки циліндричної обичайки корпусу в першому наближенні:

$$s > \max (s_p; s_{PH}) + c$$

$$s > \max (5,07; 7) + 2,3 = 9,3(\text{мм});$$

Приймаємо більше стандартне значення $s = 10 \text{ мм}$.

Перевірка

Допустимий внутрішній тиск:

З умови міцності:

$$[P_H]_{\sigma} = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (s-c)}{D+(s-c)}, \text{МПа}$$

в режимі експлуатації:

$$[P_H]_{\sigma} = \frac{2 \cdot 165,12 \cdot 0,9 \cdot (10-2,3)}{1000+(10-2,3)} = 2,27 \text{ МПа} \geq 1,5 \text{ МПа};$$

в режимі випробування:

$$[P_H]_{\sigma} = \frac{2 \cdot 272,73 \cdot 0,9 \cdot (10-2,3)}{1000+(10-2,3)} = 3,75 \text{ МПа} \geq 2,225 \text{ МПа}$$

Пробний тиск в апараті:

$$P_{пр} = 1,25 \cdot P_{ра} \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,25 \cdot 1,5 \cdot \frac{196}{165,12} = 2,225 \text{ МПа};$$

Допустимий зовн. тиск:

З умови міцності і стійкості:

$$[P_H]_E = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot E}{n_y} \cdot \frac{D}{l_p} \cdot \left[\frac{100 \cdot (s-c)}{D} \right]^2 \cdot \sqrt{\frac{100 \cdot (s-c)}{D}}$$

в режимі експлуатації:

$$[P_H]_E = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot 2,0004 \cdot 10^5}{2,4} \cdot \frac{1000}{1400} \cdot \left[\frac{100 \cdot (10-2,3)}{1000} \right]^2 \cdot \sqrt{\frac{770}{1000}} = 0,64(\text{МПа})$$

В режимі випробування:

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

$$[P_H]_E = \frac{20,8 \cdot 10^{-6} \cdot 2,1 \cdot 10^5}{1,8} \cdot \frac{1000}{1400} \cdot \left[\frac{770}{1000} \right]^2 \cdot \sqrt{\frac{770}{1000}} = 0,5 \text{ (МПа)};$$

З урахуванням обох умов:

$$[P_H] = \frac{[P_H]_\sigma}{\sqrt{1 + \left(\frac{[P_H]_\sigma}{[P_H]_E} \right)^2}}, \text{ МПа}$$

в режимі експлуатації:

$$[P_H] = \frac{2,27}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,27}{0,64} \right)^2}} = 0,64 \text{ МПа} \geq 0,6 \text{ МПа};$$

В режимі випробування:

$$[P_H] = \frac{3,75}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,27}{0,5} \right)^2}} = 0,9 \geq 0,89 \text{ МПа};$$

Пробний тиск в рубашці:

$$P_{пр} = 1,25 \cdot P_{ра} \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,25 \cdot 0,6 \cdot \frac{196}{165,12} = 0,89 \text{ МПа};$$

Експлуатація апарату при даних умовах можлива.

Визначаємо товщину стінки рубашки:

Рубашка працює під внутрішнім тиском $P_{пр} = 0,6$ МПа

$$s_p = \frac{P \cdot D_{вн}}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - P}$$

$$s_p = \frac{0,6 \cdot 1000}{2 \cdot 165,12 \cdot 0,9 - 0,6} = 2 \text{ (мм)}$$

Збільшення до розрахунковим товщинам стінок:

а) прибавка для компенсації корозії рубашки $c_1 = 2$ (мм);

б) прибавка для компенсації мінусового допуску $c_2 = 0,5$;

в) технологічна прибавка $c_3 = 0$.

Сумарна прибавка до розрахункової товщини стінки:

$$c = c_1 + c_2 + c_3 = 2,5 \text{ (мм)}.$$

$$s = s_p + c = 2 + 2,5 = 4,5 \text{ мм};$$

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

Приймаємо $s = 5$ мм;

Перевірка

Допустимий внутрішній тиск:

З умови міцності:

$$[P_H]_{\sigma} = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (s-c)}{D+(s-c)}, \text{ МПа}$$

в режимі експлуатації

$$[P_H]_{\sigma} = \frac{2 \cdot 165.12 \cdot 0.9 \cdot (2.5)}{1000+(2.5)} = 0.74 \text{ МПа} \geq 0.6 \text{ МПа}$$

в режимі випробування

$$[P_H]_{\sigma} = \frac{2 \cdot 272.73 \cdot 0.9 \cdot 2.5}{1100+(2.5)} = 1.11 \text{ МПа} \geq 0.89 \text{ МПа}$$

$$P_{\text{пр.руб}} = 1.25 \cdot P_{\text{р.руб}} [\sigma]_{20} / [\sigma] = 1.25 \cdot 0.6 \cdot 196 / 165.12 = 0.89;$$

Експлуатація рубашки при даних умовах можлива.

Виконаємо перевіірочні розрахунки для еліптичного днища, та у разі необхідності скористаємося однією із стандартних схем для укріплення отворів.

Умови застосування формул дійсного стандарту для еліптичних днищ:

- відношення діаметрів $\frac{d_R}{D} \leq 0.5$;

- відношення товщини стінки посудини до діаметра $\frac{s}{D} \leq 0.1$;

По ГОСТ 24755-81 визначаємо розрахункові розміри й коефіцієнти:

Визначаємо розрахунковий діаметр для еліптичного днища при

$$H = 0.25 \cdot D$$

$$D_R = 2 \cdot D \cdot \sqrt{1 - 3 \cdot \left(\frac{X}{D}\right)^2}$$

де X – відстань від центра отвору, що укріплює, до осі апарата;

D – внутрішній діаметр днища, $D = 100$ мм;

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$D_R = 2 \cdot 1000 \sqrt{1 - 3 \left(\frac{300}{1000} \right)^2} = 1708,8 (\text{мм});$$

Визначаємо розрахунковий діаметр отвору укріпленого штуцера на еліптичному днищі:

$$d_R = \frac{d + 2 \cdot c_s}{\sqrt{1 - \left(\frac{2 \cdot X}{D_R} \right)^2}}$$

$$d_R = \frac{100 + 2 \cdot 2,3}{\sqrt{1 - \left(\frac{2 \cdot 300}{1708,8} \right)^2}} = 111,7 (\text{мм});$$

Визначаємо розрахункову товщину стінок.

