

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

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

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

«\_\_» червня 2022 р.

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

«\_\_» червня 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія  
(код та назва спеціальності)  
освітньо-професійної програми Хімічна технологія  
на тему: Технологія виробництва агар-агару (Е 406)

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

КУЦЬ Анастасія Володимирівна  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Керівник БІЛА Галина Миколаївна  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

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

\_\_\_\_\_  
(ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

\_\_\_\_\_  
(ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент Олександр МАКАРЕНКО  
(ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

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

Здобувач(ка) \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2022 р.



## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 31 березня 2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.05.2022	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02.05.2022-04.05.2022	
3	РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	05.05.2022-10.05.2022	
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	11.05.2022-15.05.2022	
5	РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	16.05.2022-18.05.2022	
6	РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	19.05.2022-24.05.2022	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	25.05.2022-29.05.2022	
8	ВИСНОВКИ	30.05.2022-31.05.2022	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	02.05.2022-30.05.2022	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	03.05.2022-15.05.2022	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.05.2022-20.05.2022	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	01.06.2022-05.06.2022	

Здобувач \_\_\_\_\_ Анастасія КУЦЬ  
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Галина БІЛА  
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

## РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 70 С., 14 РИС., 18 ТАБЛ., 27 ДЖЕРЕЛ.

Темою кваліфікаційної роботи бакалавра є технологія виробництва агар-агару(E406), що складається з агарози та амілопектину. Проаналізовано світову та вітчизняну науково-технічну літературу щодо існуючих технологій виробництва агар-агару.

Обґрунтовано вибір оптимальної технології виробництва агар-агару по наведеній характеристиці сировинної бази. Запропоновано принципово-технологічну та апаратурно-технологічну схеми виробництва агар-агару.

Розраховано матеріальний баланс, згідно якого з 1700 кг рослинної сировини можна отримати 1300 кг агар-агару. Проведено підбір основного обладнання за всіма стадіями технологічного процесу, проведено розрахунок реактору з лопатевим змішувачем.

Розраховано техніко-економічні показники виробництва. Показано, що обрана технологія є рентабельною.

У висновках наведено результати виконаної роботи.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ХАРЧОВА ДОБАВКА, АГАР-АГАР, АНФЕЛЬЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, АПАРАТУРНА СХЕМА, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ, ЕКОНОМІКА.

## ABSTRACT

*NOTE EXPLANATORY: 70 C., 13 P., 18 TAB .,27 LITERATURE.*

The topic of The Bachelor's qualification work is the technology of production of agar-agar(E406), consisting of agarose and amylopectin. The world and domestic scientific and technical literature on existing agar-agar production technologies is analyzed.

The choice of the optimal agar-agar production technology based on the given characteristics of the raw material base is justified. The principle-technological and hardware-technological schemes of agar-agar production are proposed.

The material balance is calculated, according to which 1300 kg of agar-agar can be obtained from 1700 kg of vegetable raw materials. The main equipment was selected for all stages of the technological process, and the reactor with a vane mixer was calculated.

Technical and economic indicators of production are calculated. It is shown that the chosen technology is cost-effective.

The conclusions reflect the results of the work performed.

**KEYWORDS:** FOOD ADDITIVE, AGAR-AGAR, ANFELLATION, TECHNOLOGICAL SCHEME, HARDWARE SCHEME, MATERIAL BALANCE, EQUIPMENT SELECTION, ECONOMICS.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>9</b>
1.1 Властивості харчової добавки .....	9
1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище.....	11
1.3 Галузі використання харчової добавки .....	12
1.4 Стан сировинної бази .....	14
1.5 Аналіз існуючих технологій виробництва .....	15
1.6 Шляхи удосконалення технології отримання харчової добавки.....	19
<b>РОЗДІЛ ІІ ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....</b>	<b>20</b>
2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва .....	20
2.2 Принципова технологічна схема.....	22
2.3 Матеріальний розрахунок.....	25
2.4 Розрахунок теплового балансу .....	32
2.5 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.....	35
2.5.1 Підбір обладнання .....	35
2.5.2 Розрахунок реактору з рамною мішалкою.....	45
2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	49
<b>РОЗДІЛ ІІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....</b>	<b>52</b>
<b>РОЗДІЛ ІV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ .....</b>	<b>59</b>
<b>РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....</b>	<b>63</b>
5.1 Охорона праці на підприємстві .....	63
5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві .....	65
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>68</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>69</b>

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.006.КР.ПЗ</i>		
<i>Змн.З</i>	<i>Арк.Ар</i>	<i>№ докум.№</i>	<i>ПідписПід</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Куць А.В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М.</i>			6	70	
<i>Н. Контр.. Н.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>			<b>ЗМІСТ</b>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>			НУХТ Каф. ТЖХТ		

## ВСТУП

Агар-агар відомий як харчова добавка E406, дозволена для використання в якості загущувача, стабілізатора та структуроутворювача. Добавка має широке використання у косметичній та харчовій промисловості, завдяки своїй безпечності. Актуальною є проблема розробка оптимальної технології виробництва агар-агару, що буде економічно вигідною та не призведе до зникнення водорості.

Актуальним завданням сьогодення є розробка апаратурно-технологічної схеми з меншим впливом на навколишнє середовище та економічно вигідними параметрами.

**Об'єкт дослідження** – харчова добавка E406.

**Предметом дослідження** є технологія виробництва агар-агару(E406).

**Метою** роботи є провести аналіз літературних джерел, поглибити, розширити і закріпити теоретичні знання та обґрунтувати технологію виробництва харчової добавки E406.

Відповідно до зазначеної мети перед початком роботи поставлено такі завдання:

- Провести аналіз літературних джерел, визначити актуальність роботи;
- Визначити практичне значення використання агар-агару як харчової добавки, так і компоненту в косметиці;
- Охарактеризувати сировину та методи її обробки для виробництва агар-агару;
- Запропонувати принципову-технологічну схеми та накреслити апаратурно-технологічну схеми;

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.007.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Куць А.В.</i>			<b>ВСТУП</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М</i>					7	70
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

- Здійснити матеріальні розрахунки, технологічні та економічні розрахунки;
- Підібрати апаратне обладнання та розрахувати хімічний реактор з лопатевим змішувачем;
- Розрахувати ряд економічних показників;
- Описати показник якості готової продукції;
- Розробити шляхи вирішення екологічних питань під час виробництва та охорону праці;
- Зробити висновки по роботі.

Дослідження літературних джерел дає змогу дослідити технології виготовлення добавки E406. Економічний розрахунок показує наскільки оптимальною є обрана технологія та рентабельність виробництва.

					<b>ВСТУП</b>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<b>8</b>

## РОЗДІЛ І АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Властивості харчової добавки

Агар – перший гідрофільний колоїд, який був виявлений в морських водоростях макрофітах, та вже більше чотирьохсот років використовують у різних галузях промисловості через його сильні стабілізуючі властивості. Головне у структурі агар-агару є те, що він хімічно характеризується повторюваними одиницями D-галактози та 3-6, ангідро-L-галактоза, з невеликою кількістю варіацій і низьким вмістом сульфатних ефірів.

Надзвичайна гелеутворююча сила агару заснована виключно на водневих зв'язках, що утворені між його лінійними галактановими ланцюгами, які забезпечують відмінну оборотність, з температурами гелеутворення та плавлення, які зазвичай відрізняються приблизно на 45 °С[1].

Агар складається з двох полісахаридів – агарози і агаропектину (фракція кислих полісахаридів). Агароза – це лінійний полісахарид, побудований із залишків 3-о-заміщеної β-D-галактопіранози (зрідка 6-о-метил-β-D галактопіранози) і 4-О-заміщеної 3,6-ангідро-α-L-галактопіранози, і володіє яскраво вираженою здатністю до формування термостійких гелів. Молекулярна маса агарози вище 100 000 Дальтон та низький вміст сульфату, зазвичай нижче 0,15%. Швидкість і якість загущування в 10 разів перевищує желатин. В складі агару присутні мінеральні солі від 1,5 до 4 % і вода від 10 до 20 %.

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.009.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Куць А.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Біла Г.М.				9	70
Н. Контр.		Бойчук Т.М.			НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.					

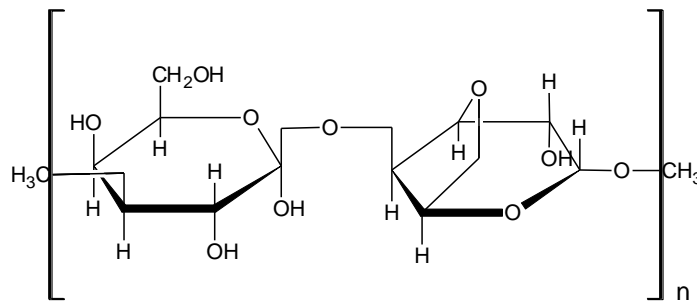


Рис.1.1. Структурна формула Агар-агару

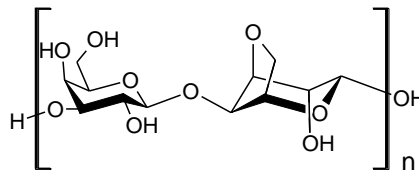


Рис.1.2. Структурна формула Агарози

Агар – являє собою порошок від білого до кремового кольору, також колір може залежати від виду водоростей з якого його було екстраговано. Не містить запаху. Фізико-хімічні властивості: майже не розчинний в холодній воді, лише набухає в ній. В гарячій воді розчинний при температурі 95-100°C та при охолодженні до температури в 40 °C утворює гель.

Вже готовий порошкоподібний агар має у своєму складі: білки, вуглеводи, органічні кислоти, харчові волокна, воду, золу та вітамін РР, та зовсім не містить жирів.

Хімічний склад: йод, калій, кальцій, магній, натрій, фосфор та залізо. Відсоток йоду на 100 грам агар-агару може досягати до 60% від загальної кількості мінеральних речовин, що входять до складу.

Агар є безпечною добавкою, але не слід перевищувати добову норму в 3-4 г, оскільки надлишок агару може негативно вплинути на мікрофлору кишківника, що згодом можуть призвести до інфекційних захворювань. Також можлива індивідуальна непереносимість агару, особливо у людей з алергією на морські продукти.

## 1.2 Економічність та вплив на навколишнє середовище

Харчові добавки – це природні або синтетичні речовини, що використовуються на підприємствах для надання продуктам харчування бажаних властивостей. Найголовніший критерій використання добавок – це безпека[2].

Хоча добавка E406 є безпечною для вживання. в межах допустимої добової дози, проте надлишок агару може спричинити нудоту, що у підсумку призведе до інфекцій мікрофлори кишківника.

Всі добавки мають пройти обов'язковий контроль на безпеку та якість та оцінку впливу виробництва на навколишнє середовище.

Охорона навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід'ємна умова сталого економічного та соціального розвитку. (закон України про навколишнє середовище)

Екологічна безпека – це стан навколишнього природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної обстановки та виникнення небезпеки для здоров'я населення.

Відносно екології у морської водорості домінують дві загальних вимоги до навколишнього середовища – присутність морської води (або принаймні солонуватої води) та наявність достатньої кількості світла для здійснення фотосинтезу. Іншою вимогою є наявність міцної прив'язки. В результаті морські водорості найчастіше населяють прибережні зони, а в межах цієї зони частіше зустрічаються на скелястих берегах, ніж на піску або гальці.

Виробництво агар-агару різними методами несе негативний вплив на екосистему моря та океану, оскільки деякі види водорості не здатні швидко поновлюватись, що призводить до потреби штучної культивування сировини. Але вид *Gelidium* для штучного культивування майже не придатна, оскільки це

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

буде економічно не вигідним етапом, що призведе до підняття цін на вже готовий агар.

Велика кількість води, що йде на замочування, промивання та варку має проходити очистку перед тим як зливатись у навколишнє середовище.

Слід зазначити, що відходи після першої стадії варки йдуть на добрива та корм, що являє собою частково безвідходне виробництво.

### 1.3 Галузі використання харчової добавки

Використання харчової добавки не обмежується лише харчовою промисловістю, але тут добавка має найширший спектр використання. Агар використовують у всьому світі, але в кожному регіоні є свої особливості.

Найбільші споживачі агару – Японія та інші країни Азії. Тут він використовується, в основному, для виробництва оздоровчих коктейлів. Для кондитерської промисловості агар-агар використовують при виробництві мармеладу, желе, при отриманні м'ясних і рибних холодців, при виготовленні морозива, де він запобігає утворенню кристалів льоду, а також при освітленні соків та вина, при випічці хлібобулочних виробів для запобігання дегідратації[3].

В мікробіології використовують як загущувач для створення живильних середовищ, через прозорість і незначну витрату у використанні.

У фармацевтичній промисловості використовується як наповнювач таблеток та гранул, також входить до складу гелю. Також як компонент пролонгуючої дії( що дозволяє збільшити термін дії препарату)

Через низьку калорійність застосовується для створення продуктів, що підходять людям з цукровим діабетом.

В косметичній галузі агар використовують як стабілізатор та у ролі головного інгредієнту.

Властивості агару, які він проявляє в косметичній продукції:

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

- Зволоження. Агар створює на шкірі проникну плівку, що уповільнює випаровування вологи. У складі кремів агар значно збільшує надходження води в шкіру, усуває лущення і пом'якшує її.

- Очищення. Агар володіє сильним сорбуючими властивостями, здатний видаляти з шкіри надлишки жиру, пил, бруд, ефективно допомагає з комедонами. Властивість агару зв'язувати воду робить його дуже ефективним в косметиці проти набряків під очима.

- Протизапальні. Агар відомий своїми властивостями виводити токсини з організму, ефективний з проявами акне і гнійним висипом будь-якого походження, корисний при алергіях.

- Стабілізуючі. Агар ефективно емульгує і загущує косметичні засоби, надає їм приємну текстуру, стійку до перепадів температури і вологості навколишнього середовища.

- Зміцнювач. За рахунок високого вмісту білків і ефірів сульфату кальцію агар перешкоджає розшаруванню нігтів, зміцнює волоссяний стрижень, перешкоджає випаданню волосся.

Косметику з вмістом агару потрібно зберігати в прохолодному сухому місці, подалі від вологи та сильних запахів[4].

Цей полісахарид нерідко зустрічається у складі:

- зубних паст;
- гелів для душу;
- масок та шампунів для волосся;
- емульсій, масок і кремів для проблемної шкіри;
- кремів для рук і нігтів;
- зволожуючих масок для обличчя;
- суспензії, емульсії і кремів, призначених для догляду за шкірою тіла та обличчя.

#### 1.4 Стан сировинної бази

Різні морські водорості, що використовуються в якості сировини при виробництві агару, призвели до появи продуктів з відмінними характеристиками, хоча всі вони можуть бути включені в загальне визначення агару. З цієї причини, коли згадується агар, прийнято вказувати його вихідну сировину, оскільки це може вплинути на його застосування.

