

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально- науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та
косметичних засобів
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Хімічна технологія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТЖХТ

Т.Т.Носенко
“09” квітня 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Матросова Владислава Олександровича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології отримання мідних комплексів
хлорофілів

керівник роботи Біла Галина Миколаївна, к.х.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання здобувачем роботи 01 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: потужність виробництва становить 400 кг/добу
використаної рослинної сировини

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

Вступ; Розділ I. Аналітичний огляд науково-технічної літератури; Розділ II.

Технологічна частина; Розділ III. Техніко-економічне обґрунтування; Розділ

IV. Організація контролю якості продукції; Розділ V. Екологічна частина та

охорона праці; Висновки; Список використаної літератури; Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина.	Житнецький І.В. к.т.н., доцент кафедри МАХтаФВ	11.05.2021р.	___.2021р.

7. Дата видачі завдання 09.04.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

(підпис)

Матросов В.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Біла Г.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА : 68 С., 15 РИС., 23 ТАБЛ., 22 ДЖЕРЕЛ

У даній дипломній роботі наведено удосконалення технології виробництва мідних комплексів хлорофілів (харчової добавки E141). Дана робота складається зі вступу, п'ятих розділів та висновку.

У вступі обґрунтовано актуальність даного проекту, сформульовано мету та завдання дослідження, що полягають у вивченні методів отримання харчової добавки E 141.

У першому розділі наведений аналіз науково-технічної літератури по технології виробництва мідних комплексів хлорофілів, властивості та сфери його застосування.

У другому розділі наведена характеристика вихідної сировини, розроблена приципово- та апаратурно-технологічна схема, наведений матеріальний та тепловий баланс виробництва, підібрано обладнання та проведено розрахунок реактору.

У третьому розділі наведені економічні показники по виробництву мідних комплексів хлорофілу та розрахована собівартість 1 кг.

У четвертому розділі наведені методи контролю для виготовленої харчової добавки.

У п'ятому розділі описано вплив виробництва на навколишнє середовище та рекомендації, щодо охорони праці.

У висновку проаналізовано та наведено результати виконаної роботи.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ХАРЧОВА ДОБАВКА; ХЛОРОФІЛ; МІДНІ КОМПЛЕКСИ ХЛОРОФІЛІВ; E141; ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА; МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС; АПАРАТУРНА СХЕМА.

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 68 P., 15 FIG., 23 TABLES, 22 SOURCES

This course project presents an improved technology for the production of copper complexes of chlorophyll (food additive E141). This project consists of an introduction, five sections and a conclusion.

The introduction substantiates the relevance of this project, formulates the purpose and objectives of the study, which are to study the methods of obtaining food additives E 141.

The first section presents an analysis of the scientific and technical literature on the technology of production of copper complexes of chlorophyll, properties and scope.

The second section presents the characteristics of the raw material, developed a principal- and hardware-technological scheme, provides material and thermal balance of production, selected equipment, and the calculation of the reactor.

The third section presents the economic indicators for the production of copper complexes of chlorophyll, and the calculated cost of 1 kg.

The fourth section presents control methods for the manufactured food additive.

The fifth section describes the impact of production on the environment, and recommendations on labor protection.

In conclusion, the results of the work performed are analyzed and presented.

KEY WORDS: FOOD ADDITIVE; CHLOROPHYLL; COPPER COMPLEXES OF CHLOROPHYLS; E141; TECHNOLOGICAL SCHEME; MATERIAL BALANCE; HARDWARE SCHEME.

ЗМІСТ

Вступ	7
РОЗДІЛ 1. Аналітичний огляд науково-технічної літератури	
за обраною темою	9
1.1. Загальні відомості про харчові добавки	9
1.2. Харчова добавка E140, хлорофіл	11
1.3. Харчова добавка E141, мідні комплекси хлорофілів	13
1.4. Технологія отримання харчової добавки E141	15
РОЗДІЛ 2. Технологічна частина	18
2.1. Характеристика вихідної сировини	18
2.2. Принципово-технологічна схема отримання харчової добавки E141	22
2.3. Розрахунок матеріального балансу	24
2.4. Розрахунок теплового балансу	30
2.5. Підбір основного технологічного обладнання	34
2.6. Розрахунок апарату	46
2.7. Апаратурно-технологічна схема виробництва	49
РОЗДІЛ 3. Техніко-економічне обґрунтування	53
РОЗДІЛ 4. Організація контролю якості продукції	57
РОЗДІЛ 5. Екологічна частина та охорона праці	61
5.1. Екологічна частина	61
5.2. Охорона праці	62
Висновки	66
Список використаної літератури	67

ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
		Разраб. Матросов В.О			ЗМІСТ	Літ.	Арк.	Аркушів
		Провер. Біла Г.М.					6	
		Реценз.				НУХТ Каф. ТЖХТ		
		Н. Контр. Подобій О.В.						
		Утверд. Носенко Т.Т.						

ВСТУП

Глобальна тенденція заміни синтетичних барвників натуральними створила на ринку нову категорію, відому як «барвники для харчових продуктів».

Хлорофіли і їх похідні відіграють значну роль в живій природі як фотосинтетичні пігменти, тому вивченню цих сполук завжди приділялася велика увага.

Хлорофіл міді сьогодні комерційно використовується в якості зеленого пігменту в різних харчових продуктах, та різних промисловостях, через свою універсальність в порівнянні зі звичайним хлорофілом.

Метою роботи є удосконалення технології отримання мідних комплексів хлорофілів (харчової добавки E141).

Об'єктом дослідження є технологія отримання мідних комплексів хлорофілів.

Предметом дослідження є мідні комплекси хлорофілів (E141).

Завдання роботи:

1. Проаналізувати літературні джерела та охарактеризувати мідні комплекси хлорофілів та методи їх отримання.
2. Скласти принципово-технологічну схему виробництва харчової добавки E141.
3. Провести розрахунок матеріального та теплового балансу виробництва мідних комплексів хлорофілу.
4. Підібрати обладнання для виробництва та на його основі скласти апаратурно-технологічну схему.
5. Провести економічні розрахунки щодо виробництва мідних комплексів хлорофілу.

ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Разраб.		Матросов В.О			ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Провер.		Біла Г.М.					7	
Реценз.						НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Утверд.		Носенко Т.Т.						

6. Описати методи контролю готової продукції.
7. Проаналізувати екологічність запропонованого виробництва.
8. Описати рекомендації щодо охорони праці при виробництві харчової добавки E141.
9. Написання висновків.

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

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Загальні відомості про харчові добавки.

Харчові добавки – це природні або штучно створені речовини, які додають до продуктів харчування для покращення технологічних властивостей.

Харчові добавки використовують з певними цілями: для покращення органолептичних властивостей продукту харчування, для підвищення стійкості продукту до різних видів псування від факторів навколишнього середовища, для удосконалення технологічного процесу з метою зменшення витрат, для виробництва продуктів спеціального або дієтичного характеру, людям в яких є певні вимоги до харчових продуктів.

До харчових добавок не відносять речовини які якимось змінюють харчову цінність продукту: вітаміни, мікроелементи, амінокислоти.

Всім добавкам присвоюється Е код що свідчить про безпечність харчової добавки, вона може бути використана за технологічною необхідністю й не введе споживача в оману щодо складу, також для цієї добавки встановлені критерії чистоти, необхідні для забезпечення якості.

Харчові добавки можна поділити за технологічним призначенням на такі групи:

- Поліпшувачі кольору – барвники, відбілювачі, стабілізатори забарвлення;
- Регулятори смаку та аромату – ароматизатори, смакові добавки, підсолоджувачі, кислоти;
- Регулятори консистенції – загусники, гелеутворювачі, стабілізатори, емульгатори, піноутворювачі;

ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Разраб.		Матросов В.О			АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Провер.		Біла Г.М.					9	
Реценз.						НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Утверд.		Носенко Т.Т.						

- Подовжувачі тривалості зберігання – консерванти, антиоксиданти, вологоутримуючі агенти, плівкоутворювачі;

- Технологічні добавки: прискорювачі технологічного процесу, розпушувачі, поліпшувачі реологічних властивостей тіста, речовини які сприяють життєдіяльності дріжджів.

Далі більш детально ми будемо розглядати барвники, опираючись на тему даної роботи.