Розрахункові товщини стінок елементів, що укріплюють, визначаємо відповідно до ГОСТ 14249-80. Для еліптичних днищ, що працюють під внутрішнім тиском, розрахункову товщину визначаємо по формулі:

$$s_R = \frac{P \cdot D_R}{4 \cdot \varphi \cdot [\sigma] - P};$$

$$s_R = \frac{1,5 \cdot 1708,8}{4 \cdot 0,9 \cdot 168,12 - 1,5} = 4,2 (\text{мм});$$

Розрахункову товщину стінки штуцера, навантаженого як внутрішнім, так і зовнішнім тиском визначаємо по формулі:

$$s_{IR} = \frac{P \cdot (d + 2 \cdot c_s)}{4 \cdot \varphi_1 \cdot [\sigma]_y - P}$$

$$s_{IR} = \frac{1,5 \cdot (100 + 2 \cdot 2,3)}{4 \cdot 0,9 \cdot 165,12 - 1,5} = 0,26 (\text{мм});$$

Розрахунковий діаметр отвору, що не вимагає укріплення:

При відсутності надлишкової товщини стінки посудини:

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$d_{0R} = 0,4 \cdot \sqrt{D_R \cdot (s - c)}$$

$$d_{0R} = 0,4 \cdot \sqrt{1708,8 \cdot (10 - 2,3)} = 45,8 \text{ (мм)};$$

При наявності надлишкової товщини стінки посудини:

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s - c}{s_R} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_R \cdot (s - c)};$$

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{7,7}{4,2} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{1708,8 \cdot (7,7)} = 236,3 \text{ (мм)};$$

Так як розрахунковий діаметр одиночного отвору задовольняє умові $d_R < d_0$ ($111,7 < 236,3$), то подальших розрахунків по укріпленню отворів вести не потрібно

Перевірочний розрахунок укріплення отвору:

$$l_{1R} \cdot (s_1 - s_{1R} - c_S) \cdot X_1 + l_{3R} \cdot (s_3 - 2c_S) X + l_R \cdot (s - s_R - c) \geq 0,5 \cdot (d_R - d_{0R}) \cdot s_R$$

Приймаємо $s_2 = 0$, при цьому довжину зовнішньої частини штуцера l_1 відраховують від зовнішньої поверхні апарата.

l_{1R} , – розрахункова довжина зовнішньої частини штуцера.

$$l_{1R} = \min \{ l_1; 1,25 \cdot \sqrt{(d + 2 \cdot c_S) \cdot (s_1 - c_S)} \};$$

$$l_{1R} = \min \{ 140; 1,25 \cdot \sqrt{(100 + 4,6) \cdot (7,7)} \} = 35,4 \text{ (мм)};$$

$$l_{1R} = 35,4 \text{ мм};$$

Визначаємо розрахункову ширину зони укріплення в стінці посудини:

$$l_R = \min \{ l; 0,5 \cdot \sqrt{D_R \cdot (s - c)} \};$$

$$l_R = \min \{ 400; 0,5 \cdot \sqrt{1708,8 \cdot (7,7)} \} = 57,3 \text{ (мм)};$$

$$35,4 \cdot (8 - 0,26 - 2,3) + 57,3 \cdot (10 - 4,2 - 2,3) \geq 0,5 \cdot (111,7 - 45,8) \cdot 4,2;$$

$$393,1 \geq 138,4 - \text{ умова виконується,}$$

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Укріплення отвору зробили за рахунок надлишкової товщини стінки посудини та зовнішній частини штуцера.

2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми

Апаратурно-технологічна схема виробництва сорбітан монолаурату наведена на рисунку.2.2

Для одержання сорбітан монолаурату зі збірників **1,2** завантажують в реактор змішувач **6** дистильовану кокосовою олію жирної кислоти яка реагує з манітолу присутності NaOH (який знаходиться в блоці **3**) в якості каталізатора змішують при високій температурі і насосом **7** подається у теплообмінник **8** для охолодження і подальшого освітлення у чані для нейтралізації **10**.

У чан для нейтралізації **10** до реакційної суміші додається активоване вугілля та натрій сульфат зі збірника **4,5**, для нейтралізації запаху та покращення кольору продукту.

Насосом **11** нейтралізована суміш подається теплообмінник **12**. Насосом **13** реакційна суміш подається в дисковий закритий фільтр **14**, для відділення осаду у вигляді відпрацьованого активованого вугілля та залишків сульфату натрію. Після чого насосом **15** подається у випарний апарат для усунення залишків води.

Готовий продукт подається насосом **17** у теплообмінник **18** для набуття оптимальної температури пакування і відправляється на склад.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