Червоні і бурі морські водорості, з яких отримують агар-агар, ростуть в різних місцях і мають різний склад. Червоні водорості р. *Gelidium* поширені на території Далекého Сходу. Але їх видобуток обмежується тим фактом, що вони не піддаються культивуванню. Анфельція (р. *Ahnfeltia*)—представник багрянок, мешкає в багатьох зовнішніх морях півночі і Далекého Сходу, зустрічається в Чорному морі. Мають унікальний склад з високим вмістом йоду (0,73%). Червоні водорості р. *Gracilaria*—поширений вид, що мешкає в багатьох, переважно теплих морях. Відмітною властивістю від анфельції є велика швидкість росту і придатність до культивування, як марікультури[5].

В даний час світова агарова промисловість в основному використовує такі морські водорості:

- Різні види Гелідіум, зібрані в основному в Іспанії, Португалії, Марокко, Японії, Кореї, Мексиці, Франції, США, Китайській Народній Республіці, Чилі та Південній Африці.
- Грациларії різних видів, зібрані в Чилі, Аргентині, Південній Африці, Японії, Бразилії, Перу, Індонезії, Філіппінах, Китайській Народній Республіці, включаючи провінцію Тайвань, Індії та Шрі-Ланці.
- Птерокладії з Азорських островів (Португалія) і Птерокладії з Нової Зеландії. 4. Гелідієлла з Єгипту, Мадагаскару, Індії.

Дуже рідкісний на ринку вид агару – з водорості анфельції (*Ahnfeltia*), яка виростає в акваторії Білого моря. Її збирають в природних умовах. За радянських часів, на Далекому Сході працювало кілька заводів з переробки

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

даної водорості, вони забезпечували агаром весь СРСР. Але на початку 90-х р.р. це направлення занепало, заводи закрилися.

### 1.5 Аналіз існуючих технологій виробництва

*Спосіб комплексної переробки червоних водорості, за яким водорість промивають прісною водою, подрібнюють до розмірів частинок не більше 100 мкм і екстрагують водорозчинний пігмент водою при температурі 4-25°C, рН 7-8, при співвідношенні водорість до вода 1:3-1:8 відповідно 1-2,5 години при періодичному перемішуванні. Отриманий розчин барвника освітлюють, концентрують, стабілізують. Твердий залишок водорості обробляють розчином пігментів, промивають, обробляють розчином гідроксиду одновалентного металу при 50-60 °С, після чого промивають до рН 7-8 і екстрагують агар при 80-90 °С протягом 15-30 хв. Екстракт охолоджують до утворення гелю, гель зневоднюють і сушать. Залишок водорості після вилучення агару обробляють 0,5-0,8 %-им розчином соляної кислоти, промивають водою до нейтральної реакції, пресують і сушать з отриманням кормової добавки.*

Даний спосіб отримання агару робить необхідним застосування дорогого обладнання для подрібнення водорості і очищення екстракту. Одержаний екстракт агару складно очистити від домішок, що робить необхідним використання багатостадійного процесу його очищення. Крім того, даний спосіб не застосуємо для червоної водорості, що містять метильні групи, які підвищують температуру плавлення агару, а разом з нею збільшують температуру і час екстракції, що призводить до зростання тривалості технологічного процесу[6].

*Лінія виробництва агару методом виморожування встановлюється на берегових підприємствах. Сухий агар отримують заморожуванням гелю з подальшим розморожуванням і висушуванням на повітрі.*

Надходить на переробку суха анфельція, звільнена від механічних домішок, направляють її на первинну обробку – замочування у вапняному

					<b>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

розчині в бетонних чанах. Співвідношення води і водорості 12:1. Після замочування протягом 6-7 год водорості інтенсивно миються в мийній машині, звідки скребковим конвеєром подаються на розподільний конвеєр, який подає промиті водорості в варильні чани.

Кожну порцію анфельції варять тричі. Обігрів чана проводиться гострим або глухим паром. При першій варці у воду додають вапняне молоко. Навар останньої варки направляють на фільтрацію, залишок водорості промивають гарячою водою для видалення агарового розчину. Після фільтрації через тканинний фільтр навар направляють у відстійники для відстоювання протягом 2-3 годин, освітлений навар з відстійників насосом перекачується в напірний бак, з якого він самопливом надходить в желююче відділення. Тут через систему розподільних рукавів навар розливається в листи місткістю 18 л, які поміщають на багатоярусні стелажі. Тривалість желювання 5-6 годин.

Отриманий гель розрізають на прямокутні бруски. Пластини рядами укладають на металеві листи, які встановлюють на стелажах на відкритому майданчику для природного заморожування. Найбільш сприятлива температура для заморожування  $-5...-8$  °С. Тривалість заморожування залежить від температури повітря, сили вітру і досягає 72 год.

Заморожений гель виймають з листів, складають в штабелі, вкривають рогожами і зберігають до настання весняних відлиг. У березні заморожені пластини розкладають на стелажах на відкритому майданчику для розморожування, сушіння і відбілювання. При розморожуванні пластини звільняються від вологи, фарбувальних і частково мінеральних речовин. Розморожування і сушка в природних умовах вимагають до 10 діб. Висушені пластини агару білого кольору збирають, очищають щітками від поверхневих забруднень, пресують і упаковують в картонні коробки.

Недолік методу: залежність від природних умов та довготривалий процес одержання агару, що не залежить від обладнання.

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

*Лінія виробництва агару з далекосхідної анфельції тепловим методом з додаванням вапняного молока* встановлюється на берегових підприємствах. При тепловому методі обробки далекосхідної анфельції сухий агар отримують варкою водорості під тиском і сушінням агарових розчинів.

Перед варкою анфельцію замочують в лужному (вапняному) розчині з вмістом оксиду кальцію 1-2 % при співвідношенні від 1:12 до 1:15. При цьому відбувається розщеплення коркового шару водорості, його набухання, і, як наслідок, збільшення виходу цільового продукту. Тривалість замочування 20-24 год, потім вапняний розчин зливають, а анфельцію промивають. Процес проводять в мийних чанах в періодично змінній воді або в машинах безперервної дії. Промиту анфельцію варять у вапняному розчині в закритих апаратах (автоклавах) або відкритих апаратах (дифузорах). Під час варки екстрагується агар при рН не нижче 8. Повноту вилучення агару забезпечують створенням оптимальних умов процесу (тривалість і кратність варок, співвідношення між масою водорості і розчином, гідромодуль, температура розчину і ін.)

Вилучення агару з анфельції проводять в батареї з трьох дифузорів п'ятикратною варкою за принципом протитоку. Решта наварів перекачують по батареї. На першу варку направляють навар від другої варки без додавання вапняного розчину. При другій, третій і четвертій варках до навару додають вапняний розчин. На п'яту варку додають гарячу воду. Загальна витрата вапна на процес варки (в перерахунку на активний оксид кальцію) становить 8-9% від маси кондиційної анфельції. Процес ведеться при високому тиску  $14,4 \times 10^2$  Па і температурі 120-126 °С. Варка ведеться протягом 24 год. Злив навару з батареї проводять кожні 9-10 годин. Залишок водорості після п'ятої варки вивантажують, автоклав зачищають. У залишку оцінюють вміст агару і обробляють окремо.

Відстоювання найбільш забрудненої частини навару відбувається в відстійниках при температурі 85-90 °С протягом 4 годин, куди він перекачується з дифузора.

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

Залежно від умов варки і якості анфельції очищений навар містить 3,1-4,7% сухих речовин, у тому числі 2,5-2,9 % органічних і 0,6-1,8 % мінеральних. В органічних речовинах власне агар становить 0,7-1,2%. У складі неагарових органічних речовин переважають забарвлені продукти лужного гідролізу полісахаридів і білкових речовин.

З відстійників навар подається на фільтр-преси для фільтрування через пухкий шар фільтрувальної маси, яка періодично промивається. Прозорий профільтрований навар темно-бурого кольору подається для попереднього охолодження до 50 °С в реактор, забезпечений водяною сорочкою і мішалкою.

Охолоджений навар з реактора подається в гелеутворюючий апарат безперервної дії для утворення гелеподібної маси; здійснюють при безперервній подачі розсолу, циркулюючого в сорочковому просторі і має температуру на вході в апарат 0...-8 °С, тривалість процесу не менше 2 години. З апарату гелеподібна маса виходить у вигляді пластин товщиною 5-6 мм. Очищення і знебарвлення желеподібної маси проводять в проточній воді температурою в 20 °С тривалістю 30-36 год. Співвідношення маси желе і маси води має становити 1:2 або 1:3.

Інтенсивне перемішування агарових пластин у воді досягається барботуванням стисненим повітрям.

Пластини знебарвленого агару з водою надходять в спеціальну ємність, звідки стисненим повітрям перекачуються в баки-відстійники для відділення вологи через капронове сито протягом 2-4 годин. Концентрація агару складає 0,6-0,8% Зневоднену агарову масу перекачують в реактори для плавлення. Отриманий з гелеподібної маси розчин агару направляється на випарювання в вакуум-випарний апарат для підвищення концентрації агару до 3-4%. Концентрований розчин агару через щілинний фільтр направляється в напірний бак розпилювальної сушарки. У сушарці розчин розпилюється диском, що обертається з частотою 8000 об / хв, до газоподібного стану і висушується гарячим повітрям, що подається в сушарку від калориферної

установки. Висушений порошкоподібний агар пересипається в хлорвінілові мішки і крафт-тару[7].

Для виробництва агар–агару використовуємо тепловий метод з додаванням вапнякового молока, оскільки продуктивність найвища та вихід продукту є найбільша.

## 1.6 Шляхи удосконалення технології отримання харчової добавки

Кожний метод отримання агар-агару має певні переваги та недоліки, оскільки технології виробництва є досить важкими та багатостадійними, тому їх використання обмежуються згідно історичних умов.

Оптимальна технологія виробництва з найбільшою продуктивністю в 1700 кг/зміну – це тепловий метод з додаванням вапнякового молока. Згідно цьому методу є наявна велика кількість рослинної сировини, Анфельції, яка швидко відновлюється та не потребує додаткових затрат на штучне культивування. В літній період концентрація агароподібних речовин у сировині збільшується.

Тепловий метод має найменшу кількість відходів, оскільки водорості після варки йдуть на добрива та корм худобі. Також з Анфельції добувають пігмент фікоеритрин.

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

## РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Після проведення аналітичного огляду літератури було встановлено оптимальну технологію виробництва агар-агару, встановлені параметри для виробництву продукту з найбільшим виходом продукту.

### 2.1 Характеристика вихідної сировини для виробництва

Для виробництва добавки E406 потрібні такі компоненти як:

- Водорості виду Анфельція;
- Вапнякове молоко.

Анфельція – рід червоної лікарської водорості. Виростають в місцях з найменшою течією в таких морях, як: Японське, Біле, Охотське та Баренцеве. В дуже малих кількостях зустрічається в Балтійському та Чорному морях[8].

Водорості являють собою кущики висотою до 25 см, найчастіше темно-червоного і жовтуватого відтінку. Нерівномірність кольору куща спостерігається через неоднакового розподілу пігментів. Від підшови рослини виходять безліч трубчастих волокон, які сплітаються між собою і створюють пучок. Виростає на глибині до 35 м, обожнює холодне середовище.

Анфельція – це один з основних джерел агароподібних речовин. У складі анфельції складчастої знаходяться білки, полісахариди і, звичайно ж, агароагар, концентрація якого в зимовий період збільшується, а в літній – зменшується.

Водорості багата ліпідами, вуглеводами, в ній присутні крохмаль, Fe, Ca, Zn та фолієва, пірвіноградна та глюкуронова кислоти. Рослина також є джерелом хлорофілу, ксантофілла, вітамінів А, С, D, Е. з неї добувають фікоеритрин і фікоціан, вміст йоду може досягати 0,73% [9].

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.020.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Куць А.В.			<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Біла Г.М.					20	70
Консультант		Житнецький І.В.				НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Бойчук Т.М.						
Затверд.		Носенко Т.Т.						

Вапняне молоко (водна суспензія гідрату окису кальцію)—водний розчин  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , у якому в завислому стані знаходяться нерозчинені частинки  $\text{CaO}$ . Застосовується як інгібітор корозії трубопроводів, реагент при флотації, для очищення сировини. Кальцій гідроксид  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (гашене вапно) – сіруватий малорозчинний у воді порошок. При змішуванні надлишку гашеного вапна з водою утворюється суспензія—так зване “вапняне молоко”. Після фільтрування вапняного молока отримують прозорий розчин кальцій гідроксиду, який називають вапняною водою. Для приготування 10%-вого розчину вапняного молока 1 кг негашеного вапна заливають 1 л води, потім, помішуючи, доливають ще 9 л води[10].

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

## 2.2 Принципова технологічна схема

Розглянемо детально технологію виробництва агар-агару, як приклад використовується принципова схема, що зображена на рис.2.1.

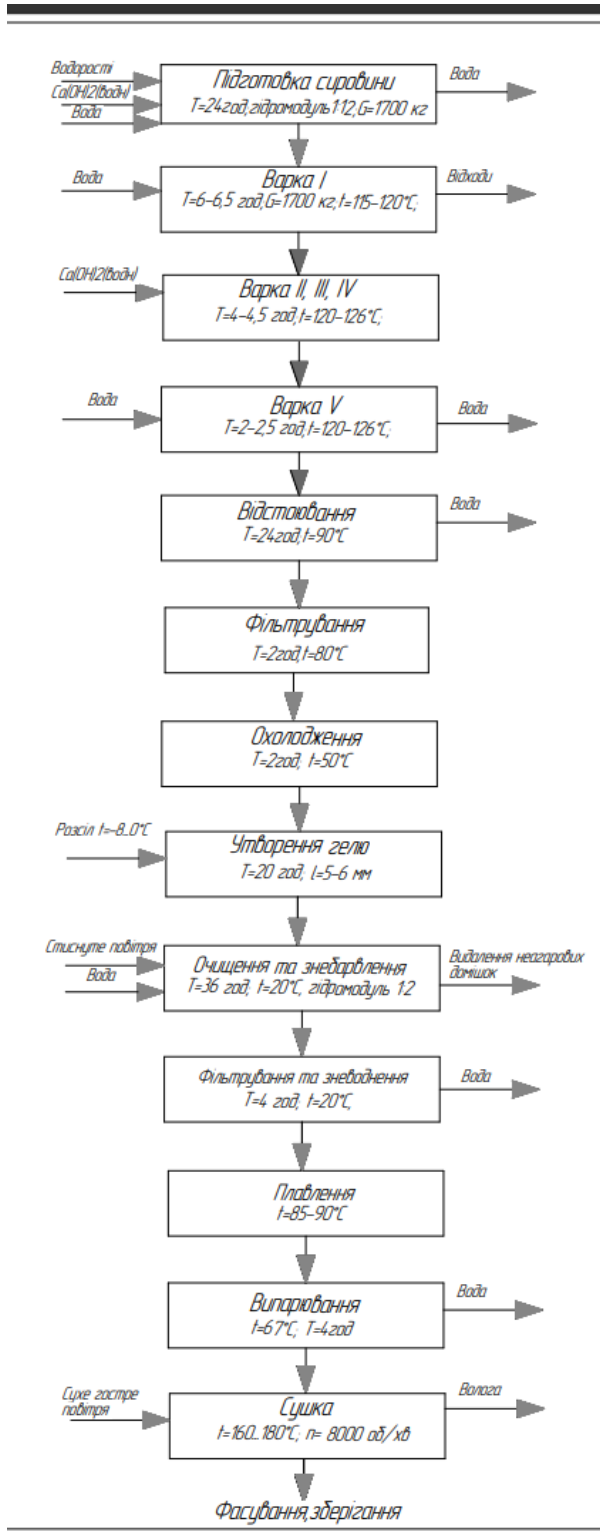


Рис.2.1. Принципова технологічна схема.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Виробництво, агар-агару складається з таких основних операцій:

1. Підготовка сировини;
2. Варка(5 стадій);
3. Відстоювання;
4. Охолодження;
5. Утворення желе;
6. Очищення;
7. Випарювання;
8. Сушка.

