

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

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

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

«__» червня 2023 р.

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

«__» червня 2023 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 модифікованого крохмалю натрій
октенілсукцинату

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ХТ-4-13

САВКА Анастасія Ігорівна
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я та По батькові повністю) (підпис)

Керівник САБАДАШ Наталія Іванівна
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я та По батькові повністю) (підпис)

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

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент Анастасія ПУХЛЯК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

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

Здобувачка _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	15.05.2023	08.06.2023

7. Дата видачі завдання _____ 01 квітня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	15.05.2023	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	15.05.2023-19.05.2023	
3	РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18.05.2023-23.05.2022	
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	24.05.2023-28.05.2023	
5	РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	29.05.2023-30.05.2023	
6	РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31.05.2023-01.06.2023	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	02.06.2023-04.06.2023	
8	ВИСНОВКИ	04.06.2023-05.06.2023	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	15.05.2023-05.06.2023	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	15.05.2023-30.05.2023	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	18.05.2023-31.05.2023	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	05.06.2023-16.06.2023	

Здобувач _____

(підпис)

Анастасія САВКА _____

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____

(підпис)

Наталія САБАДАШ _____

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 84 С., 13 РИС., 37 ТАБЛ., 26 ДЖЕРЕЛ.

Темою дипломного проекту є удосконалення технології модифікованого крохмалю натрій октенілсукцинату.

Обґрунтовано вибір оптимальної технології модифікованого крохмалю натрій октенілсукцинату та розглянуто шляхи її удосконалення.

Запропоновано принципово технологічну схему технології модифікованого крохмалю натрій октенілсукцинату

Розраховано матеріальний баланс, згідно якого за зміну з 270 кг картопляного крохмалю можемо отримати 250 кг модифікованого крохмалю. Проведено підбір основного технологічного обладнання за всіма стадіями технологічного процесу. Розраховано хімічний реактор зі шнековою мішалкою. Згідно розрахунків апарат має такі габаритні розміри – ширина 1500 мм; довжина 1200 мм; висота 2291 мм, діаметр робочого органа – 700 мм.

Відповідно до розрахованих даних матеріального балансу та проведеного підбору обладнання запропоновано апаратурно-технологічну схему виробництва модифікованого крохмалю натрій октенілсукцинату.

Розраховано техніко-економічну ефективність технології виробництва добавки E1450 та показано, що рентабельність такого виробництва складає 10 %, а прибуток – 17 400 грн на 250 кг виробленої продукції.

Запропоновано заходи з організації контролю якості модифікованого крохмалю відповідно до нормативних документів. Запропоновані заходи з охорони праці на виробництві та заходи з охорони довкілля та обґрунтовано екологічну безпеку запропонованої технології.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХАРЧОВА ДОБАВКА E1450, МОДИФІКОВАНИЙ КРОХМАЛЬ, КРОХМАЛЬ НАТРІЙ ОКТЕНІЛСУКЦИНАТ, КРОХМАЛЬ

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 84 P., 13 FIG., 37 TABLES, 26 SOURCES.

The topic of the diploma project is the improvement of the technology of modified sodium octenyl succinate starch.

The choice of the optimal technology for modified sodium octenyl succinate starch has been justified, and ways to improve it have been considered. A conceptual-technological scheme for the technology of modified sodium octenyl succinate starch has been proposed.

The material balance has been calculated, according to which 270 kg of potato starch can be converted into 250 kg of modified starch per shift. The selection of the main technological equipment for all stages of the process has been carried out. A chemical reactor with a screw mixer has been calculated.

According to the calculations, the dimensions of the apparatus are as follows: width - 1500 mm, length - 1200 mm, height - 2291 mm, and diameter of the working element - 700 mm. Based on the calculated data of the material balance and the equipment selection, a process and equipment scheme for the production of modified sodium octenyl succinate starch has been proposed.

The techno-economic efficiency of the E1450 additive production technology has been calculated, showing that the profitability of such production is 10%, with a profit of 17399,28 UAH per 250 kg of manufactured product.

Measures for quality control of modified starch in accordance with regulatory documents have been proposed. Measures for occupational safety in production and environmental protection have been suggested, and the ecological safety of the proposed technology has been justified.

KEYWORDS: FOOD ADDITIVE E1450, MODIFIED STARCH, SODIUM OCTENYL SUCCINATE STARCH, STARCH.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Загальні відомості про крохмаль та його модифікації.....	9
1.2 Властивості модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату.....	12
1.3 Економічні показники.....	17
1.4 Вплив виробництва на навколишнє середовище	19
1.5 Галузі використання.....	23
1.6 Стан сировинної бази	27
1.7 Аналіз існуючих технологій виробництва модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату.....	29
1.8 Шляхи удосконалення технології виробництва модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату	32
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	35
2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва модифікованого крохмалю.....	35
2.2 Принципова технологічна схема.....	38
2.3 Матеріальний розрахунок	40
2.4 Тепловий баланс пневматичної сушарки.....	47
2.5 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання	48
2.6 Розрахунок хімічного реактору зі шнековою мішалкою	55
2.7 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	58
РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	62
РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ.....	67
ПРОДУКЦІЇ	67
РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	70
5.1 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві.....	70
РОЗДІЛ VI ОХОРОНА ПРАЦІ	76
ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	82

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.006.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата				
Розроб.	Савка А.І.				ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.	Сабадаш Н.І.						6	
Н. Контр..	Подобій О.В.				НУХТ Каф. ТЖХТ			
Затверд.	Носенко Т.Т.							

ВСТУП

Тенденції розвитку галузі промисловості модифікованих крохмалів в Україні є досить пріоритетними через широкий діапазон використання модифікованих крохмалів у харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловостях. Розроблення нових та удосконалення уже наявних технологій виробництва модифікованих крохмалів – це великий плюс для загальної української торгівлі та економіки. Крохмаль натрій октенілсукцинат використовують у багатьох рецептурах, не лише харчових продуктів, але й косметичних виробів. Він дає позитивні ефекти, які змінюють та удосконалюють продукт, а також дана добавка не є алергеном.

Актуальність роботи полягає у тому, що крохмаль натрій октенілсукцинат є унікальною добавкою, що використовується у майонезній, соусній, кондитерській промисловостях як емульгатор та стабілізатор та у косметичній промисловості як стабілізатор. Україна, як аграрна країна, має достатню кількість сировини (картопля, кукурудза) для виробництва модифікованого крохмалю, але не має велику кількість заводів з виробництва модифікованих крохмалів, хоча попит у них є досить великим. Тому є важливим розвиток та удосконалення виробництв модифікованих крохмалів.

Метою дипломного проекту є удосконалення технології в модифікованого крохмалю натрій октенілсукцинату шляхом додання додаткової стадії фільтрування відпрацьованої води та повторного її використання на виробництві.

Об'єктом дослідження є технологія модифікованого крохмалю натрій октенілсукцинату.

Предмет дослідження – модифікований крохмаль натрій октенілсукцинат.

Завдання на кваліфікаційну роботу:

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.007.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Савка А.І.</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>					7	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

1. Здійснити огляд та аналіз науково-технічної літератури та вивчити фізико-хімічні характеристики модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату. Навести сфери його застосування. Ознайомитися з сучасними методами одержання модифікованого крохмалю. Охарактеризувати сировину і допоміжні матеріали, що використовують в процесі отримання модифікованого крохмалю.

2. Удосконалити принципову технологічну та апаратурно-технологічну схеми виробництва.

3. Провести розрахунок матеріального та теплового балансів виробництва. На основі складеного матеріального балансу виконати підбір обладнання. Навести економічні показники: розрахувати собівартість та рентабельність виробництва.

4. Виконати креслення та розрахунки основного апарату виробництва – хімічного реактору зі шнековою мішалкою.

5. Навести показники якості та безпечності отриманої продукції. Описати екологічну безпечність об'єкта, що розробляється, та охорону праці на виробництві.

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

РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальні відомості про крохмаль та його модифікації

Сучасний процес виробництва харчових продуктів важко уявити без використання харчових добавок. Харчові добавки – це природні або синтезовані речовини, як вводяться до продуктів харчування з метою надання їм необхідних властивостей таких як: органолептичних, технічних і так далі. Вони не вживаються самостійно у вигляді харчових продуктів або звичайної їжі. Використання нових альтернативних видів сировини, застосування сучасних способів її оброблення, вдосконалення технологічних процесів виробництва харчової продукції для отримання нового асортименту харчових продуктів підвищеної харчової цінності, з покращеними споживчими властивостями, збагаченими сировиною рослинного походження, дозволяє досягнути поставленої мети. Крохмаль є одним з найбільш багатofункціональних сировинних продуктів харчової промисловості. Його використання базується на природних можливостях утворювати гелі та згущувачі [1].

Крохмаль – рослинний полісахарид складної будови. Структурна формула крохмалю – $(C_6H_{10}O_5)_n$. До його складу входять два типи макромолекул (полімерів) – амілоза й амілопектин, що складаються з ланок α -D-глюкози, пов'язаних між собою глюкозидними зв'язками. Амілоза має лінійну будову, а амілопектин – розгалужену. Особливості просторової будови амілози й амілопектину зумовлені конфігурацією глюкозидного зв'язку. У процесі утворення молекули амілози залишки глюкози зв'язуються між собою α -(1-4)-глюкозидними зв'язками, тоді як для амілопектину характерна

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.009.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Савка А.І.			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Сабадаш Н.І.					9	
Н. Контр.		Подобій О.В.			<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>			
Затверд.		Носенко Т.Т.						

присутність α -(1-6)-зв'язків [1].

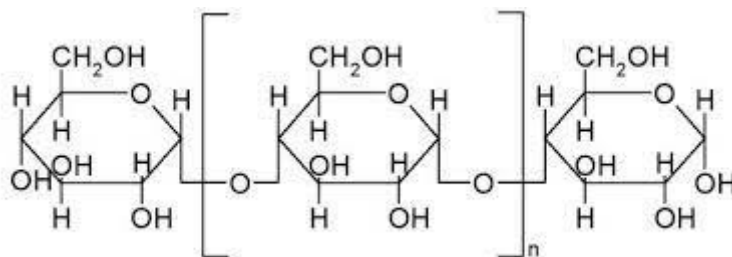


Рис.1.1 Формула амілози [2]

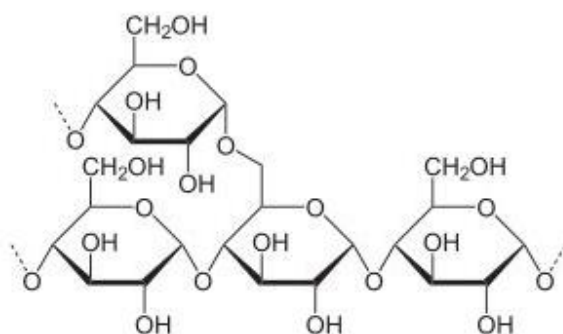


Рис. 1.2 Формула амілопектину[2]

Таблиця 1.1

Порівняння амілози та амілопектину [3]

Назва	Зв'язок	Будова	Характеристика	Властивості
Амілоза	α -(1,4)	Лінійна	Ретроградація Вологостійкість	Формує плівку Гелеутворення Комплексоутворення ліпідів
Амілопектин	α -(1,6) α -(1,4)	Розгалужена	Висока в'язкість	Текстурування Стабілізація Емульгування

Модифікований крохмаль – це харчова добавка, яку отримують в результаті впливу на звичайний крохмаль різними хімічними реагентами з метою отримання готових сполук з попередньо визначеними характеристиками та властивостями. Існує низка кількості способів і методів

отримання модифікованих крохмалів. Відповідно до визначень Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) модифікований крохмаль – це покращений харчовий крохмаль, характеристики якого змінені в результаті обробки продукту за допомогою хімічних, біохімічних, фізичних, а також комбінованих процесів. Їх використовують у харчовій промисловості як згущувачі, стабілізатори, наповнювачі та емульгатори. Ці добавки дозволено використовувати у продуктах харчування. У табл.1.3 представлено зразки модифікованого крохмалю, які отримано з різних джерел сировини [1].

Таблиця 1.3

Модифіковані крохмалі [4]

Е-код	Англійська назва	Українська назва
E1400	Dextrin	Декстрин
E1401	Modified starch (Acid-treated starch)	Крохмаль оброблений кислотою
E1402	Bleached starch	Крохмаль оброблений лугом
E1404	Oxidized starch	Крохмаль окиснений
E1405	Enzyme treated starch	Крохмаль оброблений ензимами
E1410	Monostarch phosphate	Монокрохмаль фосфат
E1411	Distarch glycerol	Дикрохмаль гліцерол (зшитий)
E1412	Distarch phosphate	Дикрохмаль фосфат
E1413	Phosphated distarch phosphate	Фосфатований крохмаль фосфат
E1414	Acetylated distarch phosphate	Ацетильований крохмаль фосфат
E1420	Acetylated starch	Ацетильований крохмаль
E1422	Acetylated distarch adipate	Ацетилкрохмаль адипат
E1440	Hydroxypropyl starch	Гідроксипропілкрохмаль

E1442	Hydroxy propyl distarch phosphate	Гідроксипропілкрох-маль фосфат
E1450	Starch sodium octenyl succinate	Крохмаль натрій октеніл сукцинат
E1451	Acetylated oxidised starch	Ацетильований окиснений крохмаль

1.2 Властивості модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату

Модифікований крохмаль E1450 (ефір крохмалю та натрієвої солі октеніл янтарного ангідриду) або інша його назва крохмаль натрій октеніл сукцинат вже декілька десятиліть використовують у якості стабілізатору емульсійних напоїв та ароматичних емульсій. В його основі покладений амілопектин, в якому частина гідроксильних груп естерифікована октеніл янтарним ангідридом. Довгий вуглеводневий ланцюг октеніл янтарною групою адсорбується на поверхні олійної краплі, в той час як гідрофілізовані карбоксильними групами ланцюги крохмалю знаходяться у водній фазі. Таким чином створюється оболонка навколо краплі олії, що перешкоджає злипанню крапель емульсії. Нижче наведена реакція естерифікування:

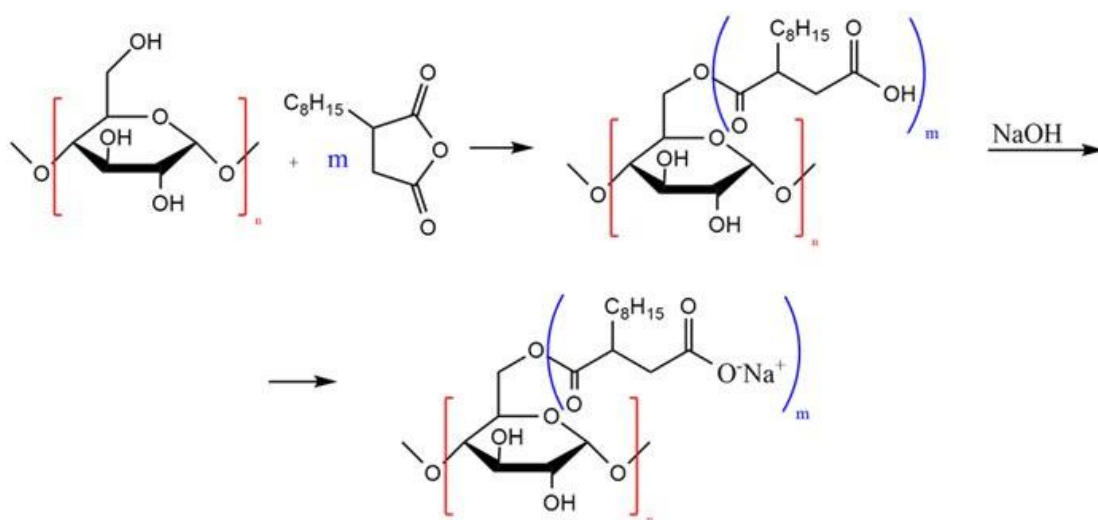


Рис.1.3 Реакція модифікованого крохмалю з їдким натром та октеніл янтарним ангідридом

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

У результаті модифікації крохмаль здобуває водорозчинність та деякі поверхнево-активні властивості. Механізм дії модифікованого крохмалю аналогічний дії гуміарабіки. Його стабілізуюча дія проявляється в наступному:

1. Крохмаль збільшує в'язкість емульсії, що передує зменшенню швидкості розшаруванню емульсії в концентрованому вигляді;

2. Крохмаль діє як слабкий ПАР, зменшуючи поверхневий натяг на зіткненні розділу водневої та олійної фаз та провокує утворенню більш малих крапель дисперсної фази;

3. Крохмаль утворює навколо часток олійної фази оболонку, яка перешкоджає коалесценції (зливання) часток;

4. За рахунок оболонки збільшується середня густина часток олійної фази, що сприяє зменшенню швидкості розшарування емульсії [5].