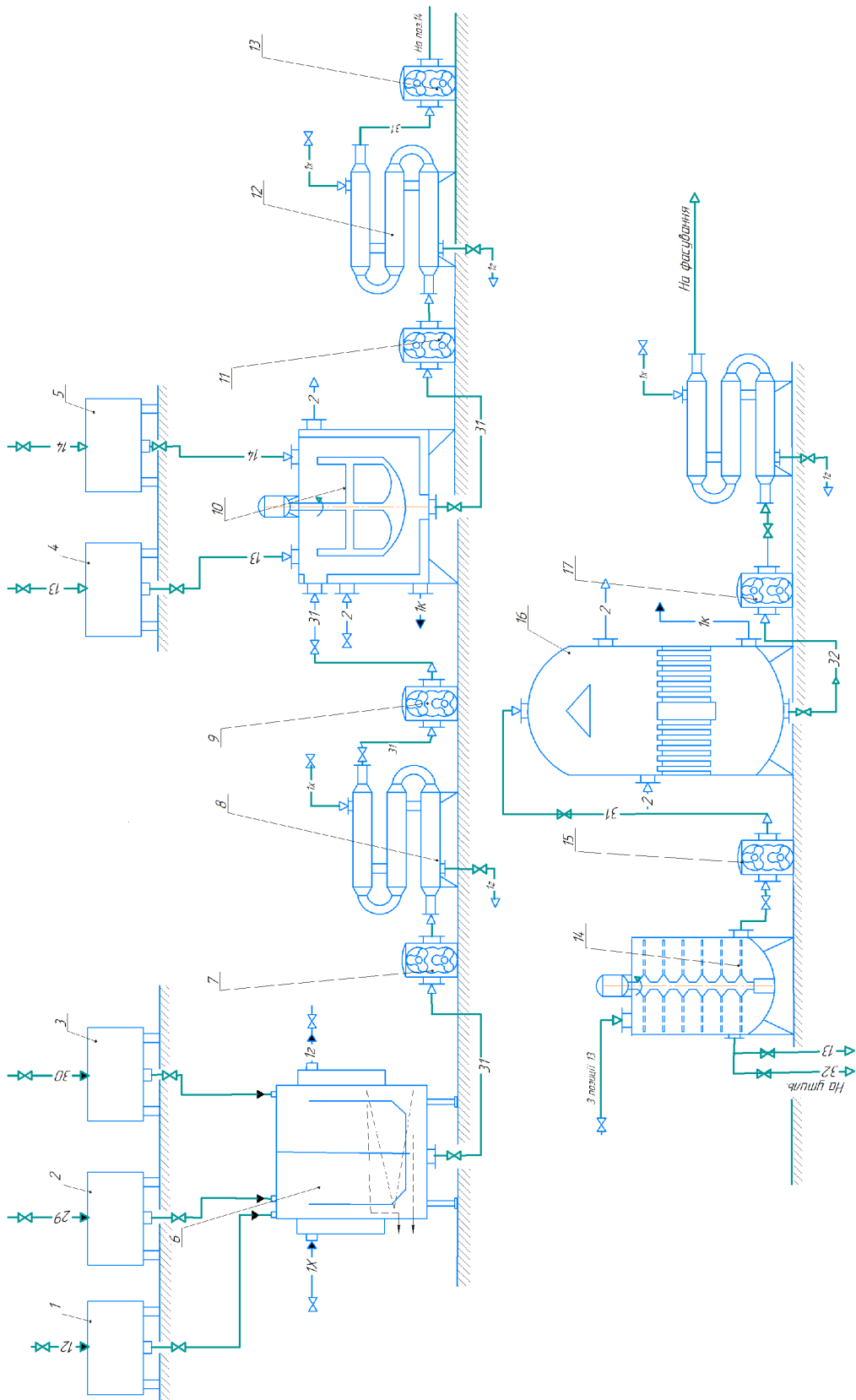


Рис.2.5. Апаратурно-технологічна схема виробництва сорбітан монолаурат

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

50

РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

За допомогою розрахунку калькуляції собівартості виробництва визначається доцільність цього процесу.

Таблиця 3.1.

Потреба в сировині та матеріалах на 100 кг виробництва

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 100 кг	Ціна одиниці сировини, грн	Сума, грн/100 кг
Манітол	Кг	56,29	250	14072,5
ЖКО	Кг	66,80	50	3340
Натрій гідроксид	Кг	0,94	95	89,3
Натрій сульфат	Кг	31,55	35	1104,25
Вугілля для вибілення	Кг	24,80	550	13640
ВСЬОГО				32246,05

Отже, витрати на сировину та основні матеріали для виготовлення 100 кг становлять 32246,05 грн. Транспортно-заготівельні витрати на сировину та основні матеріали приймаємо в розмірі 5 %, що складають:

$$32246,05 \times 0,05 = 1612,3025 / 100 \text{ кг}$$

Звідси, всього витрати становлять:

$$32246,05 + 1612,3025 = 33858,3525 \text{ грн/100 кг.}$$

Тривалість одного виробничого циклу становить **22 годин**

З урахуванням санітарно-гігієнічних робіт за місяць виконується 20 виробничих циклів.

1. Кількість робітників на один виробничий цикл = 9 чоловік

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.019.161.066.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Демидович Л.О				Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Бойчук Т.М					51	73
Реценз.					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</i>		
Н. Контр.	Подобій О.В						
Затверд.	Носенко Т.Т						

Штат робітників = 9 чоловік

Робочий день триває 8 годин.

Кількість робочих днів в тиждень становить 5 днів.

Кількість робочих днів в місяць - 20 днів .

2. **Оплата праці** = Годинна тарифна ставка * кількість відпрацьованих годин = $77,5 * 8 = 620$ грн

Годинна тарифна ставка = 77,5 грн

Оплата праці в місяць = 620 грн * 20 днів = **12 400 грн** (на одного робітника)

Оплата праці в місяць на людей = $12 400$ грн * 9 робітників = **111 600 грн** (постійні витрати)

Єдиний соціальний внесок = 22% = $2 640$ грн * 9 чоловіків = 23 760 грн

Оплата праці становить = $12 400$ грн - $2 640$ грн = 9 760 грн – заробітна платня 1 працівника в місяць.

Витрати на з.п. за місяці становить = $12 400$ грн * 9 чоловік = **111 600 грн**

3. Розрахунок капітальних витрат

Розрахунок капітальних витрат на устаткування, необхідне 1000 кг продукту, наведений в таблиці 3.2, розрахунок складено за цінами конкретного обладнання на ринку.

Таблиця 3.2

Устаткування	К-т, шт	Оптова ціна за 1 шт., тис, грн	Витрати на придбання устаткування, тис.грн	Транспортні витрати (4%), тис. грн.	Витрати на монтаж (40%), тис.грн	Повна вартість, тис.грн
Реактор змішувач	1	27 800	27 800	1 112	11 120	40 032

Продовження таблиці 3.2

Шестерні насоси	6	2,500	15 000	600	6 000	21 600
Теплообмінники «труба в трубі	2	15 000	30 000	1 200	12 000	43 200
Дисковий закритий фільтр	1	30 000	60 000	2 400	24 000	86 400
Чан для нейтралізації	1	25 000	25 000	1 000	10 000	36 000
Випарний апарат	1	13 000	13 000	520	5 200	18 720
Збірник для сировини	6	8 000	48 000	1 920	19 200	69 120
Всього						315 072

Вартість трубопроводів і арматури складає біля 30% від вартості обладнання. Разом з трубопроводами оптова вартість обладнання становить:
 $(315\,072 \cdot 0,3) + 315\,072 = 409\,593,6$ грн

Амортизація устаткування тоді дорівнює: **38 423** грн/рік.

Вартість ремонтних робіт, яка складає 25% від вартості обладнання: **78 768** грн/рік.

4. Витрати на електроенергію

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

Таблиця 3.3

Вартість витрат енергоресурсів на виробництво масою 100кг

Енергоресурс	Одиниця вимірювання	Норма витрат на 100 кг продукції	Ціна за одиницю ресурсу, грн	Вартість ресурсу, грн.
Електроенергія	кВт	1 108	0,9	997,2
Водяна пара	м ³	30	6,3	189
Всього				1 186,2

5. Калькуляція собівартості продукції

Собівартість складається із витрат на сировину, допоміжних матеріалів, витрат на електроенергію, використання обладнання та фонд заробітних плат.