*Підготовка сировини.* Стадія включає в себе аналіз сировини, що буде входити на лінію виробництва. Та кілька нескладних, але довготривалих підготовчих операцій. Спочатку сировину піддають замочуванню у воді з додаванням водного розчину  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  або вапняне молоко концентрацією 1-2%. Процес триває 24 години та з наступним промиванням. На цій стадії сировину піддають промиванню великим потоком води, який здійснюється безперервно при інтенсивному перемішуванні упродовж 40-50 хв. На виході водорості з машини вода віджимається гумовими валиками.

*Варка.* Це основний процес виробництва агар-агару, що проходить у 5 етапів при дії тиску. Процес проводиться в батареї з трьох дифузоров по методу протитоку з додаванням вапняного молока. На першому етапі варки виділяються відходи, що йдуть на добрива та комбіновані корма. На другому-четвертому етапі варки до сировини додають вапнякове молоко у дифузори. А на 5 до сировини та наварів з попередніх варок у дифузор додають воду температурою в 50-70 °С. Тривалість процесу 24 години.

*Відстоювання.* Процес, що використовують для найбільш забрудненої частини навару та проводиться у спеціальних відстійниках. Ведеться при температурі в 90°C і триває упродовж 24 годин. З цього процесу виділяється вода.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

*Фільтрування та охолодження.* Навар із відстійника, після відстоювання, потрапляє на фільтр-преси, де через пухкий шар фільтрується до прозорого темно-бурого кольору. Фільтрування проводять з метою збільшення концентрації кінцевого продукту. Потім навар подається в реактор для охолодження до температури 50 °С, що забезпечений водяною сорочкою та мішалкою.

*Утворення гелю.* Охолоджений навар з реактора подається в желеутворюючий апарат безперервної дії для утворення желеподібної маси. З апарату желеподібна маса виходить у вигляді пластин товщиною 5-6 мм. Тривалість становить 24 години.

*Очищення і знебарвлення.* Очищення і знебарвлення желеподібної маси проводять в проточній воді. Співвідношення маси желе і маси води має становити 1:2 або 1:3. Час процесу – 35-36 годин. Інтенсивне перемішування пластин гелю у воді досягається барботуванням стисненим повітрям.

*Фільтрування та зневоднення.* Процес спрямований на збільшення вмісту сухої речовини в осаді. Пластини знебарвленої агарової маси з водою надходять в спеціальну ємність, звідки стисненим повітрям перекачуються в баки-відстійники для відділення вологи через капронове сито.

*Плавлення.* Зневоднену агарову масу перекачують в реактори для плавлення. Плавлення відбувається в спеціальних реактор для отримання розчину для подальшого виробництва. Процес відбувається за температури 85-90°С.

*Випарювання.* Процес розчину відбувається в вакуумно-випарних установках з метою збільшення виходу речовини на 3-4%.

*Сушка.* Далі відбувається процес сушіння осаду для видалення вологи, що могла залишитись. Процес сушіння проводять при температурі 160-170 °С. Потім готовий порошкоподібний продукт пересипають у хлорвінілові мішки і крафт-тару для подальшого зберігання та транспортування.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

## 2.3 Матеріальний розрахунок

Виробництво агар-агару за допомогою обраної технології базується на великій кількості різноманітних процесів, що дозволяють отримати цільовий продукт та виділення домішок, що йдуть на добрива.

*Розрахунок проведено для продуктивності 1700 кг/зміну.*

Вхідні дані:

Продуктивність  $P = 1700$  кг вихідної сировини/добу.

Відносно молекулярна маса  $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 74$  г/моль.

Підготовка сировини: Для замочування водорості у воді з додаванням вапнякового молока, кількістю 2%, використовуємо таке співвідношення:

$$G_B : G_{\text{розч}} = 1:12$$

$$G_B = 1700 \text{ кг,}$$

$$G_B = 1700 \text{ кг, тоді маса води з вапняковим молоком складає } 20400. \text{ Так}$$

як вапняку всього 2%, знаходимо по співвідношенню:

$$20\,400 \text{ кг} - 100\%$$

$$x \text{ кг} - 2\%$$

$$x = \frac{20400 \times 2}{100} = 408 \text{ кг маса вапнякового молока, отже } 20400 - 408 =$$

19992 кг води.

$$G_{\text{води}} = 19992 \text{ кг,}$$

$$G_{\text{в.м.}} = 408 \text{ кг,}$$

$$G_{\text{сусп}} = G_B + G_{\text{розч}} = 1700 + 20400 = 22100 \text{ кг,}$$

$$W_{\text{втр}} = 1\%$$

$$G_{\text{сусп}} = 22100 \times 0,99 = 21879 \text{ кг,}$$

$$G_{\text{втрат}} = G_{\text{в.втрати}} + G_{\text{розч}} = 17 + 204 = 221 \text{ кг.}$$

$G$  – вхід і вихід продукції.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 2.1.

## Матеріальний баланс на стадії підготовки сировини

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Водорості	1700,00	Водорості	1683,00
Вода	19992,00	Вода	19792,08
Вапнякове МОЛОКО	408,00	Вапнякове МОЛОКО	403,92
		Водорості <sub>втр</sub>	17,00
		Вода <sub>втр</sub>	199,92
		Вапнякове МОЛОКО <sub>втр</sub>	4,08
<b>Всього</b>	<b>22100,00</b>		<b>22100,00</b>

## Матеріальний баланс стадії варки.

Для варки використовуємо таке співвідношення на суху речовину  
 $1:6.G_{\text{водор}} : G_{\text{розч}} = 1:6$

Тобто на варку 1700 кг використовуємо 10200 кг розчину. Після попередньої стадії, враховуючи втрати маса сировини становить 1683 кг, для варки яких потрібно 10098 кг розчину (9896,04 кг – води; 201,96 кг – вапнякового молока).

$$V_{\text{сусп}} = \frac{m_{\text{розч}}}{\rho_{\text{розч}}} = \frac{10098}{1,10} = 9180 \text{ м}^3$$

$G_{\text{сусп 2}} = G_{\text{розч}} + G_{\text{сусп}} = 10098 + 21879 = 31977$  кг. Під час варки 1683 кг у розчин переходить 3,1% речовин, що становить 52,173 кг. Отже, маса сировини зменшується на 52,173 кг.

$$W_{\text{втр}} = 8\%$$

$$G_{\text{сусп 3}} = 31977 \times 0,92 = 29418,84 \text{ кг.}$$

$$G_{\text{втрат}} = G_{\text{вод.втр}} + G_{\text{розч}} = 100,98 + 791,68 + 16,16 = 908,82 \text{ кг.}$$

## Матеріальний баланс на стадії варки

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Водорості	1683,00	Водорості	1529,85
Вода	9896,04	Вода	9104,36
Вапнякове молоко	201,96	Вапнякове молоко	185,80
		Екстраговані речовини	52,17
		Водорості <sub>втр</sub>	100,98
		Вода <sub>втр</sub>	791,68
		Вапнякове МОЛОКО <sub>втр</sub>	16,16
<b>Всього</b>	<b>11781,00</b>		<b>11781,00</b>

*Матеріальний баланс стадії відстоювання.*

Кількість баластних речовин навару на стадії відстоювання складає 2%,  
а кількість після процесу 0,2%.

Кількість домішок становить:

1529,85 кг – 100%

x кг – 1,8%

$$x = \frac{1529,85 \times 1,8}{100} 27,537 \text{ кг}$$

Таблиця 2.3.

## Матеріальний баланс на стадії відстоювання

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Навар	1529,85	Навар	1502,31
		Домішки	27,54
<b>Всього</b>	<b>1529,85</b>	<b>Всього</b>	<b>1529,85</b>

## Матеріальний баланс стадії охолодження.

Приймається, що повітря, здійснюючи охолодження не змінює свого вологовмісту, але втрати припустимі при прилипанні навару до стінок реактору. Витрати становлять 0,2%. З урахуванням цього складемо матеріальний баланс стадії охолодження.

$$1502,31 \text{ кг} - 100\%$$

$$x \text{ кг} - 0,2\%$$

$$x = \frac{1502,31 \times 0,2}{100} = 3,005 \text{ кг}$$

Таблиця 2.4.

## Матеріальний баланс на стадії охолодження

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Навар	1502,31	Навар	1499,31
		Домішки	3,005
<b>Всього</b>	<b>1502,31</b>	<b>Всього</b>	<b>1502,31</b>

*Матеріальний баланс стадії утворення гелю.*

До апарата утворення гелю у співвідношенні 1:2 надходить навар масою 1499,31 кг та 2998,62кг розсолу. Кількість втрат на стадії становить 1,15%.

$$G_{\text{н}} = 1499,31 \text{ кг},$$

$$G_{\text{розсолу}} = 29998,62 \text{ кг},$$

$$G_{\text{суп}} = G_{\text{н}} + G_{\text{розч}} = 1499,31 + 29998,62 = 31497,93 \text{ кг},$$

$$W_{\text{втр}} = 1,15\%$$

*Таблиця 2.5.*

**Матеріальний баланс на стадії утворення гелю**

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Навар	1499,31	Навар	1482,07
Розсіл	29998,62	Розсіл	29653,634
		Навар <sub>втр</sub>	17,24
		Розсол <sub>втр</sub>	344,98
<b>Всього</b>	<b>31497,93</b>	<b>Всього</b>	<b>31497,93</b>

*Матеріальний баланс стадії очищення.*

На стадію надходить вода у співвідношенні 1:3 до маси гелю. Тобто на 1482,07 кг гелю, води – 4446,21 кг. Припустимо, що відсоток неагарових домішок на стадії складає 2,5%.

$$G_{\text{н}} = 1482,07 \text{ кг},$$

$$G_{\text{води}} = 4446,21 \text{ кг},$$

$$G_{\text{суп}} = G_{\text{н}} + G_{\text{води}} = 1482,07 + 4446,21 = 5928,42 \text{ кг},$$

$$W_{\text{втр}} = 2,5\%$$

Таблиця 2.6.

## Матеріальний баланс на стадії очищення

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Гель	1482,07	Гель	1445,02
Вода	4446,21	Вода	4335,05
		Гель <sub>втр</sub>	37,05
		Вода <sub>втр</sub>	111,15
<b>Всього</b>	<b>5928,42</b>	<b>Всього</b>	<b>5928,42</b>

## Матеріальний баланс стадії випарювання.

На процесі випарювання, залишки рідини у випаровуються на 97%, 3% залишається. Отже маса випареної води становить 4335,05кг. Тому таблиця матеріального балансу буде виглядати так:

Таблиця 2.7.

## Матеріальний баланс на стадії випарювання

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Вода	4335,05	Вода	4205
		Вода <sub>втр</sub>	130,05
<b>Всього</b>	<b>4335,05</b>	<b>Всього</b>	<b>4335,05</b>

*Матеріальний баланс стадії сушіння.*

На останню стадію виробництва поступає випарений розчин масою 1445,02кг, вологовміст якого складає 10%, для того аби отримати агар у вигляді порошу його вологість має складати рівно 3,5% [11].

Вага вологи в початковій кількості желе становить

$$1445,02 \times 0,10 = 144,51 \text{ кг.}$$

Вага сухого порошку становить  $1445,02 - 144,51 = 1300,51$  кг.

Вага агару при вмісті вологи 0,035% складає

$$1300,51 / (1 - 0,035) = 1347,67 \text{ кг.}$$

Таким чином з 1445,02 кг гелю вийшло 1347,67 кг сухого агару.

*Таблиця 2.8.*

**Матеріальний баланс на стадії сушки**

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Гель	1445,02	Агар	1347,67
Вода	50,58	Агар <sub>втр</sub>	97,35
		Вода <sub>втр</sub>	50,58
<b>Всього</b>	<b>1495,6</b>	<b>Всього</b>	<b>1495,6</b>

Враховуючи наведені матеріальні баланси кожної стадії технологічного процесу виробництва агар-агару із зазначенням витрат на кожній стадії окремо, можна провести узагальнення, яке наведено у табл.2.9.

## Загальний матеріальний баланс стадій виробництва агар-агару

Стаття приходу		Стаття витрат	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Водорості	1683,00	Водорості	1529,85
Вода	9896,04	Вода	9104,36
Вапнякове молоко	201,96	Вапнякове молоко	185,80
		Екстраговані речовини	52,17
Навар	1499,31	Навар	1482,07
Розсіл	29998,62	Розсіл	29653,7
Гель	1482,07	Гель	1445,02
		Домішки	30,6
		Втрати	1277,431
Всього	44 761	Всього	44 761

## 2.4 Розрахунок теплового балансу

Для розрахунку теплового балансу була вибрана стадія сушіння.  
Вихідні дані до розрахунку:

1. Продуктивність сушарки по вологому матеріалу  $G_1 = 2000$  кг/год
2. Питома теплоємність абсолютно сухого матеріалу  $c_2 = 1272$  Дж/(кг×°С)
3. Вміст води в продукті: - початковий:  $w_1 = 43\%$  - кінцевий  $w_2 = 3,5\%$
4. Температура продукту, що надходить в сушильну камеру:  $\theta_1 = 40^\circ\text{C}$
5. Температура сухого продукту, що виходить із сушильної камери:  $\theta_2 = 60^\circ\text{C}$
6. Температура зовнішнього повітря:  $t_0 = 20^\circ\text{C}$

7. Температура повітря після калорифера:  $t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$

8. Температура відпрацьованого повітря:  $t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$

9. Відносна вологість свіжого повітря:  $f_0 = 60\text{ }^\circ\text{C}$

Масова витрата видаленої вологи (W) формула 2.1:

$$W = G_1 \times \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} = 2000 \times \frac{43 - 3,5}{100 - 3,5} = 818,65 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,227 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.1)$$

Продуктивність сушарки по сухому продукту ( $G_2$ ) за формулою 2.2:

$$G_2 = G_1 \times \frac{100 - w_1}{100 - w_2} = 2000 \times \frac{100 - 43}{100 - 3,5} = 1181,34 \frac{\text{кг}}{\text{гд}} = 0,32815 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (2.2)$$

Використовуючи h-x діаграму Рамзіна (рис.2.2) для вологого повітря, визначаємо початковий ( $x_0$ ) і кінцевий ( $x_1$ ) вологовміст повітря, а також ентальпії. На перетині ліній знаходимо точку O, що характеризує початковий стан зовнішнього повітря, а саме  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , проводимо перпендикуляр на вісь x, знаходимо значення  $x_0 = 0,01 \text{ кг пари/ кг сухого повітря}$ . Через точку O проходить лінія постійної ентальпії (ізоентальпія)  $I_0 = 13 \text{ кДж/кг}$ . З точки O, піднявшись по перпендикуляру до перетину з лінією  $t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ , знаходимо точку M, що являє собою стан повітря на виході з калорифера. Від точки M рухаємось вниз по ізоентальпії  $I_1 = 30 \text{ кДж/кг}$  по перетину ізотерми  $t_2 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$ , отримавши точку T. З точки T, опустивши перпендикуляр на вісь x, знаходимо значення  $x_1 = 0,024 \text{ кг/кг}$ .

