

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

«___» _____ 2020_р.

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

«___» _____ 2020_р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Хімічна технологія
на тему: Удосконалення технології отримання карагінану E407

Виконав: здобувач_4_ курсу, групи_16_

_____ Скитиба Марина Віталіївна _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Керівник Бойчук Тетяна Михайлівна к.х.н.,доц. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент Макаренко О.Г. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2020 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально- науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічна технологія

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТЖХТ

Т.Т.Носенко

“05” травня 2020 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Скитиби Марини Віталіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології отримання карагану Е-407

Керівник роботи Бойчук Тетяна Михайлівна, к.х.н., доц.

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

затвержені наказом закладу вищої освіти від “16”березня 2020 р.№ 231 КС

2. Строк подання здобувачем роботи 02 червня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи передбачити отримання карагану Е 407, потужністю 100 кг/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ; Розділ I. Аналітичний огляд науково-технічної літератури; Розділ II. Технологічна частина; Розділ III. Техніко-економічне обґрунтування; Розділ IV. Організація контролю якості продукції; Розділ V. Екологічна частина та охорона праці; Висновки; Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 05.05.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	05.05.2020р.	
2	Аналітичний огляд науково-технічної літератури	06.05-11.05.2020р.	
3	Технологічна частина. Розрахунок матеріального балансу отримання карагінану.	12.05-25.05.2020р.	
4	Техніко-економічне обґрунтування	26.05-27.05.2020р.	
5	Організація контролю якості продукції	28.05.2020р.	
6	Екологічна частина та охорона праці	29.05.2020р.	
7	Висновки	01.06.2020р.	
8	Список використаної літератури. Реферат	15.05-25.05.2020р.	
9	Графічна частина проекту. Принципова технологічна схема	12.05-19.05.2020р.	
10	Графічна частина проекту. Апаратурно-технологічна схема	20.05-27.05.2020р.	
11	Графічна частина проекту. Креслення апарату (загальний вигляд)	28.05-01.06.2020р.	
12	Передзахист, перевірка на академплагіат, рецензування ДП	03.06.2020р.-10.06.2020р.	

Здобувач

_____ (підпис)

Скитиба М. В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Бойчук Т. М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА: 98 С., 11 РИС., 20 ТАБЛ., 43 ДЖЕРЕЛ.

В дипломному проєкті проведено розробку удосконаленої технології отримання карагінану.

Запропоновано принципово-технологічну схему технології отримання карагінану.

Розраховано матеріальний баланс, згідно якого за зміну з 400 кг водоростей можемо отримати 100 кг очищеного карагінану. Проведено підбір основного технологічного обладнання за всіма стадіями технологічного процесу.

Відповідно до розрахованих даних матеріального балансу та проведеного підбору обладнання запропоновано апаратурно-технологічну схему виробництва карагінану калію та кальцію.

Розраховано техніко-економічну ефективність технології виробництва карагінану та показано, що рентабельність такого виробництва складає 60%, а прибуток – 2.650.600 грн. Запропоновано заходи з організації контролю якості карагінану відповідно до нормативних документів.

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

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕМУЛЬГАТОРИ, СТАБІЛІЗАТОРИ, ГЕЛЕУТВОРЮВАЧІ, КАРАГІНАН, УДОСКОНАЛЕННЯ, ОТРИМАННЯ, СТРИЧКОВА СУШАРКА, МОДИФІКАЦІЯ, ХАРЧОВА ДОБАВКА.

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 98 S., 11 FIG., 20 TABLES, 43 SOURCES.

This project substantiates the choice of the optimal technology for the production of carrageenan and considers ways to improve it.

The basic-technological scheme of technology of carrageenan production is offered.

The material balance is calculated, according to which for a change from 400 kg of algae we can get 100 kg of purified carrageenan. The selection of the main technological equipment at all stages of the technological process is carried out.

Sending to native and native countries and carrying out of necessary actions for maintenance of the hardware-technological scheme within the limits of the program of punitive and calcium calculation.

The technical and economic substantiation of technological expressiveness of carrageenan and display, profitability of such production makes 60%, and increments - 2,650,600 UAH are calculated. Exit documents on control and supervision over quality of documents to normative documents are offered.

Prohibited visits to the Labor Guard on the Carrageenan cornfield and visits to the Security are satisfactory and necessarily environmentally friendly without interruption of production technology.

KEY WORDS: EMULSIFIERS, STABILIZERS, GEL FORMATORS, CARAGENAN, IMPROVEMENT, OBTAINING, TAPE DRYER, MODIFICATION, DIFFICATION.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1. Основні відомості про карагінан, як харчову добавку Е 407.....	9
1.2. Фізико – хімічні властивості карагінанів.....	14
1.3. Застосування, вплив на організм людини та сировинна база.....	26
1.4. Існуючі способи виробництва карагінану.....	30
РОЗДІЛ II. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	32
2.1. Характеристика вихідної сировини.....	33
2.2. Опис технології виробництва.....	36
2.3. Розрахунок матеріального балансу.....	43
2.4. Розрахунок теплового балансу стрічкової сушарки.....	47
2.5. Підбір основного обладнання.....	51
2.6 Розрахунок стрічкової сушарки.....	56
2.7 Розрахунок і підбір комплектуючого обладнання стрічкової сушарки.....	58
2.8 Опис апаратурно-технологічної схеми.....	73
РОЗДІЛ III. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	75
РОЗДІЛ IV.ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	83
4.1. Показники якості та безпечності отримання карагінану.....	83
РОЗДІЛ V. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ.....	85
5.1. Охорона довкілля.....	85
5.2.Виробниче освітлення.....	87
5.4. Захист від виробничого шуму, вібрацій та пульсацій світла.....	89
5.5. Електробезпека.....	90
5.6. Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.....	91
5.7. Пожежна безпека.....	93
ВИСНОВКИ.....	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	95

					<i>ННІХТ.4-16.020.003.161.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Ар-</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Скитиба М.В.</i>			ЗМІСТ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					6	98
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

ВСТУП

З початку 20-го століття медицина і хімія стали розвиватися широкими темпами. На стику двох цих наук розвинулася наука про правильне харчування людини і комбінованих харчових продуктах харчування. Згідно з вимогами теорій харчування стали переробляти їжу. Так само ринок урізноманітнюється новими типами продуктів харчування. Їх виробництво не могло б здійснитися без нових типів харчових речовин - харчових добавок. Однією з таких добавок є карагінан – загусник, гелеутворювач та структуроутворювач.

На сьогоднішній день близько 70-80% виробленого карагінану застосовується в харчовій промисловості. Споживач бажає отримати високоякісні харчові продукти, стабільні в замороженому стані і при кімнатній температурі на протязі всього терміну придатності, з гарним зовнішнім виглядом, не маючи зовнішні дефекти як ознаки псування або неякісної переробки. Унікальні властивості карагінанів сприяють поліпшенню стабільності традиційних харчових продуктів і застосовуються в розробці нових продуктів вже довгі роки [1].

Об’єктом дослідження технологія отримання карагінану.

Предмет дослідження карагінан – як харчова добавка E 407.

Мета дипломного проекту: удосконалити технологію отримання карагінану E407.

Згідно з поставленою метою, сформульовані наступні **завдання** на виконання дипломного проекту:

1. Розглянути літературні джерела, щодо карагінану, як харчової добавки та існуючі технології її отримання.
2. Провести розрахунок матеріального балансу та теплові розрахунки обладнання. Розробити та описати апаратурно-технологічну схему.

					<i>ННІХТ.4-16.020.005.161.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Ар-</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Скатиба М.В.</i>					7	98
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>			<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>			

3. Зробити техніко-економічне обґрунтування організації виробництва.
4. Надати показники якості та безпечності отриманих продуктів та навести організацію системи контролю якості на запроектованому виробництві.
5. Розглянути екологічну безпеку пропонованого виробництва та охорону праці, запропонувати заходи щодо техніки безпеки та збереження довкілля.

					<i>ВСТУП</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Да-</i>		8

РОЗДІЛ І. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Основні відомості про карагінан, як харчову добавку E 407

ХАРЧОВІ ДОБАВКИ — натуральні або синтетичні речовини, які спеціально вводяться в харчовий продукт для надання йому бажаних якостей. До них належать барвники, антиоксиданти, емульгатори, речовини, які змінюють органолептичні властивості продуктів, але не мають біологічної активності (на відміну від БАД).

У промисловому виробництві продуктів харчування застосовують значну кількість харчових добавок для поліпшення споживчих властивостей кінцевого продукту.

В Європі добавки до їжі позначаються цифровим кодом, з позначкою E. Він сповіщає, що добавка після проходження спеціально розробленої процедури оцінювання шкідливості/нешкідливості була схвалена і дозволена до застосування в харчовій галузі в Євросоюзі. Система маркування за допомогою букви E в разі підвищила зручність інформування споживача. Що стосується цифр, то вони вказують на те, що добавка зарахована до конкретної групи речовин [2].

За класифікацією харчових добавок у системі Codex Alimentarius вони поділяються на відповідні основні групи, які об'єднують функціональні класи за відповідними технологічними функціями або за технологічною метою як тепер запропоновано комісією ФАО/ВООЗ (Проект змін до кодексу Alimentarius, класифікація, назви і міжнародна система нумерації, 40 серія, Китай, квітень 2008р.) [3].

- барвники (E100-E199);
- консерванти (E200-E299);
- антиоксиданти, або антиокислювачі (E300-E399);

–

					<i>ННІХТ.4-16.020.007.161.ДП.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Ар-</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Скитиба М.В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>				9	98
<i>Реценз.</i>					<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					
<i>АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>							

- стабілізатори, що зберігають густоту їжі (E400-E499);
- емульгатори, розпушувачі, антизлежувачі, регулятори *pH* (E500-E599);
- ароматизатори та підсилювачі смаку (E600-E699);
- запасні індекси для іншої можливої інформації, антибіотики (E700-E799);
- резервні речовини (E800-E899);
- воски, глазурувальні агенти, піногасники та піноутворювачі, підсолоджувачі, гази для пакування й інгредієнти для удосконалення борошняних кулінарних виробів (E900-E 999);
- додаткові речовини, такі як біокаталізатори, ферменти, модифіковані крохмалі, розчинники (E1000-E1999) [4].

Всі харчові добавки діляться на речовини натурального і синтетичного походження. Перші виготовляються з продукції, яка може слугувати джерелом харчування. Це, зокрема, агар-агар (E406) і карагінан (E407), що видобуваються з морських водоростей. Це також пектин (E440), джерелом якого виступають фрукти, желатин, який отримують із тваринної сировини, присутньої на м'ясокомбінатах (E441) та ін.

Синтетичні добавки, в свою чергу, належать до однієї з двох груп:

- синтезовані. Виробляються хім. шляхом, але також є в складі натуральних джерел. Наприклад, аскорбінова кислота (E300), що є антиокислювачем, сорбінова кислота (E200) і бензойна кислота (E210) – добавки-консерванти;
- штучні. Речовини, у яких немає природних аналогів, наприклад, антиокислювач бутилгідроксианізол (E320), харчові азобарвники та інші.

При виробництві деяких харчових продуктів за технологічними характеристиками широко використовуються поліпшувачі консистенції, підтримуючі задану консистенцію продукту. Для цієї мети використовують як ре-

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		10

човини хімічної природи, так і натуральні сполуки рослинного, мікробного або грибкового походження [5,6].

Загусники і желеутворювачі

Загусники - речовини, що збільшують в'язкість харчових продуктів, загущаючи їх. Желеутворювачі (гелеутворювачі) називаються речовини, в певних умовах здатні утворювати желе (гелі), структуровані дисперсні системи. Загусники і желеутворювачі дозволяють отримувати харчові продукти з потрібною консистенцією, покращують і зберігають структуру продуктів, надаючи при цьому позитивний вплив на їх смакове сприйняття. Завдяки здатності зв'язувати воду загусники і желеутворювачі стабілізують дисперсні системи: суспензії, емульсії, піни. Вони майже завжди одночасно виконують інші технологічні функції: стабілізаторів і вологоутримуючих агентів.

Чітке розмежування між желеутворювачами і загусниками не завжди можливе. Є речовини, що володіють різною мірою властивостями як желеутворювача, так і згущувача, а деякі загусники в певних умовах можуть утворювати міцні, еластичні гелі.

Загусники і желеутворювачі по хімічній природі є лінійні або розгалужені полімерні ланцюги з гідрофільними групами, які вступають у фізичну взаємодію з наявною в продукті водою [7].

Кислі полісахариди із залишками сірчаної кислоти застосовуються як желеутворювачі, наприклад, агар (E406) і карагінан (E407).

Карагінан (E407) - добавка, яка використовується для згущення, емульгування та збереження продуктів і напоїв. Природний інгредієнт, сімейства лінійних сульфатних полісахаридів, який походить з червоних морських водоростей (його ще називають ірландський мох). Використання цієї групи поліпшувачів консистенції дозволено у всіх країнах [8].

Вперше назва карагінан з'явилася в 1837 р для позначення морських водоростей, які ростуть у великій кількості на південному узбережжі Ірландії, в невеликому містечку Карагінан. Трохи пізніше ці водорості були вияв-

лені на узбережжі Сполучених Штатів, тоді вони стають предметом торгівлі. Станфорд називає карагінаном желюючу речовину, виділену методом водної екстракції з водоростей *Chondrus crispus*, більше відомих як *Irish Moss*, а в 1871 р запатентований процес його екстракції і очищення. Тільки в 40-х роках нашого століття починається індустріальне виробництво цього продукту, у видозміненій назві якого - карагінан - з'являється суфікс "ан", що свідчить про віднесення його до класу полісахаридів [9].

Офіційно карагінан був відкритий в кінці XIX століття. Хоча в Китаї його використовували ще в VII столітті до н.с. Драглисті екстракти з водорості *Chondrus crispus* («ірландський мох») використовувалися в якості харчових добавок протягом сотень років. Перші фабрики з промислового виробництва карагінану були побудовані в США в середині 30-х років минулого століття. Назва «карагінан» отримано від одного з видів червоних водоростей, що росте біля берегів Ірландії [10].

Всі карагінани мають галактозний каркас і розрізняються кількістю і положенням ефірних сульфатних груп, а також кількістю 3,6-ангідрогалактози. Ці відмінності впливають на міцність карагінанового гелю, його текстуру, розчинність, температуру осадження і плавлення, синерезис, синергізм та взаємодію з іншими гідроколоїдами і інгредієнтами. Зазначені властивості можна змінювати, варіюючи вид водоростей, умови їх переробки, а також шляхом змішування різних екстрактів. Вміст сульфату і 3,6-ангідрогалактози в каппа-і йота-карагінанів ставить приблизно 22 і 33%, 32% і 26% відповідно. Лямбда-карагінан містить близько 37% сульфату, а 3,6-ангідрогалактоза в ньому практично відсутня. До складу фурацелерану, який в минулому неправильно називали «Датський агар», входить 16-20% сульфату. Вміст сульфату в карагінанів значно перевищує його вміст в агарі (1,5-2,5%). Харчові карагінани правильніше називати «екстрактами полігалактана з *Rhodophyceae*, з послідовними α -(1,3) і β -(1,4) -глікозидними зв'язками, що містять 18-40% ефірного сульфату» [11].

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Сімейство водоростей *Gigartina* включає кілька видів, до складу яких входять каппа-карагінан з різним числом 2-сульфатних груп, з'єднаних з 3,6-ангідрогалактозним фрагментом ідеалізованої структури. Вміст 3,6-ангідрогалактозо-2-сульфату змінюється від близького до нуля (в *K. alvarezii*) до майже 5-10% (в *C. Crispus*), 10-15% (в *Gigartina stellata*), 20-25% (в *Gigartina chamisoi*), 30-40% (в *Gigartina radula* і *Mastocarpus crispate*) і 45-55% (в *Gigartina skottsbergii*). Збільшення вмісту ефірного сульфату призводить до значного підвищення реакційної здатності по відношенню до білків і зниження міцності водних гелів. Каппа-карагінани, до складу яких входить 30-55% 3,6-ангідрогалактозо-2-сульфату, носять назву «каппа-2» -карагінани [12].

PES (відомий як «Відпрацьовані водорості *Eucheuma*» Processed Eucheuma Seaweed) відрізняється від традиційних очищених карагінанових екстрактів тим, що містить 8-15% нерозчинних у кислотах речовин (АІМ) (в екстрактах їх не більше 2%). Такі речовини містяться в основному в целюлозних і білкових структурних каркасах рослини і підтримують їх цілісність під час PES-переробки. Це означає, що в разі PES для виділення карагінану необхідно затратити досить багато енергії. Отже, гідратація і розчинність карагінану і PES розрізняються. Для отримання чистих розчинів і гелів можна використовувати тільки карагінанові екстракти.

Карагінан і PES є високомолекулярними полідисперсними полісахаридами. Промислово випускаючи їх різновиди мають зазвичай молекулярну масу 200000-800000 Да, іноді до 1 500000 Да. У всіх карагінанів в невеликій кількості містяться низькомолекулярні речовини з молекулярною масою менше 100000 Да. Ці присутні в водоростях речовини не слід плутати з полігінаном - продуктом штучно викликаного кислотного гідролізу карагінану.

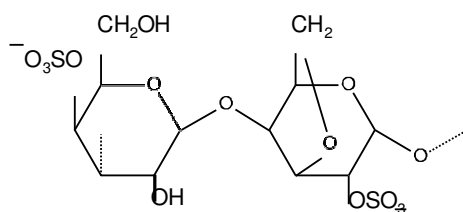
За хімічною природою карагінани близькі до агароїдів і являють собою нерозгалужені сульфатовані гетероглікани, молекули яких побудовані із залишків похідних D-галактопіранози із суровим чергуванням α - (1→3) і β -

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		13

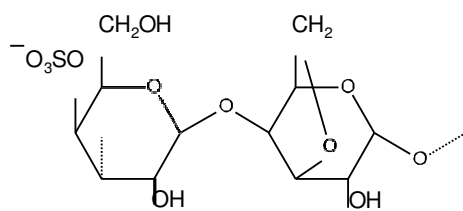
(1→4) –зв'язків між ними, тобто з повторюваних дисахаридних ланок, що включають залишки \square -D-галактопіранози і 3,6-ангідро- α -D-галактопіранози. Залежно від особливостей будови дисахаридних ланок, що повторюються, розрізняють три основних типи карагінанів, для позначення яких використовують букви грецького алфавіта: κ -каппа, ι -йота і λ -лямбда. Фрагменти формул цих типів карагінанів представлені нижче. Попередниками каппа і йота карагінанів, які дають відповідні їх види при лужній модифікації, є відповідно μ і ν карагінани [13].

1.2. Фізико – хімічні властивості карагінанів

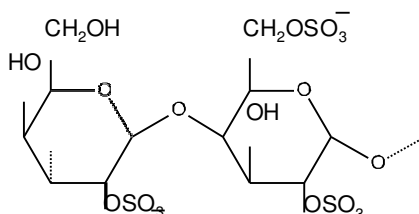
Різновиди. [1,4 (D- α -галактоза-4-сульфат),1,3-(α -3,6-ангідро-D-галактоза-2-сульфат)] n (йота-карагінан); [1,4 (D- α -галактоза-4-сульфат),1,3-(α -3,6-ангідро-D-галактоза)] n (каппа-карагінан); [1,4 (D- α -галактоза-2-сульфат),1,3 (D- α -галактоза-2,6 дисульфат)] n (лямбда-карагінан) (рис.1.1).



йота-карагінан



каппа-карагінан



лямбда-карагінан

Рис.1.1 Структурна формула карагінану

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		14

Склад. Суміш кількох лінійних полісахаридів, молекули яких складаються з повторюваних дисахаридних фрагментів з D-галактози і 3,6-ангідро-D-галактози (як в сульфатованій, так і в нессульфатованих формах), які з'єднані α - (1→3) і α - (1→4) глікозидними зв'язками. Існує практично нескінченне число різних типів карагінів, основними з яких є лямбда. каппа- і йота-карагінан, що розрізняються за вмістом 3,6-ангідрогалактози і етерифікованих сульфатних груп. Важливою відмінністю молекул карагінану від молекул агару є висока (не менше 20%) кількість сульфатних груп, яка навіть в молекулі фурацелерана становить 16-20% (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Фізико-хімічні властивості відносно типу карагінінів

Тип карагіна	Масова частка, %	
	3,6-ангідрогалактози	етерифікованих сульфатних груп
Каппа-	34	25
Йота-	30	32
Лямбда-	Практично відсутній	35

Органолептичні властивості. Жовтувато-білий дрібний порошок практично без запаху.