Харчові барвники використовуються у виробництві з метою поновлення природного забарвлення, втраченого у процесі оброблення та зберігання також для підвищення інтенсивності природного забарвлення харчового продукту, або якщо безбарвному продукту треба надати колір, для надання привабливого вигляду.

До барвників висувають певні вимоги щоб вони могли використовуватися у виробництві:

- вони повинні бути нешкідливі;
- не повинні мати стороннього запаху і смаку;
- добре розчинні у воді і гарно розподілятися по харчовій масі;
- повинні бути стійкими до нагрівання і впливу технологічних чинників;
- мати високу забарвлюючу здатність і зберігати інтенсивність забарвлення протягом терміну реалізації продукту.

За походженням барвники можна поділити на підгрупи зображені на рис. 1.1.

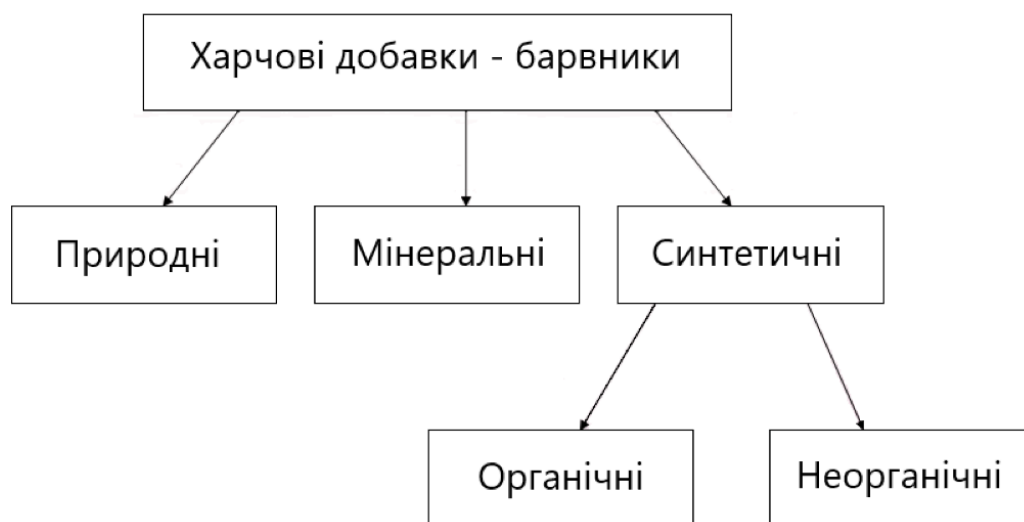


Рис. 1.1. Класифікація барвників за походженням.

Часто слова пігмент і барвник вживаються як синоніми, але між ними є істотні відмінності. Вони впливають на те як речовина буде використовуватися і які властивості надає матеріалу.

Барвники – це кольорові речовини, які розчиняються в органічних розчинниках і надають полір шляхом селективного поглинання світла.

Пігменти – дрібно розділені кристалічні тверді речовини органічної або неорганічної природи, нерозчинні в носії або середовищі, в якому вони містяться і хімічно не впливають на них. Вони змінюють зовнішній вигляд шляхом вибіркового поглинання та розсіювання світла.

1.2. Харчова добавка E140, хлорофіл.

Хлорофіл (або харчова добавка E140) – це натуральний барвник, який володіє зеленим кольором. Також ще можуть називати – магнієві комплекси хлорофілів. Харчова добавка E140 з легкістю розчиняється в маслах та жирах, дуже чутливий до впливу зовнішніх факторів, таких як високі температури і світло. При їх впливі барвник E140 розпадається і втрачає своє забарвлення.

За хімічною будовою, хлорофіл представляє собою магнієві комплекси тетрапіролів. Тетрапіролі – природні пігменти з чотирма пірольними кільцями, з'єднаними однокарбовонними одиницями, які в свою чергу з'єднуються положенням 2 одного пірольного кільця з положенням 5 сусіднього.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Емпірична формула добавки E140: $C_{55}H_{72}N_4O_5Mg$ (хлорофіл а); $C_{55}H_{70}N_4O_6Mg$ (хлорофіл b). Також молекулярна маса добавки E140: 893,49 (хлорофіл а); 907,49 (хлорофіл b). Структурна формула хлорофілу зображена на рис. 1.2.