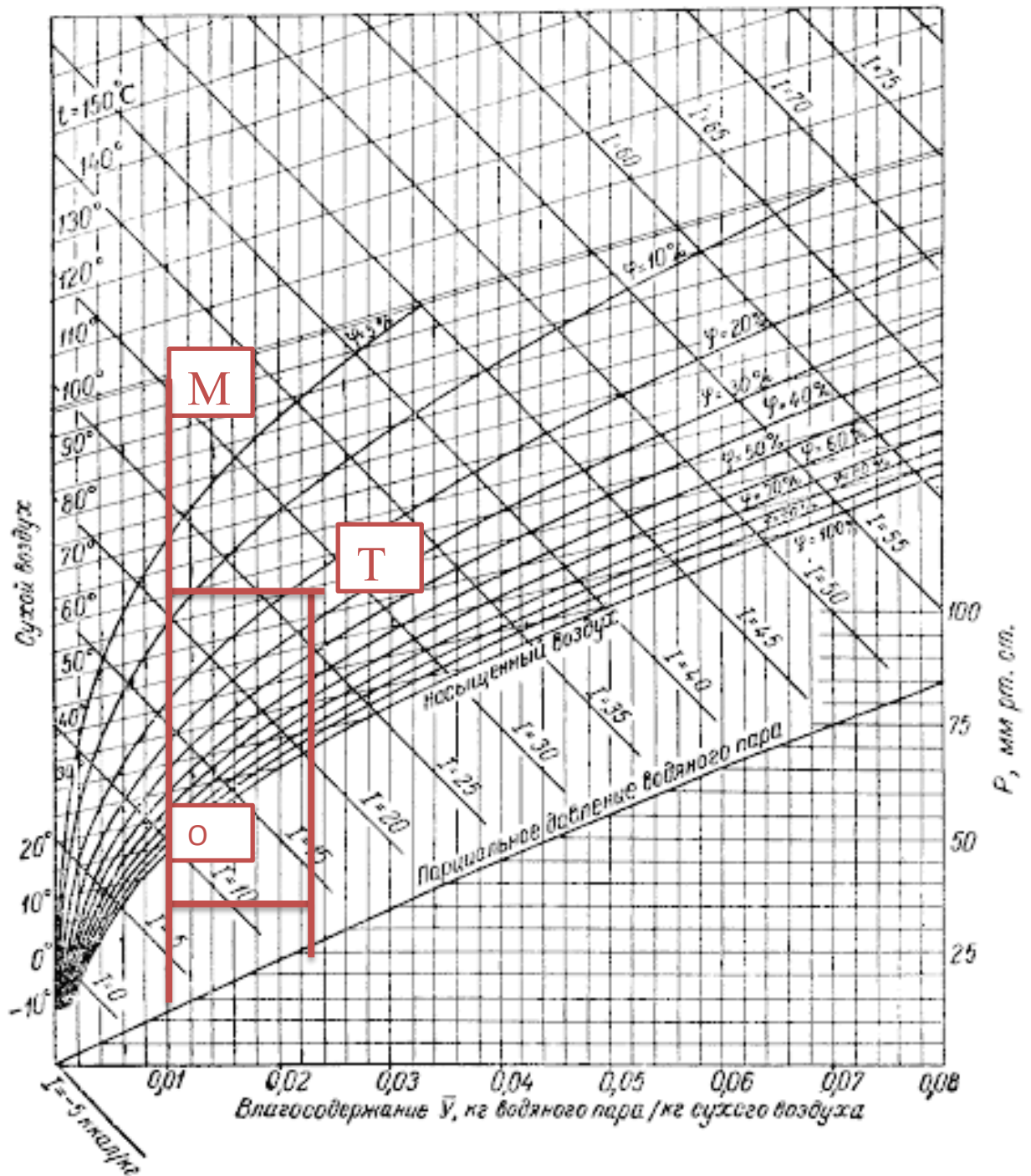


Рис.2.2. Діаграма Рамзіна

Визначаємо теоретичну питому витрату повітря  $\ell_0$  в сушарці за формулою 2.3:

$$\ell_0 = \frac{1}{x_1 - x_0} = \frac{1}{0,024 - 0,01} = 71,42 \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \quad (2.3)$$

Розраховуємо теоретичну абсолютну витрату повітря в сушарці за формулою 2.4:

$$L = \ell_0 \times W = 71,42 \times 0,227 = 16,21 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 58356 \frac{\text{кг}}{\text{год}} \quad (2.4)$$

Складаємо рівняння теплового балансу для сушильної камери:  
 $L \times I_1 + G_1 \times c_1 \times \theta_0 = L \times I_2 + G_2 \times c_2 \times \theta_2 + Q_{\text{п}}$ ,

де  $Q_{\text{п}}$  – теплові втрати, які з урахування ізоляції складає 5% від тепла, що надійшло з гарячим повітрям:

$$Q_{\text{п}} = 0,05 \times L \times I_1 = 0,05 \times 16,21 \times 30 = 24,315 \text{кВт.}$$

Значення теплоємностей по температурі:  $c_2 = 1,272 \text{кДж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$ ;  $c_1 = 1,123 \text{кДж}/(\text{кг} \times ^\circ\text{C})$ .

З рівняння теплового балансу визначаємо витрати тепла на сушіння та теплову поправку:

$$L \times I_1 + G_1 \times c_1 \times \theta_0 = L \times I_2 + G_2 \times c_2 \times \theta_2 + Q_{\text{п}}$$

$$L \times (I_2 + I_1) = G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_0 + Q_{\text{п}}$$

$$G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_0 + Q_{\text{п}} = \Sigma Q$$

$$\Delta = \frac{\Sigma Q}{W} \quad (2.5)$$

$$\Delta = \ell \times (I_2 - I_1) \quad (2.6)$$

$\Sigma Q$  – алгебраїчна сума абсолютних теплот в сушильній камері, Вт.

$\Delta$  – тепла поправка на реальний сушильний процес, кДж/кг.

$$\Sigma Q = G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_0 + Q_{\text{п}}$$

$$\Sigma Q = 49,30 \text{ Вт}$$

$$\Delta = \frac{\Sigma Q}{W} = \frac{49,30}{0,227} = 217,18 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \quad (2.7)$$

## 2.5 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

### 2.5.1 Підбір обладнання

Конвеєр стрічковий з гофробортами та перегородками застосовується для транспортування сировини до апарату для варки. Пристрій безперервної дії з замкнутою стрічкою. Стрічка приводиться в рух силою тертя між нею і приводним барабаном, спирається по всій довжині на стаціонарні опори. Застосовується для подачі продукту під кутом нахилу від 30 до 60 градусів,

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

довжиною від 2 м до 15 м. Ширина стрічки від 320 мм до 1000 мм, гофроборт- від 30 мм до 60 мм. Продуктивність від 1 т до 10 т на годину. Роботу обладнання забезпечує привід – мотор-редуктор (від 0,75 кВт до 3 кВт). Складається з 1 – натяжний барабан, 2 – стрічка, 3 – привідний барабан, 4 і 5 – повітряні камери. Завантаження проводиться пластинчастим або кареточним живильником рис. 2.3.

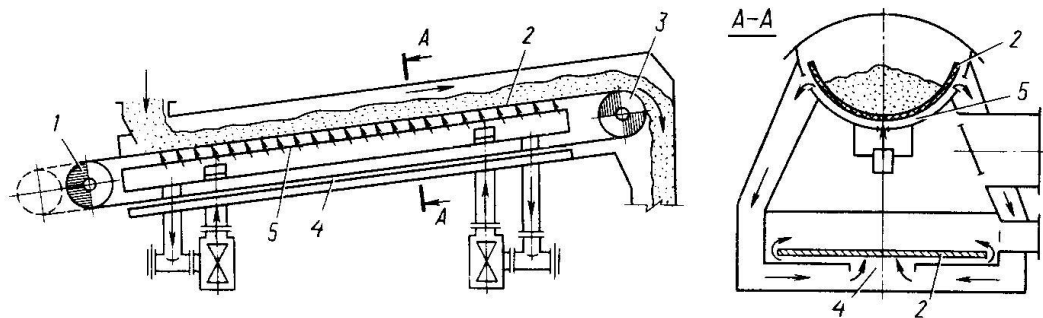


Рис.2.3 Стрічковий конвеєр з гофробортами та перегородками

Мийнострушувальна машина КМЦ – складається з рами 1, на якій змонтоване сито 4 з підвісками 8, ексцентрові механізми 9, штанги 6, електродвигуном 2, корито 11 для збору брудної води, шприцевий колектор 7. Завантажувальний бункер 5 та з регулювальною засувкою 3.

Сировина надходить у бункер, з нього на сито, кількість надходження регулюється засувкою. Сировина у процесі інтенсивного руху омивається чистою водою, а брудна збирається в кориті і відводиться. Рух кориту надає механізм, що рухається від електродвигуна. Продуктивність 2-2,5 т/год. Потужність 1,1 кВт, розміри 1740×936×1350. Маса 212 кг. (рис 2.4.)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

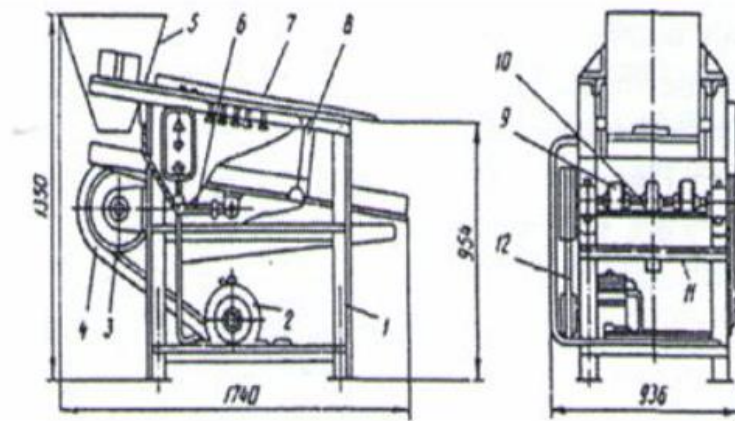


Рис. 2.4. Мийнострушувальна машина КМЦ

Дифузор К7-ФВ1-Г-5,5 складається з циліндричного корпусу 14, нижнього конічного 13 та верхнього еліптичного 1 днищ. До нижнього днища приварена циліндрична горловина 18, в яку вбудований перфорований стакан 16. Горловину закривають кришкою 17 з затвором 12. В центрі верхнього днища приварений люк загрузки. Діаметр люка та горловини – 0,4 м. До горловини приварені два патрубки 15 для зливу навару, а на верхню та нижню кришку – патрубки 6 і 10 для подачі гострої пари, гарячої води 7 и для зняття тиску 2. Апарат має датчик тиску 3, пульт керування 8. Верхній та нижній люк мають блокувальні прилади 4 і 11, що не подають пару при поганій герметизації. Витрати пари на варку від 125 до 300 кг/г. Маса апарата 1966 кг. Потужність одного апарата 700 кг на зміну. Робочий тиск 0,294 МПа, Габаритні розміри 1800 на 4800, внутрішній діаметр люка – 400 мм. (рис.2.5)[12].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

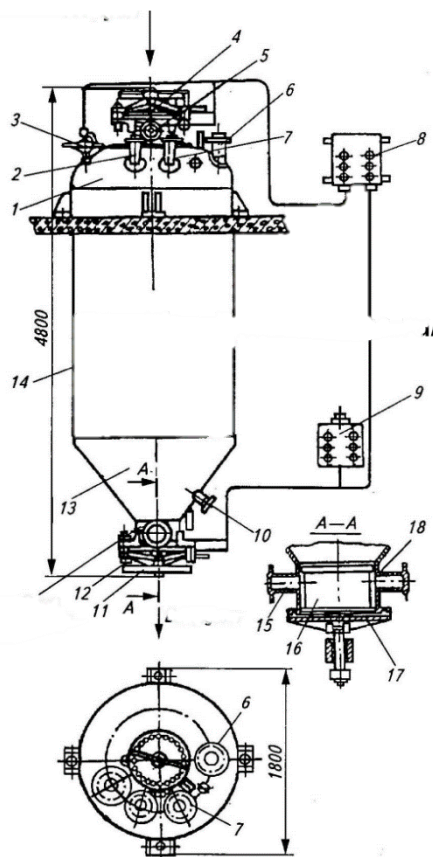


Рис.2.5. Дифузор К7-ФВ1-Г-5,5

Фільтр-прес ФКМ – апарат для поділу рідких суспензій і пульп на фільтрат і тверду фазу(осад). Фільтр преси використовуються для поділу твердих і рідких фаз для різного виду виробництвах(кольорова і чорна металургія, цукрова промисловість, енергетика, хімічна промисловість, цементна, вугільна промисловість, глиноземне виробництво). Результатом фільтрації є фільтрат з мінімальною кількістю зважених речовин і зневоднений осад вологістю 70-85%. Фільтрування здійснюється через фільтрувальну тканину, закріплену на пластмасових рамках, ущільнення яких досягається гідроциліндром з ручним приводом. Тиск фільтрації до 0,4 мПа від мережі стисненого повітря. Подача суспензії в фільтр-прес, для більшості типорозмірів фільтрувальних плит, здійснюється через центральний отвір. Можливе застосування пакету плит зі зміщеним отвором подачі вгору або вниз, кутовим, або з винесеним вгору за зовнішній контур плити. За способом відведення фільтрату можливе виготовлення фільтр пресів з відкритим і закритим відведенням[13].