Таблиця 3.4

Витрати на виробництво за рік

<i>Найменування статей витрат</i>	<i>Витрати на випуск, тис.грн</i>
Витрати на сировину	33 858,3525
Витрати на електроенергію	1 186,2
Витрати на допоміжні матеріали	10 403
Витрати на оплату праці	111 600
Вартість основного обладнання	393 840
Амортизація	38 423
Додаткові витрати (адміністративні, витрати на утилізацію та інші)	188 039
Повна собівартість	777 349,5525

Вартість отриманого продукту = $1,05 \times 777\,349,5525 = 816\,217,03$ грн., де 1,05 - умовний коефіцієнт рівня прибутку для формування вартості отриманого продукту.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Вартість 1 кг продукції буде дорівнювати 87 грн.

На сьогодні ціна за 1 кг добавки Е-493 становить 278 грн.

Рентабельність виробництва становитиме **5,3%**

					<i>ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Полісорбат 20 сьогодні є найпоширенішими поверхнево-активними речовинами, що використовуються для захисту терапевтичних білків від адсорбції на межфазних поверхнях та пов'язаних з ними нестабільностей. Їх висока поверхнева активність, навіть при низьких концентрації, можна пояснити низькою критичною концентрацією міцел (СМС) та високим гідрофільно-ліпофільним балансом (HLB). Близько 80% комерційних композицій моноклональних антитіл містять SPAN20, типові концентрації яких становлять від 0,001% до 0,1% (мас. / Об.).

Диференціальна скануюча калориметрія (ДСК)

Для вимірювання DSC використовували DSC1 фірми Mettler Toledo, і всі зразки закупорювали в алюмінієвих сквородах об'ємом 40 мкл. Всі вимірювання ДСК проводили за допомогою однієї з наступних теплових програм. Стандартна тепла програма складалася з двох теплових циклів з охолодженням від 25°C до -80°C (сегмент 1), урівноваженням протягом 5 хв при -80°C (сегмент 2), нагріванням від -80°C до 80°C (сегмент 3), вирівнювання протягом 5 хв при +80°C (сегмент 4). Сегменти 1-4 становлять перший тепловий цикл. Другий тепловий цикл проводився охолодженням від 80°C до -80°C (сегмент 5), урівноваженням при -80°C (сегментом 6), нагріванням від -80°C до 80°C (сегментом 7), рівновагою при 80°C (сегмент 9), а потім нагрівання до 25 ° C (сегмент 10). Всі сегменти нагрівання та охолодження працювали зі швидкістю сканування 10 C хв⁻¹ і витрата азоту 80 мл хв⁻¹. Друга тепла програма, призначена для відповідності температурному спаду під час вимірювань SWAXD, складалася лише з одного теплового циклу. Ця програма складалася з трьох перших сегментів попередньої програми (охолодження від 25°C до -80°C, урівноваження

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.019.161.072.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демидович Л.О			ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Бойчук Т.М					56	73
Реценз.						<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
Н. Контр.		Подобій О.В						
Затверд.		Носенко Т.Т						

протягом 5 хв при -80°C та нагрівання від -80°C до 80°C), але цього разу з швидкістю температури 1 C хв^{-1} та з однаковим потоком азоту 80 мл хв^{-1} . Всі дані DSC були оцінені та інтегровані за допомогою програмного забезпечення STARe (версія 16). Пікову температуру плавлення, $T_{\text{мп}}$, визначали як положення піку в нагрівальних сегментах на кривих ДСК. Ентальпія плавлення, $\Delta H_{\text{м}}$, було визначено як інтегрований ендотермічний пік, S1 в ESI для схематичного пояснення розрахунків. Всі зразки вимірювали один раз за отриманням та після сушіння у вакуумі протягом 12–18 годин для видалення залишків води або розчинника із зразків. Для кожного зразка проводили багаторазові вимірювання, щоб підтвердити відтворюваність експериментів DSC.

Вакуумна сушка та герметизація

Кілька сотень мг кожного зразка у флаконах по 1,5 мл поміщали у вакуумний пістолет, що містив 3 Å молекулярні сита, підключені до вакуумного насоса. Потім зразки піпетували в алюмінієві каструлі DSC і закупорювали під азотом у рукавичному мішку при відносній вологості нижче 10%. Флакони, що містять зразки для SWAXD, заповнювали азотом і закупорювали герметичною кришкою.

Титрування Карла Фішера (КФ)

Вміст води у зразках визначали за допомогою кулонометричного титрування Карла Фішера за допомогою кулометра 737 КФ від Metrohm. Прилад КФ відкалібрували за допомогою стандартного зразка (стандарт Hydranal Water 1.0) з відомим вмістом води 0,1 мас.%, А середній результат 3 калібрувальних вимірювань становив $0,1001 \pm 0,0006$ мас.%. Для вимірювань зразок додавали (за вагою) до розчину анода, і після віднімання дрейфу вміст води забезпечували у вагових відсотках (мг/г^{-1}) доданого зразка. Перед вимірюванням не проводили підготовки зразків.

Мала і ширококутна дифракція рентгенівських променів (SWAXD)

Всі експерименти SWAXD проводились на приладі Ganesha

					<i>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

SAXD/WAXD (SAXSLAB / Xenocs, UCPH, Данія) з використанням α -випромінювання CuK ($\lambda = 1,541 \text{ \AA}$) джерело. Зразки сушили протягом ночі під вакуумом і піпетували в мідну камеру для зразків-сендвічів (при відносній вологості навколишнього середовища) з ущільнювальним кільцем як розпіркою між двома слюдяними вікнами. Вимірювання проводили у вакуумі з регулюванням температури (Linkam LNP95, Linkam Scientific Instruments Ltd., Tadworth, Великобританія) з використанням рідкого азоту для досягнення температури нижче кімнатної температури. Фактичну температуру зразка розраховували за допомогою калібрувальної кривої. Аналіз даних, включаючи корекцію передачі, фонове віднімання, видалення піків слюди та азимутальне усереднення, проводили за допомогою SAXSGui від SAXSLab. Зразки вимірювали кожну 1 хв з часом витримки 1 хв як при охолодженні, так і при нагріванні (при 10°C хв^{-1}), подібні до стандартних вимірювань DSC, від температури навколишнього середовища до нижче кристалізації (як визначено DSC, для конкретної температури кожного зразка) і назад до температури навколишнього середовища або температури вище плавлення (як визначено DSC, для певної температури кожного зразка). Однак для деяких зразків, де криві ДСК показали складну поведінку кристалізації та плавлення (багаторазові піки), зразок врівноважували за певних температур, як описано в тексті. Три відібрані зразки ПС вимірювали з інтервалами часу 1 хв, використовуючи повільну програму охолодження / нагрівання (поетапна зміна температури на 2°C з двома або трьома кадрами, виміряними при кожній температурі), щоб досягти детального сканування температури в діапазоні від 29 до -56°C для монолаурат полісорбатом.