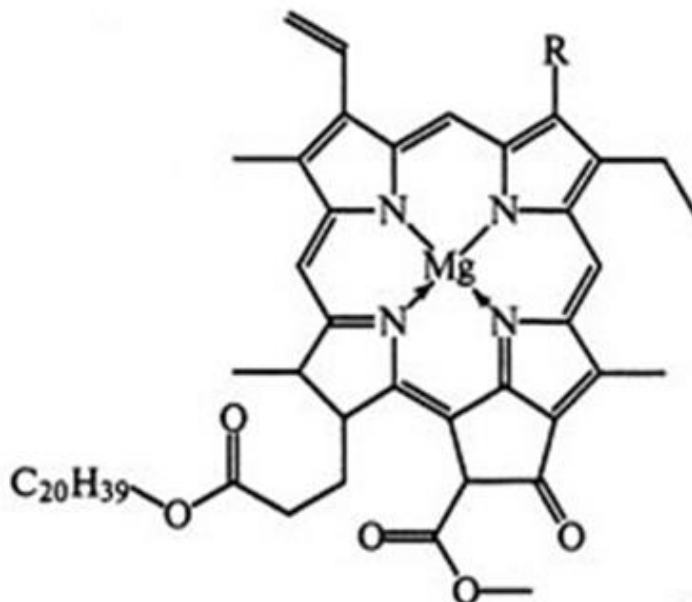


Рис. 1.2. Структурна формула харчової добавки E140.

Хлорофіл а: R – CH_3

Хлорофіл b: R – $COOH$

Хлорофіл може бути корисним для здоров'я людини. Наприклад, було доведено, що він володіє протираковими властивостями, за рахунок здатності знижувати активність ензимів, які викликають трансформацію деяких хімічних препаратів в руйнуючі організм канцерогени.

Проте в даний час досить великий обсяг харчової добавки E140 отримують шляхом синтезу. І хоча по своїй молекулярній структурі такий хлорофіл ідентичний природному, в ньому можуть міститися різні домішки, які неминуче з'являються в будь-якому хімічному виробництві. Залежно від роду і кількості залишкових включень побічних продуктів, така харчова добавка може викликати у ряду людей різні алергічні реакції - від висипів на шкірі до розладу шлунку.

Барвник E140 надає оливкові відтінки продуктам при виробництві кремів, морозива, молочних десертів, майонезу і різних соусів.

Хлорофіли – це стабільні пігменти в природному середовищі в фізіологічних умовах. Однак після вилучення чи обробки зі зміною значення рН і температури під час обробки і зберігання зелених харчових продуктів хлорофіли схильні зазнавати зміни в своїй структурі, які змінюють їх властивості. Ймовірно, основна реакція, яка зачіпає хлорофіли, - це заміщення центрального іона магнію двома атомами водню. Отже, ця проста і швидка реакція є основною причиною втрати первісного зеленого кольору під час обробки і зберігання зелених продуктів. Зменшення або навіть відмова від початкового зеленого кольору асоціюється споживачем зі зниженням якості продукту.

1.3. Харчова добавка E141, мідні комплекси хлорофілів.

Мідні комплекси хлорофілів (або харчова добавка E141) – це натуральний барвник зеленого кольору. Харчова добавка E141 є похідною хлорофілу (E140) і відрізняється підвищеною стійкістю до температури і світла. При тривалому зберіганні харчова добавка E141, на відміну від хлорофілу, зберігає свій смарагдово-зелений колір.

На зовнішній вигляд добавка E141 – це порошкоподібна речовина від голобувато-зеленого до темно-зеленого забарвлення в залежності від сировини.