Молекулярна маса. 400-560 кДа (M_w). Молекулярна маса і ММР залежать від виду водорості, району культивування (гідродинамічних умов зростання) і методу отримання. До складу всіх карагінінів входить невелика кількість (менше 5%) речовин, молекулярна маса яких нижче 100 кДа.

Метаболізм і токсичність. Е400 альгінова кислота.

Гігієнічні норми. ДСТУ 3326-96 не обмежена доза.

Товарні форми. Порошки з різним поєднанням йота-, каппа-і лямбда-форм (кількість інших типів незначна), стандартизовані по міцності і прозорості гелю; виділені або збагачені фракції; суміші з іншими загусниками і

гелеутворюючими агентами. Ряд товарних форм карагінанів, особливо використуваних в переробці м'яса і риби, являють собою суміші «PNG» (E407a і очищеного E407 карагінанів), в які часто доданий KCl. На ринку присутня велика кількість сумішевих карагінанів різного складу і торгових марок за різними цінами, і тому основну увагу слід приділяти співвідношенню ціни і якості.

Фізико-хімічні властивості. Змінюються в залежності від виду водоростей, способу переробки і вмісту окремих фракцій (див. *табл.1.1*) [14].

Загальні властивості. Поєднання доволі складної хімії, взаємодій з іншими інгредієнтами і мінливість складу ускладнюють застосування карагінану в харчових системах, однак виробники карагінану стандартизували його, полегшивши тим самим роботу своїх клієнтів. Карагінан зарекомендував себе перевіреною та успішною харчовою добавкою, яка виконує функції стабілізатора, згущувача і гелеутворювача. Дані про основні фізичні властивості трьох основних типів карагінанів, в тому числі розчинність і показники гелеутворювання, наведені в (*табл.1.2*).

Загущуючі і гелеутворюючі властивості різних типів карагінанів неоднакові. Наприклад, каппа-карагінан утворює міцний гель з іонами калію, а йота-карагінан, взаємодіючи з іонами кальцію, дає м'які еластичні гелі. Лямбда-карагінан в присутності катіонів гелю не утворює, проте при дуже високих концентраціях солей утворює гель. Відомості про властивості карагінанів як правило, надають виробники.

Найрідше використовується лямбда-карагінан (в більшості випадків він являється доповненням до каппа-карагінану). Поділ диплоїдних рослин, необхідний для отримання чистого лямбда-карагінана, обходиться дуже дорого і на практиці рідко здійснюється. Диплоїдні рослини зазвичай обробляють разом з гаплоїдними, з яких отримують каппа-карагінан, і складають, як правило, не більше 20% суміші. Лямбда-карагінан впливає лише на другорядні властивості продукту (наприклад, сприяючи утворенню більш вершкової те-

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

кстури молочного гелю з внесеним каппа-карагінаном). Велика частина промислово виробляємих добавок під назвою «лямбда-карагінан» є фактично «негелеутворюючими карагінанами» (сумішами немодифікованих каппа- і лямбда-карагінаном) [15].

Таблиця 1.2

Фізико-хімічні властивості карагінанів

Показик	Вид карагінана			
	Каппа I	Каппа II	Йота	Лямбда
1	2	3	4	5
Розчинність:	нерозчинний	нерозчинний	нерозчинний	нерозчинний
В етанолі				
У воді при 20°C:	в виді солей Na	в виді солей Na	в виді солей Na	розчинний
50 °C	в виді солей Na	в виді солей Na	розчинний	розчинний
60 °C	в виді солей Na	розчинний	розчинний	розчинний
70 і вище	розчинний	розчинний	розчинний	розчинний
В молоці: холодному (20 °C)	нерозчинний	нерозчинний	нерозчинний	утворює в'язкий р-н
В гарячому (80 °C)	розчинний	розчинний	розчинний	розчинний
В 50%-м розчині цукру	розчинний в гарячому р-і	розчинний в гарячому р-і	нерозчинний	розчинний

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5
В 10%-м р-ні повареної солі	нерозчинний	розчинний в гарячому р-і	розчинний в гарячому р-і	розчинний в гарячому р-і
В'язкість дисперсій	низька	нижче середнього	середня	висока
Здатність до гелютворення	висока	висока	середня	не утворює гелі
Властивості гелів	-	-	-	-
Вплив катіонів	самі міцні гелі з K^+	самі міцні гелі з K^+	самі міцні гелі з Ca^{2+}	самі міцні гелі з Ca^{2+}
Текстура гелю	твердий і крихкий	твердий і еластичний	мякий, високопластичний	-
Синерезис	високий	середній	середній	-
Гістерезис	10-20°C	10-20°C	5-10°C	-
Стійкість до заморозки/ відтавання	відсутня	незначно проявляється	стійкий	-
Синергізм з КЗД	так	так	ні	ні
Синергізм з конжаковим борошном	так	так	ні	ні
Синергізм з крохмалем	ні	ні	так	ні

1	2	3	4	5
Сумісність з со- лями	погана	середня	добра	добра
Оборотність при зсуві	ні	ні	так	так
Кислотостійкість	гідроліз ро- зчину з на- грівом. Гело стійкі	гідроліз ро- зчину з на- грівом. Гело стійкі	гідроліз роз- чину з нагрі- вом. Гело стійкі	гідролізується
Реакційна здат- ність з білками	характерна р-ція з кап- па-казеїном	характерна р-ція з кап- па-казеїном	гело стійкі	сильна взає- модія, збіль- шувана в ки- слому серед.

Фізико-хімічні властивості

Розчинність

Всі карагінани розчинні в гарячій воді, проте в холодній воді розчинні тільки натрієві солі каппа- і йота-карагінанів. У гарячому молоці всі вони розчинні, а в холодному розчинний тільки лямбда-карагінан, загущаючий молоко за рахунок взаємодії з білками, причому в присутності фосфатів цей ефект посилюється. Розчини карагінанів мають досить високу в'язкість, проявляють псевдопластичність і розріджуються при прокачуванні або перемішуванні.

При прийнятті рішення про застосування карагінана як компонента деяких харчових систем важливо враховувати вплив температури. Всі карагінани при високих температурах гідратуються, зокрема розчини каппа- і йота-карагінанів в воді і молоці мають низьку в'язкість. При охолодженні ці кара-

гінани утворюють гелі різної текстури в залежності від складу системи (присутністю катіонів та інших інгредієнтів).

Гідратація

На температуру гідратації, затвердіння і подальшого плавлення сильно впливають солі і цукри. Наприклад, йота-карагінан при кімнатній температурі гідратується водою, але додавання солі підвищує температуру гелеутворення, так що розчин переходить в гель з чіткою межею плинності, і стає можливим використовувати цей карагінан в холодних салатних дрсингах. Натрієві солі каппа-карагінана гідратуються при 40°C, а в розсолі для ін'єктування м'яса – при 50°C і вище.

При нагріванні дисперсії карагінана набухання і гідратація не спостерігається до температури 40-60°C. Після гідратації в'язкість розчину росте, так як набухші частки менш текучі. Подальше нагрівання до 75-80 ° супроводжується зменшенням в'язкості. Охолодження призводить до значного збільшення в'язкості, і при температурах нижче 40-50 ° С утворюється гель. Температури гідратації і гелеутворення істотно залежать від солей, зв'язаних з карагінаном або спеціально доданих до розчину. Наприклад, присутність в розсолі для ін'єктування м'яса хлориду натрію в концентраціях понад 4% може перешкодити повній гідратації карагінана.

У шоколадному молоці та інших молочних напоях, в яких стабілізатор (карагінан) міститься в дуже малих концентраціях (близько 200 мг / кг), гелева сітка не може сформуватися до тих пір, поки температура не стане нижче 20°C. У присутності великої кількості СВ (наприклад, в кондитерських виробках), карагінан і катіони ефективно концентруються в водній фазі, так що гелеутворення може відбуватися при температурах вище 80-85 ° С, тобто тільки при використанні карагінанів певного виду і в певній кількості.

Для диспергування карагінана перед гідратацією можна застосовувати різні методи: змішування в співвідношенні 1: 5 або 1: 10 (по масі) з інертним наповненням (наприклад, цукром або декстрозою), отримання суспензії кара-

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

гінана в маслі для створення гідрофобного бар'єру навколо кожної частинки або диспергування в розчині солі, цукровому сиропі або спирті. В деякі карагінани для гелеутворення вводили солі калію, запобігаючи тим самим швидку гідратацію і сприяючи диспергування. Усунути грудкоутворення можна шляхом перемішування з високою швидкістю зсуву.

Зв'язування води

Частинки карагінана не тільки мають високу спорідненість до води, але і володіють структурною «пам'яттю», тобто при абсорбції води карагінанові частки, набухаючи, майже повністю повертаються до вихідного стану, приймаючи форму і розміри сухих частин. Дане явище обумовлює яскраво виражену здатність карагінана зв'язувати воду. Як ми вже відзначали, присутні у воді солі можуть впливати на властивості полісахариду. Вологозв'язувальні властивості карагінана знаходять застосування в виробництві делікатесних м'ясних продуктів, наприклад, грудок індички і шинки. Перед ін'єкцією м'яса або тумбліруванням карагінан диспергується. Розсіл солюбілізує м'ясний білок, тоді як карагінан при цьому тільки гідратується. У процесі теплової обробки м'яса карагінан продовжує залишатися в гідратованому стані і зв'язувати воду, тоді як білок утворює гель, захоплюючи частинки полісахариду в гелевий матрикс. Втрати при цьому мінімізуються, вихід збільшується, а вміст вологи в продукті зберігається, що покращує споживчі властивості продукту.

Гелі на водній основі

Гарячі розчини каппа- і йота-карагінанів тверднуть при охолодженні нижче температури гелеутворення (30-70°C в залежності від присутності катіонів та інших інгредієнтів), утворюючи гелі різної текстури. Двохстадійний механізм гелеутворення наведено на *Рис.1.2 (а-в)*, причому в фазі Gel-I гель являється еластичним (йота), а в фазі Gel-II-крихким (каппа).

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		21

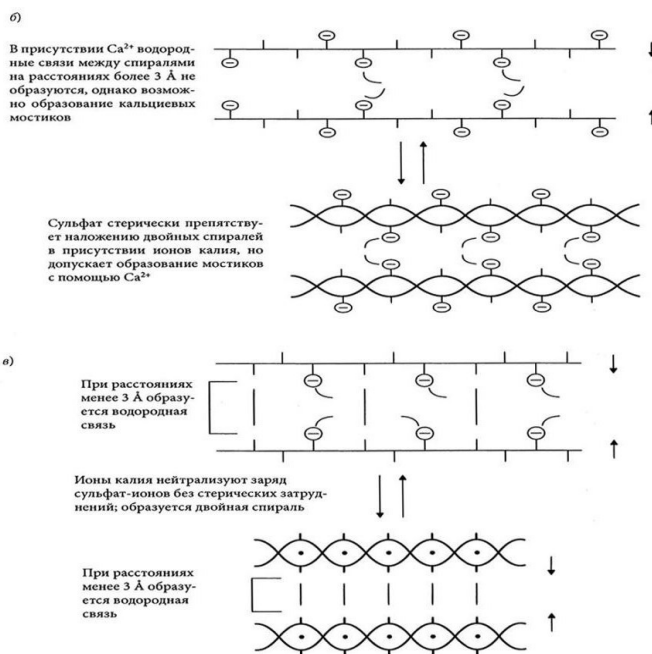
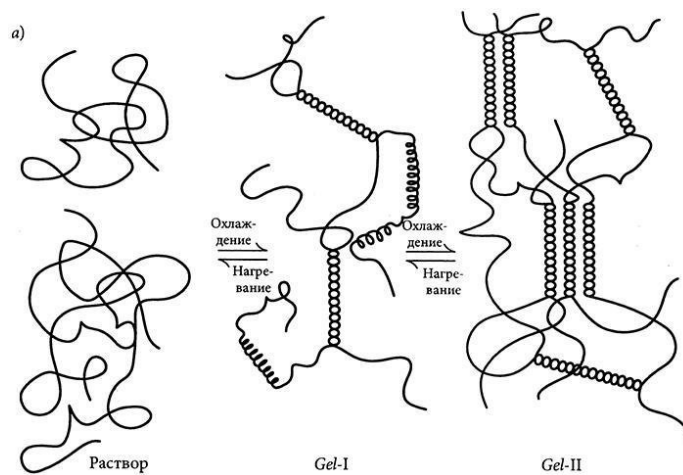


Рис.1.2 (а – механізм утворення карагінанового гелю, б - механізм утворення Gel-I (йота-карагінан) в - механізм утворення Gel-II (каппа-карагінан))

Для ефективного використання карагінану важливо знати йонний склад харчової системи. Наприклад, каппа-карагінану для стабілізації з'єднання зон всередині міцного і крихкого гелю необхідні іони калію, а йота-карагінану для зв'язку сусідніх ланцюгів в м'яких і еластичних гелях-іони кальцію.

Поєднання каппа- і йота-карагінанів дає гель з проміжними властивостями (рис.1.3).

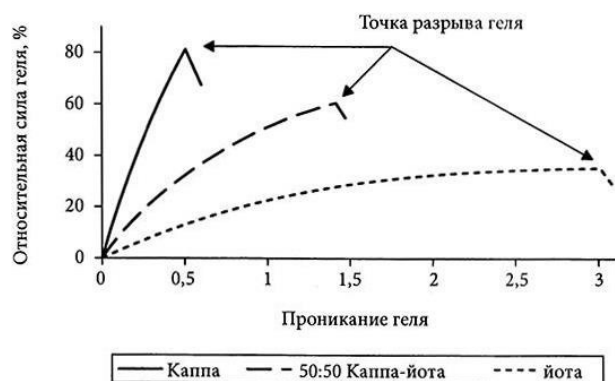


Рис.1.3 Властивості гелів, створенні чистими каппа-, йота- карагіна-
нами та їх сумішами

Карагінанові гелі виявляють гістерезис. Вони стабільні при кімнатній температурі, але можуть плавитися при температурах 5-30 ° С вище температури гелеутворення. При охолодженні розплав в нейтральному середовищі знову утворює гель тієї ж міцності і текстури. Гелі з йота-карагіна руйнуються при зсуві, але після зняття навантаження відновлюються, що свідчить про їх тиксотропні властивості. Разом з тим повне відновлення протікає досить довго (на відміну, від гелів з ксантанової камеді). Каппа-карагінанові гелі при зсуві незворотно руйнуються.

Синерезис представляє собою видалення вологи з гелю, структура якого становиться більш щільною і стислою. На відміну від досить схильних до синерезису гелей з каппа-карагіна, йота-карагінові гелі синерезису не схильні. Синерезис безпосередньо пов'язаний зі стабільністю в циклах заморожування - розморожування. Заморожування необоротно ущільнює структуру гелю з каппа- карагіна, але не впливає на йота-карагіновий гель, котрих при відтаванні повністю відновлюється. Контроль синерезиса вельми важливий для деяких областей застосування карагінанів.

Якщо поєднаний ефект двох компонентів в суміші значно перевищує сумарний ефект компонентів окремо, то це називається синергізмом.

Каппа-карагінан дає високосинергічні гелі з галактоманнанами - наприклад, з камеддю ріжкового дерева (КРД) і глюкаманнаном (конжаковою

каміддю). Крім збільшення міцності гелю, такі поліманнанові камеді роблять текстуру гелю більш еластичною і зменшують синерезис.

КРД представляє собою галактоманнан, в якому розподілення галактозних бічних ланцюгів на маннановому каркасі є впорядкованим з наявністю незаміщених ділянок. Ці особливості будови КРД сприяють утворенню сильних водневих зв'язків між галактоманнаном і спіральними агрегатами каппа-карагінана з проявом синергізму. Ще більш яскраво виражений синергізм характерний для сумішей каппа-карагінана з глюкоманнаном конжакової камеді. У цьому випадку відстань між ефірними групами, розташованими між маннаном конжака, чітко відповідають довжині спіральних агрегатів каппа-карагінана. Оптимальне співвідношення каппа-карагінана і маннанової камеді становить приблизно 60: 40 або 70: 30 (рис.1.4). Такі поєднання полімерів широко використовуються у виробництві м'ясних продуктів і желювання кормів для домашніх тварин.

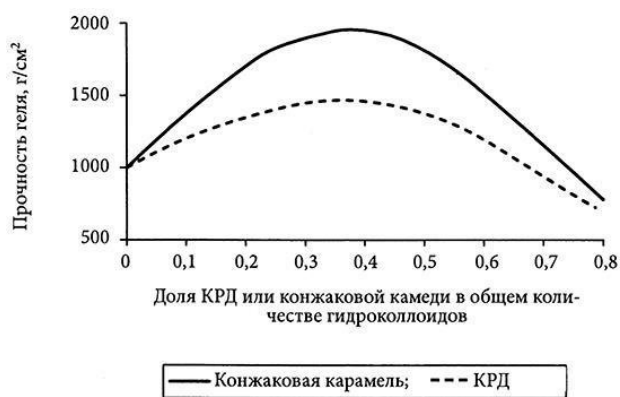


Рис.1.4 Синергізм сумішей каппа-карагінана з КРД і конжаковою каміддю

Гідратаційні і гелеутворюючі властивості PES і каппа-карагінана, отриманий за традиційною технологією екстракції, багато в чому схожі, але є і деякі відмінності. Целюлозний каркас в PES знижує швидкість гідратації, і тому розчини стають високов'язкими тільки після досить тривалого нагріван-

ня або при високих температурах. Присутність целюлози в готовому гелі робить його менш міцним на розрив, більш крихким і ламким. Частинки целюлози роблять гель каламутним, що виключає його використання там, де необхідно прозоре желе (зокрема, в десертах на водній основі і в глазурі для тортів і кексів). Хімічні властивості карагінана в PES залишаються колишніми, однак на технологічні і органолептичні властивості гелю можуть вплинути нерозчинні в кислотах речовини.

Кислотостійкість У кислому середовищі ($pH \leq 5,5$) в'язкість розчину карагінана і міцність його гелю зменшуються, особливо при $pH \leq 4,5$, хоча і при $pH 3,5$ вони ще досить високі. При низьких значеннях pH протікає автогідроліз, і кислотна форма карагінана розпадається за місцем приєднання 3,6-ангідрогалактози [5]. Швидкість автогідроліза при підвищених температурах значно зростає, однак при температурі нижче точки гелеутворення в карагінані залишаються пов'язані з сульфатом іони калію, що уповільнює автогідроліз. Отже, для запобігання гідролізу в кислих продуктах карагінан слід вносити в останній момент, також при наявності можливості підкислювати продукт безпосередньо перед відсадженням або розливом, щоб мінімізувати розпад полімеру.

Зразкові значення часу при різних pH і температурах, протягом якого отриманий з 0,5% -го капша-карагінана і 0,2% -го хлориду калія гель втрачає при охолодженні міцність не більше ніж на 20-25%. Зниження pH на 0,5 зменшує тривалість обробки приблизно в 3 рази. Цей час мало залежить від концентрації карагінана і інших інгредієнтів (зокрема, солей і цукрів). При безперервній технології тривалість переробки слід мінімізувати. При $pH \geq 4,5$ в більшості технологій виробництва харчових продуктів розчини карагінана залишаються стабільними [16].

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

1.3. Застосування, вплив на організм людини та сировинна база

Природні джерела отримання. Клітинні стінки червоних морських водоростей (*Rhodophyceae*): *Furcellariaceae* (наприклад, *Furcellaria fastigata*); *Gigartinaceae* (наприклад, *Chondrus crispus*, *Gigartina*, *Iridia*); (наприклад, *Hypnea*); *Phyllophoraceae* (наприклад, *Ahmfeltia*, *Gymnogongrus*, *Phyllophora*); *Solieraceae* (наприклад, *Anatheka*, *Euchema*, *Meristotheca*). Вони ростуть в холодних водах біля берегів Північної Європи, Азії, Південної Америки (Чилі і Перу), на рифах і в вузьких лагунах островів Індонезії.