Нижче наведена загальна інформація про крохмаль E1450.

Таблиця 1.4

Загальні відомості про крохмаль натрій октеніл сукцинат [6,7,8]

Опис харчової добавки	
Е-код	E1450
Назва харчової добавки	Модифікований крохмаль натрій октеніл сукцинат
Маркування інгредієнту	Крохмаль модифікований
Позначення на етикетці харчових продуктів	E1450
Склад	Ефір крохмалю, натрієвої солі та октеніл янтарного ангідриду
Структурна формула	$(C_6H_{10}O_5)_n \cdot (COCH_2CH(C_8H_{17})COONa)_m$, де $n = 100-1000$; $m = n/50$
МДР	В необхідній кількості

Джерело отримання	Крохмальна сировина: картопля, кукурудза та інші. Подальша обробка крохмалю з цієї сировини октеніл янтарним ангідридом
Форма випуску	Порошок, гранули, пластівці, велико-зернисті частини
Смак	Відсутній
Запах	Відсутній
Колір	Білий
Технологічне використання	Емульгатор, стабілізатор емульсії, посилювач смаку, загусник, вологоутримувач, піноутворювач
Область використання	Харчова промисловість: салатні соуси, майонези (для заміни яєчного білку), кондитерська промисловість (бісквіти, кекси (заміна яєчного жовтку)), ковбасні вироби, паштети (для заміни казеїну), плавлені сирки (для заміни казеїну)
Термін зберігання	24 місяці з дати виробництва
Умови зберігання	Зберігати у сухому приміщенні
Виробники та постачальники	Компанія Cargill (США), Компанія NATIONAL STARCH&CHEMICAL (США), Науково-виробниче підприємство «Модифікатор» (Обухів, Україна), ПРАТ Дніпропетровський крохмалепатоковий комбінат (смт. Дніпровське, Україна)
Інші властивості	Прожелатинізований крохмаль

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 1.5

Фізико-хімічні показники [7]

Параметри		Мін.	Макс.
Вологість, %			10
Об'ємна щільність, г/л	упакованого	540	660
Показник кислотності, рН		4,5	8
Сірнистий газ, мг/кг			10
Гранулометрія	> 125 мкм	2,5	22,5
В'язкість, МПа с	6 % СВ	1050	
Зольність		типово 0,4	
Розчинність	Добре розчинний у теплій воді, гірше – у холодній, зовсім нерозчинний у спиртах.		

Таблиця 1.6

Мікробіологічні показники [7]

Параметри	Макс.	Одиниці вимірювання
Загальна к-сть бактерій	2000	КОЕ/г
Пліснява	50	КОЕ/г
Дріжджі	50	КОЕ/г
Ентеробактерії	відсутні	КОЕ/г
Сальмонела	відсутні	КОЕ/г

Харчова добавка модифікований крохмаль Е1450 відповідає таким критеріям:

- Кошерність;
- Халяльність;
- Вегетаріанство;

Лактовегетаріанство [7].

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

Вплив на організм та здоров'я людини

Харчова добавка E1450 до класу низької небезпеки. Дані про її токсичність відсутні. Модифікований крохмаль легко засвоюється організмом, як і звичайний крохмаль. Крім того, складно-ефірні зв'язки піддаються швидкому розпаду, що доводить безпечність цього модифікованого крохмалю для здоров'я людини [8].

Під час гідролізу E1450 перетравлюється в організмі з виділенням глюкози, яка вважається головною доставкою енергії для людини. Також утворює декстрин, який позитивно впливає на роботу шлунково-кишкового тракту та стимулює природне виробництво інсуліну і підвищує засвоюваність продуктів харчування [8].

За даними ФАО ВООЗ надмірне вживання у продуктах харчування добавки E1450 провокує ризик розвитку сечокам'яної хвороби як у людей, так і тварин, тому не варто зловживати прийомом харчових продуктів з вмістом даної добавки [8].

Крохмаль оброблений октеніл янтарним ангідридом як зазначалося вище має вищу поверхневу активність, а його емульгуючі властивості менш чутливі до солоності та рН у порівнянні з гуміарабікою та білками. Потрібно зазначити, що крохмаль ОСА не чутливий до солей через той факт, що він має низьку лінійну щільність заряду. Зазвичай додавання 1% NaCl знижує поверхню натягу на 5%. На рисунку 3 зображено, як поверхневий натяг крохмалів ОСА збільшується зі збільшенням рН [3].

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

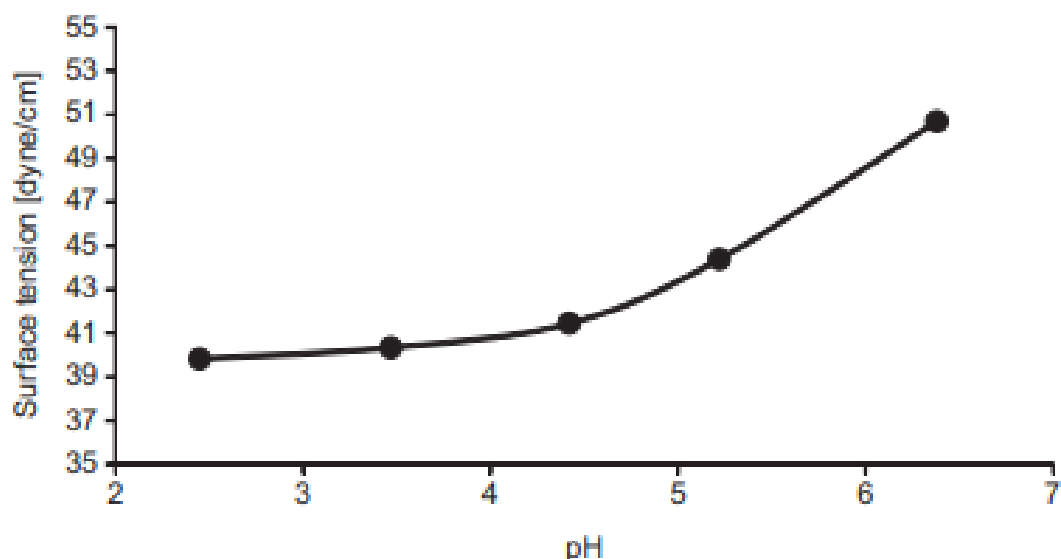


Рис 1.4.Залежність поверхневого натягу крохмалів ОСА від рН [3]

Це може бути пов'язано з високою щільністю заряду при високому рН, що в принципі ще більше збільшує значення ГЛБ та приводить до більш високих поверхневих/міжфазних натягів [3].

1.3 Економічні показники

Майбутнє кожної галузі залежить передусім від рівня економічної ефективності та активності використання наукових і науково-конструкторських розробок. Щорічно у світі виробляють 57— 60 млн т нативного та 11—12 млн т модифікованого крохмалю. Сучасні технології та обладнання дають змогу отримувати до 15 т/га сухого крохмалю з різних сільськогосподарських культур. Близько 70% світового виробництва крохмалю становить кукурудзяний і майже 20% — пшеничний та картопляний, решта 10% — тапіоковий, рисовий, житній, гороховий тощо [9].

Це зумовлено, передусім, використанням у різних країнах місцевих сировинних ресурсів: в Європі — картоплі, пшениці, кукурудзи; Північній Америці — кукурудзи; Латинській Америці та Азії — тапіоку, банана, сагової пальми, сорго та рису. Завдяки розробленню прогресивних технологій найбільше крохмалю та крохмалепродуктів виробляють у США, Данії, Південній Африці, Японії, Франції. Від загальносвітового виробництва тільки

близько 25% крохмалю становить нативний, близько 25% — підлягає фізичній або хімічній обробці (модифіковані крохмалі), близько 30% — підлягає ферментативній обробці та 20% — спрямовують на виробництво біоетанолу і високополімерного крохмалю [9].

Загальносвітова потреба в крохмалепродуктах у 2008 р. становила 2,8 люд/кг/рік, а Україні — 0,6 люд/кг/рік. Модифіковані крохмалі застосовують у виробництві продуктів харчування таких як: ковбаси, соуси, йогурти, цукерки, соки, кондитерські борошняні вироби, майонезу та десертів. Лише для виробництва майонезів та соусів у 2008 р. Було використано 3526 т модифікованого крохмалю [9].

Нині у світі виробництво крохмалю та крохмалепродуктів — це один із найрозвинутіших ринків у світі та більш рентабельний, ніж ринок спирту і лікєро горілчаних напоїв. Ринок крохмалю та крохмалепродуктів у світі представлений в основному компаніями AGRANA Betlfigungs AG (м. Ашах, Австрія), АВЕБЕ, Cargill (США), NATIONAL STARCH&CHEMICAL, підприємствами Syral SARL (м. Марколхейм, Франція), Lixue Fine Starch Co. Ltd. Та Wohua Potato (Китай) тощо [9].

В Україні крохмалепатокова галузь перебуває у критичному стані. В Україні всього існує кілька заводів з виробництва різних видів модифікованго крохмалю. Підприємства ЗАТ «Левона» та ПМП «Вітал» (Чернігівщина) переробляють картоплю на крохмаль та одержують кілька видів модифікованих крохмалів (фосфатний, оксиаміл ОПВ-2, амілаце- татний тощо) для харчової промисловості та декстрини. Науково-виробниче підприємство «Модифікатор» (м. Обухів, Київська обл.) отримує модифікований крохмаль для виробництва паперу, зокрема і крохмаль натрій октеніл сукцинат. Кремнянський крохмальний завод виробляє окиснений крохмаль, який використовують у виробництві гіпсокартону. Київський крохмальний завод (сmt. Гостомель, Київська обл.) переробляє крохмаль та крохмалєвмісну сировину на екструдовані продукти для кондитерської промисловості, виробництва клею та буріння свердловин. Товариство з

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

обмеженою відповідальністю Дніпровській крохмалепатоковий завод (сmt. Дніпровське, Дніпровська обл.) виробляє низку модифікованих крохмалів, серед яких є і крохмаль ОСА [9].

Згідно економічним показникам для виробництва модифікованого крохмалю Е1450, важливими є такі факти:

1. Можливості. Постійне зростання попиту на продукцію; інноваційний комплексний розвиток технології крохмалепатокової та супутніх галузей виробництва загалом; розробка відповідних технічних регламентів та НТД; розробка та реалізація спеціальних програм розвитку інноваційних комплексних підприємств; утворення стійкого бізнесу, підвищення рівня доходності за рахунок створення відомих світових брендів; покращення загальних умов ведення бізнесу – інвестиційного клімату, доступності кредитів та інші [1].

2. Сильні сторони утворення інноваційних комплексних технологій галузі. Наявність та можливості зростання зернових ресурсів з урахуванням наукових та технічних розробок; ціни на енергетичні та водні ресурси, а також створення кваліфікованих робочих ресурсів; мінімальна кількість конкурентів [1].

3. Недоліки. Великий об'єм початкових інвестицій; висока вартість кредитних ресурсів в Україні; відсутність досвіду розробки та втілення інноваційних продуктів та об'єктів; тривалий термін окупності проектів; слабка діяльність структур маркетингу та менеджменту у великотоннажних сферах промисловості і повна відсутність комунікації з технологами та науково-технічними робітниками інноваційних технологій промислових комплексів тощо [1].

1.4 Вплив виробництва на навколишнє середовище

Оцінка впливу виробництва Е1450 на забруднення води

Для забезпечення виробничої діяльності проєктованого об'єкта передбачені системи водопостачання та водовідведення. Як джерело водопостачання проєктованого об'єкта (питна вода) використовуються

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

існуючі мережі господарсько-питно-протипожежного водопостачання проммайданчика діючого підприємства. Витрата води по цеху виробництва модифікованого крохмалю на технологічні потреби становить 207039,6 м³/рік. [10].

За для економії води і забезпечення необхідних її параметрів запроєктований зворотний цикл з використанням охолодження води в градирнях. Система водопостачання складається з двосекційної градирні О = 60-110 м³/год кожна, ємності запасу охолодженої води та двох циркуляційних насосів (один робочий та один резервний). Виробничі стоки в кількості 165920 м³/рік (фільтрат після процесу центрифугування, промивні води) збираються в накопичувальну ємність і перекачуються в аналогічну ємність підприємства для подальшого використання в технології. Діяльність здійснюється на проммайданчику. Зливові стоки з покрівлі будівлі цеху модифікованого крохмалю, через внутрішні водостоки, скидаються в закриту систему дощової каналізації та самопливом надходять в накопичувальну ємність діючого підприємства для подальшого використання в технології. Зливові стоки з території, суміжній з будівлею цеху, надходять в дощеприймальні решітки і далі на очистні споруди зливових стоків підприємства. Скидів в природні водні об'єкти немає. У період здійснення планованої діяльності при дотриманні режиму водокористування вплив підприємства на водне середовище перебуває в нормованих межах [10].

Оцінка впливу виробництва на забруднення повітря

У процесі виготовлення модифікованого крохмалю, який ретельно описано в розділі 2 є ряд етапів, які мають викиди в атмосферне повітря. Технічними рішеннями в цеху передбачається організація загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції для видалення шкідливих речовин з робочої зони підтримки нормального мікроклімату. Для видалення шкідливих речовин з повітря лабораторії проектом передбачена витяжна вентиляція. Додатковий викид в атмосферу з цього джерела прогнозується на рівне 0,007665 т/рік, в

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

тому числі: - пароподібні і газоподібні сполуки хлору – 0,000855 т/рік; - октеніл янтарна кислота – 0,0034 т/рік [10].

Таблиця 1.7

Перелік, клас небезпеки, ГДК забруднюючих речовин [10]

Назва забруднювальної речовини	Нормативи для населених міст	
	ГДК нм мг/м ³ або ОБРВ	Клас небезпеки
Пароподібні та газоподібні сполуки хлору (водень хлористий)	0,1	II клас
Октеніл янтарний ангідрид	0,05	II клас
Їдкий натр	0,5	II клас

Для оцінки екологічної можливості реалізації діяльності проводиться розрахунок приземних концентрацій по пароподібним і газоподібним сполукам. Розрахунок проводиться по сумарному викиду з існуючих джерел підприємства при нормальному режимі роботи і від проєктованих джерел [12].

Розрахунок розсіювання проводиться в приземному шарі атмосферного повітря з допомогою програмного комплексу Еол-2000 (В), рекомендованого до використання Мінприроди України. Критеріями оцінки санітарного стану повітряного середовища є максимальні разові ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених міст [10].