Емпірична формула добавки E141: $C_{55}H_{72}N_4O_5Cu$ (мідний комплекс хлорофілу а); $C_{55}H_{70}N_4O_6Cu$ (мідний комплекс хлорофілу б). Молекулярна маса барвника E141: 932,75 (хлорофіл а); 946,73 (хлорофіл б). Структурна формула цієї добавки зображена на рис. 1.3.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

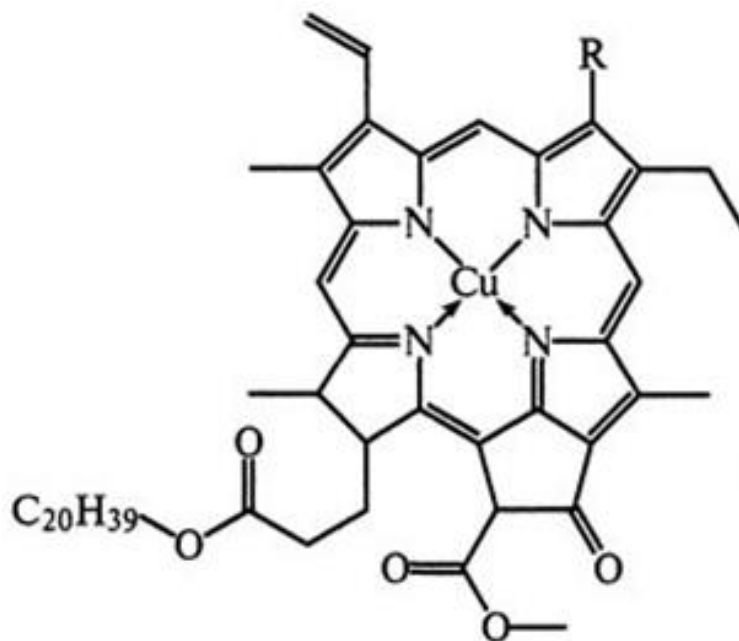


Рис. 1.3. Структурна формула харчової добавки E141.

Хлорофіл а: R – CH₃

Хлорофіл b: R – COOH

Харчова добавка E141 добре розчиняється в етанолі, метанолі, ефірі, рослинних маслах; слабо розчина у воді. Відносно кислот, мідні комплекси хлорофілів, малостійкі. Світлостійкість і термостійкість дуже хороші, також стійкі по відношенню до лугів.

Хлорофіл отримують з їстівних рослин, трав, водорості ламінарії, люцерни і кропиви екстракцією дозволеними розчинниками (ацетон, метанол, етанол, пропан-2-ол, гексан). До розчинника який використовується додають солі міді. При цьому координаційно пов'язаний магній, що міститься в природних комплексах, повністю або частково заміщується на мідь.

ДДН харчової добавки E141 становить 15 мг/кг ваги тіла в день. Добавка дозволена для підфарбовування в кількості до 300 мг/кг індивідуально або в поєднанні з іншими барвниками.

Відповідно до рішення міжнародного комітету харчова добавка E141 вважається безпечною для людини і її дозволено використовувати в Україні. Ця речовина характеризується натуральним походженням, також вона не виявляє побічних ефектів для організму людини.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Добавка E141 в своїй природній формі постійно надходить в організм людини з різними продуктами рослинного походження і вважається безпечною. Однак організації, що відповідають за використання харчових добавок регламентують гранично-допустимі норми добавки E141 в зв'язку з присутністю в ній важкого металу - вільної та зв'язаної міді. Наукових даних про критичну негативну дію барвника E141 на здоров'я людини не зафіксовано.

У харчовій промисловості добавка E141 в зв'язку з термоустійкістю даного натурального барвника його нерідко застосовують при промисловому виробництві молочних продуктів, при виготовленні морозива і молочних десертів. Досить часто зустрічається в сухих супах, жувальній гумці, соусах і фруктових консервах. Також застосовується для підфарбовування овочевих і фруктових консервів, кондитерських виробів, супів, напоїв, окремих сортів сиру. Не виключене і застосування в інших промисловостях: наприклад для фарбування фармацевтичних і косметичних засобів, мазей, свічок, косметичних масел і кремів, іноді також мила.

1.4. Технологія отримання харчової добавки E141.

Підхід отримання полягає у заміні центральних атомів водню іонами цинку або міді з утворенням більш стабільних зелених металохлорофілів, які надавали зеленого кольору відповідний харчовий продукт. Умови виробництва цинку і мідних комплексів похідних хлорофілу в овочах під час обробки оптимізувалась роками. У зв'язку з промисловим і комерційним значенням цього процесу було опубліковано безліч патентів, найбільш відомим з яких є так званий метод «Veri-green». Цей патент був розроблений колишньої компанією Continental Can Company і полягав в бланшуванні овочів в розсолі з деякою кількістю Zn^{+2} або солі Cu^{+2} , які роблять оброблені овочі більш зеленими. Однак патент виявився непродуктивним, оскільки максимальна межа концентрації цинку, встановлений FDA, становить 75

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

частин на мільйон, а для отримання прийняттого і бажаного зеленого кольору потрібна більша кількість цинку.