Червоні водорості (*Rhodophyceae*) століттями використовувалися в їжу на Далекому Сході і в Європі. У всіх різновидах червоних водоростей містяться своєрідні полісахариди – сульфатовані галактани, які заповнюють порожнечі в целюлозній структурі рослини. До таких полісахаридів відносяться карагінан, фурацелеран і агар [17].

Екстрагований з водоростей карагінан не засвоюється людиною і являється лише харчовим волокном, який не має поживної цінності. Разом з тим він володіє унікальними технологічними властивостями, які можна використовувати для желювання, згущення і стабілізації харчових продуктів і харчових систем. З промислово перероблених червоних водоростей отримують різні карагінанові екстракти, відмінних за хімічним складом і конформацією молекул, що обумовлює широкий спектр реологічних особливостей гелів і текстур, щільності молекулярного заряду і видів взаємодій з іншими камедями та білками [18].

Застосування. карагінану і його натрієвих, калієвих та кальцієвих солей в харчовій промисловості, включаючи фурацелеран. PNG-карагінани містять значну кількість целюлози і утворюють каламутні (у різному ступені) розчини і гелі, через що їх не рекомендується використовувати у виробництві заливок, желе та інших прозорих продуктів, але для молочних, м'ясних, рибних або крохмалевмісних харчових продуктів вони цілком придатні. Більш того, завдяки меншій порівняно з очищеними карагінанами набуханню в холодно-

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

му розсолі і меншому синерезису PNG-карагінани забезпечують ряд технологічних переваг при переробці м'яса-менше засмічуються інжекторні голки, утворюється менше бульйонно-жирових набряків, краще маскуються немінучі «гелеві кишені» або «тигрові смуги» в розсольних продуктах з високим виходом.

Практичне використання карагінана значною мірою визначається його фізико-хімічними властивостями, різними для різних типів карагінанів.

Для створення повноцінних продуктів харчування масового та лікувально-профілактичного призначення особливу цінність представляють натуральні харчові добавки, не тільки здатні коригувати корисні властивості і хімічний склад харчових продуктів, а й володіють широким спектром біологічної активності.

Е 407 як гелеутворювач

Різні товарні форми карагінану використовують для формування структури і зв'язування вологи в м'ясних і рибних продуктах, а також для створення та стабілізації консистенції молочних виробів, соусів та ін. Найчастіше карагінан поєднують з іншими полісахаридами, особливо з камеддю ріжкового дерева (Е410), що призводить до поліпшення технологічних властивостей і економічно вигідно. Карагінани проявляють ефект синергічного посилення казеїнового гелю: одна й та сама міцність досягається в молочному середовищі при концентрації карагінана в 10 разів меншій, ніж у водному (наприклад, каппа-і йота-карагінан утворюють молочні гелі вже в концентрації 0,02%). Завдяки синергізму з казеїном добавка карагінанів в плавлені сири призводить до збільшення міцності гелів і формуванні більш щільної консистенції.

Йота - карагінан дозволяє створювати приголомшливі десерти, стабілізує морозиво і муси з молочних продуктів, а також дозволяє надати заварним кремом потрібну текстуру.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Карагінан отримують з красних водоростей зростаючих в прибережних районах Північної Атлантики, Південної Америки і на далекому Сході. Екстракти з різних водоростей містять карагінани з однаковим галактозним каркасом, але різною кількістю і становищем ефірних сульфатних груп, а також різною кількістю 3,6-ангідрогалактози.

Каппа-карагінан і фурацелеран дають термооборотні міцні і крихкі гелі, йота-карагінан дає м'які та еластичні гелі, тоді як лямбда-карагінан гель не утворює. Каппа-карагінан синергічно взаємодіє з поліманани (камедь рожкового дерева і конжаковою каміддю), створюючи міцний когезивний гель з модифікованою текстурою. Суміш каппа-карагінана з йота-карагінаном (або полімананами) використовують для отримання гелів різної текстури для ін'єктування і консервування м'яса, для приготування водних десертних гелів і глазурей.

Е 407 як загусник

Лямбда-карагінан не утворює гель і використовується як загусник швидкорозчинних напоїв і молочних десертів.

Загущувач Е 407 дозволений в сумішах для малюків старше 5 місяців (0,3 г / л).

Застосовується у виготовленні м'ясних продуктів, що дозволяє поліпшити зовнішній вигляд, підвищити соковитість продукту, запобігти появі жирових набряків, продовжити термін зберігання.

Всі харчові системи, представлені умовно і підрозділяються на дві групи (на водній і молочній основі), в яких за допомогою карагінана можна провести загущення або гелеутворення при низьких або підвищених температурах. Дозування карагінаном зазвичай складають 0,01-1,20%, у фруктових гелях (желе) - 0,80-1,20%, фруктових начинках до пирога - 0,20-0,30%.

Е 407 як стабілізуючий агент

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Специфічну взаємодію каппа-карагінана і каппа-казеїна широко використовується для стабілізації молочних продуктів, в тому числі молочних напоїв, сумішей для морозива і плавлених сирів.

Суміш капа- і йота- карагінана особливо підходить для отримання у молочних десертах міцної «вершкової» текстури.

Так за допомогою їх поєднання можна отримати «реконструйований сир», з текстурою плавлення сиру, але ароматом витриманого. Витримані сири не тануть, але карагінан дозволяє вирішити цю проблему [19,20].

Карагінани не розщеплюються ферментами в шлунково-кишковому тракті і можуть використовуватися у виробництві енергоредукованих продуктів. Вони використовуються в харчовій промисловості як структуроутворюючі добавки в кількості 0,01-3,00%.

Добова норма споживання офіційно не обмежена, але є пропозиція від ФАО / ВООЗ встановити максимальну кількість 75 мг / кг ваги. МОЗ запропонував провести додаткову перевірку продукту [21].

The Food and Agriculture Organization of the United Nations і Всесвітньої організації охорони здоров'я, на підставі наявних даних, не рекомендують використовувати продукти які містять карагінан в дитячому харчуванні, оскільки дослідження на щурах, морських свинках і мавпах показали, що використання полігінана (продукт розпаду карагінану) асоційоване до виразок і раку шлунково-кишкового тракту, причому у морських свинок вживання карагінану асоційоване з виразками шлунково-кишкового тракту, а у щурів - з раком шлунково-кишкового тракту. Вживання карагінана може також бути причиною запальних захворювань кишечника [22].

Інші області застосування.

Карагінан (в тому числі йог солі і фурцеллеран) застосовують в косметології.

Він підвищує в'язкість зубних паст, не надаючи при цьому руйнівної дії на емаль.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		29

Здатність активно пом'якшувати, зволожувати і живити шкіру дозволила включити речовину до складу засобів по догляду за обличчям і тілом.

Добавка Е 407 як стабілізуючий агент є одним з компонентів шампунів і кондиціонерів для волосся.

У виробництві фарб, у текстильній промисловості

У медицині:

- Основа поживних середовищ
- Сировина для приготування таблеток і капсул.
- Антикоагулянт крові
- Замінник агару в вірусологічних і імунологічних дослідженнях
- протипухлинний, протизапальний засіб, імуномодулятор

Фармацевтична промисловість використовує загущувач для виготовлення лікарських капсул. Властивість карагінана регенерувати шкіру, активувати зростання тканини дозволило застосовувати продукт для виробництва ранозагоюючих гелів і пов'язок [23].

1.4. Існуючі способи виробництва карагінанів

Карагінани можуть бути виділені з наступних видів водоростей: *Furcellaria*, *Chondrus*, *Gigartina*, *Hypnea*, *Hylophora*, *Gymnogongrus*, *Ahnfeltia*, *Euchenma*, *Meristotheca* та ін. Найбільш широко в якості сировини для виробництва карагінанів використовують *Gigartina*, *Chondrus*.

Euchenma являють собою покриті шипами рослини у вигляді чагарників висотою приблизно 50 см, які ростуть на рифах і в вузьких лагунах в районах Філіппінських і Індонезійських островів, на Далекому Сході. З водоростей виду *E. cotonii* отримують каппа-карагінан, а з *E. spinosum* - йота-карагінан. Найвідомішим видом червоних водоростей є *Chondrus crispus* - маленьке рослина, що має вигляд чагарнику висотою всього близько 10 см, яке широко поширене на узбережжі Північної Атлантики. Карагінан, отриманий з цього виду водоростей, містить одночасно каппа- і йота- типи. Однак

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

встановлено, що ці типи знаходяться не в одній рослині, а лише в рослинах, які ростуть разом. Вид *Gigartina* це великі рослини висотою до 3 м, які добуваються з глибоких холодних прибережних вод близько Чилі і Перу для отримання каппа- та лямбда-карагінаном. Водорості роду *Furcellaria* ростуть в холодних водах біля Північної Європи і Азії і використовуються для отримання каппа- та лямбда-карагінаном.

Виробництво в світі:

США – 10000 т/рік

Франція – 7000 т/рік

Японія – 3000 т/рік

Іспанія – 1600 т/рік

Чилі – 1000 т/рік

Нова Зеландія – 1000 т/рік

Китай – 400 т/рік

США і країни Європи, в основному, виробляють карагінан з сировини, що завозиться з інших країн.

Світове споживання карагінан становить понад 14000 т/рік і збільшується на 1-3% щорічно.

В Японії карагінан екстрагують водою з водорості *Eucheuma*, екстракт фільтрують, карагінан осаджують рівним об'ємом ізопропілового спирту. Обложений розчинником карагінан висушують при 50-80 ° С при зниженому або атмосферному тиску і подрібнюють. Втрати карагінана при використанні цієї технології складають 15%.

Технологічний процес отримання карагінану, застосовуваний в Норвегії, схожий на використовуваний в США, і складається з наступних операцій: Хондрус пропускають через мийний барабан і завантажують в реактори з мішалками для екстракції карагінанів водою. При досягненні концентрації сухих речовин <1% екстракт перекачують на вібросито, де відокремлюють не руйнуючи частини водорості. Екстракт очищають на сепараторі, потім

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

центрифугують. Очищений екстракт перекачують в ємність, де охолоджують до 20°C. Для осадження карагінана до збірки подають 90%-й етиловий спирт (1/3 від загального обсягу). Потім карагінан надходить на транспортер для відділення спирту. Осад пресують на шнековому пресі, після чого вміст сухих речовин в ньому становить 35-40%. Остаточна сушка карагінана проводиться в барабанних сушарках під вакуумом протягом 8 годин при $t = 60^{\circ}\text{C}$. Вологість готового продукту не перевищує 10-12%. На отримання одного кілограма карагінана витрачається 2-3 кг канадського або 4-5 кг португальського *Chondrus*.

У Росії для отримання карагінану використовують *Chondrus armatus* (Хондрус шипуватий).

Філіппінські компанії, основні виробники карагінана, практикують випуск напівочищеної речовини, позиціонуючи його як істинно натуральне.

Водорості занурюють в гарячий ($70-80^{\circ}\text{C}$) розчин вуглекислого калію для очищення. Потім сировину, що охолодилася, завантажують в спеціальну центрифугу для видалення целюлози. Розчин піддають фільтрації. Осад сушать і подрібнюють до дрібнофракційного порошку.

В інших країнах більш популярний спосіб виробництва очищеного карагінана із застосуванням хімічних речовин. Водорості кип'ятять в лужному розчині, фільтрують. Після чого карагінан осаджують етанолом або нерозчинними солями кальцію (карбонат, сульфат). Осад пресують, висушують у вакуумі і подрібнюють.

Великі виробники після очищення в розведеному лузі речовину виморожують або піддають ультрафільтрації.

Харчова добавка Е 407 вважається натуральним продуктом, незалежно від способу отримання [24].

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

РОЗДІЛ II. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика вихідної сировини

Виробництво карагінану (агару, агарози) за уніфікованою схемою виготовлення модифікованих полісахаридів з водоростей і морських трав, включає в себе таку сировину:

- Водорості *Chondrus armatus*;
- Гідроксид калію;
- Хлорид кальцію.

1. *Chondrus armatus* (хондрус шипуватий)

До теперішнього часу ці водорості розглядалися як другосортна сировина, і нашою промисловістю не перероблялася.

Шаровище кущисте, розгалужене, хрящувате, довжиною 10-20 см, фіолетово-кармінового кольору, вицвітаюче. Гілки лінійні, покриті шипуватими виростами, до вершини поступово звужуються. Кріпиться подошвою. Органи розмноження з'являються з червня по листопад. Заростей не утворює, зустрічається в змішаних поселеннях водоростей і морських трав. У пластах анфельції тобучінської зростає в неприкріпленому стані. Зростає на кам'янистому ґрунті на глибині 2-8 м, іноді опускається до 25 м. На російському узбережжі Японського моря мешкає повсюдно [25].

Поширення на російському Далекому Сході: Японське море: материкове узбережжя, західне узбережжя о. Сахалін; Охотське море: південне й східне узбережжя о. Сахалін; Курильські острови: Мала Курильська гряда, Велика Курильська гряда (о-ва Кунашир, Ітуруп).

Ареал виду: низькобореальний приазіатський.

Біомаса до 9,5 кг/м².

Застосування: може служити сировиною для виробництва біологічно активних, харчових і кормових добавок, технічних препаратів.

					ННІХТ.4-16.020.031.161.ДП.ПЗ			
Змн.	Ар-	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Скитиба М.В.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Бойчук Т.М.					33	98
Консульт.		Житнецький І.В.				НУХТ. Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Сабадаш Н.І.						
Затверд.		Носенко Т.Т.						

2. Гідроксид калію KOH - безбарвні, дуже гігроскопічні кристали. Водні розчини KOH мають сильнолужну реакцію. Фізичні константи: $M_r = 56,11$, $\rho = 2,04$ г / см³, $t_{пл} = 404$ ° С, $t_{кип} = 1324$ ° С. Формула – KOH .

Гідроксид калію продається у вигляді масивних блоків, пластівцевовидної маси, гранул або невеликих шматків, а також 40-50% -х розчинів. З'єднання калію менш поширені і тому дорожчі, ніж відповідні сполуки натрію. Вони застосовуються тільки в тих випадках, коли необхідний властивий їм комплекс фізико-хімічних властивостей, які не забезпечується сполуками натрію.

Гідрат окису калію негорючий і вибухобезпечний, за ступенем впливу на організм відноситься до речовин 2-го класу. Їдка речовина, при попаданні на шкіру та слизові оболонки, особливо очі, викликає важкі хімічні опіки і хронічні захворювання шкірних покривів. Особливо небезпечне потрапляння в очі [27].

Тому за ГОСТом 9285-78 до правил безпеки при використанні гідроокису калію поставлені такі вимоги:

- Виробничі приміщення повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією.
- Виробничий персонал повинен бути забезпечений спеціальним одягом та засобами індивідуального захисту (захисні окуляри, рукавички з гуми, стійкої до лугів, протиаерозольний респіратор по ГОСТ 12.4.034-85 * марки ФА-3).
- При розливі гідрату окису калію його знешкоджують, поливаючи місце розливу великою кількістю води.
- При розсипання твердого продукту його збирають совком, забруднену ділянку обмивають великою кількістю води.

У Росії технічний гідрат окису калію випускають по ГОСТ 9285-78, хімічно чистий продукт випускається згідно ГОСТ 24363-80. Іноземному продукту відповідає CAS 1310-58-3.

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

У промисловому масштабі гідроксид калію отримують електролізом хлористого калію. Можливі три варіанти проведення електролізу: електроліз з твердим азбестовим або полімерним катодом (діафрагмовий і мембранний методи виробництва), електроліз з рідким ртутним катодом (ртутний метод виробництва).

Правила прийому зазначені в ГОСТ 9285-78 Калия гидрат окиси технический. Технические условия [28].

3. Хлорид кальцію CaCl_2

Безбарвні кристали або кристалічні зростки без запаху, гірко-солоного смаку. Молекулярна маса 110,98. Щільність 2, 512 г / см³, температура плавлення 772 °, температура кипіння 1600 ° С. Формула - CaCl_2 .

Дуже легко розчинний у воді (4: 1), викликаючи при цьому охолодження розчину, легко розчинний в спирті. Надзвичайно гігроскопічний, на повітрі розплавляється. При температурі 34 ° С плавиться в своїй кристалізаційній воді. Містить до 27% кальцію. Розчини стерилізують при 100 ° С протягом 30 хвилин. Несумісний з солями важких металів, кислотами, йодидами і бромистими солями.

Форма випуску. Випускають і зберігають в добре закупорених банках, пробки яких залиті парафіном, в 50% водному розчині в добре закритих склянках і в ампулах по 5-10 мл 10% розчину [29].

За фізико-хімічними показниками хлористий кальцій повинен відповідати нормам вказаним в ГОСТ 450-77 кальций хлористый технический.

Технические условия.

Хлористий кальцій пожежо- та вибухобезпечний.

В організмі хлористий кальцій не кумулюється.

Технічний хлористий кальцій за ступенем впливу на організм відноситься до помірно небезпечних речовин (3-й клас безпеки по ГОСТ 12.1.005).

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Також за ГОСТ 450-77 до правил безпеки при використанні хлориду кальцію поставлені такі вимоги:

- Працюючі з хлористим кальцієм повинні бути забезпечені спеціальним одягом, спеціальним взуттям та індивідуальними засобами захисту за діючими нормами.
- Виробничі приміщення та лабораторії, в яких проводяться роботи з хлористим кальцієм, повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією [30].

2.2. Опис технології виробництва

Запропонована раніше технологія виробництва карагінану не включала в себе стадію модифікації хлоридом кальцію задля покращення такої технологічної властивості, як міцність гелю. Тому вигідно її проводити для удосконалення технології виробництва.

Карагінан з полярними сульфогрупами добре розчинний у воді, і на цій властивості засновані способи їх екстрагування з водоростей. Технологічні схеми, які застосовуються в різних країнах, включають наступні процеси:

- очищення і попередню обробку сировини;
- екстракцію;
- модифікацію (можливо);
- фільтрацію екстракту;
- осадження;
- сушку;
- надання товарного вигляду кінцевого продукту.

Однак окремі стадії процесу мають деякі особливості, які визначаються, зокрема, видом водоростей, що містять гелеутворюючі полісахариди.

Так, спосіб отримання карагінану з *Chondrus armatus*, застосовуваний в США, складається з наступних стадій: водорості промивають для видалення солей і механічних домішок, потім екстрагують полісахарид гарячою водою з

додаванням лугу для підвищення pH середовища з метою прискорення екстракції і запобігання гідролізу карагінана. Залишок водоростей відокремлюють від екстракту відстоюванням з подальшою фільтрацією. Відфільтрований екстракт концентрують в багатоступінчастому випарному апараті до отримання 2-3% -го розчину карагінана. З екстракту карагінан осаджують ізопропіловим спиртом, осад висушують під вакуумом для видалення надлишку спирту, після чого подрібнюють і упаковують.

Як зазначено вище, здатність полісахаридів червоних водоростей утворювати гелі визначається ступенем регулярності будови їх молекул і кількістю в полімері ланок 3,6-ангідро-галактози і 6-сульфата 3,6-ангідро-галактози. Високий вміст сульфогруп в молекулі полісахариду призводить до отримання гелю з низькою міцністю. Нерегулярність будови усувається видаленням частини сульфоефірних груп лугом.

Обробка водоростей лугом в контролюємих умовах, коли частина сульфогруп зберігається, - важлива стадія в технологічних схемах отримання карагінана, від якої багато в чому залежить гелеутворююча здатність цього полісахариду. Тому в технологічний ланцюг отримання гелеутворювачів з червоних морських водоростей включають лужну переробку сировини або екстракцію полісахариду лужними розчинами. При обробці водорості в лужному середовищі сульфогрупи відщеплюються з утворенням додаткової кількості 3,6-ангідрогалактози. Також з полімеру видаляються фракції з відносно низькою молекулярною масою. Після такого впливу міцність гелів зростає за рахунок зміни будови бічних груп полімерного ланцюга.

Процес виробництва карагінану заснований на екстрагуванні. Важливо, щоб вибрані водорості були дозрілими. Тому процес відбору як перша стадія виробництва вкрай важливий. Відібрані за ступенем зрілості водорості промивають з метою видалення з них піску і каменів. Потім швидко висушують, щоб запобігти мікробіологічну деградацію, зберігши, таким чином, якість карагінана. Після цього водорості упаковують і транспортують на заводи, де

вони зберігаються до моменту використання. Заводи, що знаходяться недалеко від місць збору водоростей, можуть використовувати вологі водорості, що дозволяє уникнути дорогих процесів висушування і подальшої регідратації. Для виробництва високоякісних карагінанів і кінцевих продуктів необхідні правильний відбір водоростей і розуміння взаємозв'язку між умовами процесу вилучення та властивостями цільового продукту.