В роботі лабораторії використовують октеніл янтарний ангідрид, їдкий натр та хлоридну кислоту. Приміщення лабораторії оснащується системою вентиляції, яка видаляє пари кислот з приміщення і викидає його в атмосферу через організоване джерело викидів. Об'єми викидів настільки незначні, що не потребують спеціального розрахунку. Таким чином, діяльність не впливає на стан атмосферного повітря [10].

Клімат і мікроклімат

У зв'язку з тим, що у діяльності цеху модифікованого крохмалю не передбачені високотемпературні процеси та викиди вуглекислого газу, вплив на клімат та мікроклімат не передбачається.

Для захисту навколишнього середовища від впливу виробництва передбачені наступні заходи:

а) для захисту геологічного середовища

- якісне ущільнення зворотної засипки пазух котлованів і траншей; - пристрій водопроникних відмосток шириною не менше 2,0 м по зовнішньому периметру будівлі цеху;

- всі вводи та випуски покладені в залізобетонні канали з контрольними колодзями; - все водонесучі мережі укладаються на піддони;

- відведення атмосферних вод з покрівлі будівель в зовнішню зливову мережу;

б) для захисту повітряного середовища:

• для очищення повітря від пилу сухого крохмалю використовуються рукавні фільтри типу з коефіцієнтом очищення 98%;

• використання вентиляційного устаткування, обладнаного глушниками;

• віброуче обладнання, належним чином віброізолюване, що нормалізує рівні віброшвидкості і віброприскорення як в робочій зоні, так і за межами об'єкта;

• вентилятори встановлені на віброізолюючі підставки і з'єднані з повітроводами через гнучкі вставки;

• контроль за дотриманням встановлених нормативів викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

Регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферу здійснюється шляхом їх короткочасного скорочення в періоди настання несприятливих метеорологічних умов. Перераховані вище заходи визначаються потужністю викиду забруднюючих речовин та їх класом небезпеки [10].

В) для захисту водного середовища

• очищення дощових стоків на локальних очисних спорудах;

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

- захист підземних залізобетонних та металевих конструкцій і споруд від корозії;

- облік витрат питної води;
- підлога має водонепроникне покриття;
- гідроізоляція всіх підземних споруд мастикою товщиною 10 мм.

Г) для захисту ґрунту, рослинного і тваринного світу

- влаштування малих архітектурних форм (лавок, смітників і т.д.);
- пристрій тротуарів і майданчиків з асфальтобетонним покриттям;
- вільна від забудови територія озеленяється (посадка дерев, чагарників)

[10].

При виконанні всіх заходів з охорони навколишнього середовища, передбачених проектом, виробництво модифікованого крохмалю не завдасть негативного впливу на стан природного середовища в районі його розміщення [10].

1.5 Галузі використання

Використання крохмалю натрій октеніл сукцинату надзвичайно велике та різноманітне. Найбільш відомі напрямки використання E1450 – це харчова та косметична промисловість.

Використання у харчовій промисловості

Виготовлення соусів

У соусному виробництві, використання модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату має на меті забезпечення стабільності консистенції та збільшення еластичності продукту [11].

Так, модифікований крохмаль E1450 успішно використовується в майонезному та соусному виробництві, як замітник яєчного жовтка, що дозволяє зменшити витрати на виробництво та знизити вміст холестерину у продукті. Крім того, його використання дозволяє збільшити стабільність майонезу під час зберігання, а також поліпшити його текстуру та внутрішню структуру [11].

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

В Україні використання модифікованого крохмалю E1450 найбільш розвинене саме в майонезній галузі. В місті Києві компанія «Олком» є лідером українського ринку майонезів та соусів, де використовують E1450 [11].

Заміна желатину при застиганні

Охолодження добре зарекомендувало себе в останні роки завдяки унікальним характеристикам желатину. Желатин забезпечує функції емульгування та гелеутворення, що дозволяє відтворювати процес застигання. Існує декілька причин за яких потрібна заміна желатину у харчових продуктах як для людини так і тварин. У відповідь на це на ринку новітніх технологій з'являються продукти, де замість желатину використовують харчову добавку E1450. Прекрасним прикладом є виробництво консервів та кормів для домашніх улюбленців, де модифікований крохмаль замінив желатин, забезпечуючи продуктам високу стійкість підтримання форми [3].

Інкапсуляція жиру

Жири часто інкапсують, щоб надати їм притаманних ароматів. Традиційно казеїн використовували через його високу емульгуючу дію та приємного молочного аромату та присмаку. На заміну його приходять модифіковані крохмалі, так як вони більш економічні. Нещодавно було продемонстровано варіанти, де добавка E1450 повністю або частково заміняла казеїн та забезпечувала продукт аналогічними характеристиками та органолептичними властивостями. Саме тому крохмаль натрій октеніл сукцинат такий важливий і цікавий для нових використань у харчових продуктах, особливо при низьких рН, при яких білки здатні до осадження [3].

Використання у косметичній промисловості

Модифікований крохмаль E1450 може входити до складу кремів і шампунів. У складі крему, натрій октеніл сукцинат має властивості, які дозволяють йому покращувати стан шкіри. Його механізм дії на шкіру полягає в наступному:

Зволоження шкіри: модифікований крохмаль має гідрофільні властивості, що означає, що він притягує до себе воду. Коли крем із

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

модифікованим крохмалем наноситься на шкіру, він допомагає утримувати вологу у верхніх шарах епідермісу, що може зволожити шкіру та зменшити її сухість [3].

Поліпшення текстури шкіри: завдяки своїм властивостям загусника, модифікований крохмаль може допомогти покращити текстуру шкіри. Коли крем з модифікованим крохмалем наноситься на шкіру, він створює більш гладку поверхню, що робить шкіру м'якшою і приємнішою на дотик [3].

Захист шкіри: модифікований крохмаль може допомогти захистити шкіру від впливу зовнішніх факторів, таких як сонячні промені (в незначній мірі) та забруднення навколишнього середовища. Він створює захисний бар'єр на поверхні шкіри, який допомагає зберегти її здоров'я та молодість [3].

Крохмаль натрій октеніл сукцинат зазвичай має низьку в'язкість, що дуже важливо для сушіння розпиленням, застигання розпиленням, екструзії та інших процесів інкапсуляції. Низька в'язкість забезпечує високу ефективність процесу та хорошу продуктивність [3].

Інкапсуляція у процесі розпилювальної сушки

Інкапсуляція або інша його назва біокаталіз – це впровадження ензимів чи клітин з відносно великими розмірами в клубки полімерних молекул (гель). Біокаталізатор вводиться всередину напівпроникної мембрани, звичайно сферичної, метод називають інкапсуляцією [12].

Ароматизатори зазвичай бувають летючі і схильні до окислення. Задача розпилювальної сушки ароматизаторів полягає у тому, щоб попередити втратам у процесі сушіння та окисленні аромату при зберіганні для отримання бажаної економії інкапсуляції та сенсорних властивостей. Зазначено, що в'язкість цих емульсій залежить від в'язкості самого розчину. Гідролізовані крохмалі ОСА мають перевагу при інкапсуляції з 40% вмістом ароматизатору. Щоб обрати найкращий вид крохмалю залежно від його технології, слід опиратися на те, що більш важливо для конкретного випадку. Сам же нативний крохмаль, як відомо, не дуже добре взаємодіє з ароматизаторами у порівнянні з іншими модифікованими крохмалю [3].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Харчова добавка E1450 забезпечує швидке збагачення смакових рецепторів через високу засвоюваність у присутності ферментів слини при вживанні продукту [3].

Інкапсуляція вітамінів

Олієрозчинні вітаміни, особливо вітамін E, широко використовуються для збагачення харчових продуктів та добавок. Вітамін E у вигляді олійного розчину можна емульгувати та сушити розпиленням аналогічно ароматичним оліям з використанням модифікованих крохмалів, але з наступними винятками:

- Через високу в'язкість олії вітаміну E розчини олії та крохмалю перед емульгуванням зазвичай нагрівають і використовують гомогенізацію під високим тиском для досягнення крапель емульсії дрібного розміру.
- Вітамін E менш летючий у порівнянні з ароматизаторами, тому його можна сушити розпиленням при вмісті олії 50% або вище без проблем щодо випаровування.
- Окиснення не є вирішальним фактором, оскільки вітамін E часто естерифікують, щоб уникнути окиснення впродовж терміну придатності. Таким чином олія на поверхні стає одним із найбільш важливих показників ефективності [3].

Модифіковані крохмалі при сушінні вітамінів розпиленням утворюють малу кількість олії на поверхні та низьку в'язкість для ефективності виробництва [3].

Модифікований крохмаль E1450 можна використовувати для нанокапсулювання вітаміну E. В цьому випадку олія вітаміну E емульгує в краплі розміром порядку 100 нм, що дозволяє мікрокапсулам відновлюватися і утворювати прозорі рідини [3].

Екструзія

Екструзійне інкапсулювання зарекомендувало себе як майже безводний процес з низьким вмістом вологи. Досліджуючи патентовану літературу, видно, що експерименти по екструзійному інкапсулюванню були надзвичайно

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

розповсюдженими. Не дивлячись на привабливість екструзії, це процес з високим вмістом олії і тому він залишається доволі складним. Повідомляється що крохмалі ОСА можуть бути високоефективними у цьому процесі, через його характерну в'язкість [3].

Покриття

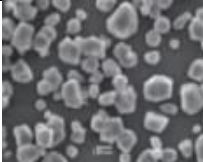

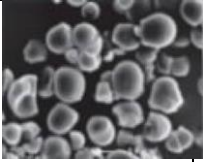
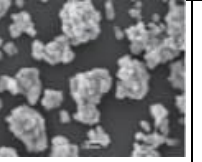
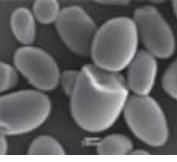
Пористі крохмалі можна використовувати для покриття, що досить привабливо з точки зору витрат. Просте змішування ароматизатору та інших олій з модифікованим крохмалем дозволяє поглинути олію. Спеціальна обробка може перетворити гранулу модифікованого крохмалю у надзвичайно пористу структуру. Пористий крохмаль добре поглинає ароматизатори, олії, гліцерин удвічі більше свого розміру, але при цьому продукт не є забитим і залишається текучим. Олія може виділятися при гідратації крохмалю [3].

1.6 Стан сировинної бази

Головною сировиною для добування крохмалю є картопля, кукурудза, рис, саго, тапіока та інші. Нижче наведено таблицю з різними видами рослинної сировини для крохмалю, їх зерна, амілозний склад та вигляд під мікроскопом [3].

Таблиця 1.8

Джерела крохмальної сировини [3]

Джерело крохмальної сировини	кукурудза	картопля	тапіока	рис	саго
Розмір	14 мкм	41мкм	17 мкм	3 мкм	33 мкм
Амілозний склад	25%	20%	17%	19%	28%
Вигляд під мікроскопом					

Крохмаль (нативний) доволі чутливий до температурних впливів та нестійкий при тривалому зберіганні, йому властива невисока в'язкість та низька прозорість. Саме тому сучасні технології виробництва харчових продуктів використовують модифіковані крохмалі. Їх використання дає змогу отримувати продукти із запланованою текстурою та необхідними структурно-механічними властивостями [1].

У дипломному проєкті використовується картопля як сировина для виготовлення модифікованого крохмалю E1450.

В Україні вирощування та добування картопляної сировини є нормального рівні. Так галузь картоплярства адаптується до ринкового середовища: переміщення виробництва картоплі в зону Степу та скорочення в зоні Полісся. Якщо у 1980 р. у зоні Степу площа картоплі всіх категорій господарств займала 18,7%, Лісостепу – 44,6% і в Поліссі – 36,7%, то у 2016 р. – відповідно 23,3%, 44,6% і 32,1%. Якщо у 2016 р. порівняно з 2000 р. розрахунку на 1 жителя виробництво картоплі зросло в зоні Степу на 77%, Лісостепу – на 28%, Полісся – на 10%, то порівняно з 2011 р. – відповідно всього на 12%, 16% і 20% [13].

Таблиця 1.9

**Динаміка площ збору та урожайності картоплі
в різних секторах агропромислового комплексу України [13]**

Роки	Усі категорії господарств	В тому числі	
		Сільсько-господарські підприємства	Індивідуальні господарства населення
Площа збирання, тис, га			
2000	1432,7	425,9	1006,8
2005	1530,6	112,3	1418,3
2010	1631,0	25,4	1605,6
2011	1604,7	28,0	1576,7
2012	1592,3	22,0	1570,3

2013	1586,9	19,8	1567,1
2014	1556,4	19,3	1537,1
2015	1515,9	16,2	1499,7
2016	1461,5	16,4	1445,1
Урожайність картоплі, т/га			
2000	11,7	11,3	11,9
2005	9,6	5,5	10,0
2010	12,2	10,9	12,2
2011	10,8	9,8	10,8
2012	10,4	10,4	10,4
2013	11,6	13,3	11,6
2014	13,3	14,2	13,3
2015	12,8	14,8	12,8
2016	13,3	16,8	13,3

1.7 Аналіз існуючих технологій виробництва модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату

Модифіковані крохмалі використовуються майже у всіх продуктах харчування та напоях через перевагу сенсорного покращення, тривалого зберігання, збагачення поживних речовин та дії в якості технологічної добавки. Загальні хімічні процеси та процеси модифікації крохмалю добре задокументовані [3].

При виробництві харчові продукти підвергаються сильним навантаженням, високим температурам, солоності та рН, щоб відповідати вимогам органолептики, безпеки та стабільності продукту [3]. Ефективність виробництва модифікованого крохмалю залежить від якості крохмалевмісної сировини, прогресивної технології, обладнання та цінності побічних продуктів виробництва [9]. Широко розповсюдженні три основних типів хімічних модифікацій для поліпшення загущувальної дії, технологічної стійкості та стабільності харчових продуктів:

1. Стабілізація, яка зв'язує фрагменти невеликих молекул, таких як пропіленоксид, етиленоксид та ангідриди кислот з крохмальними скелетами, що знижує тенденцію до ретроградації і, як наслідок, покращує холодну температуру або стабільність при замороженні-розтаванні. Такі модифікації знижують температуру желатинізації гранул крохмалю.

2. Зшивання, зазвичай у комбінації зі стабілізацією. Покращує в'язкість у харчових продуктах, а також покращує технологію процесу. Такі хімічні модифікації впливають на взаємодію крохмалю з іншими інгредієнтами .

3. Гідрофобна модифікація. Для інкапсуляції та емульгування крохмалів. Найчастіше використовують для даної модифікації октеніл янтарний ангідрид – восьмивуглеводний гідрофоб з одним подвійним зв'язком. Для харчової добавки E1450 характерна саме гідрофобна модифікація. Реакція розкриває ангідридне кільце та утворює складний ефір у положеннях два і три, і в той же час утворює карбоксильну групу, яка робить крохмаль ОСА злегка зарядженим негативно. Гідрофобна обробка у поєднанні з гідролізом робить крохмаль дуже поверхнево-активним. Нормативні санітарні комітети з якості харчових продуктів та медикаментів (FDA) допускає обробку октеніл янтарним ангідридом не більш як 3% у перерахунку на суху масу харчової добавки. Інші правила аналогічні, але з різницею у відношенні кінцевого рівню октеніл янтарного ангідриду та методу його тестування. У табл.7 наведені основні нормативні обмеження для модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату у продуктах харчування [3].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Нормативні обмеження для октеніл сукцинату натрію крохмалю.**Методи тестування для окталянтарної групи для кожного регламенту/регіону[3]**

Країна/організація	Японія	ДЖЕКФА	США/ФСС	Європа
Обмеження додавання октеніл янтарного ангідриду	-	-	3%	-
Октеніл янтарні групи	≤ 3.0%	≤ 3.0%	-	≤ 3.0%
Залишки октеніл янтарного ангідриду	≤ 0.8%	≤ 0.3%	-	≤ 0.3%

Теоретично, обробка 3% ОСА еквіваленту ступеню заміщення (СЗ) близько 0,02. Це говорить про те, що крохмаль натрій октеніл сукцинат дуже гідрофобний і має високий гідрофільно-ліпофільний баланс (ГЛБ) [3].