Винахід відноситься до хіміко-фармацевтичної промисловості, а саме до технології синтезу мідного комплексу хлорофілу (МКХ) з рослинної сировини, і може бути використано в харчовій промисловості, косметичі і медицині. Спосіб отримання мідного комплексу хлорофілу, що характеризується обробкою рослинної сировини водно-спиртовим розчином хлорного міді, приготованим виходячи з об'ємного співвідношення вода : спирт 1 : (4,0-4,4) і змісту хлорної міді виходячи з вагового співвідношення сухе рослинна сировина: хлорне мідь 100 : (5,0-6,0), при температурі 45-65°C, при використанні спирту, що містить в ланцюзі від двох до чотирьох атомів вуглецю. Вищеописаний спосіб дозволяє скоротити стадії процесу, збільшити вихід МКХ, який стійкий при зберіганні протягом 6 місяців.

Відомі способи багатостадійні, складні, мають малий вихід цільового продукту від вихідної сировини і низький ступінь чистоти одержуваного готового продукту.

Відомий спосіб отримання каталізатора - МКХ екстракцією 70-100% оцтової кислотою, що містить розчинений ацетат міді, сухого листа кропиви або екскрементів тутового шовкопряда.

Недоліком відомого способу є обмеженість області застосування і сировинної бази, використання токсичною і їдкою концентрованою оцтової кислоти, яка вимагає підвищених заходів безпеки при її використанні, а також викликає корозію обладнання.

Сутність основного методу полягає в способі отримання мідного комплексу хлорофілу з рослинної сировини, наприклад листя кропиви, ламінарії, шпинату і ін., в свіжому, висушеному або замороженому вигляді. Подрібнену рослинну сировину нагрівають при температурі 45-65°C в водно-спиртовому розчині хлорної міді. Отриманий осад фільтрують. З фільтрату відганяють 70-80% спирту. Отриману суспензію фільтрують через вакуумний фільтр. Наявність вільної міді в фільтраті визначають за відсутністю рожевого

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

забарвлення при добавці в фільтрат розчину жовтої кров'яної солі (гексаціаноферату (II) калію). Отримують пасту МКХ з виходом по МКХ 92,6-95,8%.

Для отримання водно-спиртового розчину використовують спирт, що містить в ланцюзі від двох до чотирьох атомів вуглецю. Встановлено, що заміщення іона магнію в молекулі хлорофілу на іон міді в нейтральному середовищі відбувається тільки в водно-спиртовому розчині при співвідношенні вода : спирт - 1 : (4-4,4). З солей міді обрана хлорне мідь, з якої реакція заміщення йде краще, ніж з іншими солями, наприклад сульфатом міді. Оптимальними умовами процесу є вагове співвідношення сухе рослинна сировина: хлорне мідь 100 : (5,0-6,0). Про закінчення реакції заміщення судять по спектральних характеристиках. Спиртовий розчин хлорофілу має максимум поглинання при довжині хвилі 662-664 нм, а МКХ - 648-652 нм.

Суть вдосконаленого методу базується на зміні рослинної сировини, для подальшого збиту її на виробництво іншої добавки. А також підвищеної частоти цільового продукту.

Сухі водорості ламінарії очищають від механічних домішок, подрібнюють, підсушують при температурі 80°C і обробляють 70-80% етиловим спиртом при масовому співвідношенні сировини і екстрагенту - 1:3 при 70°C. Спиртовий екстракт поділяють на водоростевий залишок (йде на виробництво альгінату натрію) і на водно-спиртовий екстракт. Водно-спиртовий екстракт направляють на відгонку розчинника, а регенований спирт повертають у виробництво. Смоляну суміш обробляють спиртовим розчином хлорної міді при співвідношенні сировини і хлорної міді 100 : 1,03,5 при нагріванні до 60-70°C протягом 30-40 хвилин для проходження реакції комплексоутворення мідних комплексів хлорофілу. Отриманий продукт пускають на повторну відгонку етилового спирту. Далі фільтрують для видалення магній хлориду, який утворився під час комплексоутворення. Осад що залишився на фільтрі збирають і сушать. Готовий продукт має яскраво-зелене забарвлення, вихід по МКХ становить 92.8-96.1%.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика вихідної сировини.