					<i>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Охорона праці на підприємстві

У хімічній промисловості проведення ряду технологічних і допоміжних операцій пов'язано з використанням ЗІЗ. Для виконання робіт всередині закритих ємностей, в колодязях і т.ін. їх використання має вирішальне значення для забезпечення безпеки праці.

ЗІЗ є:

- спецодяг;
- спецвзуття;
- головні убори;
- каски;
- рукавички, рукавиці;
- фартухи;
- протигази;
- респіратори;
- захисні окуляри;
- маски;
- світлофільтри;
- протишумові пристрої;
- запобіжні пояси;
- електрозахисні засоби;
- пасти і мазі і т.п.

ЗІЗ можуть бути постійного користування (без цих засобів робітникам забороняється перебувати на робочому місці) і аварійного користування.

Аварійні ЗІЗ формуються у виробництвах, де наявні токсичні і пожежонебезпечні та вибухонебезпечні речовини. ЗІЗ розміщують у доступних для використання місцях, які визначають керівники виробництв і

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.019.161.076.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демидович Л.О			<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Бойчук Т.М					59	73
Реценз.						<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
Н. Контр.		Подобій О.В						
Затверд.		Носенко Т.Т						

цехів за узгодженням з газорятувальною і протипожежною службою.

Щорічно на кожному підприємстві хімічної промисловості складається перелік спецодягу, спецвзуття та запобіжних засобів, які повинні безкоштовно видаватися робітникам і службовцям для забезпечення безпечних умов праці. В переліку зазначається кількість і види засобів захисту для індивідуального, колективного і аварійного користування. Перелік узгоджується із комітетом профспілки і після затвердження головним інженером цей перелік стає основним документом для забезпечення персоналу ЗІЗ.

Вимоги до спецодягу:

- надійний захист тіла людини від виробничих шкідливостей;
- забезпечення нормальної терморегуляції організму;
- зручність одягу;
- можливість якісного очищення від забруднень.

За захисними властивостями спецодяг поділяється на такі групи:

- загального призначення;
- вологозахисний (водонепроникний, водовідштовхувальний і водотривкий);
- для захисту від радіації;
- для захисту від кислоти;
- для захисту від нафти та масел;
- для захисту від пилу;
- теплозахисний;
- для захисту від агресивних хімічних речовин;
- для захисту від ураження електричним струмом;

Спецодяг є власністю підприємства і повинен використовуватися тільки за прямим призначенням. Після роботи за територію підприємства виносити спецодяг забороняється тому, що можливе забруднення довкілля та житла шкідливими речовинами виробництва.

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У всіх випадках, коли в повітрі робочої зони вміст шкідливих речовин перевищує ГДК або коли вміст кисню менше 17%, необхідно застосовувати ЗІЗ органів дихання від отруєння і задухи.

Засобами захисту органів дихання є:

- протигази промислові фільтруючі;
- фільтруючі респіратори;
- шлангові протигази.

Від механічного травмування голови, а також від ураження голови електричним струмом застосовуються різні каски.

Існує перелік професій, посад і робіт, при виконанні яких робітники і ІТП повинні обов'язково носити захисні каски.

Захист рук здійснюється різного виду рукавицями і рукавичками залежно від виробничого середовища:

- від термічних опіків
- від кислоти
- від вібрації.

Там, де неможливе застосування рукавичок (роботи, які вимагають чутливості пальців та при роботі з клеями, фарбами) застосовуються пасти і мазі.

Для захисту очей застосовують захисні окуляри, щитки і маски. Захисні окуляри випускаються двох типів: окуляри захисні відкриті – ОЗВ, окуляри захисні закриті - ОЗЗ.

Відкриті окуляри зручні тим, що мають широке поле зору, не пітніють . Але вони захищають тільки від часток, що летять прямо в очі.

ОЗЗ краще захищають очі, але звужують поле зору і пітніють. Для усунення цього явища застосовують спеціальні олівці, сухе туалетне мило або спеціальні вкладиші із плівки, яка не пітніє.

5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві

Основними елементами системи управління охороною навколишнього

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

середовища на підприємствах України виступають лімітування, ліцензування, сертифікація і паспортизація, які проводяться згідно екологічних вимог нормативної документації. Один із сучасних методів регулювання соціально-екологічних процесів – впровадження принципу "кращої доступної технології", щоб зблизити існуючу практику видачі дозволів на забруднення й оцінок якості середовища, на основі наукових ГДК з принципами сталого розвитку, який заснований на комплексній ЕО і схемах індикаторів. Показники якості довкілля потрібні для того, щоб можна було порівнювати в єдиних величинах ділянки, де б вони не знаходилися і на скільки різними вони не здавалися б на перший погляд.

Згідно національних екологічних вимог щодо експлуатації підприємств, встановлених низкою нормативно правових документів, вони зобов'язані вживати ефективні заходи з дотримання технологічного режиму і виконання вимог з охорони природи, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, оздоровлення довкілля. Підприємства також повинні забезпечити дотримання встановлених нормативів якості довкілля на основі дотримання затверджених технологій, впровадження екологічно безпечних технологій і виробництв, надійної й ефективної роботи очисних споруд, установок і засобів контролю, знешкодження й утилізації відходів. Викид і скид шкідливих речовин, захоронення відходів допускаються на основі дозволу, що видається спеціально уповноваженими на те державними органами. В дозволі встановлюються нормативи гранично допустимих викидів і скидів шкідливих речовин й інші умови, що забезпечують охорону довкілля і здоров'я людини. Порухення встановлених нормативів тягне за собою обмеження, призупинення діяльності підприємства за приписом спеціально уповноважених на те державних органів в області охорони довкілля та санітарно-епідеміологічного нагляду. Нормативи ГДВ і ГДС встановлюються з врахуванням виробничих потужностей об'єкта для кожного джерела забруднення згідно діючих нормативів ГДК шкідливих

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

речовин у довкіллі. Вони затверджуються спеціально уповноваженими на те державними органами України в області охорони навколишнього природного середовища (за хімічними речовинами), санітарно- епідеміологічного нагляду (за мікроорганізмами і біологічними речовинами). Нормативи ГДР і ГДД акустичного, електромагнітного, іонізуючого й інших шкідливих фізичних впливів встановлюються на рівні, що забезпечує збереження здоров'я і працездатності людей, охорону флори і фауни, сприятливого для життя довкілля. Підприємства, що спричинили шкоду довкіллю, здоров'ю і майну громадян забрудненням навколишнього середовища, зобов'язані її відшкодувати в повному об'ємі відповідно до чинного законодавства.