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Фільтр-прес ФКМ складається: 1,2 – опорна плита; 3 – верхня балка; 4 – стяжка, 5 – фільтрувальна плита; 6 – підвіска; 7 – натискна плита; 8 – кронштейн; 9 – механізм зажиму; 10 – мийка; 11 – піддон; 12 – механізм переміщення; 13 – завіса; 14 – захисні шторки. Комплекту фільтрувальних плит з поліпропілену, кріпиться до верхньої балки, нерухомої упорної плити, рухомої плити, механізму затиску, механізму переміщення плит, блоку колекторів (рис.2.6.).

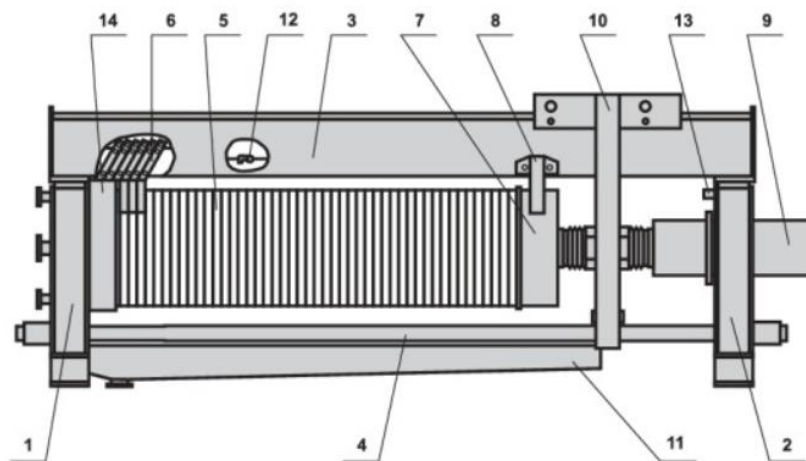


Рис.2.6. Фільтр-прес ФКМ.

Реактор з змішувальним пристроєм являє собою циліндричну обичайку 1 з еліптичним дном, водяною сорочкою 2, опору 3, змішувальний пристрій 4, кришка 5, редуктор 6, електродвигун 7, туди передавлювання 8 в процесі виробництва застосовують для охолодження фільтрату, рамна мішалка забезпечує рівномірність охолодження продукту. Вигляд реактору з рамним змішувальним пристроєм зображено на рис.2.6.

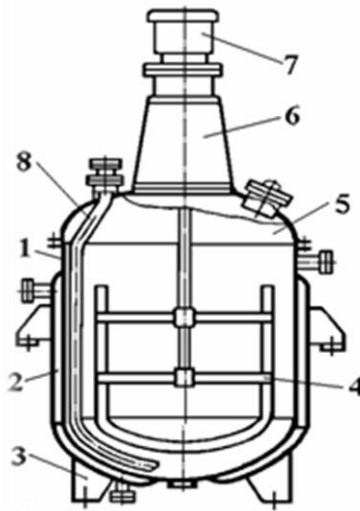


Рис.2.7. Реактор з рамним змішувальним пристроєм.

Реактор як і сама мішалка виготовлені з нержавіючої сталі з параметрами 63 м<sup>3</sup> та розмірами 3200×8300. Мішалка є тихохідним пристроєм, що працює з кількістю 20-60 об/хв для в'язки речовин до 20 Па×с, при нарузі для редуктору в 2,2 кВт[14].

Механізований желеутворюючий апарат (рис.2.8.) складається з корпусу 1 з охолоджуючою сорочкою, в якій знаходяться камери 2 для утворення желе. Під кожною камерою змонтований ротор 3 з отвором для транспортування пластин желе. Камери розташовані під кутом 30-45°С, що забезпечує вільне падіння пластин. Апарат для подачі розчину також має розподільну коробку 5, яка з'єднана з камерою 2 у верхній частині; циркуляційний насос 6, ємність 7, напорний 8 і контрольний 9 трубопроводи. Контрольний трубопровід 9 з'єднує розподільну коробку 5 з ємністю 7 і служить для зливу зайвого розчину. Швидкість обертання ротора 3 регулюється в залежності від довжини камери для желювання та часу желювання. Апарат працює наступним чином: Вмикається розподільча коробка 5 і камера 2 повністю заливається рідким розчином. В цей час нижня частина камери герметично закрита ротором 3. Через 40 хв ротор відводиться в робоче положення и вмикається привод. Після цього апарат буде працювати в неперервному режимі. Шматок желе рухається по поверхні ротора і далі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

відрізається ножом 4. Розчин агару подається через неперервну коробку 5, в якій підтримується стала температура в 60°C[15].

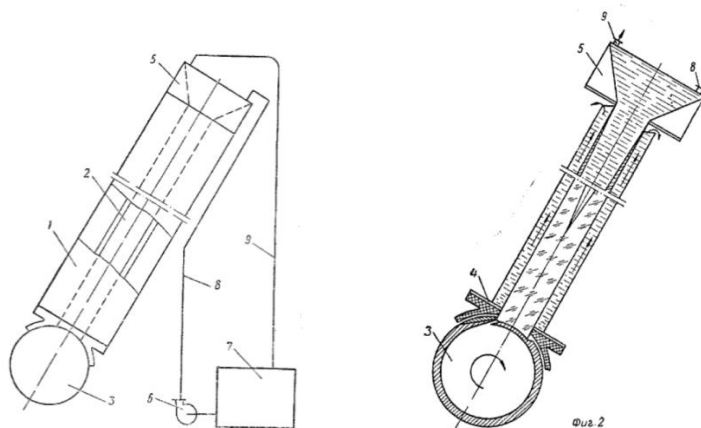


Рис.2.8. Апарат для формування желе.

Дискові вакуумні фільтри ДОО призначені для розділення суспензій містять до 70% вагових твердого з щільністю твердої фази до 5000 кг / м<sup>3</sup>. Унікальність конструкції дискових вакуум фільтрів ДОО полягає у великій фільтрувальної поверхні, при порівняно невеликих займаних площах. Це забезпечує фільтрам ДОО високу продуктивність, що в свою чергу, визначає фільтри ДОО найефективнішим фільтрувальним обладнання серед вакуум-фільтрів. Температура суспензій може досягати до 90 °С. Складається з: валу 1; диску 2; ванна 3; ніж 4; розподільної головки 5; сектор 6; рамної мішалки 7; спусковий кран 8. Вигляд дискового вакуум-фільтру зображено на рис 2.9.

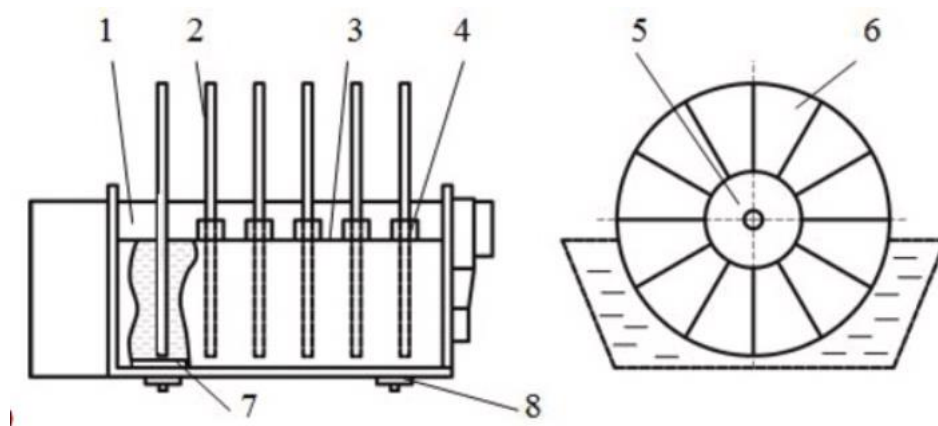


Рис.2.9. Дисковий вакуум-фільтр ДОО.

Випарний апарат ВЦ – 1500 (рис. 2.10.) складається з тих же вузлів, що і апарат ВАГ. У верхній частині апарату встановлений фланець 7, а в середній – опора 72. Трубні решітки 6 і 9 парової камери плоскі, двохилі з нахилом

1:20 до зовнішніх стінок корпусу апарату 5. Нахил нижньої трубної решітки забезпечує повне відведення конденсату з гріючої камери 8, верхньої решітки-швидкий стік циркулюючої рідини в циркуляційні труби 7. За рівнем рідини спостерігають через оглядове скло 4. Апарат забезпечений сепаратором 2, пар з якого видаляється через вентиль 3. Циркуляційні труби 7 встановлені поза корпусом апарату, що дозволяє в апараті того ж діаметру розмістити велику поверхню нагріву. Апарати з площею поверхні нагріву 1500 і 1800 м<sup>2</sup> мають по дві циркуляційні труби, 2120 і 2360 м<sup>2</sup> – по чотири.

Рідина надходить в нижню частину апарату до днища 7. Згущена речовина відводиться з апарату через штуцера 10, розташовані в нижній частині циркуляційних труб. Підведення пари в гріючу камеру 8 здійснюється через кілька патрубків, розташованих по висоті камери з двох сторін. Аміачні гази видаляються через Відтяжки, розташовані над верхньою трубною решіткою в найвищій точці. Для збільшення площі поверхні нагріву в апараті трубна решітка максимально заповнена трубками. Залишено тільки один центральний канал для введення і розподілу пари. Крок трубної решітки прийнятий рівним 43.. 45 мм.

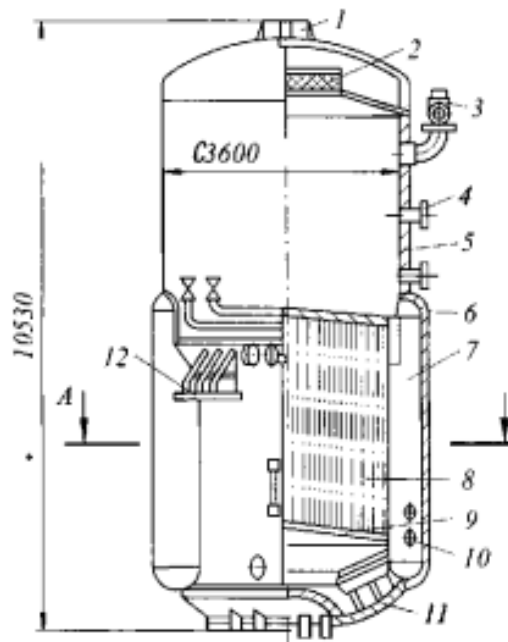


Рис.2.10. Вакуум-випарний апарат ВЦ-1500

Розпилювальна сушарка (рис.2.11.) являє собою вертикальний циліндричний корпус з розпилюючим пристроєм(диском) та патрубками. На внутрішній поверхні корпусу закріплено еластичні оболонки. Еластичні оболонки доцільно виконувати з еластичної гуми на основі кремнієорганічного каучуку, оскільки ці гуми характеризуються стійкістю. Дискава розпилювальна сушарка містить вертикальний циліндр 1, конічне днище 3, кришку 2 з розміщеним на дні розпилювальним диском 4, та патрубками 5 і 6. На внутрішній поверхні корпусу закріплено еластичні оболонки 7-9, простір 10 між якими і корпусом 1 за допомогою патрубків 11-13 сполучено вакуумпневмомагістраллю. Розчин надходить сушарку та з частотою обертання 800об/с розпилюється диском та висушується гарячим повітрям[16].

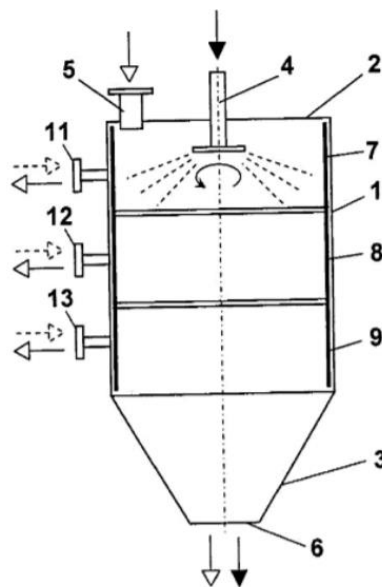


Рис.2.11. Розпилювальна сушарка.

Лопатеві насоси – насоси, у яких рідина переміщується завдяки енергії, що передається їй під час обтікання лопатей робочого колеса. Відмінність лопатевого насоса від відцентрового та осьового це напрм обтікання лопатей робочого колеса. Робота насосів заснована на принципі – силовій взаємодії лопатей робочого колеса з потоком перекачуваної рідини, що їх обтікає.

Лопатеві насоси основний тип насосів з точки зору їх унікальності та продуктивності.

Насос складається з корпусу 1; з трубою 2; патрубком 3 виконаний з гнучких шнурів, що встановлені в корпусі 1, робоче колесо 4, що закріплене на валу 5 гайкою 6 та шайбою 7. Нижні кінці, що утворюють патрубок 3, закріплені між двома фланцями 8, які нерухомо за допомогою шпильок 9 з гайками 10 закріплені до фланця труби 2. Верхні кінці гнучких шнурів закріплені в кільці 1, яке вільно переміщується по осі насоса під дією потоку 12 до торця корпусу 1 (рис.2.12).

Принцип роботи: рідина надходить до центральної частини роочого колеса. Крильчатка встановлена на валу в корпусі і приводиться в обертання електричним або іншим двигуном. Енергія передається крильчаткою рідині, збирається в кільцевому колекторі і віддається через вихідний патрубок[17].

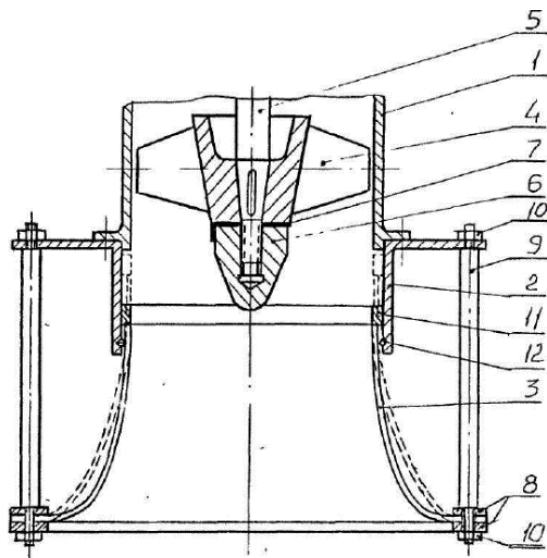


Рис.2.12. Лопатевий насос

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## Основні апарати, що використовуються в технології

№	Назва апарату	Марка	Продуктивність	Кількість
1	Конвеєр стрічковий	-	1-10т/год	1
2	Мийнострушувальна машина	КМЦ	2-2,5 т/год	1
3	Апарат для варки	К7-ФВ1-Г-5,5	700 кг/зміну	3
4	Фільтр-прес	ФКМ	1000кг/год	1
5	Реактор з рамною мішалкою	-	20-60 об/хв	2
6	Апарат для гелю	-	До 20т/добу	1
7	Вакуум-фільтр	ДОО	До 5000 кг/м <sup>3</sup>	1
8	Вакуум-випарна установка	ВЦ-1500	1500 м <sup>2</sup>	1
9	Розпилювальна сушарка	СРЦ-1600	1000-1600кг/год	1

## 2.5.2 Розрахунок реактору з рамною мішалкою

Обраний реактор з рамною мішалкою використовується для перемішування з високою в'язкістю до 20 Па·с, тому його можна використати при виготовленні агару. Обертання змішувача здійснюється приводом, який закріплений до кришки апарата.