Мідні комплекси хлорофілу отримують із звичайного хлорофілу, який в сою чергу можна отримати з різної рослинної сировини. В таблиці 2.1. наведений процент виходу харчової добавки E141 в залежності від рослинної сировини.

Таблиця 2.1.

Вихід мідних комплексів хлорофілу в залежності від сировини

Сировина/Водно-спиртовий розчин	Співвідношення		Вихід МКХ %
	вода : спирт	сировина : хлорна мідь	
1	2	3	4
Кропива суха/Етанол	1 : 4	100 : 5	95,8
Кропива свіжа/Етанол	1 : 4	100 : 5	95,3
Кропива заморожена/Етанол	1 : 4	100 : 5	95,5
Кропива суха/Пропанол	1 : 4	100 : 5	94,5
Ламінарії свіжі/Етанол	1 : 4	100 : 5	95,5
Ламінарії заморожені/Етанол	1 : 4	100 : 5	95,1
Ламінарії сухі/Етанол	1 : 4	100 : 5	95,6
М'ята свіжа/Етанол	1 : 4	100 : 5	93,7
Шпинат свіжий/Етанол	1 : 4	100 : 5	95,1
Листя берери сухі/Етанол	1 : 4	100 : 5	92,8

ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Літ.	Арк.	Аркушів
Разраб.		Матросов В.О					18	
Провер.		Біла Г.М.				НУХТ Каф. ТЖХТ		
Реценз.								
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Утверд.		Носенко Т.Т.						

Із таблиці 2.1 можна побачити що найбільший вихід мідних комплексів хлорофілу можна отримати із сухого листа кропиви, використовуючи при цьому водно спиртовий розчин етанолу. Проте в нашому випадку доцільніше використовувати Ламінарії, відпрацьовану сировину якої можна збути на виробництво альгинату натрію.

Ламінарія, або ще «морська капуста» – це рід морських водоростей який відносять до класу бурих водоростей. Багато видів ламінарії вживаються в їжу.

За складом ламінарії містять йод (2,7-3,0%) у вигляді йодидів і йодоорганічні з'єднань, високомолекулярні полісахариди: ламінарин (до 21%), маніт (до 21%); альгінову кислоту (до 25%); аскорбінову кислоту; вітаміни В1, В2, В12, D; макроелементи, а також хлорофіл (до 3%)

Згідно ГОСТ 31583-2012 ламінарія повинна відповідати органолептичним та хімічним показникам які наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

Органолептичні та фізико хімічні показники ламінарії

Назва показника	Характеристика
1	2
Зовнішній вигляд	Цілий. Поверхня рівна, чиста. Можуть бути незначні западини на поверхні і сніжний наліт. Поверхня чиста.
Колір	Властивий даному виду морської капусти, від оливкового до темно-коричневого
Консистенція	Щільна, еластична
Смак і запах	Властиві морській капусті без сторонніх присмаку і запаху
Наявність сторонніх домішок	Не допускається

Продовження таблиці 2.2.

1	2
Масова частка мінеральних домішок (піску), %, не більше	0,1

Хлорид міді (II) – неорганічна речовина, сполука міді з хлором, що відноситься до класу галогенідів і солей (може розглядатися як сіль соляної кислоти і міді). Утворює кристалогідрати виду $\text{CuCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Хлорид міді (II) при стандартних умовах являє собою жовто-бурі кристали.

CuCl_2 добре розчинний у воді (77 г / 100 мл), етанолі (53 г / 100 мл), метанолі (68 г / 100 мл), ацетоні. Токсичний.

Фізичні властивості хлориду міді (II) наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3.