Конкретніші екологічні вимоги до експлуатації підприємств, що стосуються охорони атмосферного повітря і захисту від несприятливого впливу відходів виробництва і споживання, визначені відповідними нормативно-правовими актами України. Згідно вимог ЗУ "Про охорону атмосферного повітря" при експлуатації об'єктів господарської й іншої діяльності не можна перевищувати нормативи якості повітря відповідно до екологічних, санітарно-гігієнічних, а також будівельних нормам і правил. Забороняється розміщення й експлуатація об'єктів господарської й іншої діяльності, які не мають передбачених правилами охорони атмосферного повітря установок очищення газів і засобів контролю за викидами шкідливих речовин в атмосферу. З метою охорони атмосферного повітря у місцях проживання населення встановлюються СЗЗ організацій. Підприємства, що мають стаціонарні джерела викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, зобов'язані: забезпечувати проведення інвентаризації викидів шкідливих речовин і розробку норм ГДВ; упроваджувати маловідходні й безвідходні технології з метою зниження рівня забруднення; планувати і здійснювати заходи з уловлювання, утилізації, знешкодження викидів шкідливих речовин в повітря, скорочення чи повне виключення таких викидів; здійснювати заходи з попередження й усунення аварійних викидів

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шкідливих речовин, а також з ліквідації наслідків його забруднення; здійснювати облік викидів шкідливих речовин та їх джерел, проводити виробничий контроль за дотриманням встановлених нормативів викидів; дотримуватись правил експлуатації споруд, устаткування, призначеного для очищення і контролю викидів; забезпечувати дотримання режиму СЗЗ об'єктів господарської діяльності; забезпечувати своєчасне вивезення забруднюючих атмосферне повітря відходів з відповідної території об'єкта господарської діяльності на спеціалізовані місця складування чи захоронення таких відходів, а також на інші об'єкти господарської діяльності, що використовують такі відходи як сировину; негайно передавати інформацію про аварійні викиди, що викликають забруднення атмосферного повітря, яке може загрожувати життю і здоров'ю людей та довкіллю, до державних органів нагляду і контролю.

На виконання вимог ЗУ "Про відходи" та ДСанПіН 2.2.7.029-99 при експлуатації підприємств, будівель, споруд й інших об'єктів, пов'язаних з поводженням з відходами, необхідно: дотримуватись екологічних, санітарних й інших вимог; розробляти проекти нормативів утворення відходів і лімітів на розміщення відходів з метою зменшення кількості їх утворення; упроваджувати маловідходні технології; проводити інвентаризацію відходів і об'єктів їх розміщення; проводити моніторинг стану довкілля на територіях об'єктів розміщення відходів; надавати в установленому порядку необхідну інформацію в області поводження з відходами; дотримуватись вимог попередження аварій, пов'язаних з поводженням з відходами, і вживати невідкладних заходів з їх ліквідації тощо. Головною вимогою до виробництва слугує застосування таких способів використання природних ресурсів, які взаємно економічно й екологічно виправдані: запобігають порушенню і забрудненню довкілля при мінімальних витратах на процес. Тому системи екологічної безпеки на підприємствах повинні охоплювати не тільки простір робочої зони, але і всю територію земельного відведення,

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

місця транспортування і складування продукції й відходів. До основних форм екологічного контролю відносяться екологічна експертиза, екологічний моніторинг і екологічний аудит.

Сучасний напрям створення і розвитку системи екологічної сертифікації України визначений у ст. 48 "Співпраця в галузі оцінювання стандартів та оцінювання відповідності" Угоди про партнерство та співпрацю між ЄС і Україною, ЗУ "Про стандартизацію", "Про підтвердження відповідності", "Про акредитацію органів з оцінки відповідності" тощо. Мета впровадження екологічної сертифікації – розв'язання завдань у трьох сферах діяльності країни: 1) у сфері функціонування господарського комплексу: реалізація обов'язкових екологічних вимог природоохоронного законодавства під час ведення господарської діяльності; впровадження систем екологічного менеджменту в структури об'єктів управління державної системи екологічного управління; створення екологічно безпечних виробництв, технологічних процесів і обладнання; додержання вимог екологічної безпеки і запобігання забрудненню довкілля під час розміщення, переробки; транспортування, ліквідації й захоронення відходів виробництва і споживання; додержання вимог екологічної безпеки протягом усього життєвого циклу будь-якої продукції; запобігання ввезенню в Україну екологічно небезпечних продукції, відходів, технологій і послуг; 2) у сфері інтеграції України до ЄС: сприяння інтеграції економіки країни в Європейський ринок; гармонізація системи екологічною, сертифікації з міжнародними і національними системами акредитації й сертифікації; підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції; усунення технічних бар'єрів у міжнародній торгівлі; надання екологічному сертифікату й екологічному знаку відповідності статусу документів, які в особі уповноваженого органу державної влади з екологічної сертифікації гарантують додержання вимог природоохоронного законодавства; 3) у сфері міжнародного співробітництва в галузі охорони довкілля: сприяння участі

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

України у формуванні світового механізму охорони довкілля; забезпечення виконання нашою країною міжнародних угод, конвенцій і договорів у природоохоронній галузі; виконання міжнародних зобов'язань України у сфері управління якістю довкілля; забезпечення контролю за транскордонним переміщенням забруднювальних речовин і перевезенням небезпечних відходів.