Якщо обрати правильну та підходящу крохмальну основу, метод та ступінь гідролізу, фізичну обробку та комбінацію, можна оптимізувати молекулярні структури, які краще всього підходять для тих чи інших продуктів [3].

Октеніл янтарні крохмалі (крохмалі ОСА) отримують шляхом естерифікації крохмалю октеніл янтарним ангідридом у водному та лужному середовищі [3].

Для технології гідрофобної модифікації беруть вже сухий крохмаль (100 г), який диспергують у воді (140 мл) та перемішують. Суспензію доводили до рН 8,5 додаванням 1моль/л NaOH при температурі 25°C. Октеніл янтарний ангідрид повільно додавали до крохмальної суміші. Суміш неперервно перемішували для реакції з рН підтримуючи її на рівні 8,5. Через шість годин реакції крохмальну суспензію нейтралізують розчином хлоридної кислоти 1 моль/л до рН 7, а потім промивають водою. Залишок центрифугують при 3000

об/хв упродовж 15 хвилин. Оброблену крохмальну суміш сушать та просіюють від грудочок [14].

1.8 Шляхи удосконалення технології виробництва модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату

Промислові підприємства, що виготовляють крохмале-патокову продукцію, витрачають величезну кількість води, а деякі вимагають навіть безперервної подачі води. Зі збільшенням потужності підприємств, використанням складних технологічних процесів, споживання води збільшується. Система водовідведення призначена для забезпечення відводу води, що в силу придбаних технологічних і виробничих забруднень перетворилася в стічну воду, яку необхідно очищати перед повторним використанням або скиданням за межі. Після використання у виробничих цілях вода забруднюється або нагрівається, змінює свої первинні властивості, що робить її непридатною для подальшого використання, тобто вона перетворюється у виробничі стічні води (промислові стоки). Тому є необхідним запропонування споруд і устаткування для очистки стічних вод та видалення з них речовин і домішок [15].

Для того, щоб процес виготовлення його більш екологічним, у технологію були внесені такі удосконалення як: введення додаткової стадії фільтрування відпрацьованої води.

Введення фільтрувальних станцій допоможе зробити кругообіг води на підприємстві. Так, використана вода після стадії промивання буде йти на очистку та зможе знову використовуватися у виробництві. Це заощадить витрату води підприємства та зробить його більш екологічним, адже викиди забрудненої води не будуть поступати за межі виробництва.

Відпрацьовані стічні води, що утворюються на виробництві модифікованого крохмалю відносять до виробничих (ті, які утворюються в процесі виробництва різних виробів, продуктів, матеріалів (технологічні розчини, що відпрацьовали, промивні води, води від охолодження; шахтні і кар'єрні води; води від хімоводоочистки (ХВО); води від миття устаткування й

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

виробничих приміщень, води від збагачувальних фабрик, а також від очистки та охолодження газоподібних відходів, очистки твердих відходів і їх транспортування тощо)) [16].

В свою чергу виробничі стічні води поділяють на дві основні категорії: забруднені і незабруднені («умовно чисті»). На промислових підприємствах значну частину води (на окремих виробництвах до 70–90 %) витрачають на охолодження устаткування, готової продукції тощо. Ця вода практично не забруднюється, а лише нагрівається. Отже, до промислових стічних вод відносяться:

- умовно чисті (від охолодження агрегатів);
- хімічно забруднені стічні води;
- поверхневі стічні води, що збираються на території підприємств.

На виробництві модифікованого крохмалю виробничі стічні води відносяться до органічно забруднених, тому для очищення води на підприємстві запропоновані сітчасті фільтри для очищення води [16].

Напірний сітчастий фільтр з автоматичним промивним пристроєм ВСФ-1000.

Фільтруючим елементом є сітка з проволочи діаметром 0,25-0,12 мм. Сітки відрізняються за розміром, матеріалом і способом плетіння. Принцип роботи: вода, що очищається, подається у дві камери, розташовані зверху і знизу, а відводиться через патрубок, розташований у середній частині корпусу. Камери розділені між собою перегородками, які складаються з 3-х шарів – фільтруючої металеві сітки, з двох боків затиснутої дірчастими плитами. Вода фільтрується через цю металеву сітку. Тиск у верхній і нижній камерах складає близько 5 атм., а в центральній камері – близько 4 атм. Забруднення, що утворилися на поверхні сіток видаляються за допомогою пристрою, що обертається, порожнина якого сполучається з атмосферою через патрубок і центральну трубу. Пристрій, що обертається, за допомогою притискного механізму щільно прилягає до дірчастих плит. Промивка фільтра здійснюється механізмом з частотою обертання 2,3 об/хв, що розташований на кришці

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

фільтра. На валу механізму закріплено вертикальну трубу, до якої прикріплені дві промивні камери, через які промивна вода відводиться по вертикальній трубі за межі фільтра. Сітки можуть промиватися безперервно або циклічно за заданою програмою [16].

Продуктивність фільтра – 1000 м³/год. Фільтр затримує завислі речовини крупністю 0,01 мм і більше при швидкості фільтрування 60-70 м/год. Втрати напору при безперервній промивці сіток складають 0,3-0,5 кгс/см². Ефект очистки залежить від вихідної концентрації і дисперсного складу забруднюючих речовин, розмірів комірок фільтруючої сітки та швидкості фільтрування [16].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва модифікованого крохмалю

Для виробництва модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату головною вихідною сировиною є картопляний крохмаль, октеніл янтарний ангідрид, їдкий натр та вода.

Октеніл янтарний ангідрид

Хімічна речовина, яка належить до класу ангідридів карбонових кислот. Це похідна янтарної кислоти, де одна з карбоксильних груп заміщена групою октенілу (-C₈H₁₅O-). Октеніл янтарний ангідрид використовується в харчовій промисловості як добавка E925. Додаток октенілу до янтарної кислоти робить його більш розчинним в жирах і дозволяє легше впроваджувати його в продукти [17].

Таблиця 2.1

Назва	Октеніл янтарний ангідрид або октеніл-сукциніл ангідрид
Формула	C ₁₆ H ₂₄ O ₄
Колір	білий
Форма	Кристали або порошок
Розчинність	жири та органічні розчинники: етанол, ацетон, бензен

Їдкий натр(NaOH)

Гідроксид натрію проявляє сильні лужні властивості. Значення Ph 1%-го водного розчину становить 13. Гідроксид натрію є їдкою сполукою, при

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.035.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Савка А.І.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Сабадаш Н.І.					35	
Н. Контр.		Подобій О.В..				НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.						

потраплянні на шкіру викликає омилення жирів та хімічні опіки, спричиняє корозію окремих металів [18].

Додають гідроксид натрію до крохмалю натрію октеніл сукцинату для регулювання його в'язкості та стабілізації [18].

Їдкий натр – це луг, який може реагувати з карбоксильними групами в молекулі крохмалю натрій октеніл сукцинату. Ця реакція, відома як гідроліз, призводить до зменшення кислотності карбоксильних груп та утворення натрієвих солей [18].

Додавання гідроксиду натрію допомагає підвищити рН розчину, знизити кислотність та забезпечити стабілізацію системи [18].

Таблиця 2.2

Назва	гідроксид натрію, натрій гідроксид, каустична сода, їдкий натр
Формула	NaOH
Молярна маса	39,997 г/моль
Щільність	2,13 г/см ³
Темпр. плав.	318°C
Розчинність	вода, етанол , метанол
Колір	білий
Форма	кристали

Вода (H₂O)

Вода, H₂O — хімічна речовина у вигляді прозорої, безбарвної рідини без запаху і смаку (в нормальних умовах). Одна з найпоширеніших речовин у природі та основна складова живих організмів. Джерелом промислового водопостачання є природні води. Якість води визначається її фізичними, хімічними та бактеріологічними показниками, зокрема, такими найважливішими, як вміст завислих частинок, загальний вміст солей, твердість, прозорість, окиснюваність, кислотність або лужність води, колір,

запах, смак, вміст розчинених газів, зміни при зберіганні, а також бактеріальна забрудненість [19].

Таблиця 2.3

Назва	вода
Формула	H ₂ O
Щільність	997 кг/м ³
Темпр. кип.	100°C
Темпр. плав.	0°C
Молярна маса	18,01528 г/моль
Колір	прозорий
Форма	рідина
Запах	без запаху

Крохмаль картопляний

Крохмаль — рослинний високомолекулярний полісахарид амілози і амілопектину, мономером яких є глюкоза. Резервний гомополісахарид рослин. Нагромаджується в результаті фотосинтезу у плодах, зерні, коренях і бульбах деяких рослин як запасна форма вуглеводів. Для модифікованого крохмалю E1450 використовується картопляний крохмаль з вологістю 17% [1].

Таблиця 2.4

Назва	крохмаль
Формула	(C ₆ H ₁₀ O ₅) _n
Склад	амілоза та амілопектин
Джерело добування	картопля
Колір	білий
Запах	відсутній
Форма	порошок
Густина	1,5 г/см ³
Вологість	17%

2.2 Принципова технологічна схема

На рис 2.1 зображено принципово технологічну схему виробництва модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату:

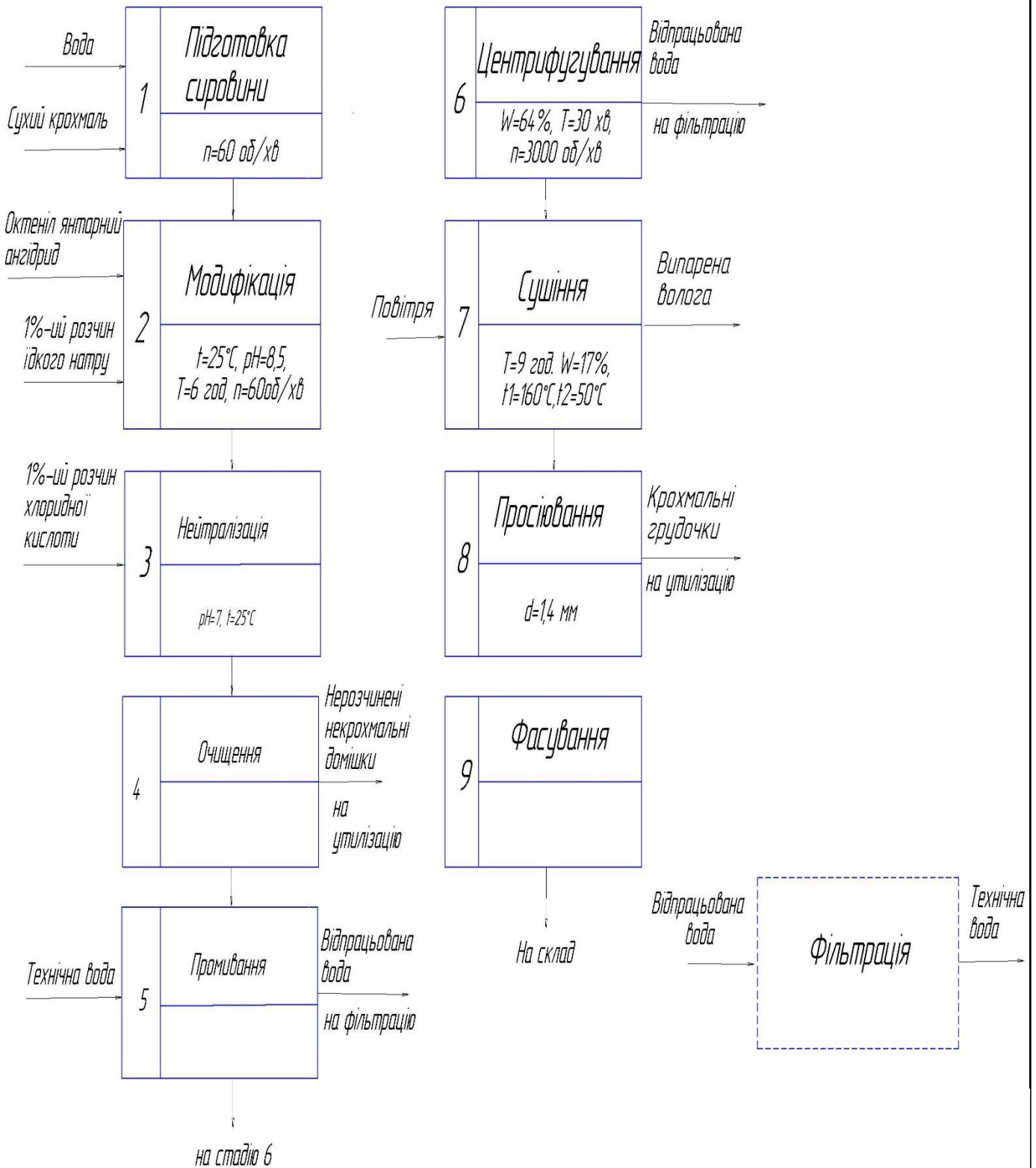


Рис 2.1 Принципова технологічна схема виробництва добавки E1450

Стадія 1. Підготовка сировини

У реактор додають суху крохмальну сировину та диспергують у воді температурою 25°C для утворення крохмального молока [20].

Стадія 2. Модифікація

Процес модифікації відбувається при подачі в хімічний реактор з обладнаною шнековою мішалкою крохмальної суспензії хімічних реагентів: октеніл янтарного ангідриду та 1 моль/л NaOH. Шнекова мішалка здійснює безперервне перемішування реагентів для активації реакції підтримуючи рН на рівні 8,5 та температуру 25°C. Процес триває протягом 6 годин [20].

Стадія 3. Нейтралізація

Стадія нейтралізації потрібна, щоб знизити рН. Крохмальну суспензію обробляють розчином 1 моль/л HCl для нейтралізації до рН 7 [20].

Стадія 4. Очищення

У ході технологічного процесу можуть бути нерозчинені некрохмальні домішки, які доцільно очистити на самоочищуючій установці.

Стадія 5. Промивання

Крохмальна суспензія подається на ділянку промивання. Стадія промивання водою здійснюється на гідроциклонних установках. Після промивання відпрацьовані води видаляються на очистку [20].

Стадія 6. Центрифугування

Промита крохмальна суспензія подається на ділянку фільтрування, звідки фільтрат з центрифуги самопливом збирається в збірниках і насосами перекачується на ділянки сушіння у пневматичній сушарці [20].

Стадія 7. Сушіння

Отриманий сирий модифікований крохмаль з вмістом сухої речовини 50% направляється на сушку у пневматичну сушарку. Для сушіння крохмалю у сушарці крохмальна суспензія подається безпосередньо на сушку [20].

Стадія 8. Просіювання

Із сушарки сухий модифікований крохмаль подається на центробіжний бурат для просіювання від грудочок [10].

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Стадія 9. Фасування

Висушений та просіяний на бураті модифікований крохмаль прямує в бункери готової продукції. У міру необхідності сухі крохмалі системою шнекових транспортерів, розташованих під силосами готової продукції, передається на пакувальні машини ділянки упаковки і проміжного зберігання готової продукції [10].