Продуктивність за одне завантаження в реактор становить:

$$V_{\text{завант}} = 1,5 \text{ м}^3$$

Об'єм розчину що надходить в реактор становить:

$$V_{\text{надх}} = 1,5 \text{ м}^3$$

Ведемо розрахунок на реактор з номінальним об'ємом 1,5 м<sup>3</sup> та ступенем заповнення ( $\varphi$ ) = 0,7. Тоді, повний об'єм реактору розраховуємо за формулою 2.8:

$$V_{\text{пов}} = V_{\text{н}} \times \varphi = \frac{1,5}{0,7} = 2,14 \text{ м}^3 \quad (2.8)$$

Приймаємо повний об'єм як 2,2 м<sup>3</sup>.

Необхідна кількість реакторів розраховується за формулою 2.9:

$$n = \frac{V_{\text{завант}}}{V_{\text{пов}}} = \frac{1,5}{2,2} = 0,68 \text{ шт.} \quad (2.9)$$

Отже, приймаємо 1 реактор для одного процесу ємністю 1,5 м<sup>3</sup>, де внутрішній діаметр D= 1400 мм, висота корпусу H= 1500 мм, площа поверхні теплообміну рубашки F<sub>p</sub> = 6,5 м<sup>2</sup>, діаметр вала мішалки d<sub>v</sub> = 50 мм.

Еліптичні днища для апарату мають такі параметри: внутрішній діаметр D= 1400 мм, висота відбортовки h<sub>1</sub> = 40 мм, висота еліптичної частини H<sub>ел</sub> = 350 мм, внутрішня поверхня днища F = 2,39 м<sup>2</sup>, ємність днища V<sub>дн</sub> = 2,31 дм<sup>3</sup>.

Об'єм рідини в циліндричній частині реактора V<sub>рц</sub> розраховуємо за формулою 2.10:

$$V_{\text{рц}} = V_{\text{пов}} - V_{\text{дн}} = 2,2 - 0,23 = 1,97 \text{ м}^3 \quad (2.10)$$

Тоді, висота рідини у циліндричній частині реактору розраховують за формулою 2.11:

$$H_{\text{ц}} = V_{\text{рц}} / \pi \times R_{\text{вн}}^2 = 1,97 / 3,14 \times 1,1^2 = 0,51 \text{ м.} \quad (2.11)$$

Загальну висоту рідини визначаємо за формулою 2.12:

$$H_{\text{р}} = H_{\text{ц}} + h_1 + H_{\text{ел}} = 0,51 + 0,040 + 0,35 = 0,9 \text{ м} \quad (2.12)$$

Далі ведемо розрахунок рамної мішалки. Стандартні співвідношення для рамної мішалки:

$$D / d = 1,05 - 1,3$$

$$h = H \times 0,6$$

$$b = 0,07 \times d$$

$$R = 0,82 \times d$$

Діаметр мішалки: D/d = 1400/1,1 = 1272,70 мм.

Приймаємо стандартний розмір діаметру мішалки d = 1320 мм, тоді висота мішалки: h = 0,6 × 1500 = 900 мм

Приймаємо за розмір висоти мішалки H = 900 мм.

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

Ширина лопаті мішалки складає:  $b = 0,07 \times 900 = 63$  мм.

Радіус дна мішалки  $R = 0,82 \times 900 = 738$  мм.

Швидкість рамних мішалок становить  $w = 1-3$  м/с. Приймаємо  $w = 2$  м/с. Тоді частота обертання валу мішалки буде розраховуватись за формулою 2.13:

$$n = \frac{w}{\pi \times d} = \frac{2}{3,14 \times 1,3} = 0,5 \text{ с}^{-1} \quad (2.13)$$

Значення критерію Рейнольдса обчислюємо за формулою 2.14:

$$Re = \frac{n \times d^2 \times \rho}{\mu} = \frac{0,5 \times 1,3^2 \times 1700}{0,016} = 69\,062,5 \quad (2.14)$$

$\rho = 1700$  кг/м<sup>3</sup>;  $\mu = 0,016$  Н×с/м<sup>2</sup>

Для рамної мішалки з двома горизонтальними лопатями критерій потужності розраховують за формулою 2.15:

$$K_N = 12 \times Re_B^{0,77} \times \left(\frac{h}{d}\right) = 12 \times 69\,062,5^{0,77} \times \left(\frac{900}{1320}\right) = 565056,81 \text{ Вт} \quad (2.15)$$

Потужність, що витрачається на перемішування шукаємо за формулою 2.16:

$$N = K_N \times \mu \times n^2 \times d^3 = 565056,81 \times 0,016 \times 0,5^2 \times 1,3^3 = 4965,71 \text{ Вт} \quad (2.16)$$

Потужність, що втрачається на тертя в сальнику, визначається за формулою 2.17:

$$N_c = 9,84 \times (p + 0,98 \times 10^5) \times f_m \times l_c \times n \times d_B^2 \quad (2.17)$$

де,  $p = 108241$  Па;  $f$  – коефіцієнт тертя який дорівнює 0,2;  $l = 4 \times d_B = 4 \times 0,050 = 0,2$  м – довжина набивника сальника.

$$N_c = 9,84 \times (108241 + 98000) \times 0,2 \times 0,2 \times 0,7 \times 0,050^2 = 81,3 \text{ Вт.}$$

Потужність електродвигуна приводу розраховують за формулою 2.18:

$$N_{ед} = \frac{k_1 \times k_2 \times N + N_c}{\eta} \quad (2.18)$$

де,  $\eta$  – ККД приводу і становить 0,9;  $k_1 = N_p / D = 0,9 / 1,4 = 0,64$  – коефіцієнт, що враховує заповнення ємності перемішувальною рідиною;  $k_2 = 1$ . Тоді,  $N_{ед} = \frac{0,9 \times 1 \times 4965,71 + 81,3}{0,9} = 5047,04 \text{ Вт} = 5,05 \text{ кВт}$

Отже, потужність електродвигуна повинна бути не більше 5,5 кВт.

Загальна висота реактора з приводом, якого становить 1500 мм, складає:

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

$$H_{\text{заг}} = 1400 + 1500 = 2900 \text{ мм}$$

Як нержавіючу сталь було вибрано 08X18H10T, оскільки вона підходить для високих температур, напруження сталі при температурі 20°C [ $\sigma$ ] = 168 мПа. Швидкість корозії сталі у середовищі (П)–0,01 мм/рік.

Товщина циліндричної обичайки розраховується за формулою 2.19:

$$S = S_R + c_1 + c_2 + c_3 \quad (2.19)$$

Прибавка на компенсацію корозії  $c_1$  обчислюється за формулою 2.20:

$$c_1 = \Pi \times t = 0,01 \times 50 = 0,5 \text{ мм} \quad (2.20)$$

Технологічну прибавку приймемо  $c_3 = 0$ .  $S_{R1}$  визначається за формулою 2.21:

$$S_{R1} = k_2 \times D \times 10^{-2} \quad (2.21)$$

Коефіцієнт  $k_2 = f(k_1; k_3)$  визначається з номограми, а  $k_1$  та  $k_3$  за формулами:

$$k_3 = \frac{L}{D} = \frac{1866,6}{1400} = 1,33$$

де,  $L = H + l_1 = 1400 + 466,6 = 1866,6 \text{ мм}$

$$l_1 = H/3 = 1400/3 = 466,6 \text{ мм}$$

$$k_1 = \frac{n_y \times P}{2,4 \times 10^{-6} \times E} = \frac{2,4 \times 0,170}{2,4 \times 10^{-6} \times 1,97 \times 10^5} = 0,33$$

де  $E = 1,97 \times 10^5 \text{ мПа}$  – модуль пружності при розрахунковій температурі;  $n_y = 2,4$  – коефіцієнт запасу міцності для робочих умов.  $k_2 = 0,25$ .

$S_{R1}$  розраховуємо за формулою 2.22:

$$S_{R1} = 0,25 \times 1,4 \times 10^{-2} = 3,5 \text{ мм}$$

$$S_{R2} = \frac{1,1 \times P \times D}{2 \times [\sigma]} = \frac{1,1 \times 0,170 \times 1,4}{2 \times 168} = 0,7 \text{ м} \quad (2.22)$$

Вибираємо більше значення  $S_{R1} = 3,5 \text{ мм}$ .

Знайдемо виконавчу товщину стінки:

$$S = S_R + c_1 + c_2 + c_3 = 8 + 0,5 + c^2 = 3,5 + c_2, \text{ мм}$$

Найближча товщина листової сталі 10 мм, для якої  $c_2 = 0,6 \text{ мм}$ . Згідно отриманих результатів, товщину стінки циліндричної обичайки та днища рубашки приймемо  $S = 100 \text{ мм}$ . Діаметр апарату з опорами, при внутрішньому діаметрі апарату  $D = 1500 \text{ мм}$ , становить  $D_{\text{опор}} = 2000 \text{ мм}$ .

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

Діаметр рубашки зазвичай приймають на 100-200 мм більше за діаметр реактора. Тому, приймемо  $D_{\text{рубашки}} = 1700$  мм.

Маса циліндричної обичайки, буде складати:

$$m_{\text{ц}} = \rho \times V = \rho \times \pi \times D \times S \times H = 1240 \times 3,14 \times 1,4 \times 0,01 \times 1,5 = 81,76 \text{ кг.}$$

Вигляд реактору з рамною мішалкою зображено на рисунку 2.13.

Будова: обичайка 1; сорочка 2; опора 3; змішувач 4; кришка 5; редуктор 6; електродвигун 7.

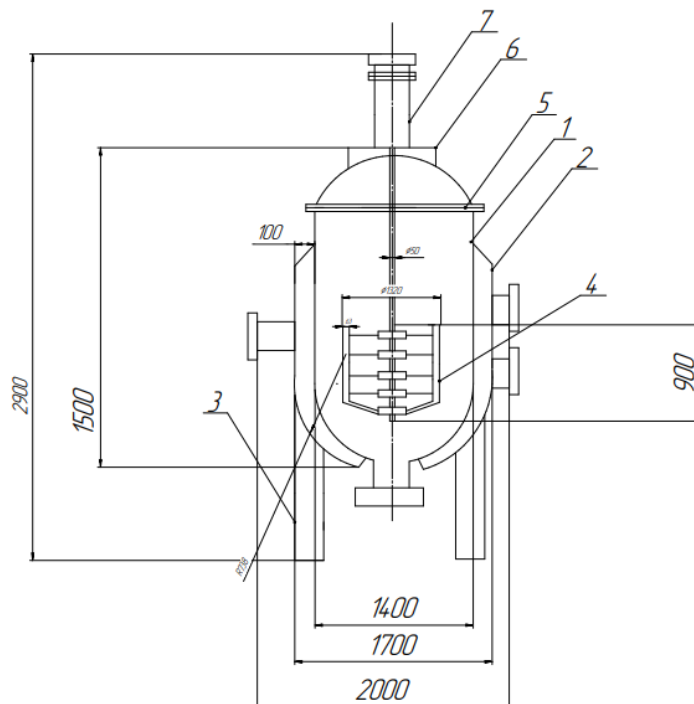


Рис.2.13. Реактор з рамним змішувальним пристроєм

## 2.6 Опис апаратурно-технологічної схеми

Виготовлення добавки починається з підготовки сировини, за допомогою стрічково конвеєру 1, 1700 кг водорості роду анфельція потрапляють на мийку в машину 2, де відбувається відділення від піску та морського каміння. Далі вже промита сировина за допомогою конвеєру 3 надходить на позиції 4 на першу варку, потім за допомогою насосу 5 навар перекачується до відстійника 12, а залишки водорості з апарату 4 утилізуються.

На другу, третю та четверту варку в апарат 7 додають вапнякове молоко, потім навар та остання порція сировини подаються до апарату 10 де відбувається п'ята варка з додаванням води. Весь процес триває 14 години при температурі 115-126 °С. Після процесу варки навар рослинної сировини надходить у відстійник 12 за допомогою насосу 11, де зберігається 24 години при температурі 90 °С.

В бункер 14, направляються залишки сировини та домішки з навару. З відстійника 12 навар подається на фільтр-прес 15, де проходить фільтрування, Прозорий фільтрат бурого кольору подається в реактор 16 для охолодження до 50 °С. Реактор являє собою циліндр з сорочкою та рамною мішалкою. Охолоджений навар подається в гелеутворюючий апарат 18, де процес триває близько двох годин. На виході з апарату отримуємо пластини агарового гелю товщиною 5-6 мм. Готові пластини проходять етап очистки та знебарвлення в баках для промивання 22, за допомогою апаратів 20 та 21 при подачі води стиснутим повітрям. Безбарвні пластини агарового гелю направляються в бак-відстійник 25, проходячи перед цим вакуум фільтр 24 для відділення вологи через капронове сито. Далі зневоднений гель направляється в апарат для плавлення 27 за допомогою насосу 26. Отриманий агаровий розчин направляється у вакуум випарний апарат 29, для збільшення концентрації на 3-4 %. Концентрований агаровий розчин направляється в бак розпилювальної сушарки. В сушарці 30, розчин розпилюється диском 31 з частотою обертання 8000 об/с, до газоподібного стану та висушується гарячим повітрям, що подається калориферною установкою. Далі порошкоподібний агар падає в бункер 33, та пакується у мішки або крафт-тару. Вигляд технологічної лінії зображений на рис.2.14.