За своїм характером сертифікація може бути обов'язковою або добровільною. Обов'язкова сертифікація є формою державного контролю за безпекою продукції в державній системі екологічного управління і повинна проводитись у законодавчо регульованій сфері. Добровільна сертифікація (переважає в ЄС) проводиться на договірних засадах між заявником і органом із сертифікації. Вона проводиться в законодавчо нерегульованій сфері і може здійснюватися як у державній, так і в недержавній (може проводити як вітчизняний орган із сертифікації, так і представництво іноземного органу із сертифікації) системах сертифікації. Об'єктами обов'язкової сертифікації з екологічних вимог є: підприємства і виробництва, у тому числі дослідно- експериментальні, а також їх продукція, використання якої може завдати шкоди довкіллю; технологічні процеси (видобування і заготівля природних ресурсів; транспортування природних ресурсів, продукції та відходів; їх зберігання, вилучення речовин з природних ресурсів тощо); відходи виробництва і споживання (утворювані при видобуванні й заготівлі природних ресурсів; при транспортуванні природних ресурсів і продукції; при зберіганні відходів основного технологічного процесу та їх переробки тощо); природні ресурси (земельні, водні, ресурси тваринного і рослинного світу, ресурси надр і корисні копалини); об'єкти довкілля (охоронні природні території й природні об'єкти, призначені для господарського використання); екологічні послуги (з виробництва, установки, технічного обслуговування природоохоронного устаткування; з рекультивації, відновлення, проведення заходів санації); системи управління охороною довкілля. Ринкові механізми і використання системи екологічної

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сертифікації та ліцензування створюють підґрунтя для розвитку нових напрямків економічної діяльності в галузі природокористування, таких як екоменеджмент, екомаркетинг та екоаудит. Так, при проведенні сертифікації за екологічними вимогами може бути використаний екоаудит, який покликаний брати участь в акредитації сертифікаційних центрів. Стосовно об'єкта аудит може бути внутрішнім (за замовленням об'єкта сертифікації) чи зовнішнім (за замовленням органу сертифікації).

Лімітування – діяльність зі встановлення меж шкідливого впливу (хімічного, фізичного, біологічного тощо) на довкілля і людину чи обмежень на використання природних ресурсів. Воно є дуже важливим механізмом екологічного нормування, особливо в санітарно-гігієнічному напрямку. На принципі лімітування побудована вся система ГДК шкідливих речовин та її похідних, ГДР фізичних впливів, обмежень впливів виробничої діяльності людини та експлуатації природних ресурсів. Лімітування як механізм обмеження включає також систему виробничих, галузевих і регіональних норм природокористування. В більшості галузей промисловості застосовуються норми ресурсомності. Мета лімітування полягає у затвердженні для підприємств, установ й організацій лімітів використання чи видобування природних ресурсів, лімітів викидів і скидів забруднювальних речовин у природне середовище та лімітів на утворення і розміщення відходів. Розробка лімітів ґрунтується на відповідних екологічних нормах. Зокрема, ліміти викидів і скидів забруднювальних речовин стаціонарними джерелами, ліміти на розміщення відходів визначаються для підприємств, установ й організацій з урахуванням їх гранично допустимих обсягів і встановлюються у вигляді дозволів на викиди і скиди. Окремим видом екологічних норм є нормативи плати за забруднення довкілля та за використання природних ресурсів, а також нормативи плати за понадлімітне забруднення навколишнього середовища і за понадлімітне використання природних ресурсів, які мають характер штрафних санкцій. На основі

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлених лімітів використання природних ресурсів в обсягах, що дозволяють не порушувати природні процеси в екосистемах і сприяють їх раціональному використанню, видаються дозволи на спеціальне використання природних ресурсів.

Ліцензування – заходи, пов'язані з видачею ліцензії, переоформленням документів, що підтверджують наявність ліцензій, призупиненням й анулюванням ліцензій і наглядом за дотриманням ліцензіатами відповідних вимог і умов. Ліцензія – дозвіл (право) на здійснення ліцензійованого виду діяльності при обов'язковому дотриманні ліцензійних вимог і умов, виданий ліцензіуючим органом ліцензіату. Ліцензійні вимоги й умови – сукупність встановлених нормативними правовими актами вимог і умов, виконання яких ліцензіатом обов'язкове при здійсненні ліцензованого виду діяльності. Здійснення діяльності, пов'язаної з промисловим виробництвом, використанням ресурсів та обігом відходів виробництва і споживання, відповідно до ліцензії повинно відповідати строго визначеним нормам і правилам. Тому процес ліцензування відносять до одного з механізмів екологічного нормування, що виконує дві найважливіші функції: превентивну – за допомогою встановлення в ліцензії норм використання природних ресурсів, меж хімічних, фізичних і біологічних впливів, інших екологічно значимих умов на основі даних про масштаби і види діяльності; контрольну – виражається у здійсненні контролю діяльності природокористувача-ліцензіата відповідним державним уповноваженим органом. Подібні екологічні паспорти (сертифікати) розробляються на окремі види природних ресурсів, готову продукцію виробництва, на технологію виробничого процесу. В Україні досить широкого розвитку набула екологічна паспортизація потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) і відходів. Екологічний паспорт ПНО містить дані, на підставі яких виконується оцінка потенційної небезпеки виробничої діяльності об'єкта: вид (природа) небезпеки (радіаційна, хімічна, біологічна, бактеріологічна, вибухопожежна

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тощо); інтенсивність джерел небезпеки і час їх негативного впливу (постійне випромінювання, залпові викиди, систематичне накопичення небезпечного ефекту на поверхні ґрунту тощо); характер і ступінь негативного впливу на реципієнти (атмосферу, гідросферу, літосферу); технічний стан будов, споруд, технологічного обладнання й інженерних комунікацій, ступінь їх зношеності; загальний стан техніки безпеки. Паспортизація відходів ведеться підприємствами для їх вичерпної ідентифікації та визначення оптимальних шляхів поводження з ними і здійснюється згідно постанови КМУ "Про затвердження Порядку ведення державного обліку та паспортизації відходів". Її здійснення передбачає складання і ведення паспортів відходів, паспортів місць видалення відходів, реєстрових карт об'єктів утворення, обробки й утилізації відходів відповідно до Державного класифікатора ДК 005- 96 "Класифікатор відходів". До об'єктів екологічної паспортизації належать водні об'єкти і земельні ділянки. Еколого-агрохімічний паспорт земельної ділянки (поля) – документ, у якому зосереджена інформація про родючість ґрунтів (агрохімічні, фізико-хімічні й агрофізичні властивості) і рівень їх забруднення важкими металами, радіонуклідами, залишками пестицидів й іншими токсикантами. Він розробляється для кожного поля чи земельної ділянки на основі матеріалів агрохімічного, радіологічного й інших видів моніторингу ґрунтів.