Після того як обраний потрібний сорт морських водоростей, їх піддають лужній обробці. Вибір лугу залежить від заданого сольового типу карагінана, що впливає на властивості отриманого екстракту, включаючи диспергування, гідратацію, загущення і гелеутворення. Тривала дія лугу сприяє внутрішньо-молекулярним перетворенням з модифікацією головного ланцюга полісахаридної молекули.

Нами запропоновано удосконалення технології отримання карагінана. Принципово-технологічна схема наведена на рисунку 2.1.

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

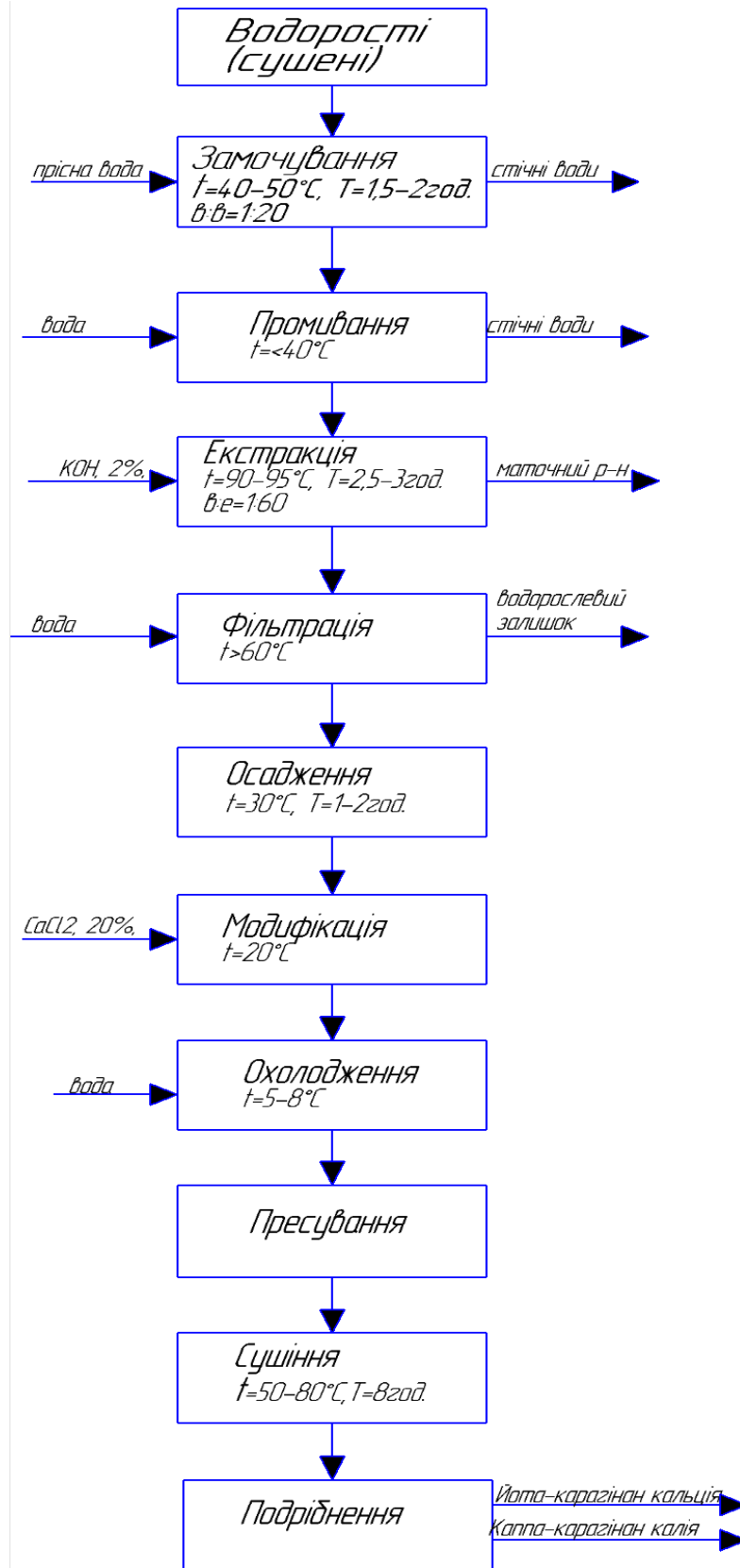


Рис. 2.1 Принципово-технологічна схема

Підготовка сировини. Першою і важливішою стадією виробництва є процес відбору водоростей, які повинні бути дозрілими (але не перезрілими). Після збору водорості піддають первинній обробці (промивають водою і швидко сушать). Подальша обробка здійснюється на переробних заводах, які можуть перебувати досить далеко від місця збору водоростей. На цих заводах водорості піддають екстракції разбавленим лугом, що супроводжується модифікацією карагінану, яка відбивається на властивостях їх гелів (мю-карагінан перетворюється в каппа-карагінан, а ню-карагінан - в йота-карагінан). Стандартизації властивостей кінцевих продуктів домагаються змішуванням екстрактів. Купажовані екстракти фільтрують, очищають центрифугуванням і згущують, після чого або осаджують карагінан ізопропіловий спирт, пресують і сушать, або обробляють концентрованим розчином хлорида кальцію, пресують, виморожують і сушать (в моєму випадку описаний другий метод). Висушений карагінан подрібнюють в дробарці до заданого розміру часток.

Домішки: катіони для нейтралізації сульфогруп і інші нерозчинні складові водоростей (в основному целюлоза).

Первинна обробка сировини

Сушені водорості *Chondrus armatus* містять нерозчинні механічні та водорозчинні домішки. Для їх видалення водорості попередньо замочують у прісній воді при $t=40-50^{\circ}\text{C}$ при співвідношенні водорість : вода = 1 : 20 (по масі) і витримують протягом 1,5-2,0 год., періодично перемішуючи для набухання таломів, розм'якшення тканин рослин, видалення розчинних неорганічних солей і екстрактивних азотистих речовин.

Пофарбований водний розчин зливають, водорості ще раз промивають холодною водою і після видалення її надлишку направляють на екстракцію карагінанів.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Екстракція

Екстракцію карагінанів проводять при $t=90-95\text{ }^{\circ}\text{C}$, протягом 2,5-3 год., підтримуючи співвідношення водорість: екстрагент (гідромодуль) рівним 1 : 60 (по масі).

Екстракт відокремлюють від водоростевого залишку в два етапи: грубої фільтрацією крупнодисперсних домішок і наступним очищенням екстрактів від дрібнодисперсних домішок - фільтрацією на нутч-, прес або вакуум-фільтрах або центрифугуванням. В процесі фільтрації температура екстракту не повинна бути нижче $60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вміст сухих речовин в кінці процесу - близько 1%. Очищений від домішок екстракт направляють на осадження карагінана.

Екстракт після фільтрації (див. тех. схему) може безпосередньо надходити на стадію виділення карагінанів осадженням з застосуванням ізопропілового спирту або направлятися на модифікацію структури полісахарида.

Лужна обробка карагінанів

Пошук оптимальних умов модифікації для отримання різних полісахаридів - завдання багатокритеріальна, так як повинні бути забезпечені і високий вихід продукту, і надійне видалення баластних речовин, і проведення демінералізації, при цьому не можна забувати про економію реагентів і про різні види сировини.

Отримують карагінан кальцію осадженням екстракту CaCl_2 .

Існують різні способи лужної модифікації структури гелеутворюючих полісахаридів:

- 1) обробка водорості 2% -м розчином гідроксиду калію з наступним екстрагуванням у водному середовищі;
- 2) екстрагування полісахариду в лужному середовищі;
- 3) введення в екстракт природного полісахариду - 2% -го гідроксиду калію - і витримування отриманої суміші протягом 1-2 год. при $t=20-70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Другий метод я вибираю. Приклади модифікації, що відповідають кожному способу, наведені в таблиці 2.2.

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

Вплив умов модифікації карагінана на його вихід з *Chondrus armatus* і фізико-хімічні властивості продукта

Умови модифікації		Вихід карагінана, % від маси сухої водорості	Вміст в карагінані, %		Характеристика гелю 2-го розчину карагінана		
Температура, °С	Тривалість, год		Зола	N, 803	Міцність, г/см ²	Температура, °С	
		застигання				плавлення	
Модифікація карагінана в екстракті							
20-70	1-2	39,8-40,0	23,4 - 24,4	11,5 — 13,2	825-900	34,0-36,0	58,0-60,5
Модифікація карагінана в водорості							
20-70	1-2	13,3-27,1	20,1 - 21,0	16,2- 19,8	500-900	28,0-37,0	74,0-79,0
-	-	38,0	21,8	19,5	500	34,0	53,0

Осадження карагінану

Осадження карагінану з екстракту проводять двома способами:

1) шляхом гелеутворення за допомогою введення дозованого обсягу 0,6% -го розчину KCl при $t=70 \pm 5^\circ\text{C}$ і безперервному перемішуванні суміші (суміш охолоджують до $t=20^\circ\text{C}$ і витримують не менше 2 год. для дозрівання гелю);

2) обробкою 20%-ми розчинами NH_4Cl або CaCl_2 при $t=20^\circ\text{C}$ і безперервному перемішуванні для одержання різних солей карагінана.

З цих двох методів було обрано другий варіант, так як він призведе до виходу двох видів солей каппа і йота карагінанів.

Зневоднення і очищення карагінанів від надлишку мінеральних солей проводять пресуванням або заморожуванням-розморожуванням [27].

Характеристики карагінанів, отриманих з червоної водорості *Chondrus armatus*, наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Хімічний склад і фізичні властивості природного, осадженого і модифікованого карагінана з *Chondrus armatus*

Карагінан	Вміст, % сухої речовини							Міцність геля, г/см ²
	Зола	Калій	Ca ₂ SO ₄	[N]	A	G	A/G	
Природний	21,2	2,0	19,5	4,2	10,7	20,1	0,62	<80
Осаджений	21,8	5,0	19,5	0,2	22,8	33,8	0,76	500±100
Модифікований	19,5	7,0	15,3	0,2	24,0	34,4	0,78	800±100

Примітка: А - 3,6-ангідрогалактоза; G - галактоза. * Для гелю 2% -го розчину карагінана.

2.3. Розрахунок матеріального балансу

Молярна маса:

M(карагінану)=400-560 кДа

M(додаткові речовини водоростей) <100г/моль

M(KOH)=56г/моль

M(H₂O)=18г/моль

M(CaCl₂)=111г/моль

Розрахунок робимо на 400 кг карагінана.

В промислових умовах слід враховувати витрати матеріалів які відбуваються безпосередньо в машинах та апаратах, наприклад за рахунок явища адгезії. Такі втрати приймаємо за 2 %

Далі розрахуємо витрати на стадіях виробництва, вказуючи потоки що прийшли і вийшли на певну стадію.

1) Вимочування. Перша стадія виробництва – це вимочування водоростей в прісній воді.

Із-за подальшого промивання відбуваються втрати 10% водоростей разом зі стоками.

Матеріальний баланс стадії вимочування

Прихід		Витрати	
Речовина	маса, кг	Речовина	маса, кг
водорості	400	Водорості	390
вода (1:20)	8000	Стоки в тому числі H ₂ O+неорг. домішки	8000
		Втрати	10
Разом	8410	Разом	8410

2) **Екстракція.** Розраховуємо масу екстракту за технологічно заданим виходом 40%(2.1)

$$m_{\text{екстракту}} = m_{\text{сировини}} \cdot C_{\text{сухого}} \quad (2.1)$$

де $m_{\text{сировини}}$ – маса карагану, кг;

$C_{\text{сухого}}$ – задана концентрація, %.

$$m_{\text{сухого матеріалу}} = 400 \cdot 0,4 = 160 \text{ кг}$$

Відповідно домішок та втрат в матеріалі

$$m_{\text{домішок}} = 400 \cdot 0,6 = 240 \text{ кг}$$

Розраховуємо масу КОН в сухому матеріалі, за формулою (1.2.)

$$m_{\text{КОН}} = m_{\text{продукту}} \cdot C_{\text{КОН}} \quad (1.2.)$$

$$m_{\text{КОН}} = 160 \cdot 3,125 = 500 \text{ кг}$$

Аналогічно розраховуємо масу CaCl₂ в сухому матеріалі, за формулою (1.2.):

$$m_{\text{CaCl}_2} = 160 \cdot 0,125 = 20 \text{ кг}$$

Похибка балансу=0,1%

Таблиця 2.5

Матеріальний баланс стадії екстракції з виходом водорості 40%

Прихід		Витрати	
Речовина	маса, кг	Речовина	маса, кг
водорості	390	екстракт	150
Р-н 100% КОН	10	залишки водор.	100
H ₂ O(1:60)	23400	домішки	100
		маточний р-н	23410
		Втрати	40
Разом	23800	Разом	23800

3)Модифікація. Проходить без втрат. Тому сировина залишає вихідну вагу.

Таблиця 2.6

Матеріальний баланс стадії модифікації полісахаридів

Прихід		Витрати	
Речовина	маса, кг	Речовина	маса, кг
Екстракт	150	карагінан	150
Р-н CaCl ₂	20	р-н	200
H ₂ O	180	Втрати	0
Разом	350	Разом	350

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

45

4)Сушіння. На стадію висушування надходить 350кг водоростей, що мають свою початкову вологість.

ω_H - початкова вологість продукту, %

ω_K - кінцева вологість продукту, %.

$$\omega_H = 72\%$$

$$\omega_K = 28\%$$

Отже, після висушування маса продукту становить:

$$m_{\text{продукту}} = \frac{350 \times 28}{72} = 100 \text{ кг}$$

З рівняння матеріального балансу сушильної установки визначимо витрата вологи W , яка видаляється з матеріалу, що висушується:

$$W = 350 \text{ кг / год} = 350/3600 = 0,097 \text{ кг / с,}$$

$$G_k = W \cdot \frac{100 - W_H}{W_H - W_K} = 350 \cdot \frac{100 - 72}{72 - 28} = 68.2 \text{ кг / с, (1)}$$

де G_k - продуктивність установки по сухій речовині, кг / с

Таблиця 2.7

Матеріальний баланс стадії сушіння полісахаридів

Прихід		Витрати	
Речовина	Маса, кг	Речовинв	Маса, кг
Пресований карагінан	350	Готовий очищений карагінан	100
		Пара	250
Разом	350	Разом	350

Отже, за результатами матеріального розрахунку на кожній стадії процесу, сумарні витрати на виробництво 100 кг готового продукту становлять:

2.4 Тепловий розрахунок стрічкової сушарки

2.4.1 Визначення основних параметрів вологого повітря

До основних параметрів вологого повітря відносяться:

1. температура t , ° С
2. відносна вологість повітря φ , %
3. питомий вміст води x , кг / кг
4. ентальпія I , кДж / кг

Температуру і відносну вологість повітря на вході в калорифер визначаємо за кліматичними таблицями, для м. Києва на червень місяць.

1. температура $t_0 = 23,1$ ° С,
2. відносна вологість $\varphi_0 = 63\%$.

Питомий вологовміст повітря розрахуємо за формулою:

$$x = 0,622 \cdot \frac{\varphi \cdot P_H}{B - \varphi \cdot P_H},$$

де 0,622 - відношення мольних мас водяної пари і повітря,

P_H - тиск насиченої водяної пари при даній температурі повітря, Па, приймаємо, $p_H = 2826,06$ Па при $t_0 = 23,1$ ° С.

b - барометричний тиск повітря, Па. (Для Європейської частини СНД приймається 745 мм рт. Ст. = 99100 Па.)

Питомий вологовміст повітря на вході в калорифер:

$$x_0 = 0,622 \cdot \frac{0,63 \cdot 2826,06}{99100 - 0,63 \cdot 2826,06} = 0,01139, \text{ кг/кг,}$$

Оскільки підігрів повітря в калорифері відбувається при незмінному вологовмісті повітря, то питомий вміст води повітря на вході в калорифер теж, що і на вході в сушарку:

$$x_1 = x_0 = 0,01139, \text{ кг/кг}$$

Ентальпія вологого повітря являє суму ентальпій сухого повітря і водяної пари, що припадає на 1 кг сухого повітря:

$$I = C_{с.в.} \cdot t + x \cdot i_n,$$

де $C_{с.в.}$ - середня питома теплоємність сухого повітря, (при $t < 200$ ° С $C_{с.в.} = 1,004$ кДж / (кг.К)),

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

де t - температура вологого повітря, °С,
 x - питомий вміст води повітря, кг / кг с.в.,
 i_n - питома ентальпія перегрітої пара, кДж / кг,

$$i_n = r_0 + c_n \cdot t,$$

де r_0 - питома теплота пароутворення води, (при 0 °С $r_0 = 2500$ кДж / кг),

c_n - середня питома теплоємність водяної пари, $c_n = 1,842$ кДж / (кг·К).

Ентальпія повітря на вході в калорифер:

$$I_0 = 1,004 \cdot 23,1 + 0,01139 \cdot (2500 + 1,842 \cdot (23,1)) = 52,14, \text{ кДж/кг}$$

Ентальпія повітря на виході з калорифера:

$$I_1 = 1,004 \cdot 118 + 0,01139 \cdot (2500 + 1,842 \cdot 118) = 149,4, \text{ кДж/кг}$$

При подальших розрахунках використовуємо значення і параметри, знайдені розрахунковим шляхом.

Проведемо розрахунок для сушильної камери з подальшим розподілом теплоти по зонам сушарки.

Розрахуємо питомі витрати теплоти на нагрівання водоростей в сушильній камері:

$$q_m = \frac{G_k \cdot c'_m (\theta_2 - \theta_1)}{W},$$

де - питома теплоємність висушеного полісахариду

$$c'_m = \frac{c_w \cdot \omega_2 + c_m (100 - \omega_2)}{100} = \frac{4,19 \cdot 8 + 1,54(100 - 8)}{100} = 1,75 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К};$$

c_w - питома теплоємність води, $c_w = 4,19$ кДж / кг · К;

c_m - питома теплоємність абсолютно сухого матеріалу, $c_m = 0,658$ кДж / кг · К;

θ_1 - температура матеріалу на вході в сушильну камеру, приймаємо $\theta_1 = 23,1$ °С з температури приміщення;

θ_2 - температура матеріалу на виході з сушильної камери, приймаємо $\theta_2 = 39$ °С з I-х діаграми;

$$q_m = \frac{360 \cdot 1,75(39 - 23,1)}{1709,4} = 5,9, \text{ кДж/кг.}$$

Втрати тепла на нагрівання транспортних пристроїв при сталому режимі роботи відсутні.

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

$$q_n = 5 - 10\% [C_{H_2O} \cdot \theta_1 + l \cdot (I_2 - I_0)] , \text{ кДж/кг вологи,}$$

l - питома витрата абсолютно сухого повітря:

$$l = \frac{1}{x_2 - x_1} = \frac{1}{0,038 - 0,01139} = 38,46 , \text{ кг воздуха / кг вологи}$$

де I₂ - ентальпія повітря на виході з сушарки, кДж / кг,

x₂ - питомий вміст вологи повітря на виході з сушарки, кг / кг с.в ..