					<b>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

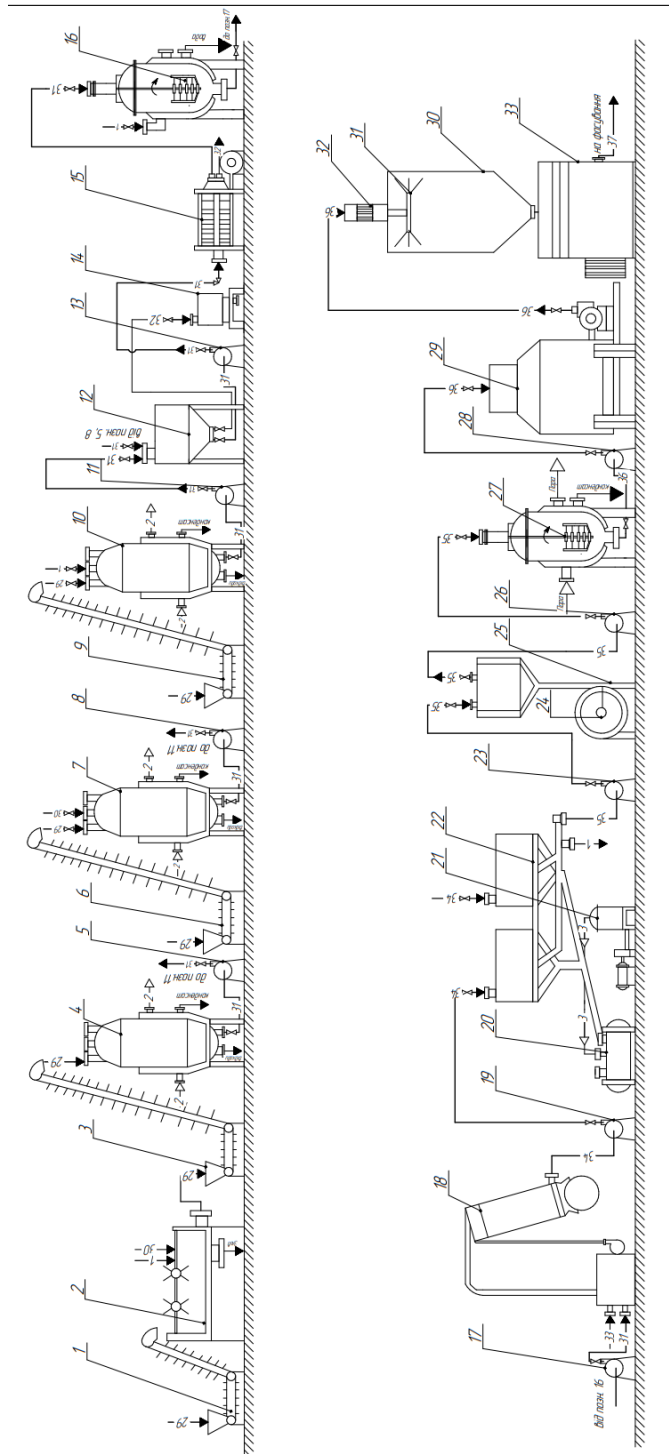


Рис.2.14. Апаратурно технологічна схема.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Агар-агар є рослинним аналогом желатину, тому його зазвичай використовують у своєму раціоні вегани та вегетаріанці. Також агар має низьку калорійність, що дозволяє його вводити у продукти харчування людей з цукровим діабетом. Отже, розрахунок собівартості процесу визначає доцільність використання обраної технології виробництва.

Таблиця 3.1.

#### Потреба в сировині та матеріалах на 1300 кг виробництва

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 1300 кг	Ціна одиниці сировини, грн	Сума, грн./1300 кг
Водорості	кг	1700,00	-	-
Вода	кг	19 992,00	5,5	109 956
Вапнякове молоко	кг	408,00	25,00	10 200
<b>Всього</b>	-	-	-	<b>120 156</b>

Водорості, як правило виловлюють з моря, оскільки поставка сировини є економічно не вигідним вирішенням питання, ніж вилов самотужки.

Отже, витрати на сировину та основні матеріали для виготовлення 1300 кг агар-агару становлять 120 156 грн.

Транспортно-заготівельні витрати на сировину приймають в розмірі 5%, що складають:

$$120\ 156 \times 0,05 = 6\ 007,8 / 1300\ \text{кг}$$

Всього витрати становлять:

$$120\ 156 + 6\ 007,8 = 126\ 163,8 \text{ грн} / 1300\ \text{кг}$$

Агар-агар випускають в пакетиках по 8 г, тобто на 1300 кг припадає 163 пакетика готової продукції.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.052.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Куць А.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Біла Г.М.				52	70
Реценз.					<b>ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ</b> НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Бойчук Т.М.					
Затверд.		Носенко Т.Т.					

Таблиця 3.2

**Потреба в допоміжних та таропакувальних матеріалах на 1300 кг  
виробництва агар-агару**

Сировина та матеріали	Одиниця виміру	Норми витрат на 1300 кг	Ціна одиниці сировини, грн.	Сума, грн.
Крафт-тара	шт.	163	0,55	89,65
Етикетка	шт.	163	0,30	48,9
Термозберігаюча стрічка	м	400	0,25	100
<b>Всього</b>	-	-	-	<b>238,55</b>

Отже, витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали на 1300 кг добавки Е406 складуть 238,55 грн. Транспортні витрати на допоміжні та таропакувальні матеріали приймаємо в розмірі 5%, що складе:

$$238,55 \times 0,05 = 11,93 \text{ грн/1300 кг.}$$

Тож загальні витрати:  $238,55 + 11,93 = 250,48$  грн/1300 кг.

Витрати енергоресурсів на одиницю продукції розраховують, виходячи з норм витрати на одиницю продукції і вартості 1кВт/год електроенергії, 1м<sup>3</sup> газу та води.

Таблиця 3.3

**Вартість витрат енергоресурсів на 1300 кг виробництва агар-агару**

Енергоресурс	Одиниця вимірювання	Норма витрат на 1300 кг продукції	Ціна за одиницю ресурсу, грн.	Вартість ресурсу, грн.
Газ	м <sup>3</sup>	30	10,0	300,0
Електроенергія	кВт	105	3,54	371,7
Водяна пара	м <sup>3</sup>	5	8,55	42,75
Вода холодна	м <sup>3</sup>	20	5,46	109,2
<b>Всього</b>	-	-	-	<b>823,65</b>

Отже, енерговитрати на 1300 кг агар-агару складають 823,65 грн.

Фактичний добовий обсяг виробництва розраховується за формулою(3.1):

$$P_{\text{факт}} = P_{\text{доб}} \times K_{\text{вик}}, \quad (3.1)$$

де,  $K_{\text{вик}}$  – коефіцієнт використання потужності і відповідає 0,8. Тоді фактичний обсяг виробництва складає:  $P_{\text{факт}} = 1300 \times 0,8 = 1040$ .

Звідси, річний обсяг виробництва знайдемо за формулою (3.2)

$$O = P_{\text{факт}} \times K_{\text{д.р.}}, \quad (3.2)$$

де,  $K_{\text{д.р.}}$  –кількість діб робочої лінії.

Отже, річний обсяг виробництва харчової добавки:

$$O = 1040 \times 275 = 286\,000 \text{ кг.}$$

Наступний крок–розрахунок основної заробітної плати працівників. Тривалість зміни 8 годин. Кількість робочих днів 271, підприємство працює без вихідних та свят. Посадові оклади для працівників 2-5 тарифних розрядів розраховують множенням ставки працівника 1-го тарифного розряду ( $6500/160=40,63$  грн/год) на відповідний тарифний коефіцієнт. Тарифний коефіцієнт працівника IV розряду складає 1,27, а II – 1,09 (табл.3.3.).

Таблиця 3.3

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

Професія	Кількість робітників на зміну	Тарифний розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Тривалість зміни, год.	Тарифний фонд заробітної плати, грн.
Інженер-технолог	1	IV	51,6	8	111 868,8

Продовження таблиці 3.3.

Апаратник	1	IV	51,6	8	111 868,8
Укладальник-пакувальник	2	II	44,3	8	96 042,4
Оператор лінії	1	II	44,3	8	96 042,4
Підсобний робітник	1	II	44,3	8	96 042,4
<b>Всього</b>	<b>6</b>	-	-	-	<b>511 864,8</b>
На 1300 кг	-	-	-	-	196,86

Отже, основна заробітна плата робітників за рік складає 511 864,8 грн.  
Витрати по даній статті складуть 196,86 грн.

Додаткову заробітну плату приймаємо як 30% від основної заробітної плати.

ЄСФ приймаємо як 22% від основної заробітної плати.

Розрахунок додаткової заробітної плати працівників та нарахування до ЄСФ наведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4.

**Додаткова заробітна плата та відрахування до ЄСФ**

Показник	Відсоток, %	Сума, грн./1300 кг
Додаткова заробітна плата	30% від ОЗП	59,1
Загальний фонд заробітної плати(ОЗП+ДЗП), грн	-	255,96
Відрахування до ЄСФ	22% від(ОЗП+ДЗП)	43,3

Отже, витрати на додаткову заробітну плату становить 59,1 грн/1300 кг, а сума відрахувань до ЄСФ—43,3 грн/1300 кг.

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

$$196,86 \times 2 = 393,72 \text{ грн/1300 кг}$$

Розраховуємо витрати по статті «Витрати пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції». Витрати по цій статті приймаємо у розмірі 10% від ОЗП:

$$196,86 \times 0,1 = 19,7 \text{ грн/1300 кг}$$

Загальновиробничі витрати приймаємо в розмірі 300% від ОЗП робітників:

$$196,86 \times 3 = 590,58 \text{ грн/1300 кг}$$

Виробнича собівартість становить: 122 430,99 грн/1300 кг.

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

$$122\,430,99 \times 0,025 = 3060,77 \text{ грн/1300 кг}$$

Розраховуємо витрати на збут як 3% від виробничої собівартості:

$$122\,430,99 \times 0,03 = 3672,92 \text{ грн/1300 кг}$$

Інші операційні витрати розраховуємо як 1% від виробничої собівартості;

$$122\,430,99 \times 0,01 = 1224,31 \text{ грн/1300 кг}$$

Отже, повні витрати виробництва становлять: 130 388,99 грн/1300 кг.

Планова калькуляція агар-агару відображена в таблиці 3.5.

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Таблиця 3.5.

## Результати розрахунків по статтям калькуляції агар-агару

Статті калькуляції	Витрати на 1300 кг, грн.	Питома вага витрат
Сировина та основні матеріали	126 163,8	
Допоміжні та таропакувальні матеріали	250,48 грн	
Паливо та енергія	823,65	
Основна заробітна плата	196,86	
Додаткова заробітна плата	59,1	
Відрахування до ЄСВ	43,3	
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	393,72	
Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва продукції	19,7	
Загальновиробничі витрати	590,58	
Виробнича собівартість	122 430,99	
Адміністративні витрати	3060,77	
Витрати на збут	3672,92	
Інші операційні витрати	1224,31	
Повні витрати	130 388,99	100,0

Отже, повні витрати на весь обсяг виробництва складуть: 3 729 125,114 грн. Розрахуємо відпускну ціну у таблиці 3.6.

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

## Відпускна ціна агар-агару

Показник	Сума, грн.
Повні витрати, грн/1300 кг	130 388,99
Рентабельність,%	10
Прибуток	13 038,8
Відпускна ціна без ПДВ, грн	143 427,8
ПДВ 20%	28 685,56
Відпускна ціна з ПДВ, грн	172 113,36

Оскільки, 1300 кг агар-агару це тара по 8 г, то ціна за один пакетик складе:  $172\,113,36 \div (1300 \times 8) = 16,54$  грн.

Агар-агар відноситься до продуктів широкого попиту на ринку для людей з різним достатком. Основна сфера використання це – харчові продукти. Агар вводять у харчові продукти з метою утворення стійкої форми продукту в малих концентраціях. Враховуючи ринок потреб виробництво добавки Е406 є затратним, але попит його у всьому світі вже за пару років зможе дати прибуток власнику підприємства.

## РОЗДІЛ ІV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Контроль якості продукції – система методів контролю, експертизи та оцінки харчової продукції, щодо харчових продуктів на всіх стадіях виробництва[18].

Технічною основою контролю якості продукції є стандартизація та метрологія.

Стандартизація спрямована на розробку та встановлення вимог, норм та правил як обов'язкових до виконання, так і тих, що рекомендуються. Вона дає гарантію споживачеві, що той в свою чергу купує якісну та безпечну продукцію, що відповідає певним вимогам. Зумовлені стандартами показники, норми і вимоги до якості сировини та готової продукції, методи і засоби випробувань і контролю мають відповідати сучасному стану науки і техніки та ґрунтуватися на результатах новітніх досліджень[18].

Методи і засоби вимірювання (метрологія) покликані забезпечити необхідну точність визначення параметрів технологічних процесів виробництва і збереження, що реєструються, у нормативній документації, а також показників якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції.

Організаційні форми і види процесів технічного контролю якості продукції дуже різноманітні та поділяють на такі групи:

- За стадіями виробничого процесу: вхідний–якість сировини та напівфабрикатів; проміжний контроль–контроль між стадійного процесу; остаточний–контроль готових виробів.
- Контроль операції: контроль транспортування продукції та її зберігання; вибірковий контроль.
- За мірою механізації: ручний; механізований; автоматизований контроль.

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.068.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Куць А.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Біла Г.М.				68	70
Н. Контр.		Бойчук Т.М			<b>ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b> НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.					

- За часом виконання: безперервний та періодичний.
- За виконавцями: самоконтроль; контроль майстрів; контроль служби технічного контроль; інспекційний контроль.
- За використовуваними засобами контролю: вимірювальний (інструментальний) контроль; органолептичний контроль; контроль за зразком; технічний огляд.

До основних елементів системи контролю якості включають: профілактики браку та низької якості продукції; випробування продукції; сертифікації продукції; перевірка технологічного обладнання та робочих місць; державних нагляд для дотримання стандартів.

Харчова добавка зареєстрована під індексом E406.

Контроль якості агар-агару здійснюється на всіх етапах виробництва.

Проміжним контролем є перевірка екстрактів хроматографією.

У табл. 4.1. наведено органолептичні властивості якості готовою продукції[20].

Таблиця 4.1

#### Органолептичні фактори якості агар-агару

Найменування показнику	Характеристика та норма сортів	
	Вищого	Першого, другого
Зовнішній вигляд	Крупа, гранули, порошок, пластини	
Колір	Від білого до кремового з жовтим відтінком	Від жовтуватого до світло-коричневого
Запах та смак агару	Без стороннього запаху та смаку	
Домішки	Не допускається	

Не залежно від сорту агар-агару вимоги до якості не відрізняються, органолептична різниця лише колір, яка залежить від рослинної сировини та ступеню очистки при виробництві.

По фізичним та хімічним показникам агар-агар повинен відповідати нормам. Що наведені у таблиці 4.2.

## Фізичні та хімічні показники агар-агару

Найменування показників	Характеристика і норма для сортів		
	Вищого	Першого	Другого
Колір гелю з масовою часткою сухого агару 0,85%.	60	45	45
Міцність гелю з масовою часткою агару 0,85% та цукру 70%	1600	1000	700
Зменшення міцності гелю при нагріванні розчину з масовою часткою агару 0,85%	10	15	15
Температура плавлення гелю з масовою часткою агару 0,85%, не нижче °С	80	80	80
Температура утворення гелю з масовою часткою агару 0,85%, не нижче °С	30	30	30
Температура утворення гелю з масовою часткою агар-агару 0,85% та цукру 70%	42	42	42
Масова частка води у %, не більше	18	18	18
Масова частка золи у %, не більше	4,5	6,0	6,0
Масова частка речовин, не розчинних в гарячій воді у %, не більше	0,4	0,6	0,6
Присутність йоду	Не допускається		

Проміжний контроль це проба екстрактів на наявність білкових сумішей та на відсотковий склад агарових фракцій, золи та сульфатів.