2.3 Матеріальний розрахунок

При виробництві практичне значення має матеріальний баланс стадій виробництва. Матеріальний баланс розраховували за допомогою програми Excel, спираючись на закон збереження маси: **маса вихідних продуктів процесу має дорівнювати масі його кінцевих продуктів**. При розрахунку матеріального балансу потрібно враховувати масу кожного реагенту, що надходить на даний етап виробництва та масу кожного компоненту, що отримують після закінчення процесу. Сума приходів компонентів повинна дорівнювати сумі витрат, при чому незалежно від складу продукту на вході та виході, а саме головне незалежно від того, яким змінам вони піддалися в даному апараті. Чим повніше складений матеріальний баланс, тим якісніше здійснюється процес виробництва.

$$\sum G_{\text{вихідні}} = \sum G_{\text{кінцеві}},$$

Де $\sum G_{\text{вихідні}}$ – сума мас вихідних продуктів даного процесу, $\sum G_{\text{кінцеві}}$ – сума мас кінцевих продуктів даного процесу.

Вихідні дані:

Продуктивність виробництва модифікованого крохмалю – 250 кг/доб

Втрати на кожній стадії становлять 0,1-0,5 %

У таблицях 2.1-2.8 наведено матеріальні баланси по кожній стадії виробництва модифікованого крохмалю E1450.

Матеріальний баланс стадії підготовки сировини

Першою стадією є підготовка сировини. Втрати складають 0,1 %. Дані наведені у табл. 2.5.

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

Таблиця 2.5

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Сухий крохмаль	270	Крохмальне молоко	619,7
H ₂ O	350	Втрати	0,3
Всього	620	Всього	620

Матеріальний баланс стадії модифікації

Другою стадією є модифікування сухої крохмальної суспензії у реакторі. Втрати складають 0,1%. Дані наведені у табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Крохмальне молоко	619,7	Модифікована крохмальна суспензія	631,1
Октеніл янтарний ангідрид	9	Втрати	0,6
NaOH	3		
Всього	631,7	Всього	631,7

Матеріальний баланс стадії нейтралізації

Третя стадія – стадія нейтралізації. Втрати складають 0,1%. Дані наведені у табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Модифікована крохмальна суспензія	631,1	Нейтралізована модифікована крохмальна суспензія	633,5
НСІ	3	Втрати	0,6
Всього	634,1	Всього	634,1

Матеріальний баланс стадії очищення

Четверта стадія – це промивання. Втрати складають 0,1 %. Дані наведені у табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Нейтралізована модифікована крохмальна суспензія	633,5	Крохмальна суспензія	632,9
		Втрати	0,6
Всього	633,5	Всього	633,5

Матеріальний баланс стадії промивання

Четверта стадія – це промивання. Втрати складають 0,3 %. Дані наведені у табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Крохмальна суспензія	632,9	Сирий модифікований крохмаль	629,5
Технічна вода	650,6	Технічна вода	650,6
		Втрати	4
Всього	1283,5	Всього	1283,5

Матеріальний баланс стадії фільтрування

П'ята стадія фільтрування. Втрати складають 0,3 %. Дані наведені у табл. 2.10.

Таблиця 2.10

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Сирий модифікований крохмаль	629,5	Сирий промитий модифікований крохмаль	477,5
		Вода	150,5
		Втрати	1,5
Всього	629,5	Всього	629,5

Матеріальний баланс стадії сушіння

Шоста стадія – сушіння. Вологість у сирому модифікованому крохмалі складає 64%, залишкова вологість має складати 17 %. Втрати сировини – 0,2 %. Дані наведені у табл. 2.11.

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

Таблиця 2.11

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Сирий промитий модифікований крохмаль	477,5	Висушений модифікований крохмаль	254
		Волога випарена	222,5
		Втрати	1
Всього	477,5	Всього	477,5

Матеріальний баланс стадії просіювання

Сьома стадія – просівання. Втрати сировини – 0,5 %. Дані наведені у табл. 2.12.

Таблиця 2.12

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Висушений модифікований крохмаль	254	Модифікований крохмаль	252,7
		Втрати	1,3
Всього	254	Всього	254

Матеріальний баланс стадії фасування

Остання восьма стадія – фасування готової харчової добавки. Втрати складають 0,1 %. Дані наведені у табл. 2.13.

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

Таблиця 2.13

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Модифікований крохмаль	252,7	Харчова добавка модифікований крохмаль E1450	252
		Втрати	0,7
Всього	252,7	Всього	252,7

**Зведена таблиця матеріального балансу виробництва
модифікованого крохмалю E1450**

Для виготовлення 250 кг модифікованого крохмалю потрібно 270 кг
сухої картопляної крохмальної суспензії

Таблиця 2.14

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Сухий крохмаль	270	Крохмальне молоко	619,7
H ₂ O	350	Модифікована крохмальна суспензія	631,1
Крохмальне молоко	619,7	Нейтралізована модифікована крохмальна суспензія	633,5
Октеніл янтарний ангідрид	9	Крохмальна суспензія	632,9
NaOH	3	Сирий	629,5

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

		модифікований крохмаль	
Модифікована крохмальна суспензія	631,1	Технічна вода	650,6
НСІ	3	Сирий промитий модифікований крохмаль	477,5
Нейтралізована модифікована крохмальна суспензія	633,5	Вода	150,5
Крохмальна суспензія	632,9	Висушений модифікований крохмаль	254
Технічна вода	650,6	Волога випарена	222,5
Сирий модифікований крохмаль	477,5	Модифікований крохмаль	252,7
Сирий промитий модифікований крохмаль	477,5	Харчова добавка Е1450	252
Висушений модифікований крохмаль	254	Технологічні втрати	10,6
Модифікований крохмаль	252,7		
Всього:	4833	Всього:	4833

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

46

2.4 Тепловий баланс пневматичної сушарки

Згідно матеріальному балансу на сушіння поступає $G_1=477,5$ кг вихідної сировини, температурою $t_1=15^\circ\text{C}$. Тепловміст зовнішнього повітря при $t = 17^\circ\text{C}$ і $c_0=0,00855$ кг/кг. В сушарці з матеріалу випаровується $W=222,5$ кг/с вологи та з сушарки видаляється $G_2=254$ кг/с висушеного модифікованого крохмалю при температурі $t_2=50^\circ\text{C}$. Позначимо теплоємність висушеного крохмалю $c_k = 0,2978$ кДж/кг*К (довідникові дані) та теплоємність вологи $c_v=4,19$ кДж/кг*К. В сушарку подається вологе повітря (сушильний агент), який має у складі $L=7,63$ кДж/кг абсолютно сухого повітря, $c = 1$ кДж/кг*К. Температура повітря, що заходить в установку $T_0= 170^\circ\text{C}$, тоді як виходить $T_1 = 50^\circ\text{C}$.

Витрата сушильного агента L_1 на вході в сушарку розраховуємо з рівняння теплового балансу по вмісту c_k та температурах t_1 та t_2 .

Тепловий склад сушильного агента при c_k і t_2 :

$$J_{t_2} = 1,01 \cdot t_2 + (2493 + 1,97 \cdot t_2) c_k = 1,01 \cdot 50 + (2493 + 1,97 \cdot 50) 0,2978 = 822,2 \text{ кДж/кг.}$$

Тепловміст підсмоктуючого повітря при c_0 і t_0 : $J_{n_0}=38,77$ кДж/кг.

Тепловміст підсмоктуючого повітря при c_0 і t_2 :

$$J_{n_2} = 1,01 \cdot t_2 + (2493 + 1,97 \cdot t_2) c_0 = 1,01 \cdot 50 + (2493 + 1,97 \cdot 50) 0,00855 = 72,7 \text{ кДж/кг.}$$

Витрата тепла на випаровування вологи:

$$Q_i = W (2493 + 1,97 \cdot t_2 - 4,19 \cdot i_1) = 222,5 (2493 + 1,97 \cdot 50 - 4,19 \cdot 15) = 5626,2 \text{ кДж/кг}$$

Втрати тепла:

$$Q_{\text{п}} = W \cdot q_{\text{пит}} = 222,5 \cdot 0,02 = 4,5 \text{ кДж/кг}$$

Витрата тепла на нагрівання матеріалу:

$$Q_{\text{м}} = 43 \text{ кДж/кг}$$

Витрата сушильного агента:

$$L_1 = (Q_i + Q_{\text{м}} + Q_{\text{п}}) / (J_1 - J_2) [- 0,05 (J_{n_2} - J_{n_0})] = (5626,2 + 43 + 4,5) / (502,43 - 171) [- 0,05 (113,73 - 38,77)] = 64,2 \text{ кг/кг}$$

Кількість парогазової суміші, що виходить з сушарки:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$L_2=1,05 \cdot L_1= 1,05 \cdot 1,21= 1,27 \text{ кг/кг}$$

Вологовміст сушильних агентів на виході з сушарки:

$$c_2= c_k+ W/ L_1= 0,2978 + 222,5/1,21= 184.2 \text{ кг/кг}$$

Тепловміст сушильних агентів на виході з сушарки:

$$J_2= 1,01 \cdot t_2+ (2493 + 1,97 \cdot t_2) c_2= 1,01 \cdot 50 + (2493 + 1,97 \cdot 50) 459,8 = 1191,6 \text{ кДж/кг.}$$

2.5 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

На основі складеного та розрахованого матеріального балансу проведено підбір основного технологічного обладнання для кожної стадії виробництва модифікованого крохмалю Е1450. Основні технологічні вузли та обладнання в даній технології це:

Хімічний реактор

Хімічний реактор з еліптичним днищем та роз'ємною еліптичною кришкою зі шнековою мішалкою призначений для проведення різних хімічних та технологічних процесів у рідких середовищах, які не перевищують 1000 кг/м³. Температура робочого середовища може варіюватися від -20 до +2000С. Вертикальний хімічний реактор має еліптичне днище та кришку, в конструкції апарату є шнекова мішалка [21].

Шнекова мішалка складається з циліндричною втулки або вала, до якої ззовні по гвинтовій лінії приварена плоска стрічка. Основне призначення мішалки – перемішування рідин високої в'язкості, неньютонський рідин та паст. Шнекова мішалка створює рівномірну циркуляцію рідин в апараті, піднімаючи її вгору. Дана мішалка обладнана циркуляційною трубою (диффузором) для забезпечення осьової циркуляції рідини в апараті. Апарат представляє собою посудину з еліптичною кришкою. В реакторі встановлена шнекова мішалка для забезпечення інтенсивного перемішування. Апарат встановлений на чотирьох опорах [21].

Принцип роботи такого реактора наступний: в реактор при працюючій мішалці завантажуються необхідні компоненти (крохмальне молоко та октеніл янтарний ангідрид з їдким натром). Реакційну масу перемішують за

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

температури +25 С. Після завершення процесу реакції, через штуцер вивантажують отриманий розчин [22].



Рис 2.2 Хімічний реактор

Таблиця 2.15

Технічна характеристика [21]

Характеристика	Значення
Тип апарату	Вертикальний посуд з приварним еліптичним дном та від'ємною еліптичною кришкою
Відповідність міжнародним стандартам	Конструкція відповідає GMP EU
Призначення	Приготування емульсій, суспензій
Номінальний об'єм, л	1000
Робочий об'єм, л	750
Матеріали, що контактують з продуктом	Сталь 12X18H10T, ГОСТ5632-72
Матеріал обшивки та внутрішніх панелей	Сталь AISI 304

Гідроциклонна установка

Одна з найбільш складних операцій у крохмальному виробництві відбувається на гідроциклонних установках, які призначені для промивання модифікованого крохмалю від домішок [21].

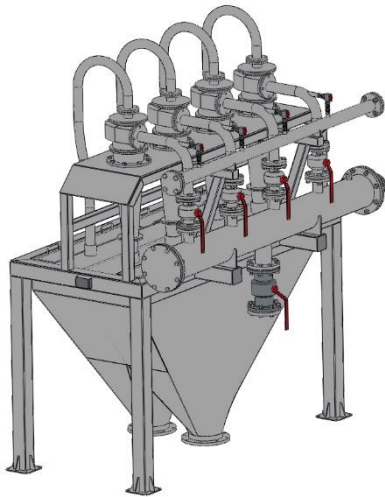


Рис. 2.3 Гідроциклонна установка

Мультициклонні установки мають в собі 10 ступенів розділення (мультициклонів), які об'єднані в один апарат. Потужність апарату становить 1000 кг/доб. Робота цього апарату опирається на оберти суспензії всередині корпусу гідроциклону на меті якого створення центробіжної сили, необхідної для пошарового розподілення часток у залежності від їх маси та розміру. Оберти потоку всередині гідроциклону утворюються за рахунок струменю продукту, який входить у нього під тиском по дотичній до внутрішньої поверхні корпусу гідроциклону [21].

Таблиця 2.16

Технічна характеристика [21]

Характеристика	Значення
Потужність, кг/год	1000
Вага, кг	~10 000
Кількість мультициклонів, шт	10
Вага, кг	~11 000
Довжина, м	8
Ширина, м	7
Висота, м	7,5

Центрифуга типу ФГБ-1801К-05



Рис.2.4 Центрифуга типу ФГБ-1801К-05

Таблиця 2.17

Технічна характеристика [21]

Характеристика	Значення
Внутрішній діаметр,мм	1800
Довжина, мм	750
Робоча ємність, дм ³	910
Максимальна загрузка, кг	1080
Частота обертів ротору, об/хв	740
Фактор розділення, макс	550
Потужність, кВт	75

Пневматична сушарка

Пневматичні сушарки призначені для висушування сипучих, зернистих, гранульованих матеріалів [21].



Рис 2.5 Пневматична сушарка

Технічна характеристика [21]

Характеристика	Значення
Модель	Q600
Діаметр труби, мм	600
Випаровування вологи, кг/год	300-600
Потужність, кВт	68,2
Займана площа, м ²	50

Центробіжний бурат

Центробіжний бурат призначений для просіювання сипучих матеріалів на циліндричному сити діаметром 1,4 мм. Він представляє собою дерев'яний шкаф, всередині якого розташований швидко-обертаючий барабан [24].



Рис. 2.6 Центробіжний бурат

Висушений модифікований крохмаль через прийомний патрубок поступає на ситовий циліндр, підхоплюється швидко-обертаючими бичами та відкидається на ситову поверхню. Обертаючись разом з бичами, крохмаль завдяки нахилу бичів двигается по гвинтовій лінії. Великі часточки т сторонні забруднення лишають сито сходом, а просіяний модифікований крохмаль проходить через сито і збирається у шнековому кориті [24].

Технічна характеристика [24]

Характеристика	Значення
Продуктивність, кг/год	300
Число обертів барабану за хвилину	175
Швидкість бичів, м/с	7,3
Швидкість ситового циліндру, м/с	0,56
Довжина, мм	2500
Поверхня сита, м ²	5,73

Фасувальний апарат для сипучих речовин

Автомат вертикальний пакувальний УФС-30 з трьома ваговими електронними дозаторами призначений для фасування та пакування сипучих та дрібноштучних продуктів.



Рис 2.7 Автомат вертикальний пакувальний УФС-30

Фасувальний апарат для сипучих речовин має наступний принцип дії: модифікований крохмаль розфасовується у пластикову тару/пакети та щільно закривається. Додаткові прокладки герметизують і захищають продукт від попадання вологи. На упаковці має бути зазначено найменування модифікованого крохмалю відповідно до міжнародних вимог, умов зберігання та терміну придатності [10].