Питомі втрати тепла в навколишнє середовище:

$$q_n = 0,05 \cdot [4,19 \cdot 23,1 + 4,2 \cdot (149,4 - 52,14)] = 25,26 , \text{ кДж/кг вологи}$$

Різниця між питомими приходом і витратою тепла безпосередньо в сушильній камері:

$$\Delta = 4,19 \cdot 23,1 - (5,7 + 25,26) = 65,83 , \text{ кДж/кг вологи}$$

Запишемо рівняння робочої лінії сушки:

$$\Delta = \frac{I - I_1}{x - x_1} ,$$

чи

$$I = I_1 + \Delta \cdot (x - x_1) ,$$

Для побудови робочої лінії сушки на діаграмі I-x необхідно знати координати (I і x) мінімум двох точок. Координати однієї точки відомі:

$$I_1 = 149,4 \text{ кДж / кг,}$$

$$x_1 = 0,01139 \text{ кг / кг,}$$

Для знаходження координат другої точки, задамося довільним значенням x, і визначимо відповідне йому значення I. Нехай x = 0,016 кг вологи / кг с.в., тоді:

$$I = 149,4 - 65,83 \cdot (0,016 - 0,01139) = 149,4 , \text{ кДж/кг}$$

Витрата повітря на сушку:

$$L = W \frac{1000}{X_2 - X_1} = 0,097 \cdot \frac{1000}{0,038 - 0,01139} = 3645 , \text{ кг/ч}$$

Середня температура повітря в сушарці:

$$t_{cp.} = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{118 + 50}{2} = 84^\circ C ,$$

Середній вологовміст повітря в сушарці:

$$x_{cp.} = \frac{x_0 + x_2}{2} = \frac{0,038 + 0,01139}{2} = 0,025 , \text{ кг/кг}$$

Середня об'ємна продуктивність по повітрю:

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		49

$$V = L \cdot v_{y0} = 0,98 \cdot 1,05 = 1,03 \text{ м}^3/\text{с}$$

де - питомий об'єм вологого повітря, що припадає на 1 кг абсолютно сухого повітря, м³ / кг.

Питомий обсяг вологого повітря:

$$v_{y0} = \frac{R_B T}{B - \varphi P_H},$$

де - газова постійна; для повітря = 287 Дж / (кг К);

T- абсолютна температура повітря, К.

$$T = t_{cp} + 273,$$

$$t_{cp} = \frac{t_{вх} + t_{ввых}}{2},$$

$$t_{cp} = \frac{118 + 50}{2} = 84^\circ\text{C},$$

$$T = 84 + 273 = 357 \text{ К},$$

$$v_{y0} = \frac{287 \cdot 357}{99100 - 0,63 \cdot 2826,06} = 1,05 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

Питома витрата абсолютно сухого повітря в сушильних установках з рециркуляцією відпрацьованого повітря:

$$l_{ц} = \frac{1000}{d_2 - d_{cm}} = \frac{1000}{x_2 - x_{cm}},$$

$$l_{ц} = \frac{1000}{0,038 - 0,016} = 45,45$$

Питома витрата циркуляційного повітря:

$$l_{ц} = l(n + 1),$$

де n - кратність сушіння;

$$n = \frac{d_{cm} - d_0}{d_2 - d_{cm}},$$

$$n = \frac{0,016 - 0,001139}{0,038 - 0,016} = 0,2.$$

Загальна витрата циркулюючого повітря в сушильній камері:

$$L_{ц} = l_{ц} \cdot W, \text{ кг/с}$$

$$L_{ц} = 45,45 \cdot 0,097 = 4,41, \text{ кг/с}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

2.5. Розрахунок та підбір основного обладнання

Основою для підбору устаткування є:

- кількість сировини, що обробляється за один раз;
- функціональність та продуктивність обладнання;
- вартість, енергоємність, габаритні розміри устаткування;
- зручність та безпечність його в експлуатації та обслуговуванні.

Підбір устаткування проводиться залежно від виду сировини, що переробляється та заданої продуктивності підприємства, виходячи із розрахунків матеріального балансу.

Обладнання за ступенем участі в технологічному процесі розділяють на:

- Основне
- Допоміжне
- Нейтральне.

Підбір допоміжного та нейтрального устаткування проводять після вибору основного за технологічною необхідністю [28].

2.5.1. Фільтрація та охолодження екстракту

Тривала лужна обробка при екстрагуванні призводить до внутрішньомолекулярного перегрупування і модифікації полісахаридного каркаса. Після екстракції розбавлені карагінанові екстракти фільтрують на рамному фільтр-пресі, очищають на високошвидкісних центрифугах і охолоджують.

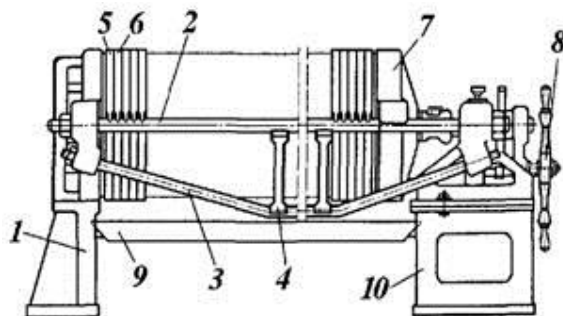


Рис.2.3 Рамний фільтр-прес

1 - упорна плита; 2 - балка повздожня; 3 - тяга; 4 - стійка; 5 - плита; 6 - рама; 7 - натискна плита; 8 - гвинтовий або гідравлічний затискувач; 9 - піддон; 10 - станина

Принцип роботи: заснований на фільтрації суспензії, яка під напором подає всередині комплекту пакети щільно присутніх до раму, різних толщин, фільтровальних плит, обтягуючих фільтровальну тканину. Внутрі рамки накоплюється твердий осадок, а жидкий фільтр просачує сквозь тканину і відводиться від фільтра. Періодично виробляється розкриття фільтра-преса і осадок удаляється.

Центрифуга-це різновид обладнання, призначеного для вилучення поверхневої вологи після засолення або промивання.

Триколонні центрифуги відносяться до нормальних відстійних або фільтруючих центрифуг періодичної дії з ручним вивантаженням осаду. Розріз такої центрифуги фільтруючого типу показаний на Рис. 2.4.

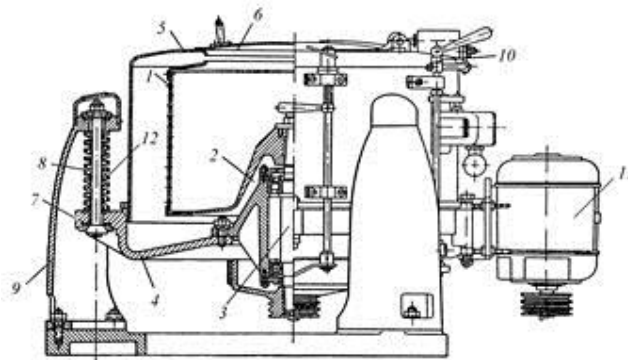


Рис. 2.4 Триколонна центрифуга: 1 – ротор; 2 – конус; 3 – вал; 4 – днище; 5 – кожух; 6 – кришка; 7 – станина; 8 – тяга; 9 – колонна; 10 – гальмо; 11 – двигун; 12 – пружина

Принцип роботи: Вихідна суспензія через отвір у кришці кожуха 5 подається в перфорований ротор 1, внутрішня поверхня якого покрита фільтрувальною тканиною або металевією сіткою. Ротор за допомогою основи, відлітої як одне ціле з конусом 2, закріплений на верхньому кінці вала 3, який приводиться в обертовий рух від електродвигуна через

розширювач 1 скребкового типу, який приводиться в рух від автономної приводної станції 12. Для подогреву повітряного повітря між лентами транспортерів встановлено підкореневі пристрої, кожен з яких забезпечений власним підводом пара і відводом конденсату. Зрозуміло, що відбувається під нижньою стрічкою, а забувається послідовно проходить через подогреватели та все вищезазначені смуги. Власний повітряний пристрій удаляється через витяжні камери 4 із підтримкою осевих вентиляторів 6 через повітряні вагони 9. Витяжні камери постачаються клапанами 7 для регулювання відводу сушильного агента.

Для перемежування продуктів з цілковитою рівномірною сушкою і запобігання сліпії в початковому верхньому ленточному конвеєрі встановлено ворошитель - порівняння, приведення в рух від автономного приводу 5. Для приведення лінійних конвеєрів сушильної камери служать дві станції 10: одна приведення в рух першої, третьої і п'ятої, іншої - другий і четвертий конвеєри. Для зручності обслуговування сушилка комплектується літнім 8, а також попередньо запропонований щит управління 11.

Достоїнствами сушилки користуються зручністю вивантаження сухого продукту, а також можливістю використання режиму сушки в залежності від умовної роботи.

Технічна характеристика сушарки стрічкової.

Основні технічні характеристики сушарки повинні відповідати даним зазначеним у таблиці 2.8

Таблиця 2.8

Технічна характеристика сушарки стрічкової

<i>НАЙМЕНУВАННЯ</i>	<i>ПАРАМЕТРИ</i>
Кількість секцій	11
Швидкість обертання ротора формувача, об / хв.	16; 19; 25; 32; 40
Діаметр ротора формувача (мм)	500
Швидкість руху стрічки транспортерної, м / сек (м / хв)	0,0038-0,054 (0,228-3,24)

Ширина стрічки транспортерної, мм.	2850
Максимальна температура теплоносія, °С	400
Привід харчування: Електродвигун	АО2-81-6 УЗ ГОСТ 13859-68 Виконання М101
Потужність; КВТ	30
Число оборотів, про / хв	930
Редуктор	РМ650-НЦ
Привід стрічки транспортерної: Мотор-варіатор	МВР2-16Щ 4-1, 2 / 17
Потужність, КВТ	4
Число оборотів, про / хв.	1,2-17
Привід шнека: електродвигун	АО2 32-4 ГОСТ 13959- 68 Виконання М101
Потужність, КВТ	3
Число оборотів, про / хв.	1440
Редуктор	Ц2У-160 40-12У1 ГОСТ 20758-75
Привід вентилятора: Електродвигун	АО2 41-4 ГОСТ 13859- 68 Виконання М101
Потужність, КВТ	4
Число оборотів, про / хв.	1440
Продуктивність: м ³ / год	3,5
Маса без урахування теплоізоляції і щитів управління, кг	55200
Габаритні розміри, мм.:	
Довжина	24725
Ширина	7190
Висота	4693

2.5.3. Подрібнення продукту

Двовалкові зубчасті дробарки типу ДДЗ (рис.2.6) використовують для крупного і середнього дроблення гірничої маси з коефіцієнтом міцності по шкалі М.М. Протодьяконова 4 ÷ 6.

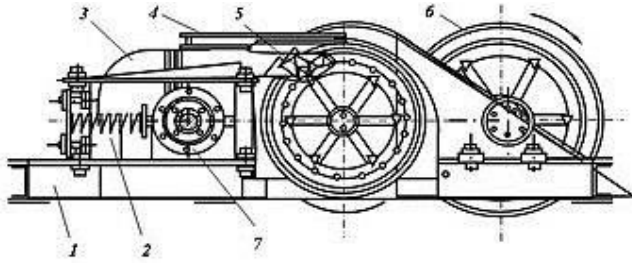


Рис 2.6 Двовалкова зубчаста дробарка типу ДДЗ

1 – рама; 2 – пружинний амортизатор; 3 – корпус; 4 – завантажувальна лійка; 5 – зубчастий валок; 6 – шків; 7 – корпус підшипника рухомого валка.

Принцип дії дробарок полягає у тому, що два валки 5 з зубчастими бандажами обертаються назустріч один одному, захоплюють грудку вугілля і розколюють її зубцями. Валок має форму багатогранника, який жорстко насаджений на вал. До граней валка за допомогою болтів кріпляться зубчасті сегменти виготовлені з марганцевистої сталі. Набір сегментів створює зубчатий валок циліндричної форми. Ряди зубів одного валка розташовані між рядами зубів іншого валка, що забезпечує отримання однорідного по крупності продукту. При крупному дробленні форма зубів дзьобоподібна з висотою зубів від 70 до 110 мм, при дрібному дробленні – списоподібна з висотою зубів близько 30 мм.

2.6 Розрахунок стрічкової сушарки

Розрахунок основних розмірів сушильної камери

Визначимо робочу площу стрічки:

$$L = \frac{G_k \cdot \tau_1}{\rho_n \cdot f}$$

де τ_1 - час сушки на 1-й стрічці, по досвідченим даним $\tau_1 = 6,9$ год;

ρ_n - насипна щільність висушеної водорості, кг / м³; $\rho_n = 360$ кг / м³;

f - площа поперечного перерізу висушеного матеріалу на стрічці:

$$f = b \cdot h = 1,75 \cdot 0,036 = 0,063 \text{ м}^2;$$

де b - ширина шару; м; (B_s - ширина конвеєрної стрічки, за стандартом приймаємо $B_s = 2$ м);

h - висота шару, м.

$$L = \frac{68,1 \cdot 6,9}{0,063 \cdot 360} = 20,7 \text{ , м.}$$

$$S = l \cdot b = 20,7 \cdot 2 = 41,4 \text{ кв.м}$$

Таку ж довжину мають інші стрічки. Робоча площа всіх стрічок сушильної установки становить 4 м^2 при загальній робочій довжині стрічки 2 м.

Розрахуємо швидкість руху стрічок.

Для верхньої стрічки вона становить

$$v_1 = \frac{S}{\tau} = \frac{0,52}{6,9} = 0,07 \text{ м/мин.}$$

$$\text{відповідно} = 0,04 \text{ м / хв,} = 0,035 \text{ м / хв,} = 0,031 \text{ м / хв.}$$

Довжина сушильної камери:

$$l_k = S_0 + d + r = 0,52 + 0,096 + 0,916 = 1,532 \text{ м,}$$

де S_0 - відстань між центрами барабанів, рівне робочій довжині стрічки;

d - діаметр барабана;

r - зміщення стрічок відносно один одного і відстань барабанів до стінок сушильної камери (приймаємо $r = 0,916$ м).

Округливши, приймаємо $l_k = 1,5$ м. Виходячи з ширини стрічки і відстані від стрічки до стінки камери визначаємо ширину камери:

$$b_k = B_s + 2,0 \cdot 0,053 = 0,3 + 0,11 = 0,41 \text{ м.}$$

При розрахунку висоти камери h_k відстань між барабанами приймається рівним 0,14 м, між барабаном і стелею 0,14 м, між барабаном і підлогою 0,15 м [30]: $h_k = 0,096 \cdot 4 + 0,14 \cdot 3 + 0,15 + 0,14 = 1,094 \text{ м.}$

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

2.7 Розрахунок і підбір комплектуючого обладнання стрічкової сушарки.

1) Розрахунок і підбір калориферів.

Приймаємо щодо встановлення калорифер КП2-2-СК, для якого:

1. площа поверхні нагрівання $F_k = 8,3 \text{ м}^2$ [31],
2. площа живого перетину по повітрю $f_k = 0,244 \text{ м}^2$.

Площа поверхні теплопередачі:

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp.}} \text{ м}^2,$$

де Q - витрата теплоти, кДж / год;

$$Q = 14993,79 \text{ кДж / год};$$

k - коефіцієнт теплопередачі від гріючого теплоносія до повітря, Вт / (м² · К).

$$k = 10,23 \cdot \vartheta_k^{0,48}, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}),$$

де v_k - швидкість руху повітря в калорифері, м / с:

$$v_k = \frac{3735,6}{3600 \cdot 3,15 \cdot 0,5} = 0,65 \text{ м/с},$$

$$\vartheta_k = 0,65 \text{ м/с}$$

$$k = 10,23 \cdot (0,65)^{0,48} = 8,3, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Середня різниця температур гріючого теплоносія і повітря, °С

$$\Delta t_{cp.} = \frac{\Delta t' - \Delta t''}{\ln \frac{\Delta t'}{\Delta t''}}, \text{ °С}$$

де $\Delta t'$ - велика різниця температур між температурами пари, що гріє і повітря, °С;

$\Delta t''$ - менша різниця температур між температурами пари, що гріє і повітря, °С.

Для підігріву повітря в калорифері використовується гріючий пар, що має при тиску 0,16 МПа. температуру 126 °С. Виходячи з температур

повітря, що надходить в калорифер і на виході з нього, розрахуємо середне-логарифмічну різницю температур для кожної зони;

I зона: $\Delta t' = 50^\circ\text{C}$, $\Delta t'' = 65^\circ\text{C}$

$$\Delta t' = 126 - 50 = 76, \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t'' = 126 - 65 = 61, \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{cp.} = \frac{\Delta t' - \Delta t''}{2,3 \ln \frac{\Delta t'}{\Delta t''}} = \frac{76 - 61}{2,3 \ln \frac{76}{61}} = 68,65, \text{ }^\circ\text{C}$$

II зона: $\Delta t' = 49^\circ\text{C}$, $\Delta t'' = 76^\circ\text{C}$

$$\Delta t' = 126 - 49 = 77, \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t'' = 126 - 76 = 50, \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{cp.} = \frac{\Delta t' - \Delta t''}{2,3 \ln \frac{\Delta t'}{\Delta t''}} = \frac{77 - 50}{2,3 \ln \frac{77}{50}} = 62,8, \text{ }^\circ\text{C}$$

III зона: $\Delta t' = 48^\circ\text{C}$, $\Delta t'' = 56^\circ\text{C}$

$$\Delta t' = 126 - 48 = 78, \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t'' = 126 - 56 = 70, \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{cp.} = \frac{\Delta t' - \Delta t''}{2,3 \ln \frac{\Delta t'}{\Delta t''}} = \frac{78 - 70}{2,3 \ln \frac{78}{70}} = 74,04, \text{ }^\circ\text{C}$$

IV зона: $\Delta t' = 50^\circ\text{C}$, $\Delta t'' = 55^\circ\text{C}$

$$\Delta t' = 126 - 50 = 76, \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t'' = 126 - 55 = 71, \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t' - \Delta t''}{2,3 \ln \frac{\Delta t'}{\Delta t''}} = \frac{76 - 71}{2,3 \ln \frac{76}{71}} = 73,53, ^\circ\text{C}$$

Визначимо загальний витрата теплоти по зонам:

$$Q = q \cdot W,$$

$$Q_1 = q_1 \cdot W_1 = 33 \cdot 5.18 = 170,9 \text{ кДж/ч},$$

$$Q_2 = q_2 \cdot W_2 = 80 \cdot 12.98 = 1038,4 \text{ кДж/ч},$$

$$Q_3 = q_3 \cdot W_3 = 167.9 \cdot 20.7 = 3475.53 \text{ кДж/ч},$$

$$Q_4 = q_4 \cdot W_4 = 454.54 \cdot 22.68 = 10308.96 \text{ кДж/ч}.$$

Сумарна витрата теплоти в сушильній установці $Q = 14993,79 \text{ кДж / год}$

Питома витрата теплоти на сушку визначимо:

$$q_{\text{кал3}} = \frac{I_{13} - I_{03}}{d_{23} - d_{13}},$$

де I_{13} , I_{03} - ентальпія повітря відповідно на вході і виході з калорифера кожної зони, кДж / кг с.в. .;

d_{23} , d_{13} - вологовміст повітря на вході і виході з відповідної зони сушильної камери, г / кг с.в.

$$q_1 = \frac{(100 - 99,8) \cdot 1000}{19,1 - 13,1} = 33 \text{ кДж/кг},$$

$$q_2 = \frac{(130 - 129,05) \cdot 1000}{31 - 19,1} = 80 \text{ кДж/кг},$$

$$q_3 = \frac{(139 - 138,83) \cdot 1000}{33,8 - 31} = 167,9 \text{ кДж/кг},$$

$$q_4 = \frac{(145 - 144) \cdot 1000}{36 - 33,8} = 454,54 \text{ кДж/кг},$$

Волога з висушуючого матеріалу в стрічкових сушарках випаровується по зонам нерівномірно. При цьому максимальна кількість вологи видається з перших по ходу надходження матеріалу стрічок. На підставі досліджених даних про експлуатацію стрічкових сушарок прийемо на-

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

ступний розподіл випареної вологи по зонам, починаючи з першої стрічки зверху: I-0.35, II-0.32, III - 0.2, IV - 0.08.