Система управління якістю навколишнім середовищем на підприємстві – частина загальної системи адміністративного управління, яка включає організаційну структуру, планування, відповідальність і звітність, методи, процеси і ресурси, необхідні для розробки, впровадження і реалізації природоохоронних заходів. Система державної звітності (входить в систему обліку в галузі охорони довкілля), згідно ЗУ "Про державну статистику", здійснюється підприємствами, установами й організаціями, діяльність яких пов'язана з природокористуванням і впливом на довкілля. Повний перелік звітної документації промислового підприємства міститься в Українському Державному класифікаторі управлінської документації.

					<i>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОКИ

1. Проведено аналіз вітчизняної та закордонної науково-технічної літератури стосовно фізико-хімічних властивостей сорбітан монолаурату. Виконано пошук сучасних методів виробництва харчової добавки E493. Охарактеризовано сировина для виробництва харчової добавки.

2. Розроблено принципову технологічну схему виробництва сорбітан монолаурату, яка базується на взаємодії 56,29 кг манітолу з 66,80 кг суміші жирних кислот дистильованої кокосової олії.

3. Розраховано матеріальний баланс для виробництва продуктивністю 100 кг/добу.

4. Проведено розрахунок теплового ефекту стадії випаровування.

5. Розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва сорбітан монолаурату. Виконано підбір обладнання відповідно до проведення розрахунку матеріального балансу.

6. Проведено технологічний розрахунок основних технічних характеристик реактора під об'єм 160 кг. Габаритні розміри: діаметр – 500 мм, висота – 800,8 мм, висота мішалки – 600,5 мм, товщина лопастей – 85 мм, діаметр лопатей – 0,8 мм.

7. Розраховано ряд техніко-економічних показників виробництва. Собівартість випущеної продукції - 87 грн та рентабельність, що склала 5,3%.

8. Запропонована технологія виробництва харчової добавки монолаурат сорбітану є перспективним методом – не потребує дорогих розчинників, використовується доступна сировина, має безвідходне екологічне виробництво.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.019.161.082.КР.ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Демидович Л.О			<i>ВИСНОВКИ</i>	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Бойчук Т.М					70	73
Реценз.						<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
Н. Контр.		Подобій О.В						
Затверд.		Носенко Т.Т						

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.

2. Fatty acids : Encyclopedia of Industrial Chemistry Ullman /Anneken DJ, Both S, Christoph R, Fieg G, Steinberner U, Westfechtel A, 2012. , – 73–116 с.

3. Short-term toxicity study of sorbitan monolaurate (Span 20) in rats. Food and cosmetic toxicology / Cater BR, Butterworth KR, Gaunt IF, Hooson J, Grasso P and Gangolli SD, 1978. , –519–526 с.

4. 2011a. Use of the comprehensive European food consumption database EFSA to assess the impact. / EFSA (European Food Safety Authority), // EFSA Journal. – 2011. – 34 с.

5. E 491-2 and E 495 sorbitol monostearate, sorbitan tristearate and sorbitan monopalmitate and E 493-4 sorbitol monolaurate and sorbitan monooleate. Food additives in Europe 2000 - Status of safety assessments of food additives currently permitted in the EU // Journal TemaNord. – 2002. – 498–504 с.

6. Pat. 4,297,290 U.S / The process of obtaining sorbitan esters / Stockburger , –№US4297290A; заяв. – 29.06.1943; опубл. – 27,10.1981 р.

7. Final safety assessment report for sorbitan stearate, sorbitan laurate, sorbitan sesquioleate, sorbitan oleate, sorbitan tristearate, sorbitan palbitate and sorbitan trioleate. Journal of the American College of Toxicology / CIR (Cosmetic Ingredient Review) // Journal of the American College of Toxicology – 1985, – С.65–121.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.019.161.083.КР.ПЗ</i>					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ					
Розроб.		Демидович Л.О						Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Бойчук Т.М							71	73
Реценз.								<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
Н. Контр.		Подобій О.В								
Затверд.		Носенко Т.Т								

8. Pat. 2,322,820 U.S /Monoesters of inner ethers of hexahydric alcohols / Kenneth R Brown –№ US252548A; заяв. – 29.06.1943; опубл. – 29.06.1943 р.
9. Wick AN and Joseph L. Metabolic sorbitan metabolism. Food research / Wick AN and Joseph L.– 1953. – 79–84 с.
10. Krantz JC Jr. Feeding of SPAN 20 (sorbitan monolaurate) to the white rat (lifespan). / Krantz JC Jr //Unpublished interim and final reports from the University of Maryland School of Medicine to the Atlas Chemical Co. Submitted to the US Food and Drug Administration, 1982 : referred by JECFA – С. 19.
11. Реактивы для технического анализа: Справ. изд./Коростелев П.П. М.: Металлургия, 1988, 384с
12. Lee K.J., Kang A., Delfino J.J. Evaluation of critical formulation factors in the development of a rapidly dispersing captopril oral dosage form // Drug Dev. Ind. Pharm. — 2003. — № 29.
13. Encyclopedia of Pharmaceutical Technology, 2nd edn, vol. 3. — New York, 2002; Izutsu K.I., Kojima S. Excipient crystallinity and its proteinstructure-stabilizing effect during freeze-drying // J. Pharm. Pharmacol. — 2002. — № 54
14. Химическая энциклопедия / Редкол.: Кнунянц И. Л. и др.. — М.: «Советская энциклопедия», 1990. — Т. 2 (Даф-Мед). — 671 с.
15. *J Pharm Sci* /Polysorbates 20 and 80 used in the formulation of protein biotherapeutics: Structure and degradation pathways. — 2008; — 97: 2924-2935
16. Kishore R.S., Pappenberger A., Dauphin I.B., Ross A., Buergi B., Staempfli A., Mahler H.C./ Degradation of polysorbates 20 and 80: Studies on thermal autoxidation and hydrolysis. *J Pharm Sci.* –2011; – с.100: 721-731.
17. Orö L., Wretlind A./ Pharmacological effects of fatty acids, triolein and cottonseed oil. *Acta Pharmacol Toxicol (Copenh).* – 1961; – с.18: 141-152.

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

18. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування: Навч. посіб. / За ред. проф. І. Ф. Малезика. – К.: НУХТ, 2012. – 543 с.

19. С. П. Ткачук та ін. Науково-практичний коментар до Закону України «Про охорону праці», К.: Видавничо-виробниче об'єднання «Основа», 1997.-528 с.

20. 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

21. В. Грицик, Ю. Канарський, Екологія довкілля. Охорона природи : навчальний посібник для студентів вузів — К. : Кондор, 2009. — 290 с.

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		