Технічна характеристика [25]

Характеристика	Значення
Продуктивність, уп/хв	30
Гарантія, місяців	12
Тип дозатора	ваговий електронний
Кількість дозаторів	3
Діапазон фасування, г	50-1500
Управління дозуючою системою	електронне
Встановлена потужність, кВт	1,25
Витрата стисненого повітря, л/хв	48
Довжина, мм	1300
Ширина, мм	1030
Висота, мм	2570
Маса, кг	294

Таблиця 2.21

Технологічне обладнання процесу виробництва

№	Назва	Марка	Продуктивність	Кількість
1	2	3	4	5
1	Хімічний реактор	-	об/хв	3
2	Гідроциклонна установка	-	кг/год	1
3	Центрифуга ФГБ	ФГБ-1801К-05	об/хв	1
4	Пневматична сушарка	Q600	кг/год	1
5	Центробіжний бурат	ЦЗ-1Б	кг/год	1
6	Фасувальний апарат	УФС-30	уп/хв	1

2.6 Розрахунок хімічного реактору зі шнековою мішалкою

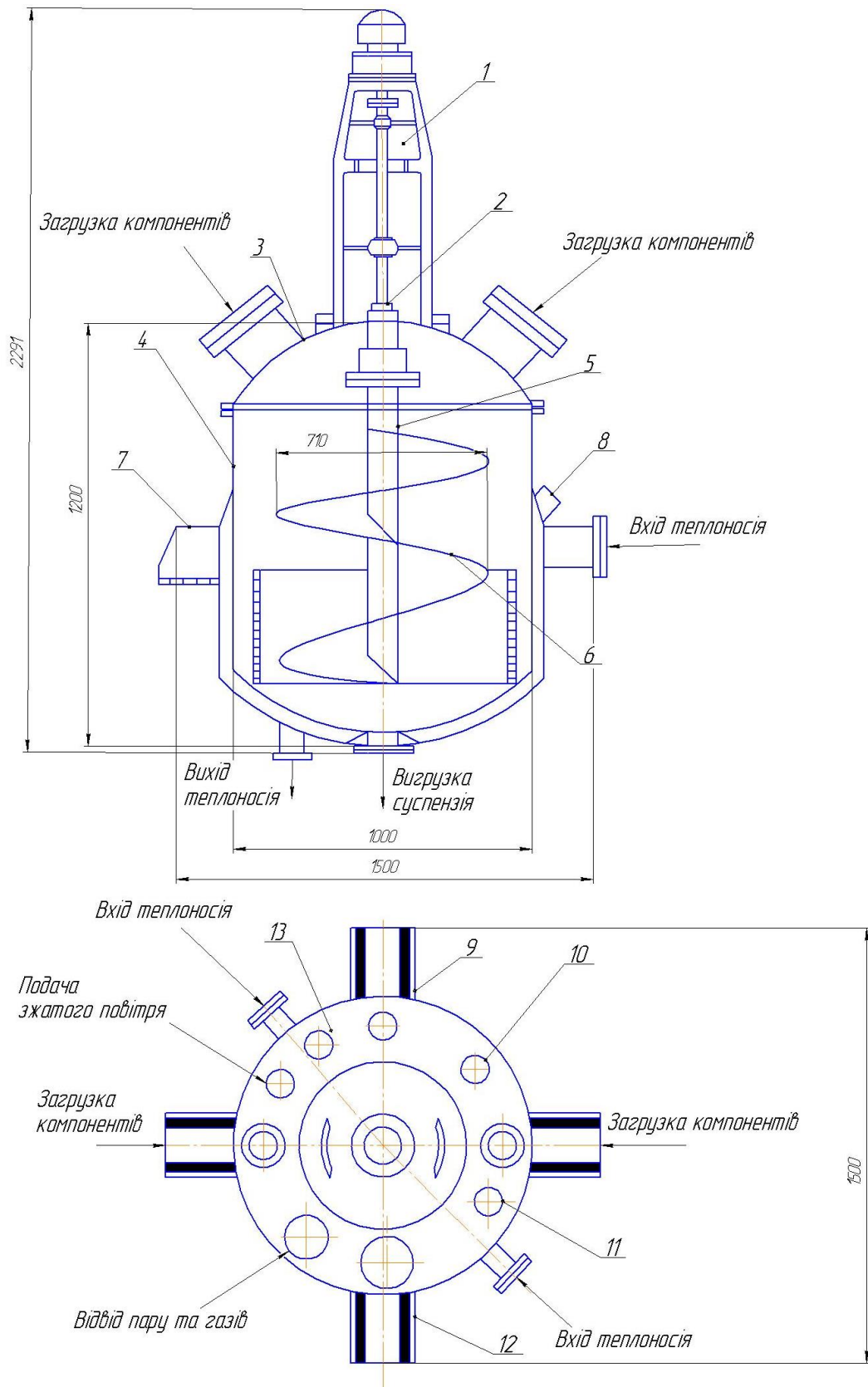


Рис.2.8. Креслення хімічного реактору зі шнековою мішалкою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

55

Вибір матеріалів для виготовлення реактора

Матеріал повинен бути обраний з врахуванням процесу і умов роботи апарату: мати високу корозійну стійкість та бути кислотостійким для забезпечення необхідної довговічності та надійності експлуатації апарату, також матеріал апарату повинен бути хімічно інертним – не вступати в хімічну реакцію з середовищем. Обрали аустенітну корозійностійку та хімічно-стійку

Сталь 12Х18Н10Т, ГОСТ5632-72. Швидкість корозії цієї сталі становить не більше 0,1мм рік.

Фланці апарату виконуються з аустенітної корозійностійкої та хімічно стійкої Сталі 12Х18Н10Т, ГОСТ5632-72.

Кріпильні елементи (болти, шайби, гайки) виконуються зі сталі марки СтЗсп ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380-2005.

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕАКТОРА

Апарат призначено для приготування розчину модифікованого крохмалю Е1450 натрій октеніл сукцинату.

1. Номінальний об'єм - 1000 л;
2. Робочий об'єм - 750 л;
3. Тиск в апараті - 0.1 МПа; в сорочці - 0.3 МПа;
4. Температура середовища - +25°C;
5. Тип перемішуючого пристрою - шнекова мішалка;
6. Частота обертання мішалки – 60 об./хв;
7. Габаритні розміри: ширина 1500 мм; довжина 1200 мм; висота 2291 мм;
8. Маса - 3100 кг.

Конструктивний розрахунок

Мета розрахунку: знаходження необхідних геометричних розмірів реактора.

1. Об'єм реактора:

$$V = \frac{G_{KM} + G_{Я}}{\rho} = \frac{619,7 + 9}{1433 + 1,234} = 10,3 \text{ м}^3$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		56

де $P_{км} = 1433 \text{ кг/м}^3$, $P_{яа} = 1,234 \text{ кг/м}^3$, де густина відповідно крохмального молока та октеніл янтарного ангідриду при температурі 25С.

Приймаємо об'єм реактора: $V = 1000 \text{ л}$

2. Діаметр робочого органу відповідно до матеріального балансу

$$V = 750 \text{ л або } 0,75 \text{ м}^3$$

3. Діаметр апарату

Діаметр апарату приймаємо 1000 мм

4. Номінальне значення об'єму хімічного реактору = 1000 л або 1 м^3 .

Дійсний коефіцієнт заповнення:

$$K_3 = V_p / V_{п} = 0,75 / 1 = 0,75$$

5. Об'єм циліндричної частини днища

$$V_{п} = V_p - V_{дн} = 0,75 - 0,18 = 0,57 \text{ м}^3$$

6. Висота циліндричної частини:

$$H_{п} = (4V_{п}) / (\pi D^2) = (4 * 0,57) / (3,14 * 1^2) = 0,72 \text{ м}$$

7. Висота рівня рідини в хімічному реакторі:

$$H_p = ((4(V_p - V_{дн})) / \pi D) + h_1 + h_b = ((4(0,75 - 0,207)) / 3,14 * 1) + 0,025 + 0,2 = 0,92 \text{ м}$$

8. Висота реактора за співвідношенням до шнекової мішалки:

$$H_p / H = 0,92 / 0,69 = 0,75 \text{ м}$$

$$H = H_p * 0,75 = 0,92 * 0,75 = 0,69 \text{ м}$$

9. Висота валу мішалки:

$$h = H * 0,6 = 0,69 * 0,6 = 0,4 \text{ м}$$

10. Діаметр робочого органу:

$$d_M = D / 1,3 = 1 / 1,3 = 0,7 \text{ м}$$

11. Відстань від лопаті до стінки реактора:

$$\delta = (D - d_M) / 2 = (1 - 0,7) / 2 = 0,15 \text{ м}$$

Розрахунок потужності, яка витрачається на перемішування

Мета розрахунку: знаходження потужності, яка витрачається на перемішування середовища в реакторі.

1. Масова концентрація крохмалю в суспензії:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$X = \frac{G}{G_K + G_{MK}} = \frac{270}{270 + 631,1} = 0,2996$$

2. Густина суспензії:

$$\rho_c = \frac{1}{\frac{X}{\rho_K} + \frac{1-X}{\rho_{MK}}} = \frac{1}{\frac{0,2996}{1,5} + \frac{1-0,2996}{1,5}} = 1,43 \text{ кг/м}^3$$

3. Об'ємна концентрація крохмалю в суспензії:

$$\varphi_K = \frac{\frac{G_K}{\rho_K}}{\frac{G_K}{\rho_K} + \frac{G_{MK}}{\rho_{MK}}} = \frac{\frac{270}{1,5}}{\frac{270}{1,5} + \frac{631,1}{1,5}} = 0,2995$$

4. Коефіцієнт динамічної в'язкості суспензії:

$$\mu_c = \mu_{MK}(1 + 2,5\varphi_K) = 0,01(1 + 2,5 \times 0,2995) = 0,017 \text{ Па} \cdot \text{с}$$

5. Критерій Рейнольдса:

$$Re_{\mu} = \frac{\rho_c \times n \times D^2}{\mu_c} = \frac{1,43 \times 0,7}{0,017} = 58,9$$

6. Потужність, яка витрачається на перемішування:

$$N = K_N \rho_c n^3 D_m^2 \left(\frac{H}{D}\right)^{0,5} K_{IT} = 0,5 \times 1,43 \times 1^3 \times 0,7^2 \times \left(\frac{0,92}{1}\right)^{0,5} \times 1,1 = 0,09 \text{ кВт}$$

2.7 Опис апаратурно-технологічної схеми

На рис. 2.9 наведено апаратурно-технологічну схему виробництва модифікованого крохмалю натрій октеніл сукцинату.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

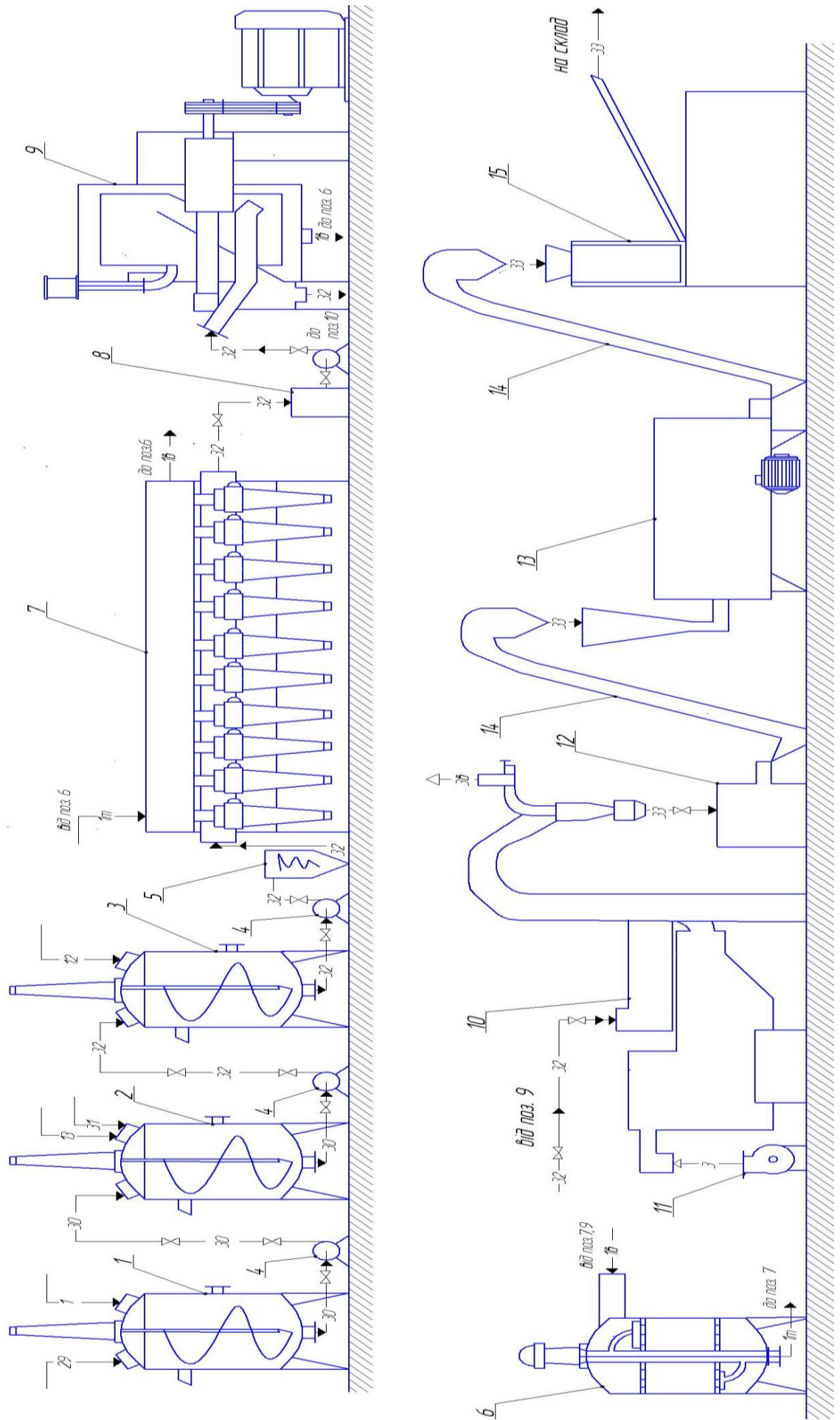


Рис. 2.9 Апаратурно-технологічна схема виробництва модифікованого крохмалю E1450

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Опис апаратурно-технологічної схеми

До хімічного реактору **1** надходить суха крохмальна сировина (270 кг) і вода температурою 25°C (350 кг). У апараті повільно перемішуючись пропелерною мішалкою, крохмаль диспергується у воді утворюючи крохмальне молоко. Крохмальне молоко перекачується за допомогою насосу **4** до реактору модифікації **2**. Процес модифікації відбувається при подачі в хімічний реактор з обладнаною шнековою мішалкою крохмального молока хімічних реагентів: октеніл янтарного ангідриду та NaOH. Мішалка здійснює безперервне перемішування реагентів для активації реакції підтримуючи рН на рівні 8,5 та температуру 25°C. Процес триває протягом 6 годин.

З реактору **2** оброблена сировина надходить до реактору **3** на стадію нейтралізації. Стадія нейтралізації потрібна, щоб знизити рН. Крохмальну суспензію обробляють розчином HCl для нейтралізації до рН 7,0.

З реакторів крохмальна суспензія подається на самоочищаючу установку **5** і потім направляється на ділянку промивання **7**. Стадія промивання водою здійснюється на гідроциклонних установках. Після промивання технічні води видаляються на очистку до фільтру **6**, а сира крохмальна суспензія з гідроциклонної установки насосами перекачується на ділянку фільтрування **9**.