Знаючи загальну кількість випареної вологи, розрахуємо кількість вологи, що видаляється при сушінні в кожній зоні (номера зон визначені в напрямку надходження повітря):

$$W_1 = 64.8 \cdot 0.08 = 5.18 \text{ кг/ч}; W_2 = 12.98 \text{ кг/ч}; W_3 = 20.7 \text{ кг/ч}; W_4 = 22.68 \text{ кг/ч};$$

Площа поверхні теплопередачі:

$$F_1 = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{170,9 \cdot 10^3}{8,3 \cdot 3600 \cdot 68,65} = 0,08, \text{ м}^3$$

$$F_2 = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{1038,4 \cdot 10^3}{8,3 \cdot 3600 \cdot 62,8} = 0,55, \text{ м}^3$$

$$F_3 = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{3475,53 \cdot 10^3}{8,3 \cdot 3600 \cdot 74,04} = 1,5, \text{ м}^3$$

$$F_4 = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{10308,96 \cdot 10^3}{8,3 \cdot 3600 \cdot 73,53} = 4,7, \text{ м}^3$$

Сумарна розрахункова поверхня нагріву становить 6,8 м³

Кількість паралельно встановлених калориферів:

$$x = \frac{L}{\rho v \cdot f_k}, \text{ шт}$$

де L - витрата повітря, кг / с

$$L = 4,2 \text{ кг/с}$$

$$x = \frac{L}{\rho v \cdot f_k} = \frac{4,2}{10 \cdot 0,244} = 1,7, \text{ шт}$$

Приймаємо x = 2

Уточнюємо масову швидкість повітря в живому перетині калорифера:

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

$$\rho \vartheta = \frac{L}{f_k \cdot x} = \frac{4,2}{2 \cdot 0,244} = 8,6, \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Кількість послідовно встановлених калориферів:

$$y = \frac{F}{F_k \cdot x} = \frac{6,8}{8,3 \cdot 2} = 0,5, \text{ шт}$$

Приймаємо $y = 1$

Установча площа поверхні теплопередачі калориферної батареї:

$$F_{уст.} = F_k \cdot x \cdot y = 6,8 \cdot 2 \cdot 1 = 13,6, \text{ м}^2$$

Опір калорифера:

$$\Delta p_{кал.}^1 = e \cdot (\rho \vartheta)^m, \text{ Па}$$

де e, m - досвідчені коефіцієнти,

$$e = 0,43$$

$$m = 1,94$$

$$\Delta p_{кал.}^1 = e \cdot (\rho \vartheta)^m = 0,43 \cdot (8,6)^{1,94} = 27,9 \text{ Па},$$

Опір калориферної батареї:

$$\Delta p_{кал.} = \Delta p_{кал.}^1 \cdot x \cdot y = 27,9 \cdot 2 \cdot 1 = 55,9 \text{ Па},$$

2) Розрахунок циклону ЦН-15

Щільність повітря при робочих умовах ρ_r , кг / м³, визначаємо за формулою

$$\rho_r = \rho_0 \frac{273}{273+t},$$

де ρ_0 - щільність повітря при 50 ° С, кг / м³;

t - температура повітря при робочих умовах, ° С.

$$\rho_r = 1,293 \cdot \frac{273}{273+50} = 1,09 \text{ кг}/\text{м}^3,$$

Оптимальну швидкість повітря в апараті $\omega_{\text{опт}}$, м / с, визначаємо за формулою:

$$\omega_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2\Delta p / \rho_{\text{г}}}{\xi_{500}^{\text{с}}}}$$

де $\xi_{500}^{\text{с}}$ - коефіцієнт опору циклону ($\xi_{500}^{\text{с}} = 155$);

$\rho_{\text{г}}$ - щільність газу, кг / м³;

Δp - гідравлічний опір циклону, Па.

Приймаємо $\frac{\Delta p}{\rho_{\text{г}}} = 740$, тоді

$$\omega_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 740}{155}} = 3,09 \text{ м/с.}$$

Необхідну площу перетину циклону F , м², визначаємо за формулою:

$$F = \frac{V}{\omega_{\text{опт}}}$$

де V - кількість повітря, що очищається при робочих умовах, м³ / с:

$$V = \frac{L^{\text{н}}}{\rho} = \frac{4,2}{1,09} = 3,8, \text{ м}^3/\text{с}$$

$$F = \frac{3,8}{3,09} = 1,2 \text{ м}^2.$$

Діаметр циклону D , м, визначаємо за формулою

$$D = \sqrt{\frac{F}{0,785 \cdot N}}$$

де N - кількість циклонів.

Приймаємо $N = 1$.

$$D = \sqrt{\frac{1,2}{0,785 \cdot 1}} = 1,2 \text{ м}$$

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		63

Приймаємо стандартне значення діаметра циклону $D = 1200$ мм.

Дійсну швидкість газу в циклоні ω , м / с, визначаємо за формулою

$$\omega = \frac{V}{0,785 \cdot N \cdot D^2},$$

$$\omega = \frac{3,8}{0,785 \cdot 1 \cdot 1,2^2} = 3,3 \text{ м/с.}$$

Мінімальний час перебування частинок в циклоні, з

$$\tau = \frac{L}{\omega_{oc}},$$

де L - довжина шляху, що проходить газовим потоком в циклоні L , м.

$$L = 2(\pi \cdot D),$$

$$L = 2 \cdot 3,14 \cdot 1,2 = 7,5 \text{ м}$$

Швидкість у вхідному патрубку, м / с:

$$v_{окр} = \frac{V}{b \cdot a},$$

$$v_{окр} = \frac{3,8}{0,2 \cdot 0,66} = 28,7 \text{ м/с}$$

Швидкість осадження частинок W_{oc} , м / с:

$$\omega_{oc} = \frac{d^2 \cdot (\rho - \rho) \cdot v^2}{g \cdot \mu_{ex} \cdot D^{окр}},$$

де $d_{ч}$ - діаметр частинок, $d_{ч} = 0,6 \cdot 10^{-5}$ м,

$$\omega_{oc} = \frac{(0,6 \cdot 10^{-5})^2 \cdot (1581 - 1,113) \cdot 28,7^2}{9,81 \cdot 19,6 \cdot 10^{-6} \cdot 0,65} = 0,46 \text{ м/с,}$$

Мінімальний час перебування частинок в циклоні, з:

$$\tau = \frac{7,5}{0,46} = 16,3 \text{ с.}$$

Коефіцієнт гідравлічного опору циклону $\xi_{ц}$ визначаємо за формулою:

$$\xi_{ц} = K_1 \cdot K_2 \cdot \xi_{500}^c + K_3,$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-

де ξ_{500}^c - коефіцієнт гідравлічного опору одиночного циклону;

K_1 - поправочний коефіцієнт на діаметр циклону;

K_2 - поправочний коефіцієнт на запиленість повітря;

K_3 - коефіцієнт, що враховує додаткові втрати тиску.

$K_1 = 1, K_2 = 1$ і $K_3 = 0$ [32].

$$\xi_{ц} = 1 \cdot 1 \cdot 155 + 0 = 155.$$

Втрати тиску в циклоні? Р, Па, визначаємо за формулою:

$$\Delta P = \xi \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}$$

$$\Delta P = 155 \cdot \frac{1,09 \cdot 3,3^2}{2} = 919,9 \text{ Па.}$$

Конструктивні розміри циклону:

Внутрішній діаметр вихлопної труби:

$$D_{вн} = 1,2 \cdot 0,59 = 0,70 \text{ м}$$

Діаметр пилевипускного отвори:

$$D_{в.о.} = 1,2 \cdot 0,3 = 0,36 \text{ м}$$

Ширина вхідного патрубкa:

$$H = 1,2 \cdot 0,2 = 0,24 \text{ м}$$

Висота вхідного патрубкa:

$$h_1 = 1,2 \cdot 0,66 = 0,79 \text{ м}$$

Кут нахилу вхідного патрубкa, 15°

Висота вихлопної труби:

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

$$h_2 = 1,2 \cdot 1,74 = 2,08 \text{ м}$$

Висота циліндричної частини циклона:

$$h_3 = 1,2 \cdot 2,26 = 2,7 \text{ м}$$

Висота конічної частини циклона

$$h = 1,2 \cdot 2 = 2,4 \text{ м.}$$

3) Гідрравлічний розрахунок лінії повітря і підбір вентилятора.

Діаметр трубопроводу для 1 ділянки дорівнює:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,5}{3,14 \cdot 14}} = 0,56 \text{ м.}$$

де Q - об'ємна витрата повітря, $\text{м}^3/\text{с}$;

$$Q = \frac{L^u}{\rho}, \text{м}^3/\text{с}$$

де ρ - щільність при певній температурі, $\text{кг}/\text{м}^3$:

$$\rho^{23.1} = \rho_0 \frac{T^0}{T} = 1,293 \cdot \frac{273}{296.1} = 1,19 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$Q = \frac{5}{1,19} = 4,2, \text{м}^3/\text{с}$$

w - швидкість повітря в трубопроводі, $\text{м}/\text{с}$;

Для трубопроводу прийmemo швидкість руху повітря $\omega = 10-15 \text{ м} / \text{с}$.

Вибираемо сталевий трубопровід зовнішнім діаметром 600 мм і товщиною 2 мм [33]. Тоді внутрішній діаметр: $600 - (2 \cdot 2) = 596 \text{ мм}$.

Фактична швидкість в трубі:

$$w = \frac{4 \cdot 3,5}{3,14 \cdot 0,596^2} = 12,5 \text{ м}/\text{с.}$$

Критерій Рейнольдса для потоку в трубопроводі:

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

$$Re_1 = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{12,5 \cdot 0,596 \cdot 1,19}{11,4 \cdot 10^{-6}} = 780897,8.$$

де - щільність повітря, м³/кг;

μ - динамічна в'язкість повітря, Па·с

:

$$\mu^{23.1} = \mu_0 \frac{T_0 + C}{T + C} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{3/2},$$

$$\mu^{23.1} = 17,3 \cdot 10^{-6} \frac{273 + 124}{296,1 + 124} \left(\frac{273 + 15}{273} \right)^{3/2} = 17,6 \cdot 10^{-6} \text{ Па·с}$$

Прийmemo, що труби були в експлуатації, і вони мають незначну корозію. Тоді Δ = 2 · 10⁻⁴ м. Отримуємо:

$$e = 2 \cdot 10^{-4} / 0,596 = 0,00035,$$

$$1/e = 2857,14,$$

$$10 \cdot 1/e = 28571,4,$$

$$560 \cdot 1/e = 1600000,$$

$$28571,4 < Re < 16000000.$$

де e - відносна шорсткість трубопроводу;

Таким чином, розрахунок загального коефіцієнта опору, що відображає вплив опору тертя і місцевих опорів, проводимо для зони змішаного тертя:

$$\lambda = 0,11(e + 68 / Re)^{0,25} = 0,11(0,00035 + 68 / 780897,8)^{0,25} = 0,0159.$$

Діаметр трубопроводу для 2 ділянки дорівнює:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,6}{3,14 \cdot 14}} = 0,64 \text{ м.}$$

де Q - об'ємна витрата повітря, м³ / с;

$$Q = \frac{L^H}{\rho}, \text{ м}^3/\text{с}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		67

де ρ - щільність при певній температурі, кг/м³:

$$\rho^{118} = \rho_0 \frac{T^0}{T} = 1.293 \cdot \frac{273}{391} = 0.9 \text{ кг/м}^3$$

$$Q = \frac{4.2}{0.9} = 4.6, \text{ м}^3/\text{с}$$

w - швидкість повітря в трубопроводі, м/с;

Для трубопроводу прийємо швидкість руху повітря $\omega = 10\text{-}15 \text{ м / с}$.

Вибираємо сталевий трубопровід зовнішнім діаметром 700 мм і товщиною 2 мм [35]. Тоді внутрішній діаметр: $700 - (2 \cdot 2) = 696 \text{ мм}$.

Фактична швидкість в трубі:

$$w = \frac{\sqrt{4 \cdot 4.6}}{3.14 \cdot 0.696^2} = 12.09 \text{ м/с.}$$

Критерій Рейнольдса для потоку в трубопроводі:

$$Re_2 = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{12.09 \cdot 0.696 \cdot 0.9}{22.6 \cdot 10^{-6}} = 335284.13.$$

де ρ - щільність повітря, м³/кг;

μ - динамічна в'язкість повітря, Па·с;

$$\mu^{118} = \mu_0 \frac{T_0 + C}{T + C} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{3/2},$$

$$\mu^{118} = 17.3 \cdot 10^{-6} \frac{273 + 124}{391 + 124} \left(\frac{273 + 118}{273} \right)^{3/2} = 22.6 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

Прийємо, що труби були в експлуатації, і вони мають незначну корозію. Тоді $\Delta = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}$. Отримуємо:

$$e = 2 \cdot 10^{-4} / 0.696 = 0.0003,$$

$$1/e = 3333.3,$$

$$10 \cdot 1/e = 33333.3,$$

$$560 \cdot 1/e = 1866666.6,$$

$$333333 < Re < 1566666.6.$$

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

де e - відносна шорсткість трубопроводу;

Таким чином, розрахунок загального коефіцієнта опору, що відображає вплив опору тертя і місцевих опорів, проводимо для зони змішаного тертя:

$$\lambda = 0.11(e + 68 / \text{Re})^{0.25} = 0.11(0.0003 + 68 / 335284,13)^{0.25} = 0.0164;$$

Діаметр трубопроводу для 3 ділянки дорівнює:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 3,8}{3,14 \cdot 14}} = 0,34 \text{ м.}$$

де Q - об'ємна витрата повітря, м³ / с;

$$Q = \frac{L^u}{\rho},$$

де ρ - щільність при певній температурі, кг / м³:

$$\rho^{50} = \rho_0 \frac{T^0}{T} = 1.293 \cdot \frac{273}{323} = 1.09 \text{ кг/м}^3$$

$$Q = \frac{4.2}{1.09} = 3.8, \text{ м}^3/\text{с}$$

w - швидкість повітря в трубопроводі, м / с;

Для трубопроводу приймемо швидкість руху повітря $\omega = 10\text{-}15 \text{ м / с.}$

Вибираємо сталевий трубопровід зовнішнім діаметром 350мм і товщиною 2мм [35]. Тоді внутрішній діаметр: $350 - (2 \cdot 2) = 346 \text{ мм.}$

Фактична швидкість в трубі:

$$w = \frac{4 \cdot 3,8}{3 \cdot 3,14 \cdot 0,346^2} = 14 \text{ м/с,}$$

Критерій Рейнольдса для потоку в трубопроводі:

$$\text{Re}_3 = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} = \frac{14 \cdot 0,346 \cdot 1,09}{19,6 \cdot 10^{-6}} = 269385,7.$$

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

де ρ - щільність повітря, м³/кг;

μ - динамічна в'язкість повітря, Па·с;

$$\mu^{50} = \mu_0 \frac{T_0 + C}{T + C} \left(\frac{T}{T_0} \right)^{3/2},$$

$$\mu^{118} = 17.3 \cdot 10^{-6} \frac{273+124}{323+124} \left(\frac{273+50}{273} \right)^{3/2} = 19.6 \cdot 10^{-6} \text{Па} \cdot \text{с}$$

Прийнемо, що труби були в експлуатації, і вони мають незначну корозію. Тоді $\Delta = 2 \cdot 10^{-4}$ м. Отримуємо:

$$e = 2 \cdot 10^{-4} / 0.346 = 0.0005,$$

$$1/e = 2000,$$

$$10 \cdot 1/e = 20000,$$

$$560 \cdot 1/e = 1120000,$$

$$20000 < Re < 1120000.$$

де e відносна шорсткість трубопроводу;

Таким чином, розрахунок загального коефіцієнта опору, що відображає вплив опору тертя і місцевих опорів, проводимо для зони змішаного тертя:

$$\lambda = 0.11(e + 68/Re)^{0.25} = 0.11(0.0005 + 68 / 269385,7)^{0.25} = 0.0182.$$

Визначимо коефіцієнти місцевих опорів:

1) вхід в трубу (приймаємо з гострими краями): $\xi_1 = 0.5$ [36, с.14];

2) вентиль нормальний при повному відкритті: для $d=0.600$ м $\xi_2 = 5,5$; для $d=0.700$ м $\xi_2 = 5,5$; для $d=0.350$ м $\xi_2 = 5,5$ [36, с.15];

3) коліно: $\xi_3 = 1.1$ [36, с.14]; □

4) вихід з труби: $\xi_4 = 1$ [36, с.14];

5) трійники: для потоку виходить з магістралі: $\xi_5 = 0,51$ [36, с.15].

Сума місцевих опорів на 1 ділянці:

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

$$\sum \xi = 5,5 + 0,5 = 6,$$

Сума місцевих опорів на 2 ділянці:

$$\sum \xi = 5,5 + 1,1 + 0,5 = 7,1,$$

Сума місцевих опорів на 3 ділянці:

$$\sum \xi = 2 \cdot 1 + 1,1 + 0,51 + 0,5 + 1,1 = 5,21.$$

Місцеве опір циклону приймаємо з розрахунків $\xi_{\text{ц}} = 155$;

Місцеве опір калорифера приймаємо з розрахунків $\xi_{\text{к}} = 55,9$;

Місцеве опір сушарки $\xi_{\text{с}} = 15$ [37].

Сума місцевих опорів:

$$\sum \xi = 6 + 7,1 + 5,21 + 155 + 50,6 + 15 = 238,91$$

Гідрравлічний опір воздуховода:

$$\Delta P_n = \left(\lambda \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2},$$

де l - довжина трубопроводу, м;

Гідрравлічний опір воздуховода на 1 ділянці:

$$\Delta P_{n1} = \left(0,0159 \frac{1,5}{0,600} + 6 \right) \cdot \frac{1,19 \cdot 12,5^2}{2} = 561,43 \text{ Па},$$

Гідрравлічний опір воздуховода на 2 ділянці:

$$\Delta P_{n2} = \left(0,0164 \frac{3}{0,700} + 7,1 \right) \cdot \frac{0,9 \cdot 12,09^2}{2} = 466,23 \text{ Па},$$

Гідрравлічний опір воздуховода на 3 ділянці:

$$\Delta P_{n3} = \left(0,0182 \frac{4}{0,350} + 5,21 \right) \cdot \frac{1,09 \cdot 14^2}{2} = 578,96 \text{ Па},$$

Сума гідрравлічних опорів:

$$\Delta P = \Delta P_{n1} + \Delta P_{n2} + \Delta P_{n3} + \Delta P_{\text{ц}} + \Delta P_{\text{к}} + \Delta P_{\text{с}},$$

де ΔP_{n1} , ΔP_{n2} , ΔP_{n3} - гідрравлічний опір воздуховода на 1,2 і 3 ділянках;

$\Delta_{\text{ц}}$ - гідрравлічний опір циклону;

$\Delta_{\text{к}}$ - гідрравлічний опір калорифера;

$\Delta_{\text{с}}$ - гідрравлічний опір сушарки.

$$\Delta P = 561.43 + 466.23 + 578.96 + 55,9 + 919.9 + 3500 = 6082.42 \text{ Па}$$

4) Підбір вентилятора.

Корисна потужність вентилятора:

$$N_n = \Delta P \cdot Q = 4.6 \cdot 6082.42 = 27979.1 \text{ Вт} = 27.9 \text{ кВт};$$

Потужність електродвигуна:

$$N = \frac{N_n}{\eta_{\text{пер}} \cdot \eta_n} \text{ Вт},$$

$$\eta_{\text{пер}} = 1, \quad \eta_n = 0,6$$

$$N = 27.9 / 1 \cdot 0.6 = 46.5 \text{ кВт}.$$

Вибираємо до установки [36, с.42]:

1. вентилятор: марка В-Ц12-49-8-01
2. електродвигун: марка А02-91-6

Висновок. Розрахували стрічкову сушарку для сушіння водоростей з $W_n = 85\%$. Продуктивність по готовому продукту 68,1 кг / год.

В результаті розрахунку отримали сушарку з довжиною 1.532 м, шириною 2.000 м і висотою 1.094 м. Продукт з сушарки виходить з $W_k = 8\%$ і температурою 50°C.

Для даної установки розрахували калориферну батарею, що складається з двох калориферів КП2-2-СК з $F = 8.3 \text{ м}^2$, $f = 0,244 \text{ м}^2$.

Для сухого очищення повітря що виходить з сушарки, розрахували циклон ЦН-15 (діаметр $D = 1200 \text{ мм}$).

Трубопровід для повітря зробили круглого перетину. Для подачі повітря, по корисній потужності, підбрали вентилятор марки В-Ц12-49-8-01 з $\Delta P = 2750 \text{ Па}$ і $Q = 11.95 \text{ м}^3/\text{с}$ і електродвигун для вентилятора: марки А02-91-6 з $N = 55 \text{ кВт}$ і $\eta_{\text{дв}} = 0,92$.

					<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		72

На основі результатів розрахунку матеріального та теплового балансів, опираючись на дані підбору технологічного обладнання та розрахунку стрічкової сушарки, було розроблено апаратурно-технологічну схему виробництва карагінану, яка зображена на рис.2.9

2.8.Опис апаратурно-технологічної схеми:

Замочування. Після приймання сировини водорості замочують 2 години в ванні.