Наявність великою кількості золи може збільшити процес очистки та зменшити гелеутворюючу здатність агару.

Елюювання проводяться дистильованою водою зі швидкістю потоку 1 мл/хв і температурою колонки 45°C. В якості детектора використовується диференціальний рефрактометр Shimadzu RID-6A (Японія). Після попередньої обробки водорості розчин (1 мл) або неочищений екстракт розбавляють дистильованою водою (4 мл), фільтрують через мембранний фільтр Kurabo 25 A (Японія) з розміром пір 0,45 мкм і аналізують. Вміст золи визначають шляхом спалювання. Кількість сульфатних груп визначають турбідиметричним методом після гідролізу полісахариду з HCl [21].

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1 Охорона праці на підприємстві

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

Роботодавець – власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю[22].

Державна політика в галузі охорони праці базується на пріоритеті збереження життя та здоров'я працівника. Усі працівники підлягають соціальному страхуванню від нещасних випадків. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» встановлює необхідність гігієнічної регламентації небезпечних та шкідливих факторів фізичної, хімічної та біологічної природи, вимоги до атмосферного повітря в населених пунктах та у виробничих приміщеннях. Згідно цього закону підприємства усіх видів промисловості мають розробляти і здійснювати санітарні та протиепідемічні заходи; забезпечувати лабораторний контроль виробничого середовища; інформувати відповідні станції про надзвичайні події, що можуть впливати на здоров'я людей.

Слід виділити статтю 6 закону України «Про відпуски» згідно якого кожному робітнику надається мінімальна відпустка терміном на 24 календарних дні, за відпрацьований рік за трудовим договором. За статтею 7 та 8 цього ж закону за важкий характер праці відпустка надається до 35 календарних днів.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.068.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Куць А.В.</i>			<b>ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М.</i>					68	70
<i>Н. Контр.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>			<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>			
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

У робочих місць поблизу технологічного обладнання повинні бути вивішені пам'ятки по дотриманню санітарно-гігієнічного і технологічного режимів, плакати, попереджувальні написи, графіки і режими мийки обладнання, результати оцінки стану робочих місць та ін. матеріали, призначені для виробничого персоналу. У планах роботи підприємства слід передбачати санітарні дні, не рідше одного разу на місяць, для проведення генерального прибирання та дезінфекції всіх приміщень, обладнання, інвентарю, а також поточного ремонту.

На кожного працівника при вступі на роботу повинна бути оформлена медична книжка, в яку вносять результати всіх медичних обстежень і досліджень, відомості про перенесені інфекційні захворювання, дані про походження навчання за програмою гігієнічної підготовки.

Робітник цеху зобов'язаний виконувати тільки ту роботу, яка доручена безпосереднім керівником робіт. Не допускається доручати свою роботу іншим працівникам і допускати на робоче місце сторонніх осіб.

Правила безпеки при роботі на основному технологічному обладнанні зводяться до дотримання правил з безпечної експлуатації кожного виду обладнання, передбачених Інструкцією по його влаштуванню та експлуатації.

Насоси, що встановлюються на фундаментах, міцно закріплені, а муфтові з'єднання насосів з електродвигунами мають міцно закріплені легкознімні огорожі. Електродвигуни відкритого типу, що приводять в рух насоси, захищені знімними металевими кожухами.

Сепаратори встановлені на бетонний фундамент і закріплені на анкерних болтах. Між фундаментом і планками станини сепаратора знаходяться гумові прокладки.

Вакуум-апарати забезпечені запірною арматурою і контрольно-вимірювальними приладами (вакуумметрами, манометрами, термометрами). У жарку і холодну пору року вентиляційні пристрої підтримують необхідну температуру повітря в цехах[23].

Для поліпшення стану охорони праці на підприємствах слід вжити таких заходів:

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

- Підприємствам необхідно виділяти кошти на ремонт машин і обладнання, придбання інвентарю та спецодягу для працівників.
- Головним спеціалістам та керівникам спецпідрозділів своєчасно та якісно забезпечувати проведення інструктажів з охорони праці.
- Не допускати використання електромеханічного обладнання в несправному стані, регулярно перевіряти всі робочі агрегати і механізми.
- Необхідно дотримуватися певних гігієнічних вимог, контролювати роботу вентиляції в приміщеннях.
- Для попередження виникнення пожеж не допускати випадків куріння та використання джерел з відкритим вогнем у приміщеннях та поблизу їх. Забезпечити приміщення в достатній кількості засобами пожежогасіння.

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 25.08.2004 розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на виробництві повинні здійснюватись згідно з Порядком розслідування та ведення обліку нещасних випадків.

## 5.2 Заходи з охорони навколишнього середовища на виробництві

Охорона навколишнього природного середовища, це система міжнародних, державних, санітарно-гігієнічних, технічних і громадських заходів, спрямованих на раціональне використання, охорону і відтворення природних ресурсів, на захист природного середовища від забруднення і руйнування в інтересах задоволення матеріальних і культурних потреб.

Основними принципами охорони навколишнього середовища є пріоритетність вимог екологічної безпеки, додержання екологічних нормативів та лімітів використання природних ресурсів; та гарантування екологічно безпечного середовища для роботи та життя людей. Державній охороні і регулюванню використання на території держави підлягають: ґрунт, надра землі, вода, повітря, ліс та інша рослинність[24].

Промислові забруднення класифікують на механічні, хімічні, фізичні та біологічні. До механічних забруднень відносяться різноманітні речовини, що

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

потрапляють в біосферу як інертна маса (тверді предмети у воді і ґрунті). Хімічні забруднення - це такі відходи і викиди виробництва, які потрапляють в атмосферу і гідросферу, вступаючи у взаємодію з навколишнім середовищем, в результаті чого забруднення або можуть бути нейтралізовані або утворюють більш токсичні речовини. Фізичні забруднення – це всі види енергії (теплова, шум, електромагнітна, світлова, ультразвук)[25].

Біологічні забруднення викликаються мікроорганізмами, внесеними в навколишнє середовище за участю людини і завдають цьому середовищу шкоду. Концентрація органічних речовин в стічних водах, в основному, обумовлена втратами сировини та домішками в технологічному процесі, щоб ці води не забруднювали розташовані в зоні підприємств водойми їх попередньо піддають очищенню.

До рекомендованих методів запобігання забрудненню водотоку стічних вод відносяться:

- запобігання втрат готової продукції і побічних продуктів (наприклад, в результаті розливів, витоків, переналаштування обладнання з перевищенням відповідних норм і його відключення) шляхом впровадження належних виробничих технологій і методів технічного обслуговування виробничого обладнання;

- установка сіток для скорочення або запобігання надходження твердих речовин в систему скидання стічних вод;

- труби і резервуари повинні передбачати можливість самозливу, і повинні бути розроблені відповідні регламенти зливу продукції до або в процесі проведення операцій з їх очищення;

- відповідно до санітарних норм слід повторно використовувати відпрацьовану воду, тобто конденсат в системах попереднього нагріву і регенерації тепла для нагріву і охолодження, з метою скорочення споживання води та енергії.

У зв'язку із значною кількістю поживних речовин (нітри, фосфати), котрі попадають в море завдяки життєдіяльності тварин та рослин, водяні рослини

відіграють величезну роль в азотному циклі, таким чином сприяють очищенню води та примножують біорізноманіття прибережних зон.

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

Контрольні заходи щодо хімічних небезпечних чинників можуть включати: належне ізолювання нехарчових хімікатів під час зберігання та застосування. Викиди в атмосферу речовин, яким притаманна згубна дія, здійснюються через системи витяжної вентиляції після очистки на вбудованих фільтрах різних марок[26].

Згідно статті 12 «Обов'язки громадян у галузі охорони навколишнього природного середовища» громадяни України зобов'язані: берегти природу та раціонально використовувати корисні копалини; здійснювати та дотримуватись вимог екологічної безпеки, особливо на металургійних та хімічних підприємствах. У разі порушення кожен громадянин та підприємство має компенсувати шкоду, заподіяну забрудненням навколишнього середовища.

Кожне підприємство аби мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище має раціонально використовувати сировину, встановлювати більш потужні очисні пристрої, повторно використовувати вторинні ресурси, працювати і розробляти нові методи оптимізації використання природної сировини.

Відносно екології у морської водорості домінують дві загальних вимоги до навколишнього середовища – присутність морської води (або принаймні солонуватої води) та наявність достатньої кількості світла для здійснення фотосинтезу. Іншою вимогою є наявність міцної прив'язки. В результаті морські водорості найчастіше населяють прибережні зони, а в межах цієї зони частіше зустрічаються на скелястих берегах, ніж на піску або гальці. Морські водорості займають широкий спектр екологічних ніш. Найбільшими висотами їх проживання є тільки ледве змочені бризками морської води вершини, найнижчі сягають кілька метрів у глибину.

Джерелами забруднення водойм в основному є промислові і побутові стічні води. Масштаби забруднення водойм з кожним роком стає все більше, оскільки збільшується кількість фабрик та зростає населення. Задля безпеки стічні води, перш ніж потрапляти до водойм, мають пройти очистку. Для механічної очистки стічних вод харчових підприємств, зазвичай використовуються: жироловки

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

## ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз літературних джерел щодо технологій виробництва харчової добавки Е406 та обрано технологію з найбільшою продуктивністю. Обґрунтовано практичне значення агар-агару як компонента харчової та косметичної продукції. Агар-агар є добрим загущувачем та структуроутворювачем при мінімальних концентраціях. Охарактеризовано вибір сировини та методи її обробки для виробництва агар-агару, саме в анфельції найбільший вміст агару.

2. Описано принципово та апаратурно-технологічну схему виробництва агар-агару.

3. Складено матеріальний баланс виробництва харчової добавки з потужністю 1700 кг та виходом продукту в 1300 кг.

4. Проведено підбір обладнання для обраної технології та розрахунок реактору з лопатевим змішувачем за потужністю виробництва В 1700 кг/зміну.

5. Розраховано економічні показники виробництва. Ціна за фасований товар у крафт тару за 8 г становить 16, 54 грн, а рентабельність складає 10%.

6. Описано показники якості та безпечності готової продукції. Основна функція – дотримання технологічного процесу та контроль якості продукту на кожній стадії виробництва.

7. Запропоновано шляхи вирішення екологічних проблем та описано охорону праці при виробництві.

					ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.068.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Куць А.В.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Біла Г.М.				68	70
Н. Контр.		Бойчук Т.М			ВИСНОВКИ НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.					

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Phillips G. O., Williams P.A. Handbook of hydrocolloids. 2nd edition., Washington: CRC Press, 2009. 472p.
2. Подобій О.В. Хімія та технологія харчових добавок[Електронний ресурс]. навч. посіб. Київ: НУХТ, 2019.131с.
3. Blanshard, J.M.V., Mitchell J.R. Polysaccharides in food.1st edition., London, 1979. 368p.
4. Preparation of a new soft capsule for cosmetics/ К. Miyazawa and other. *J.Cosmetics Sciens.* 2000. №51.239-252.
5. Порівняльна біохімія водорості: монографія/ Барашков Г.К.; БГПУ. Москва, 1972.144с.
6. Універсальний метод отримання агару з червоної водорості (агарофітів): пат.2435443 Росія. №2010120014; заявл. 20.05.2010, Бюл.№34. 6с.
7. Технологія комплексної переробки гідробіонтів: навч.посібник/ Т.М.Сафронова. Владивосток: МГТУ, 2004.365 с.
8. Фірсов Н.Н. Мікробіологія:словник термінів. Москва, 2006. 256с.
9. Кізоветтер І.В., Гюнтер В.,Свтушенко В.А. Переробка морської водорості та інших промислових рослин: навч. посіб. Москва: Харчова промисловість, 2010. 416 с.
10. Вплив кристалічної структури вапняку на дисперсність вапняного молока/Л.М. Верченко та ін. *Цукор України.* 2005. №1-2(40). С. 31-34.
11. Житнецький І.В., Макаренко О. Г. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2015.21с.
12. Машини та апарати харчових підприємств: навч. посіб./ С. Т. Антипов та ін. Мінськ, 2008. 591 с.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-4.022.161.068.КР.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		<i>Куць А.В.</i>			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Біла Г.М.</i>				68	70
Н. Контр.		<i>Бойчук Т.М</i>			<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>  <i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
Затверд.		<i>Носенко Т.Т.</i>					

13. Каталог обладнання «Прогрес»: сайт URL: <https://www.progress.ua>.
14. Сидоров Ю.І., Чуєшов В.І., Новіков В.П. Процеси і апарати хіміко-фармацевтичної промисловості: навч. посіб. Вінниця: НФУ, 2009. 818 с.
15. Апарат для утворення желе з агарового розчину: пат. 291949 СССР. № 1364877; заявл. 01.10.1969, Бюл. № 4. 4 с.
16. Розпилювальна сушарка: пат.73093 Україна. № 202102489; заявл. 01.03.2021, Бюл. №17. 6 с.
17. Лопатевий насос:пат.23769 Україна. № 42413072529;заяв.16,06,1998, Бюл. №21. 3 с.
18. ДСТУ 2925:94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення. Київ. 1994.
19. Попова Н.В., Мисюра Т.Г. Контроль якості та безпеки продукції галузі: навч. посіб. Київ: НУХТ,2012. 176 с.
20. ДСТУ ГОСТ 16280:2002. Агар харчовий. Москва, 2002.
21. Sukhoverkhov S.V., Kadnikova I. A., Podkorytova A.V. Production of Agar and Agarose from the Red Alga *Ahnfeltia Tobuchiensis*. *Applied Biochemistry and Microbiology*.1998. №2. pp. 201-203.
22. Про охорону навколишнього середовища: закон за станом 09.02.2006. Від 28.11.2002, №254.
23. Шевчук В.Я., Саталкін Ю. М., Білявський Г. О. Екологічне управління: навч. посіб. Київ, 2004. 432 с.
24. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: навч. посіб. Київ: Вища шк. 2001. 358 с.
25. Лоренц В.І. Очистка стічних вод підприємств харчової промисловості: книга. Київ, 1972. 181 с.
26. Про охорону праці: закон за станом на 01.06.2022. Від 14.10.1992, № 49.
27. Бурашников Ю.М., Максимов А.С. Безпека життєдіяльності. Охорона праці на підприємствах харчової промисловості: навч. посіб. СПб:ГІОРД, 2007. 416 с.

					<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		