Промита крохмальна суспензія подається на ділянку фільтрування для відділення зайвої води, задля економії часу на стадії сушіння. Зайва вода видаляється з центрифуги, а крохмальна суспензія насосом **4** перекачується на ділянку сушіння у пневматичній сушарці **10**. Отриманий сирий модифікований крохмаль з вмістом сухої речовини 50 % направляється на сушку у пневматичній сушарці. У процесі сушіння видаляється зайва волога з крохмалю та висушений крохмаль потрапляє до збірника **12**. Звідти шнековим транспортером **14** сухий модифікований крохмаль подається на центробіжний бурат **13** для просіювання від грудочок для однорідної порошкоподібної суміші. Висушений та просіяний на бураті модифікований крохмаль прямує

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

на пакувальну машину **15** ділянки упаковки і проміжного зберігання готової продукції.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>61</i>

РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Розрахуємо собівартість виробництва продукції:

Таблиця 3.1

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норма витрат на 250 кг	Ціна одиниці сировини, грн/кг	Сума грн/кг
Картопляний крохмаль	кг	270	59	15 930
Октеніл янтарний ангідрид	кг	9	250	2250
Їдкий натр	кг	3	56	168
Всього				18348

Згідно таблиці, витрати на сировину для виготовлення 250 кг/доб становлять 18 348 грн.

Транспортно-заготівельні витрати на сировину приймаємо в розмірі 5%, тоді: $18\ 348 \cdot 0,05 = 917,4$ грн

Звідси, всього витрати становлять:

$$18\ 348 + 917,4 = 19\ 265,4 \text{ грн}$$

Енерговитрати на виробництво модифікованого крохмалю:

<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.062.КР.ІІЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Савка А.І.		
Перевір.		Сабадаш Н.І.		
Реценз .				
Н. Контр.		Подобій О.В.		
Затверд.		Носенко Т.Т.		
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ				
			Літ.	Арк.
			62	Аркуші
НУХТ Каф. ТЖХТ				

Вартість втрат енергоресурсів на 250 кг

Сировина та матеріали	Одиниця вимірювання	Норми витрат на 250 кг продукції	Ціна за одиницю ресурсу, кг	Вартість ресурсу, грн
Електроенергія	кВт	11,25	19,3	217,13
Всього				217,13

Фактичний обсяг виробництва:

$$П_{\text{факт}} = П_{\text{доб}} * K_{\text{вик}},$$

де $K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання потужності.

Фактичний добовий обсяг виробництва:

$$П_{\text{факт}} = 250 * 0,8 = 200;$$

Річний обсяг виробництва:

$$O = П_{\text{факт}} * K_{\text{др}},$$

де $K_{\text{др}}$ - кількість діб роботи лінії.

Отже, річний обсяг виробництва добавки E1450:

$$O = 200 \times 251 = 50\,200 \text{ кг.}$$

Розрахуємо основну заробітну плату працівників. Тривалість зміни 8 год. Кількість робочих днів 251, підприємство працює без вихідних та свят. Тарифні ставки для працівників 2-5 тарифних розрядів розраховують множенням ставки працівника 1-го тарифного розряду на відповідний тарифний коефіцієнт. Тарифний коефіцієнт працівника IV розряду складає 1,27, а II - 1,09.

									Арк.
									63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ				

Таблиця 3.3

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

Посада	Кількість	Розряд	Заробітна плата за годину	Робочих годин на добу	Сума за рік, грн
Інженер-технолог	2	IV	86,88	8	348 910,08
Апаратник	1	IV	80,45	8	161 543,6
Підсобний робітник	1	II	60,57	8	121 624,56
Оператор лінії	1	II	60,57	8	121 624,56
Прибиральник	2	I	38,86	6	117 046,32
Всього	7	-	-	-	870 749,12

Отже, основна заробітна плата робітників за рік складає 870 749,12грн. Додаткову заробітну плату приймаємо як 30 % від основної заробітної плати. Єдиний соціальний внесок (ЄСФ) приймаємо як 22 % від основної заробітної плати.

Таблиця 3.4

Додаткова заробітна плата та відрахування до ЄСФ

Показник	Відсоток, %	Сума, грн/250 кг
Додаткова ЗП	30% від ОЗП	89,28
Загальний фонд ЗП (ОЗП+ДЗП), грн	—	386,87
Відрахування до ЄСФ	22% від (ОЗП+ДЗП)	85,11

Отже, витрати на додаткову заробітну плату становлять 89,28 грн/250 кг, а сума відрахувань до ЄСФ –386,87 грн/250 кг.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$297,59 * 2 = 595,18 \text{ грн/250 кг};$$

Витрати пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції. Витрати приймаємо у розмірі 10 % від ОЗП:

$$297,59 * 0,1 = 29,76 \text{ грн/250 кг};$$

Загально-виробничі витрати приймаємо в розмірі 300 % від ОЗП робітників:

$$297,59 * 3 = 892,68 \text{ грн/250 кг};$$

Виробнича собівартість становить: 27 488,59 грн.

Розраховуємо суму адміністративних витрат як 2,5 % від виробничої собівартості:

$$27\,488,59 * 0,025 = 687,21 \text{ грн/250 кг};$$

Розраховуємо витрати на збут як 3 % від виробничої собівартості:

$$27\,488,59 * 0,03 = 824,66 \text{ грн/250 кг};$$

Інші операційні витрати розраховуємо як 1 % від виробничої собівартості:

$$27\,488,59 * 0,01 = 274,89 \text{ грн/250 кг};$$

Отже, повні витрати на виробництво крохмалю натрій октеніл сукцинату становлять: 29 275,35 грн/250 кг;

Розрахунок випускної ціни:

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ				

Витрати на виробництво

Показник	Сума, грн
Повні витрати, грн	29 275,35
Рентабельність, %	29 275,35
Прибуток, грн	17399,28
Загалом без ПДВ, грн	32 528,16
ПДВ 20%	6505,63
Загалом з урахуванням ПДВ, грн	39 033,79

РОЗДІЛ ІV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Продукція повинна відповідати вимогам наступної нормативної документації: нативний крохмаль картопляний – ДСТУ 4286:2004, крохмаль модифікований – ДСТУ 4380:2005 [26].

Модифікований крохмаль Е1450 має відповідати вимогам стандарту, його потрібно виготовляти за технічними вимогами, погодженими центральним органом виконавчої влади у сфері охорони здоров'я, за технологічними інструкціями (регламентами), затвердженими в установленому порядку. А саме модифікований крохмаль натрій октеніл сукцинат повинен мати суху, сипучу консистенцію; має бути білого кольору, без смака та запаху. Не допускається наявність патологічних бактерій і не переважає допустимі норми вміст токсичних елементів. Зовнішній вигляд: сухий, сипкий порошок [26].

Допускається незначна кількість грудочок, які розсипаються в разі легкого натискання чи іншого легкого механічного впливу. Масова частка вологи готового продукту має бути не більше 5%. Модифіковані крохмалі пакують масою нетто від 3 до 20 кг. Допустимі відхилення маси нетто окремих пакувальних одиниць харчової добавки не повинні перевищувати $\pm 0,3$ %. Модифікований крохмаль повинен зберігатися в чистих, сухих, добре вентильованих складських приміщеннях за температури від 0 до 25°C і відносної вологості повітря не більше 75 % [26].

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.067.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Савка А.І.			Літ.	Арк.	Аркушіє
Перевір.		Сабадаш Н.І.				67	
Н. Контр.		Подобій О.В.			ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ <i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
Затверд.		Носенко Т.Т.					

Схема контролю технологічного процесу виробництва крохмалю

Об'єкт контролю	Параметр, що контролюється	Нормативний показник	Метод контролю (НД)
Контроль сировини			
Картопля	Вміст крохмалю	За формулою	ДСТУ 4644:2006
Контроль виробництва			
Крохмальне молоко	Вміст вільного крохмалю	60%	ТУ
Крохмаль картопляний	Ступінь подрібнення	За формулою	ТУ
Янтраний ангідрид	концентрація	До 3%	ТУ
Контроль готової продукції			
Модифікований крохмаль (E1450)	Колір	Білий з кристаліним блиском	ДСТУ 4380:2005
	Запах	Без сторонніх запахів	ДСТУ 4380:2005
	Масова частка вологи	13-17	ДСТУ 4380:2005
	Масова частка золи	0,35	ДСТУ 4380:2005
	Свинець (Pb)	0,5 мг/кг	СанПін 2.3.2.560-96
	Миш'як (As)	0,5 мг/кг	СанПін 2.3.2.560-96
	Кадмій (Kd)	0,1 мг/кг	СанПін 2.3.2.560-96
	Ртуть (Hg)	0,1 мг/кг	СанПін 2.3.2.560-96

ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Арк.

68

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

	Мідь (Cu)	0,1 мг/кг	СанПін 2.3.2.560-96
	Цинк (Zn)	0,1 мг/кг	СанПін 2.3.2.560-96

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря

У цеху розташовані наступні технологічні вузли:

- реактор модифікації, нейтралізації;
- гідроциклонна установка для промивки і концентрації модифікованого крохмалю;
- осаджуюча центрифуга;
- пневматична сушарка;
- центробіжний бурат;
- газоочистка;
- силосне сховище;
- ділянка упаковки;
- склад готової продукції;
- лабораторія;
- склад готової продукції [12].

Для екологічного контролю передбачається:

- у всіх виробничих приміщеннях передбачено установку аспираційно-вентиляційних систем;
- для очищення повітря від пилу крохмалю передбачається установка рукавних фільтрів з коефіцієнтом очищення 98-99 %;

У процесі виготовлення модифікованого крохмалю, який ретельно описано в розділі 2 є ряд етапів, які мають викиди в атмосферне повітря. Технічними рішеннями в цеху передбачається організація загальнообмінної припливно-витяжної вентиляції для видалення шкідливих речовин з робочої зони підтримки нормального мікроклімату. Для видалення шкідливих речовин

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.070.КР.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Савка А.І.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>				70	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>			ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					

з повітря лабораторії проектом передбачена витяжна вентиляція. Додатковий викид в атмосферу з цього джерела прогнозується на рівне 0,007665 т/рік, в тому числі: - пароподібні і газоподібні сполуки хлору – 0,000855 т/рік; - октеніл янтарний ангідрид – 0,0034 т/рік [12].

Таблиця 5.1

Перелік, клас небезпеки, ГДК забруднюючих речовин [12]

Назва забруднювальної речовини	Нормативи для населених міст	
	ГДК нм мг/м ³ або ОБРВ	Клас небезпеки
Пароподібні та газоподібні сполуки хлору (водень хлористий)	0,1	II клас
Октеніл янтарний ангідрид	0,05	II клас
Їдкий натр	0,5	II клас

Для оцінки екологічної можливості реалізації діяльності проводиться розрахунок приземних концентрацій по пароподібним і газоподібним сполукам. Розрахунок проводиться по сумарному викиду з існуючих джерел підприємства при нормальному режимі роботи і від проєктованих джерел [12].

Розрахунок розсіювання проводиться в приземному шарі атмосферного повітря з допомогою програмного комплексу Еол-2000 (В), рекомендованого до використання Мінприроди України. Критеріями оцінки санітарного стану повітряного середовища є максимальні разові ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених міст [12].

В роботі лабораторії використовують октеніл янтарний ангідрид, їдкий натр та хлоридну кислоту. Приміщення лабораторії оснащується системою вентиляції, яка видаляє пари кислот з приміщення і викидає його в атмосферу через організоване джерело викидів. Об'єми викидів настільки незначні, що не

потребують спеціального розрахунку. Таким чином, діяльність не впливає на стан атмосферного повітря [12].

Як вказано вище, перевищення ГДК забруднюючих речовин разом з фоном буде значно нижче за ГДК. Таким чином, очікується незначний та допустимий вплив на атмосферне повітря [12].

Скиди забруднюючих речовин в водні об'єкти

Для забезпечення виробничої діяльності проєктованого об'єкта передбачені системи водопостачання та водовідведення. Як джерело водопостачання проєктованого об'єкта (питна вода) використовуються існуючі мережі господарсько-питно-протипожежного водопостачання проммайданчика діючого підприємства. Витрата води по цеху виробництва модифікованого крохмалю на технологічні потреби становить 207039,6 м³/рік. [12].

За для економії води і забезпечення необхідних її параметрів запроектований зворотний цикл з використанням охолодження води в градирнях. Система водопостачання складається з двосекційної градирні, ємності запасу охолодженої води та двох циркуляційних насосів (один робочий та один резервний). Виробничі стоки в кількості 165920 м³/рік (фільтрат після процесу центрифугування, промивні води) збираються в накопичувальну ємність і перекачуються в аналогічну ємність підприємства для подальшого використання в технології [12].

Діяльність здійснюється на проммайданчику. Зливові стоки з покрівлі будівлі цеху модифікованого крохмалю, через внутрішні водостоки, скидаються в закриту систему дощової каналізації та самопливом надходять в накопичувальну ємність діючого підприємства для подальшого використання в технології. Зливові стоки з території, суміжній з будівлею цеху, надходять в дощеприймальні решітки і далі на очистні споруди зливових стоків підприємства. Скидів в природні водні об'єкти немає. У період здійснення планованої діяльності при дотриманні режиму водокористування вплив підприємства на водне середовище перебуває в нормованих межах [12].

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відведення поверхневих стоків здійснюватиметься закритою мережею дощової каналізації з установкою локальних очисних споруд поверхневих стоків. Проектними рішеннями не передбачається скид у водні об'єкти виробничих та господарсько-побутових стоків. Стічні води (дощові, виробничі та побутові), в кінечному випадку скидаються на існуючі очисні споруди підприємства. Таким чином, негативний вплив планованої діяльності за рахунок скидів забруднюючих речовин в водні об'єкти на довкілля не передбачається [12].

Клімат і мікроклімат

У зв'язку з тим, що у діяльності цеху модифікованого крохмалю не передбачені високотемпературні процеси та викиди вуглекислого газу, вплив на клімат та мікроклімат не передбачається [12].

Для захисту навколишнього середовища від впливу виробництва передбачені наступні заходи:

а) для захисту геологічного середовища

- якісне ущільнення зворотної засипки пазух котлованів і траншей; - пристрій водонепроникних відмосток шириною не менше 2,0 м по зовнішньому периметру будівлі цеху;

- всі вводи та випуски покладені в залізобетонні канали з контрольними колодязями; - все водонесучі мережі укладаються на піддони;

- відведення атмосферних вод з покрівлі будівель в зовнішню зливову мережу;

б) для захисту повітряного середовища:

• для очищення повітря від пилу сухого крохмалю використовуються рукавні фільтри типу з коефіцієнтом очищення 98%;

• використання вентиляційного устаткування, обладнаного глушниками;

• віброуюче обладнання, належним чином віброізолюване, що нормалізує рівні віброшвидкості і віброприскорення як в робочій зоні, так і за межами об'єкта;

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вентилятори встановлені на віброізолюючі підставки і з'єднані з повітроводами через гнучкі вставки;

- контроль за дотриманням встановлених нормативів викидів забруднюючих речовин в атмосферу [12].

Регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферу здійснюється шляхом їх короткочасного скорочення в періоди настання несприятливих метеорологічних умов. Перераховані вище заходи визначаються потужністю викиду забруднюючих речовин та їх класом небезпеки [12].

В) для захисту водного середовища

- очищення дощових стоків на локальних очисних спорудах;
- захист підземних залізобетонних та металевих конструкцій і споруд від корозії;

- облік витрат питної води;

- підлога має водонепроникне покриття;

- гідроізоляція всіх підземних споруд мастикою товщиною 10 мм.