Промивання. Промивають в миючому барабані→1 для видалення піску і каменів і проводять лужну екстракцію карагінана.

Екстракція→3. Тип гідроксиду при екстракції (натрію, калію або кальцію) вибирають в залежності від виду солі карагінана, яку потрібно отримати. Тривала лужна обробка призводить до внутрішньомолекулярного перегрупування і модифікації полісахаридного каркаса. Після екстракції розбавлені карагінанові екстракти очищають на високошвидкісних центрифугах →7 та фільтрують на рамному фільтр-пресі→8,. Потім очищені розчини осаджують ізопропіловим спиртом та піддають структурній модифікації хлоридом кальцію→10, і охолоджують→12. Отриману волокнисту масу пресують для видалення рідини→14 і висушують→16.

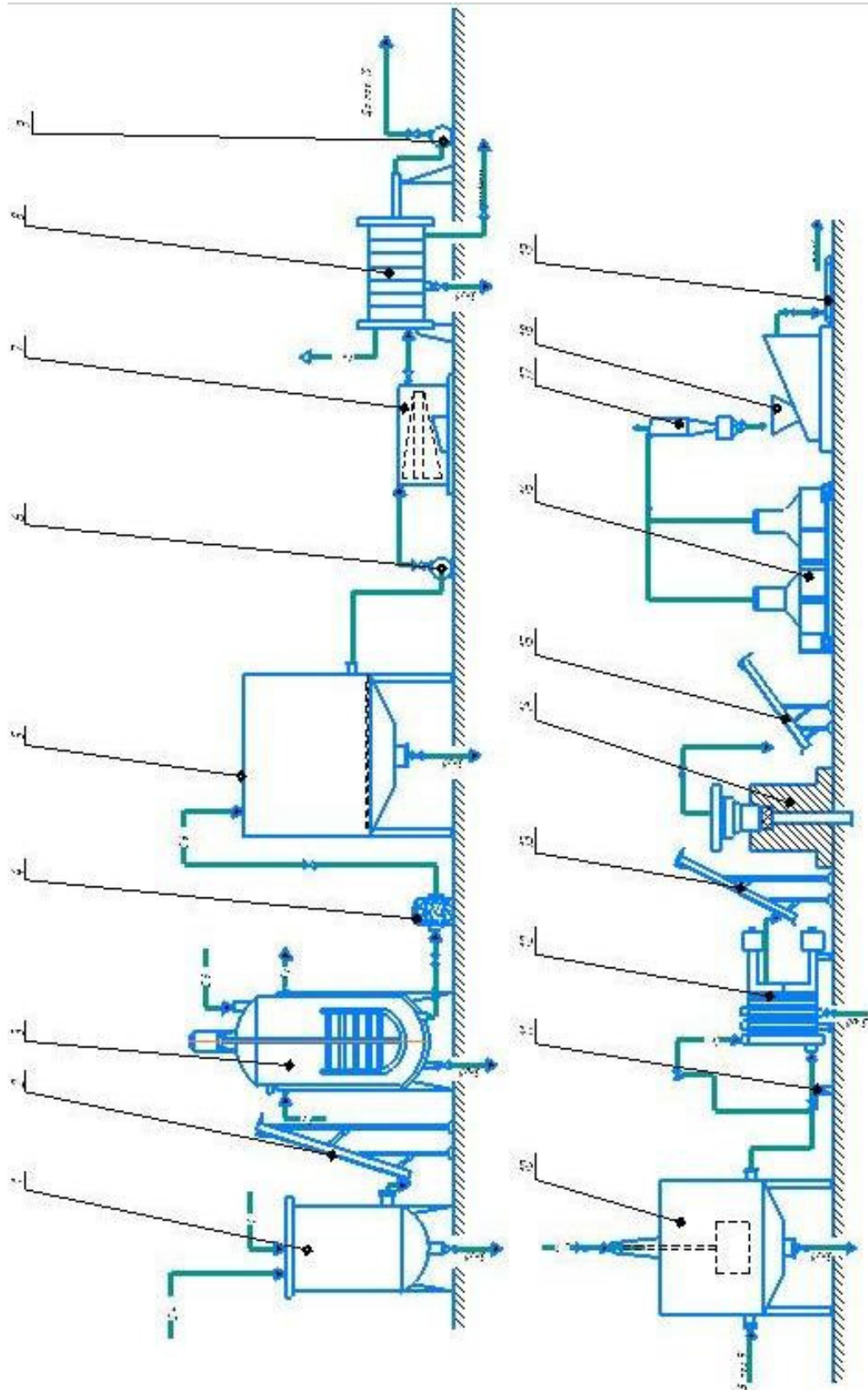


Рис. 2.9 Апаратурно-технологічна схема

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-

РОЗДІЛ III. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1. Розрахунок капітальних витрат

Витрати на придбання і монтаж обладнання з урахуванням митного збору визначаються по митним преїскурантам, в яких вказуються ціни на обладнання із урахуванням вартості монтажу, транспортно-заготівельних витрат.

Таблиця 3.1

Кошторис на придбання устаткування

№	Назва устаткування	Кількість, шт	Ціна за 1 шт., тис.грн	Витрати на придбання, тис.грн.	Транспортні витрати, тис.грн.	Витрати на монтаж, тис.грн	Первісна вартість, тис.грн
1	Рамний фільтр-прес	1	16.000	16.000	850	2.200	19.050
2	Мийна машина	1	32.000	32.000	300	1.200	33.500
3	Шнекова дробарка	1	34.000	34.000	700	2.800	37.500
4	Проміжний бункер (накопичувач)	1	36.000	36.000	1.500	400	37.900
5	Стрічкова сушарка	1	375.000	375.000	3.300	1.200	379.500
6	Відцентровий насос	3	12.000	36.000	1.200	1.350	38.550

					<i>ННІХТ.4-16.020.073.161.ДП.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Ар-</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Скитиба М.В.</i>			<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>			75	98	
<i>Реценз.</i>					<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ							

Продовження таблиці 3.1

7	Охолод- жувач води	1	400.000	400.000	2.400	500	402.900
8	Зрівняльний резервуар	1	5.000	5.000	1.500	400	6.900
9	Транспортер	4	11.500	46.000	5.400	5.400	56.800
1 0	Екстрактор	1	16.500	16.500	1.500	400	18.400
1 1	Ємність для відстоюван- ня	2	4.000	8.000	700	800	9.500
1 2	Центрифуга	1	140000	140.000	1.500	2.700	144.200
1 3	Промивна ємність	1	5000	5.000	350	400	5.750
Разом				1.149.500	21.200	19.750	1.190.450

Витрати на КВП, засоби автоматизації, трубопроводи та інше устаткування приймаємо в розмірі 15% від первісної вартості устаткувань:

$$1.190.450 * 0.15 = 178.567,5 \text{ (тис. грн.)}$$

Сума первісної вартості і КВП:

$$1.190.450 + 178.567,5 = 1.369.017,5 \text{ (тис. грн.)}$$

$$K_{\text{заг}} = 1.369.017,5 \text{ (тис. грн.)}$$

3.2. Розрахунок випуску продукції в натуральному і грошовому виразі.

Добова потужність цеху по виробництву «карагінану» становить 0,5 т на добу, цех працює по 1 зміні на добу, отже потужність за зміну 4 т.

Кількість діб роботи на сезон – 250.

$$\text{Потужність виробництва цеху за сезон: } 4 * 250 = 1000 \text{ т}$$

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Коефіцієнт виробництва приймаємо в розмірі 0,95.

Обсяг виробництва за сезон: $4 * 250 * 0,95 = 950$ т.

Таблиця 3.2

Розрахунок виробничої програми підприємства

Вид продукції	Добовий обсяг виробництва, т	Кількість діб роботи на сезон	Сезонний обсяг виробництва, т
«Карагінан»	4	250	1000

Таблиця 3.3

План виробництва в натуральному і вартісному виразі

Назва продукції	Одиниця виміру	План на сезон, т	Ціна 1т, тис.грн.	Вартість продукції, тис.грн.
«Карагінан»	т	1000	5.000	5.000.000

3.3. Розрахунок чисельності працюючих та фонду оплати праці

Розрахунок чисельності та фонду заробітної плати робітників основного та допоміжного виробництва.

Таблиця 3.4

Баланс робочого часу одного робітника

№	Елементи часу	Кількість днів
1	Календарний фонд роботи на сезон	365
	Святкові та вихідні дні	115
2	Номінальний фонд роботи на сезон	250
3	Середня тривалість робочого дня, год	8
4	Ефективний фонд часу одного робітника на сезон, год	2000

Середньоспискова чисельність робітників з погодинною оплатою праці розраховується за формулою:

$$Ч_{\text{пог}} = К_{\text{зм}} * К/Б,$$

де $Ч_{\text{пог}}$ – чисельність робітників, що працюють за погодинною системою оплати праці;

$К_{\text{зм}}$ – загальна чисельність цих робітників за зміну;

$К$ – кількість змін роботи підприємства на сезон рік;

$Б$ – баланс робочого часу одного робітника на сезон в днях.

$Ч_{\text{пог}} = 50 * 250 / 250 = 50$ чоловік.

Розрахунок фонду заробітної плати відображено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Розрахунок фонду зарплати та відрахувань

Професія	Р о з м я д	К- ть чол . на змі ну	К-ть змін на се- зон	Тр ив. змі н, год.	Годин- на та- рифна став- ка, грн.	Ос- новна з/пл. за се- зон	Додат. з/пл.		Зага- льний фонд з/пл. тис.гр н
							Пре- мії, 25 %	Гаран- тійні, 7%	
Робочі скла- ду прийм. та збер. прод.	3	25	250	8	5,00	40.000	6.300		46.300
Апаратник конвеєрів	4	1	250	8	5,50	1.760	0,270		2.038
Апаратники лінії	4	7	250	8	5,50	12.320	1.940		14.260
Робочі скла- ду готової п-ї	3	15	250	8	5,50	26.400	4.159		30.559
Слюсар по ремонту обл.	4	1	250	8	5,50	1.760	0.277		2.037
Слюсар еле- ктрик	4	1	250	8	5,50	1.760	0.277		2.037
Разом									

Фонд оплати праці

Стан	Чисельність, (чол.)	Фонд оплати праці, (тис.грн.)
Робітники	50	97.231
Службовці	5	16.103
Разом	55	113.334

Рівень продуктивності праці по цеху:

в натуральному виразі: $1000/55 = 18,2$ т

в вартісному виразі: $5.000.000/55 = 90.909$ тис. грн.

3.4. Розрахунок виробничої собівартості продукції

Стаття витрат «Вартість сировини, основних та допоміжних матеріалів».

Розрахунок вартості сировини, основних та допоміжних матеріалів на сезонний обсяг виробництва продукції

Вид сировини та основних матеріалів	Норми витрат на річний обсяг виробництва, т (1шт., 1м)	Вартість 1 тони (1 шт., 1м) сировини або основних матеріалів, тис. грн.	Витрати на річний обсяг виробництва, тис. грн.
Сировина та основні матеріали			
КОН	25	38.000	950
CaCl ₂	50	25.000	1.250
Разом			2.200
Допоміжні матеріали			
Пакети	1 тис.шт.	15	15.000
Разом			15.000

Стаття витрат «Паливо і енергія на технологічні цілі»

Таблиця 3.8

Розрахунок потреби та вартості енерговитрат

Вид енергії	Одиниця виміру	Норма витрат енергоресурсів на 1т	Витрати на річний обсяг	Вартість, тис. грн.	
				одиниці ресурсу	на річний обсяг
Електроенергія	кВт	29,3	29.300	0,0005	14,65
Вода	м ³ *год	7	7.000	0,2	1.400
Разом:					1.414,65

3.5. Відрахування на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи приймаємо 22% від загального фонду заробітної плати:

$$113.334 * 0,22 = 24.934 \text{ тис. грн.}$$

Загальний фонд заробітної плати із соціальним відрахуванням:

$$113.334 + 24.934 = 138.268 \text{ тис. грн.}$$

3.6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Таблиця 3.9

Розрахунок амортизаційних нарахувань та витрат на поточний та капітальні ремонти

Вид основних фондів	Амортизація		Витрати на капітальні і поточні ремонти		Витрати разом, тис. грн.
	У %	Сума, тис. грн.	У %	Сума, тис. грн.	
Машини і обладнання	15	205,4	5	68,5	273,9
Всього					273,9

Зведені витрати на виробництво та реалізацію продукції

№	Витрати	Сума, тис. грн.
1	Сировина, основні та допоміжні матеріали	2.215.000
2	Транспортно-заготівельні витрати (5% сировини)	110.750
3	Енерговитрати	1.414.650
4	Заробітна плата	113.334
5	Відрахування на соціальні заходи	24.934
6	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (5% від вартості обладнання)	68.500
7	Амортизація та витрати на ремонти	205.400
8	Загальновиробничі витрати (150% від з/пл)	170.000
9	Виробнича собівартість	4.322.568

Позавиробничі витрати (0,2% до виробничої собівартості):

$$4.322.568 * 0,002 = 8.645 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати (2% до виробничої собівартості):

$$4.322.568 * 0,02 = 86.451 \text{ грн.}$$

3.7. Економічна ефективність проекту

Всього витрат на виготовлення продукції за сезон: 4.417.664

Витрати на 1 т продукції: $4.417.664 / 1000 = 4.414,76$ грн.

Ціна 1 т продукції: $4.414,76 * 60\% = 2.650,60 + 4.417,76 = 7.068,36$ грн.

Прибуток= (ціна – собівартість) * обсяг = $(7.068,36 - 4.417,76) * 1000 = 2.650.600$ грн.

Показники економічної ефективності

Показники	Одиниці виміру	Значення показника
Обсяг виробництва	т	1000
Капітальні витрати	Тис. грн.	1.369.018
Ціна за 1 тону продукції	Тис. грн.	7.069
Вартість продукції	Тис. грн.	5.000.000
Собівартість 1 тони продукції	Тис. грн.	4.418
Прибуток	Тис. грн.	2.650.600

Таким чином, в результаті проведених розрахунків, видно що підприємство є економічно вигідним. Прибуток складає 2.650.600 гривень.

РОЗДІЛ IV. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

4.1. Показники якості та безпечності отримання карагінану

Нормативне регулювання та специфікації карагінанів

Карагінан зазвичай використовується в продуктах харчування в дуже низькій дозі (0,1-2%), тим не менш, і те, і інше, рафінований карагінан та PES затверджуються Спільним експертним комітетом ООН з питань харчових добавок ФАО / ВООЗ (JECFA), Європейська комісія та Міністерство праці та добробуту Японії, прийшли до одного висновку: Carrageenan безпечний. та призначаються ДДД "не визначено". На 57-й нараді комітет JECFA дійшов висновку, що прийом як карагінану, так і PES відповідає їх використанню оскільки харчові добавки не викликали жодних проблем щодо безпеки здоров'я. Зовсім недавно, у 2015 році, 79-й комітет також зробив висновок, що використання карагінану в дитячій суміші або для спеціальних медичних цілей при концентраціях 1000 мг/л також не викликає занепокоєння [31].

Також в США Адміністрація стверджує, що рівень, на якому карагінан використовується в продуктах харчування, для досягнення їх функціональності – безпечна, тому не потрібно встановлювати верхню допустиму межу [32].

Незважаючи на ці рекомендації, триває дискусія щодо безпеки полігенану - сульфатований з низькою молекулярною масою полісахарид, який утворюється при дуже агресивному гідролізі карагінану (95 ° C і pH 1,0 до 6 год) і одночасно називається «деградованим карагінаном» вважається концентрованим. Полігенан має дуже низьку молекулярну масу 10-20 кДа і використовується виключно для медичної візуалізації, і тому не потрібно плутати його з комерційним карагінаном, який використовується у їжі.

					<i>ННІХТ.4-16.020.081.161.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Ар-</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Скитиба М.В.</i>					83	98
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>				<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Середній молекулярний діапазон карагінанів, які використовуються в їжу, становить $\approx 400-600$ кДа [33]. В'язкість чистих карагінанів повинна бути більшою, ніж $5 \text{ Па}\cdot\text{с}$. Відміності в'язкості та молекулярної ваги - це специфікація, простий тест, який проводиться в концентраціях $1,5\%$ при 75°C , щоб відокремити полігінан від комерційного карагінану.

Карагінан не завжди продається чистим, але часто його змішують з іншими інгредієнтами. Це зазвичай робиться для полегшення переробки, наприклад, змішування з цукром може сприяти дисперсії, а також для цілі стандартизації, наприклад, шоколадне молоко зі специфічною міцністю гелю та функціональність.

Юридично будь-які розріджувачі повинні бути вказані в специфікації продукту, або інгредієнт присутній як залишковий при обробці, наприклад, КСІ в гель, тоді декларація потрібна [34].

					КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		84

РОЗДІЛ V. ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Охорона довкілля

Охорона навколишнього середовища включно з раціональним використанням природних ресурсів в Україні в умовах нарощування агропромислового виробництва є однією з найактуальніших проблем. Складна екологічна ситуація утворюється, у тому числі, за рахунок підприємств агропромислового комплексу (АПК), оскільки вони, як правило, мають низькі ступені захисту, переробки, очистки стічних вод та шкідливих викидів у повітря. Екологічна безпека є однією з найголовніших складових економічної безпеки і важливою умовою забезпечення збалансованого розвитку України. Під екологічною безпекою розуміється такий стан навколишнього середовища в країні, за якого існує мінімальна вірогідність завдання шкоди людським, природним і матеріальним ресурсам.

До економічних методів належить система економічного стимулювання, яка включає заохочувальні і примусові механізми забезпечення екологічної безпеки. Заохоченням можуть бути такі інструменти: податкові пільги, надання цільових субсидій і дотацій для здійснення природоохоронних заходів, надання пільгових кредитів господарствам, які ведуть екологічно безпечне землеробство, підвищують родючість ґрунтів, встановлення підвищених закупівельних цін на екологічно чисту продукцію [35].

Підвищення рівня еколого-економічної ефективності розвитку харчової промисловості є одним із важливих напрямів забезпечення виробництва в достатній кількості високоякісних та екологічно безпечних продуктів харчування для задоволення потреб споживачів. При цьому слід забезпечити мінімальні витрати природних ресурсів та енергоносіїв, а також значно поліпшити екологічний стан довкілля. У зв'язку з цим основними пріоритетами екологічної модернізації харчових виробництв з метою забезпечення екологічної безпеки є такі:

					<i>ННІХТ.4-16.020.083.161.ДП.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Ар-</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Скитиба М.В.</i>			ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					85	98
<i>Реценз.</i>						<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

- широке впровадження у виробництво досягнень науково-технічного прогресу та раціональне використання природно-сировинних ресурсів;
 - зменшення рівня використання природних ресурсів та впровадження безвідходних і маловідходних технологій;
 - впровадження технологій комплексної переробки сировини з підвищенням рівня й ефективності використання відходів виробництва харчової промисловості, перехід до безвідходних циклів виробництва, що забезпечують повну переробку сировини;
 - впровадження у виробничий процес енергозберігаючих технологій із широким застосуванням нетрадиційних джерел енергії (сонячної, гідротермальної, вітрової енергії, біоенергетики та ін.);
 - впровадження в організаційну структуру підприємств харчової промисловості екологічного менеджменту відповідно до міжнародних стандартів;
 - обов'язкове проведення еколого-економічної експертизи проектів “зеленої” модернізації наявних підприємств харчової промисловості і під час будівництва нових підприємств галузі з метою запобігання негативному впливу на навколишнє природне середовище і здоров'я людей [36];
 - підвищення рівня економічних засобів регулювання системи природокористування через пільгове оподаткування екологічно безпечних виробництв, надання пільгових кредитів для здійснення природоохоронних заходів;
 - обов'язкове врахування регіональних чинників під час розміщення підприємств харчової промисловості;
 - підвищення ролі міжнародного співробітництва і широкий обмін досвідом природоохоронної діяльності [37]
- Карагінан мінімізує харчові відходи, запобігає псуванню та призупиняє поживні речовини у дитячій суміші.

Гідрат окису калію. Переважно допустима концентрація аерозоля гідроксида калія у повітряних робочих приміщеннях становить 0,5 мг / м³ відповідно до ГОСТ 12.1.007-76. Гідроксид калія негорючий і вибухобезпечний.