Г) для захисту ґрунту, рослинного і тваринного світу

- влаштування малих архітектурних форм (лавок, смітників і т.д.);

- пристрій тротуарів і майданчиків з асфальтобетонним покриттям;

- вільна від забудови територія озеленяється (посадка дерев, чагарників)

[12].

При виконанні всіх заходів з охорони навколишнього середовища, передбачених проектом, виробництво модифікованого крохмалю не завдасть негативного впливу на стан природного середовища в районі його розміщення [12].

Шумове, вібраційне, світлове, теплове та радіаційне забруднення

Проектованими джерелами шуму є промислове устаткування і вентиляційне обладнання. Згідно проведених розрахунків, рівень звукового тиску на границі житлової забудови буде в межах норми [12].

Джерелами вібрації є технологічне та вентиляційне обладнання. На межі найближчої житлової забудови рівень вібрації визначається як «відсутній» за

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

санітарно-гігієнічними нормативами, вплив на довкілля не передбачається. Не передбачено встановлення на об'єкті обладнання, яке б могло являтися джерелами іонізуючих випромінювань. Додаткового світлового та теплового забруднення від провадження планованої діяльності не передбачаються [12].

Операції у сфері поводження з відходами

В результаті реалізації проектних рішень передбачається утворення наступних відходів виробництва:

- Ганчір'я промаслене;
- Пил крохмалю з рукавних фільтрів;
- Побутові відходи;
- Шлам дощових стоків;
- Лампи люмінесцентні;
- Відходи полімерних матеріалів;
- Макулатура;
- Спецодяг відпрацьований;
- Взуття відпрацьоване;
- Оргтехніка та обладнання [12].

Усі вищеназвані відходи підлягають передачі спеціалізованим підприємствам згідно договорам на подальше захоронення або вторинну переробку, деякі відходи (пил крохмалю) переробляються безпосередньо підприємством. Вплив на довкілля за фактором здійснення операцій у сфері поводження з відходами буде носити довгостроковий характер, але за рахунок відповідності діючим нормативам передбачається незначний та допустимий вплив на довкілля [12].

РОЗДІЛ VI ОХОРОНА ПРАЦІ

Можливість виникнення аварійної ситуації на будь-якому об'єкті виникає з особливостей обладнання та речовин, які використовуються, або утворюються в даній технології з виробництва модифікованого крохмалю. Як вже вказувалося в розділі 2 основні технологічні вузли та обладнання в даному цеху це:

- реактори модифікації, нейтралізації;
- гідроциклонна установка для промивки і концентрації модифікованого крохмалю;
- осаджуюча центрифуга;
- пневматична сушарка;
- центробіжний бурат;
- ділянка упаковки;
- склад готової продукції [12].

З наведеного, потенційно пожежно-небезпечними об'єктами можуть бути склади готової продукції. Хімічні речовини, які використовуються в цій технології (хлоридна кислота, окталянтраний ангідрид, вода питна) не відносяться до пожежно-небезпечних речовин. Крім того, слід відзначити, що й серед відходів виробництва присутні пожежно-небезпечні відходи, такі як промаслене ганчір'я, пил з рукавних фільтрів, відходи полімерних матеріалів та макулатура. Виходячи з цього, основними небезпеками вважаються наступні надзвичайні ситуації:

- пожежа на бункерах збору шламів газоочистки; -
- пожежа на силосному сховище;
- пожежа на витоку мастильних матеріалів;
- пожежа на місцях тимчасового зберігання промасленого ганчір'я;
- пожежа на місцях тимчасового зберігання макулатури;

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.076.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Савка А.І.</i>			ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркуші</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>				НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

- пожежа на місцях тимчасового зберігання відходів полімерних матеріалів [12].

Для попередження можливості виникнення надзвичайних та аварійних ситуацій та запобіганню чи пом'якшенню впливу на довкілля та здоров'я людей на підприємстві передбачено розробка комплексу профілактичних, технологічних, технічних та організаційних заходів. Профілактичні заходи на підприємстві направлені на уникнення або знешкодження можливих проливів мастильних матеріалів або олії, на запобігання поширенню пожежі. Технічні та технологічні заходи та системи запобігання та пом'якшення впливу надзвичайних ситуацій на довкілля передбачають:

- виключення можливості виникнення надзвичайної пожежно-небезпечної ситуації шляхом ізоляції джерел виникнення надзвичайної ситуації в обладнанні та приміщеннях, застосуванням магнітного захисту, кінцевих вимикачів, блокувань й автоблокувань, виробничої й аварійної сигналізації, заземлення й занулення, засобів захисту від статичної електрики, а також суворою регламентацією вогневих робіт, умов зберігання сировини й готової продукції, схильних до самозаймання, використанням термометрії й газового аналізу, дистанційного автоматизованого керування виробничими процесами, організацією планово-попереджувального ремонту (ППР);

- виключення умов утворення вибухонебезпечного середовища у виробничих приміщеннях застосуванням герметичного встаткування, робочої вентиляції й аспірації;

- застосування систем локалізації вибуху в устаткуванні (з використанням швидкодіючих засувок, вогнезагороджувачів, шлюзових затворів, флегматизаторів тощо);

- обмеження можливості поширення пожежі в сусідні приміщення застосуванням тамбур-шлюзів;

- обмеження можливості розповсюдження пожежно-небезпечних речовини (мастильні речовини) у разі проливу та потрапляння до навколишнього середовища [12].

Організаційні заходи передбачають:

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

- навчання та інструктаж персоналу цеху, підприємства та підрядних організацій;
- нагляд і контроль стану пожежно-небезпечності виробництв й об'єктів;
- дотримання технологічного регламенту і надійним контролем за технічним станом обладнання та споруд;
- розробку нормативно-технічних документів [12].

Перелічені заходи дозволяють мінімізувати можливість виникнення надзвичайних пожежно-небезпечних аварійних ситуацій, та забезпечити запобігання впливу надзвичайної ситуації на довкілля чи його пом'якшення до незначного та допустимого рівня [12].

Електробезпека електроустановок відповідає вимогам ПУЕ. Електрообладнання, електроапаратура і КВП виконані у вибухозахищеному виконанні, відповідно до вимог до груп і категорій вибухонебезпечних сумішей у виробничому приміщенні відповідно до ГОСТ 12.1.011 [12].

Не допускається використання відкритого полум'я, а також застосування інструментів, які можуть дати іскру. Для захисту обладнання і запобігання поширенню вогню приміщення забезпечені вогнегасниками ВП. Для запобігання утворенню вибухонебезпечних сумішей в процесі експлуатації необхідно стежити за герметичністю обладнання, своєчасно усувати всі неполадки в апаратах, арматурі. Операції зливу, наливу, транспортування по трубопроводах легкозаймистих розчинників необхідно проводити відповідно до НПАОП 1.8.10-10-92. Вогнеперешкоди на трубах, призначених для виведення пароповітряної суміші в атмосферу, встановлені в місцях, зручних для обслуговування і спостереження за ними. Ревізія вогнеперешкод повинна проводитися не рідше одного разу на три місяці. Для попередження появи джерел загоряння необхідно виконувати наступні вимоги:

- забороняється вхід в приміщення цеху без спецодягу;
- забороняється зберігання спецодягу, промаслених обтиральних матеріалів і фільтрувальної тканини в робочих приміщеннях, а також сушка дрантя, спецодягу та інших предметів на робочому обладнанні;

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

- забороняється мийка деталей розчинником;
- для роботи необхідно використовувати інструменти, виготовлені з металів, які не дають іскру при ударі, а ріжучі частини сталевих інструментів при роботі повинні добре змащувати консистентними мастилами;
- ланцюгові передачі повинні систематично змащувати консистентними мастилами;
- відігрівання замерзлих трубопроводів з крохмальною суспензією виробляти парою або гарячою водою;
- несправність електропроводки повинні своєчасно усуватися: роботи з ремонту електроліній, електрообладнання, заміна електричних ламп повинна виконуватися черговим електриком після відключення напруги. Устаткування і апаратура повинні бути герметичними [12].

На основі «Типового положення по організації контролю повітряного простору на виробництві» повинна бути розроблена Інструкція з контролю повітряного простору цеху нативного та модифікованого крохмалю. за графіком, затвердженим керівником підприємства, крім того, необхідно здійснювати періодичний контроль відповідності санітарним нормам, але не рідше одного разу на квартал. Дата і час відбору проб повітряного середовища, результати аналізів, а також показання приладів повинні заноситися в журнал контролю повітряного середовища. Журнал повинен перебувати в цеху і в лабораторії. Контроль справності автоматичних газоаналізаторів і засобів сигналізації повинен здійснюватися службою КВП за графіком, затвердженим керівником підприємства, в терміни, передбачені інструкцією заводу-виготовлювача. Випадки спрацьовування датчиків газоаналізаторів повинні реєструватися в журналі. Перелік заходів, що забезпечують пожежну безпеку виробництв, робочих зон і приміщень наведено повен бути доведений до всіх робітників цеху [12].

При виконанні всіх заходів, передбачених проектом, проєктований об'єкт знизить можливість виникнення ризиків пожежно-небезпечних надзвичайних ситуацій. Перелічені заходи дозволяють мінімізувати можливість виникнення пожежно-небезпечних надзвичайних ситуацій, та забезпечити запобігання впливу

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

надзвичайної ситуації на довкілля чи його пом'якшення до незначного та допустимого рівня. Згідно з оцінкою ризиків для здоров'я людей та довкілля через можливість виникнення пожежно-небезпечних надзвичайних ситуацій, значного негативного впливу від провадження планованої діяльності на довкілля, зумовленого вразливістю до ризиків надзвичайних ситуацій не передбачається [12].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз вітчизняної та закордонної науково-технічної літератури. Виявлено, що модифікований крохмаль натрій октенілсукцинат має широке застосування в області харчової та косметичної промисловості. Проаналізовано сировину для виготовлення крохмалю натрій октенілсукцинату.

2. Удосконалено технологію отримання крохмалю натрій октенілсукцинату, ввівши додаткову стадію фільтрації використаної води. За допомогою цього значно скоритися викиди забрудненої води у довкілля, а також створився кругообіг води на виробництві.

3. Складено матеріальний та тепловий баланси виробництва крохмалю натрій октенілсукцинату потужністю 250 кг/добу.

4. Розрахований та накреслений основний апарат – хімічний реактор зі шнековою мішалкою. За даними розрахунків габаритні розміри реактору складають 1500 мм; довжина 1200 мм; висота 2291 мм, номінальний об'єм – 1000 л, робочий об'єм – 750 л. Обрана шнекова мішалка в якості перемішуючого пристрою, потужність якої, за розрахунками, становить 0,09 кВт.

4. Розраховано ряд техніко-економічних показників виробництва. Рентабельність складає 10%, а прибуток – 17400 грн на 250 кг виробленої продукції.

5. Запропоновано шляхи вирішення питань екологічної небезпеки під час виробництва та наведено охорону праці на підприємстві.

					<i>ННХТ.ХТ-4-13.023.161.070.КР.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Савка А.І.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>				70	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>			ВИСНОВКИ НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бужанська М.В., Ощипок І.М. Технологія хімічного синтезу модифікованих крохмалів харчової промисловості, Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки № 25, Львів, 2021, с.83-86
2. Бухкало С. І., Можливості розвитку технологій модифікованих крохмалів, Вісник Національного Технічного Університету «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів, № 21, 2019. С.86
3. Jason Z. Li, The Use of Starch-Based Materials for Microencapsulation, New Jersey, USA, 2017, с. 195-209
4. К.А. Abbas, Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study, Journal of Agricultural Science ISSN: 1916-9752 Vol. 2, No. 2, 2010, с. 91
5. Скрябін В.І., Гернет М.В., Соколов В.Б., Сировина для виробництва стабільних ароматичних емульсій. Пиво та напої. Випуск №1, 2007, с.30
6. D. Askar, J. Babic, A. Jozinovic, Starch Modification by Organic Acids and Their Derivatives: A Review, Received:23.08.15/Accepted:15.10.15/ Published: 27.10.2015
7. Стаття «Властивості модифікованого крохмалю компанії Cargil, URL: <https://декларации-соответствия/компания/cargill-bv/> (Дата звернення 11.05.2023)
8. Стаття «Якість модифікованих крохмалів», URL: <https://pokupatel.guru/tovary/kachestvo/pishchevie-dobavki/e1450/> (Дата звернення 11.05.2023)
9. Кузнєцова І.В. Зберігання та переробка продукції. Українська академія аграрних наук, Київ, 2010, с. 66-67
10. Висновок з оцінки впливу на довкілля цеху виробництва модифікованого крохмалю. Департамент екології та природних ресурсів, URL:

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.070.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Савка А.І.</i>				СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Сабадаш Н.І.</i>					70		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Подобій О.В.</i>				НУХТ Каф. ТЖХТ			
<i>Затверд.</i>	<i>Носенко Т.Т.</i>							

<https://adm.dp.gov.ua/storage/app/uploads/public/603/7a2/b19/6037a2b1957ba011800209.pdf> (Дата звернення 16.05.2023)

11. Стаття «Достоїнства Майонезу провансаль, URL: <https://olkom.ua/olkom/maionezy/majonez-provansal-67/> (Дата звернення 29.05.2023)

12. Опейда Й., Швайка О., Глосарій термінів із хімії, Інститут фізико-органічної хімії та вуглехімії ім. Л. М. Литвиненка НАН України, Донецький національний університет, 2008, с.738

13. Лавров Р.М., Оцінка міжсекторних та територіальних переміщень виробництва картоплі в Україні, Луцьк, 2006

14. Wei Zhang, Bei Cheng, Jiahui Li. Structure and Properties of Octenyl Succinic Anhydride-Modified High-Amylose Japonica Rice Starches, Polymers, 2021

15. Айрапетян Т.С., Технологія очистки стічних вод, Харківський Національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, 2021

16. Айрапетян Т.С., Технологія очистки промислових стічних вод, ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, Харків, 2017

17. Стаття «Паспорт Безпеки: фізико-хімічні властивості октеніл янтарного ангідриду», URL:

<https://www.google.com/url> (Дата звернення 29.05.2023)

18. Стаття «Фізико-хімічні властивості гідроксиду натрію», URL: <https://thegard.city/articles/164011/gidroksid-natriyu-budova-vlastivosti-zastosuvannya-sintez> (Дата звернення 29.05.2023)

19. Стаття «Фізико-хімічні властивості води», URL: <https://ecosoft.ua/ua/blog/fizicheskie-i-khimicheskie-svoystva-vody/> (Дата звернення 29.05.2023)

20. Чарльз М., Сіваслігіл Ф., Сахін Д., Пат. 2390528С2, С08В 30/12. Спосіб модифікації крохмалю або крохмальних похідних, Заявл. 12.11.2004; Опубл. 26.05.2005, с.4-9

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

21. Підбір обладнання URL: <https://promvit.com.ua> (Дата звернення 21.05.2023)

22. Малезик І.Ф., Зоткіна Л.В., Немирович П.М., Процеси і апарати харчових виробництв, НУХТ, Київ, 2002

23. Підбір обладнання, Центробіжний бурат, URL: <https://mppnik.ru/publ/1832-centrobezhnyy-burat-zc-1b.html> (Дата звернення 28.05.2023)

24. Підбір обладнання, Фасувальна машина, URL:

25. <https://balenko.com/product/fasuvalno-pakuvalna-mashina-ufu-30a-3v/>
(Дата звернення 28.05.2023)

26. Стаття «Вимоги до якості крохмалепакової продукції» URL: <https://lektsii.org/3-16035.html> (Дата звернення 30.05.2023)

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