Кальцій хлористий. Гранично допустима концентрація (ГДК) в повітрі робочої зони - 2 мг/м. ГОСТ 450-77 Кальцій хлористий технічний. Технічні умови (зі Змінами N 1, 2, 3).

Токсичних сполук у повітряному середовищі і стічних водах в присутності інших речовин хлористий кальцій не утворює.

5.2. Виробниче освітлення

Система загального освітлення призначається для освітлення всього приміщення, вона може бути рівномірною та локалізованою. Загальне рівномірне освітлення встановлюють в цехах, де виконуються однотипні роботи невисокої точності на всій площі приміщення, при великій щільності робочих місць. Загальне локалізоване освітлення встановлюють на поточних лініях, при виконанні робіт, різноманітних за характером, на певних робочих місцях, при наявності стаціонарного затемнюючого обладнання та якщо треба створити спрямованість світлового потоку.

Місцеве освітлення призначається для освітлення тільки робочих поверхонь, воно може бути стаціонарним (наприклад, для бракеражу на лініях розливу) та переносним (для тимчасового збільшення освітленості окремих місць або зміни напрямку світлового потоку при огляді, контролі параметрів, ремонті).

Світильник місцевого освітлення повинен бути зручним у користуванні, рухомим і, головне, безпечним при експлуатації.

Категорично забороняється застосовувати тільки одне (місцеве) освітлення, оскільки воно створює значну нерівномірність освітленості, яка підвищує втомленість зору та розлад нервової системи. Таке освітлення на виробництві є допоміжним до загального.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Комбіноване освітлення складається із загального та місцевого. Його передбачають для робіт I-VIII розрядів точності за зоровими параметрами та коли необхідно створити концентроване освітлення без утворення різких тіней

На підприємствах харчової промисловості для освітлення застосовують різноманітні види ламп розжарювання: вакуумні В і газонаповнені Г, газонаповнені безспіральні Б та ін.

Газорозрядні лампи (люмінесцентні, ртутні, високого тиску, дугові типу ДРЛ тощо) мають світло, близьке до природного, поверхня колби цих ламп холодна, вони більш економічні. дозволяють створити високу освітленість. Такі лампи випускають в значному асортименті за спектром випромінювання, їх передача кольорів має велике значення для харчової промисловості, оскільки дає можливість визначити дійсну якість продуктів, контроль сировини, напівфабрикатів та готових виробів. Світлова віддача люмінесцентних ламп складає 30...80 лм/Вт.

У виробничих приміщеннях підприємств харчової промисловості доцільно застосовувати люмінесцентні лампи білого світла - ЛБ. Вони більш економічні, дають найтепліше світло. Лампи ЛТБ можна застосовувати в приміщеннях для відпочинку. Там, де необхідно проводити суворий контроль якості продуктів, належить застосовувати лампи ЛДЦ.

Люмінесцентні лампи треба застосовувати насамперед там, де недостатнє природне освітлення (тарні цехи, експедиції, підвальні приміщення). Для комбінованого освітлення краще застосовувати лампи ЛБ.

Ефективність будь-якої люмінесцентної лампи набагато вище, ніж у більшості інших джерел світла. Лампи люмінесцентні призначені для загального і місцевого освітлення закритих приміщень, а також в місцях де передача кольору є важливим параметром. Кольори відрізняються від тепло-білого до холодного денного і визначаються колірною температурою лампи.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Середня тривалість горіння люмінесцентних ламп: 18 Вт. -10000 годин, 20 Вт. - 7500 годин, 40 -10000 годин, 80 -12000 годин [38].

5.4. Захист від виробничого шуму, вібрацій та пульсацій світла

У залежності від параметрів шуму (інтенсивність і частота) та умов проведення роботи необхідно вибрати засоби захисту слуху, що забезпечать необхідний рівень захисту та будуть максимально зручними у роботі.

Протишумові вкладки або беруши рекомендується використовувати, коли робітники знаходяться під впливом підвищених рівнів шуму впродовж тривалого часу. Протишумові вкладки встановлюються всередину слухових каналів та знижують рівень шуму, який можна почути. Існує два види беруш: одноразового використання та багаторазові. Одноразові беруши частіше виготовляють зі спіненого поліуретану, який після стискання повертається до своєї первісної форми. Такі протишумові вкладки є зазвичай напругі м'якими та комфортними, їх можна використовувати для захисту від подразнюючих шумів навіть у вісні. Беруши багаторазового використання виготовляють з м'яких сополімерів, що здатні зберігати свої захисні властивості впродовж тривалого часу. Такі беруши часто доповнюють тасьмою для можливості носіння на шії під час перерв у використанні та футляром для гігієнічного зберігання. Багаторазові беруши легко очищаються за допомогою мила та води.

Протишумові навушники використовують для частого, але не дуже тривалого знаходження у зоні з підвищеним шумом. Необхідно звернути увагу саме на нетривалість у використанні навушників – будь-які навіть найкомфортніші протишумові навушники не можна носити впродовж тривалого часу тому, що вони тиснуть на голову, а під ізоляційними чашками утворюється піт.

Усі засоби індивідуального захисту від шуму мають свої характеристики шумоізоляції. Рівень зниження шуму, який позначається в дБ, у певних

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

діапазонах частот для різних засобів захисту може суттєво відрізнятись. Завдання полягає в тому, щоб забезпечити достатній, але не зайвий захист (рівень шуму всередині захищеного вуха має бути у межах 70-75 дБ). Зайва шумоізоляція може викликати почуття самотності та непокоєння, людина може не чути попереджуючі сигнали рухомих механізмів [39].

Недоліки освітлювальних установок з газорозрядними лампами (пульсація світлового потоку, осліплююча дія, шум дроселів, великі первинні витрати на закупівлю та монтаж) слід усунути в процесі монтажу та експлуатації освітлювальних установок.

Пульсація світлового потоку газорозрядних ламп не сприймається оком, але нехтувати нею не можна, оскільки це є причиною виникнення стробоскопічного ефекту. В пульсуючому світлі виникає викривлення зорового сприйняття стану рухомих та обертаючих об'єктів, а це вже є небезпечним фактором. Ослаблення пульсації досягається вмиканням ламп на різні фази трифазної мережі або застосуванням високочастотного постачання освітлювальної установки.

Засліплювання змінює спектральний склад. Тому захист від блискучості таких світильників обов'язковий. Не дозволяється застосовувати відкриті лампи.

Шум у світильниках виникає через вібрацію дроселя при неправильному монтажі (жорстке кріплення дроселя до металевого корпусу), тому можна запропонувати конструкцію інженера А.Гальперина для кріплення дроселя до основи світильника на віброгаснику з губкової гуми [38].

5.5. Електробезпека

Електроустановки по напрузі розділяються на дві групи: напругою до 1000 В та понад 1000 В. Практика свідчить, що електротравми частіше трапляються в електроустановках з напругою до 1000 В.

Контроль виконання необхідних електробезпечних пристроїв, встановлених справжніми стандартами, повинен проводитись на наступних етапах:

- проектування;
- виготовлення (включаючи дослідження та введення в експлуатацію);
- експлуатація.

(Змінена редакція, Изм. N 1).

Требовання електробезпечності при впливі електричних електричних полів промислової частоти по ГОСТ 12.1.002-84, при електроенергетичних полях радіочастот - по ГОСТ 12.1.006-84.

Електробезпечна безпека гарантує:

- конструкція електроустановок;
- технічні засоби та засоби захисту;
- організаційними та технічними заходами [41].

5.6. Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

Нормативним документом «ГОСТ 12.2.003-74 ССБТ. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки» встановлено, що безпека забезпечується:

- вибором більш безпечного обладнання;
- застосуванням в конструкції засобів захисту, механізації, автоматизації та дистанційного керування;
- дотриманням ергономічних вимог.

Обладнання повинно бути безпечним як при нормальних умовах, так і при дії різних факторів навколишнього середовища (високих і низьких температур і вологості повітря, агресивних речовин, мікроорганізмів, грибків, сонячної радіації та ін.)

Використовуване обладнання не повинно забруднювати навколишнє природне середовище вище встановлених норм, бути пожежо-і вибухобезпечні.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Вимоги до виробничого обладнання, що забезпечують його безпечну експлуатацію, визначені положенням «ПОТ Р О-14000-002-98. Забезпечення безпеки виробничого устаткування».

Безпека виробничих процесів визначається відповідно до «ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки» і забезпечується:

- безпекою виробничого обладнання;
- вибором більш безпечного технологічного процесу;
- усуненням безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, що надають шкідливу дію;
- вибором виробничого майданчика і виробничих приміщень;
- застосуванням засобів захисту працюючих;
- професійним відбором, інструктированием, навчанням і перевіркою знань з охорони праці.

Безпека повинна забезпечуватися вже на стадіях складання технічного завдання, при проектуванні та розробці проекту.

Необхідно забезпечувати герметизацію устаткування, застосування дистанційного управління, систем контролю і попереджувальної сигналізації при виникненні небезпечних ситуацій.

Виробничі процеси повинні бути пожежо-і вибухобезпечні, не повинні забруднювати навколишнє природне середовище.

При необхідності пред'являються додаткові вимоги до персоналу: за віком; медичному огляду; навчання та ін.

Необхідно при виробництві робіт, особливо підвищеної небезпеки, враховувати і вимоги «ГОСТ 12.2.012-89 ССБТ. Пристосування по забезпеченню безпечного виконання робіт», який визначає вимоги до настилах, огорож, сходах і ін [42].

5.7. Пожежна безпека

Пожарна безпека об'єкта довгостроково забезпечує безпеку системи запобігання пожежі та протипожарної захисту, в тому численні організаційно-технічні заходи.

Системи безпечної безпеки обов'язково повинні бути забезпечені рівнем безпеки безпечної безпеки людей та матеріальних цінностей, а також економічними критеріями ефективною системою для матеріальних цінностей, з участю всіх стадій (наукова розробка, проектування, будівництво, експлуатація), що дозволяють циклу об'єктів і виконувати одну з наступних задач:

- виключити виникнення пожежі;
- забезпечити пожежну безпеку людей;
- забезпечити бажану безпеку матеріальних цінностей;
- забезпечити безпечну безпеку людей і матеріальних центрів одночасно.

Потрібний рівень безпеки людей із підтримкою вказуваної системи повинен бути не менше 0,999999, намагаючись виникнути небезпечних факторів у рік, коли розібратися на кожному чоловікові, а допустимий рівень небезпечного небезпечного для людей повинен бути не менше 10ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартів безпеки труда (ССБТ). Пожарна безпека. Об'єктивні вимоги (із зміною N 1) відвідання небезпечних факторів бажання, перебігаючих предельно допустимих значень, в рік в розпусті на кожного людини людини [43].

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

ВИСНОВКИ

1. В результаті виконання дипломного проекту, на підставі аналізу науково-технічної літератури було обрано виробництво карагінану методом екстракції з подальшою модифікацією.

2. Розроблено принципово-технологічну схему отримання карагінана (Е 407). Розраховано постадійний матеріальний баланс основних стадій виробництва карагінана, підібране основне обладнання, проведено тепловий розрахунок стадії сушіння осадженого екстракту карагінана.

3. На основі принципової технологічної схеми розроблено апаративно-технологічну схему виробництва карагінану методом екстракції з подальшою модифікацією.

4. Проведено технологічний розрахунок основних технічних характеристик стрічкової сушарки та обрано обладнання, яке відповідає об'ємам описаного виробництва, а саме 100 кг/добу.

5. Було проведено техніко-економічне обґрутування доцільності виробництва добавки на підприємстві. Виробництво рентабельне (60%).

6. Запропоновані засоби контролю якості виготовленої продукції.

7. Розглянуто екологічність виробництва, запропоновано заходи з техніки безпеки виробництві.

					<i>ННІХТ.4-16.020.092.161.ДП.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Ар-</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ВИСНОВКИ		
<i>Розроб.</i>		<i>Скитиба М.В.</i>					
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>				94	98
<i>Реценз.</i>					<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Сабадаш Н.І.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Научно-производственное объединение "АЛЬТЕРНАТИВА" Электронный ресурс. [Режим доступа - <https://alternativa-sar.ru/tehnologu/pishchevye-dobavki-i-ingredienty/ajmeson-a-pishchevye-zagustiteli-stabilizatory-geleobrazovateli/2126-5-7-oblasti-pishchevogo-primeneniya>].
2. Оценка некоторых пищевых добавок и контаминантов. № 37, 41: Докл. объединенных экспертов ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам, Женева. — М., 1994; Принципы оценки безопасности пищевых добавок и контаминантов в продуктах питания. — М., 1991; Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах / Л. Росивал и др. — М., 1982; Химия пищевых добавок: Тезисы докл. Всесоюзной конф., г. Черновцы. — К., 1989.
3. Євлаш В. В. Гурікова І. М. ХАРЧОВІ ДОБАВКИ Методичні вказівки для самостійної підготовки та виконання лабораторних робіт студентами, які навчаються за напрямом підготовки 6.030510 «Товарознавство і торгівельне підприємництво».
4. Электронный ресурс. [Режим доступа - <https://www.systopt.com.ua/harchovi-dobavky/>].
5. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості. Навч. посібник. – Львів: Центр Європи, 2009. – 836 с.
6. Брунилина Л.Л., Рахимов А.И. Химия пищевых добавок
7. Сарафанова Л. А. Применение пищевых добавок Технические рекомендации 6-е издание, исправленное и дополненное Санкт-Петербург ГИОРД 2005р.
8. Полтаржицкий В.Д. «Каррагинаны в пищевой промышленности»
9. Ситун Н.В., Дедюхина В.П., Ермак И.М. Использование каррагинана в пищевой промышленности, ст. 84-85
10. Інформаційний портал по харчовому і кондитерському виробництві - Baker-Group.Net.
11. Электронный ресурс. [Режим доступа - <https://nomnoms.info/zagustiteli-i-geleobrazovateli-polisaharidnoy-prirody/>].
12. Bixler H. J., Johndro K., Falshaw R. Kappa-2 carrageenan: structure and performance of commercial extracts. II. Performance in two simulated dairy application // Food Hydrocolloids, 2001, 15, p. 619-630.

					<i>ННІХТ.4-16.020.161.ДП</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Ар-</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Скитиба М.В.</i>			СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
<i>Перевір.</i>		<i>Бойчук Т.М.</i>					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Архивів</i>
					95	98	
					<i>НУХТ. Каф. ТЖХТ</i>		

13. Донченко Л.В., Сокол, Н.В., Щербакова Е.В., Красноселова Е.А. Пищевая химия. Добавки 2-е изд., испр. и доп. Учебное пособие для вузов.
Marrs W.M. The stability of carrageenans to processing // Gums & Stabilisers for the Food Industry 9 / P.J. Williams, G.O. Phillips (eds.) – Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1998. – P.345-357.
14. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия — Спб.: ГИОРД, 2004. — 808 с.
15. Falshaw R., Bixler H. J., Johndro K. Structure and performance of commercial kappa-2 carrageenan extracts/ I. Structure analysis // Food Hydrocolloids, 2001, 15, p. 441-452.
16. Hoffman R. A., Russell A. R., Gidley M. J. Molecular weight distribution of carrageenans // Gums & Stabilisers for the Food Industry 8/ G. O. Phillips, P. J. Williams, D. J. Wedlock (eds). - Oxford: IRL Press at the Oxford University Press, 1996.- P. 137-148.
17. Weiner M. L., Nuber D., Blakemore W. R., Harriman J. F., Cohen S. M. A 90-day dietary study of kappa carrageenan with emphasis on the gastrointestinal tract // Food and Chemical Toxicology, 2007, 45(1), p. 98-106. SCF/CS/ADD/
18. Ивлева А.Р., Канарская З.А. Применение полисахаридов в качестве гидроколлоидов в пищевых продуктах.
19. Электронный ресурс. [Режим доступа - <https://www.kitchenindustries.club/каррагинаны-йота-каппа/>].
20. European Commission, Health & Consumer Protection Directorate General, Opinion of the Scientific Committee on Food (SCF) on Carrageenan. EMU/199 Final, 5 March 2003 [available at: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out164_en.pdf (accessed 5 August 2009)].
21. Сабат М. Я. Фруктани: хімічна структура, біологічні властивості та метаболізм кишковою мікрофлорою / М. Я Сабат, Р. Я. Іскра // Біологічні студії. – 2016, Т. 10, №2. – С. 203-214.
22. Электронный ресурс. [Режим доступа - https://chemiday.com/uk/food_additive/17-1-0-32].
23. Электронный ресурс. [Режим доступа - <https://vkusologia.ru/dobavki/stabilizatory-emulgatory/e407.html>].
24. Методичні вказівки до самостійної роботи з курсу «Технології полісахаридів та їх застосування в харчовій промисловості» для студентів III курсу напряму підготовки 6.051701 – харчові технології та інженерія спеціальності – технологія жирів та жирозамінників / Укл.: А.О. Філінська, О.В. Черваков, Т.Г. Філінська – Дніпропетровськ: УДХТУ.

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

25. Конспект лекцій з дисципліни «Технології полісахаридів та їх застосування в харчовій промисловості» для студентів напрямку підготовки 6.051701 – Харчові технології та інженерія, спеціальності – Технологія жирів та жирозамінників / А.О.Філінська, О.В.Черваков, Т.Г.Філінська. – Дніпропетровськ: ДВНЗ ”УДХТУ”. – 2012. – 101с.
26. Електронний ресурс. [Режим доступу - <http://www.aquaristics.ru/nature/seaweed/chondrus-armatus>].
27. Електронний ресурс. [Режим доступу - http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=1855].
28. ГОСТ 9285-78. Государственный стандарт союза ССР. Калия гидрата окиси технический. Технические условия.
29. КАЛЬЦИЙ ХЛОРИД . *Calcii chloridum*. Энциклопедии, словари, справочники. Електронний ресурс. [Режим доступу - <http://www.cnsnb.ru/AKDiL/0031/base/RK/000390.shtm>].
30. ГОСТ 450-77. Межгосударственный стандарт Кальций хлористый технический. Технические условия. Електронний ресурс. [Режим доступу - https://ozlib.com/827269/himiya/tehnologiya_polucheniya_karraginanov].
31. Стаття 2020р Електронний ресурс. [Режим доступу - <https://uk.lunar-explorer.com/post/what-you-re-getting-wrong-about-carrageenan-6144c8/>].
32. US FDA website, accessed March 2016. <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=172.620>.
33. van de Velde, F; Dr Gerhard, A; De, Ruiter. Carrageenan. *Biopolymers Online*, 2004, 6.
34. THE USE OF CARRAGEENAN IN FOOD Sarah Hotchkiss, Mariel Brooks, Ross Campbell, Kevin Philp and Angie Trius.
35. Малиш Н. А. Екологічна інформація та участь громадськості у прийнятті екологічних рішень / Н. А. Малиш // *Комунікація : наук.-практ. зб. з питань комунікацій у суспільстві*. – К. : “ВПК Експрес-Поліграф”. – 2013. – № 3. – с.97–106.
36. Головінов О. М. Соціальна політика та економічна безпека / О. М. Гловінов, М. Є. Горожанкіна, Л. І. Дмитриченко та ін. ; Дон. держ. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського /Є. І. Крихтін (заг. ред.). – Донецьк : Каштан, 2012. – 335 с.
37. Шпильовий В. А. Організаційно-економічні основи забезпечення екологічної безпеки підприємств харчової промисловості : автореф. дис канд. екон. наук : 08.06.01 / Шпильовий В. А. ; Європ. ун-т. – К., 2006. – 21 с.

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

38. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І Ф, Вендичанський В.Н., Литвненко А.М., Іваненко. О. В. Основи охорони праці. - К.: Основа, 2000. - 416 с.

39. Електронний ресурс. [Режим доступу - <http://ukrprofzahyst.com.ua/ua/obuchayuschie-stati>].

41. ГОСТ 12.1.019-79 Система стандартів безпеки праці (ССБТ). Електробезпека. Общие требования и номенклатура видов защиты (с Изменением N 1).

42. Навчально-методичний посібник для студентів спеціальності 280102 «Безпека технологічних процесів і виробництв». Абдрахімов Ю.Р., Шарафутдінова Г.М., Галікеев Р.К.: Уфа, 2007.

43. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартів безпеки праці (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1).

					<i>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</i>	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		