Фізичні властивості хлориду міді (II)

Показник	Норма
1	2
Молярна маса, г/моль	134.452
Густина, г/см ³	3.386
Температура плавлення, °С	498
Температура кипіння, °С	993
Молярна теплоємність, Дж/(моль*К)	71.9
Ентальпія утворення, кДж/моль	215
Розчинність у воді	0.03

Вимоги до хлориду міді (II) наведені в таблиці 2.4.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4.

Вимоги до хлориду міді (II)

Показник	Норма	
	Вищий сорт	Перший сорт
1	2	3
Масова частка хлориду міді, не менше	99.1	98.0
Масова частка заліза, не менше	0.02	0.04
Масова частка вільної сірчаної кислоти, не менше	0.20	0.25
Масова частка не розчинного у воді залишку, не менше	0.03	0.05
Масова частка мишяку, не менше	0.002	0.012

Етанол – одноатомний спирт з формулою C_2H_5OH (емпірична формула C_2H_6O), раціональна формула: CH_3-CH_2-OH , аббревіатура EtOH, другий представник гомологічного ряду одноатомних спиртів, при стандартних умовах – летка, горюча, безбарвна прозора рідина.

Фізичні властивості етанолу наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5.

Фізичні властивості етанолу

Показник	Норма
1	2
Молекулярна маса, г/моль	49.06
Температура плавлення, °C	-114.15

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1	2
Температура кипіння, °С	78.39
Ентальпія утворення, кДж/моль	-234.80
Ентропія утворення, Дж/(моль*К)	281.38
Мольна теплоємність, Дж/(моль*К)	1.19
Ентальпія плавлення, кДж/моль	4.81
Ентальпія кипіння, кДж/моль	839.30

2.2. Принципово – технологічна схема отримання харчової добавки E141.

Наведено послідовний опис технологічних операцій для перетворення сировини «водорослі ламінарії» на готову продукцію «мідні комплекси хлорофілів (E141)».

Принципово технологічна схема для отримання мідних комплексів хлорофілів наведена на рис. 2.1.

Стадія подрібнення

Сушу рослинну сировинну поставляють на виробничу площадку де її подрібнюють, подрібнення відбувається до розмірів приблизно 0.5 см. Процес проходить протягом однієї години. Далі подрібнена сировина направляється в реактор для екстракції

Стадія екстракції

На стадії екстракції подають подрібнену сировину і додають 70% етиловий спирт. Процес проходить при температурі 60°C. Під час нагрівання з сировини вилучається хлорофіл. В теплову сорочку подається гаряча вода температурою 70°C, таким чином підтримують температуру протягом однієї години.

Стадія фільтрування 1

Утворена суміш після екстракції, направляється на стадію фільтрування, де рідка фаза що містить хлорофіл вілокремлюється від вілпрацьованої

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сировина. Процес проходить протягом 150 хвилин. В корпусі підтримується тиск 50 кПа.

Стадія відгонки 1

Фільтрат подають на стадію відгонки де видаляється водно спиртова суміш. Процес проходить протягом трьох годин, при температурі 70°C та при тиску в 50 кПа. Водно-спиртовий розчин хлорофілу нагрівають за допомогою гарячої води, нагрітого до 80°C.

Стадія утворення МКХ

Концентрована суміш після стадії відгонки надходить на стадію утворення МКХ, куди додається розчин купрум хлориду в 70% етиловому спирті. Процес проходить при температурі в 60°C протягом 30 хвилин.

Стадія відгонки 2

Після утворення мідних комплексів хлорофілу суміш відправляють на повторну відгонку спирту. Суміш нагрівають за допомогою гарячої води, температури 80°C. Тиск підтримується на 50 кПа.

Стадія фільтрування 2

Сіміш фільтрують через вакуум фільтр, при тиску 50 кПа, з метою розділення цільового продукту від маточного розчину. Осад який залишився на фільтрі на наступну стадію, для сушіння. Процес проходить протягом однієї години.

Стадія сушіння

На стадію сушіння подають осад після фільтрування, для сушіння. Процес проводять при температурі 100°C, протягом 30 хвилин. Барабан сушарки нагрівають гарячим повітрям нагрітим до 110°C.

Стадія охолодження та подрібнення

Після сушіння готовий продукт надходить в подрібнювач де він подрібнюється до вигляду порошка, та охолоджується до 20°C, з метою подальшого розвантаження по тарам і реалізації на ринку.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

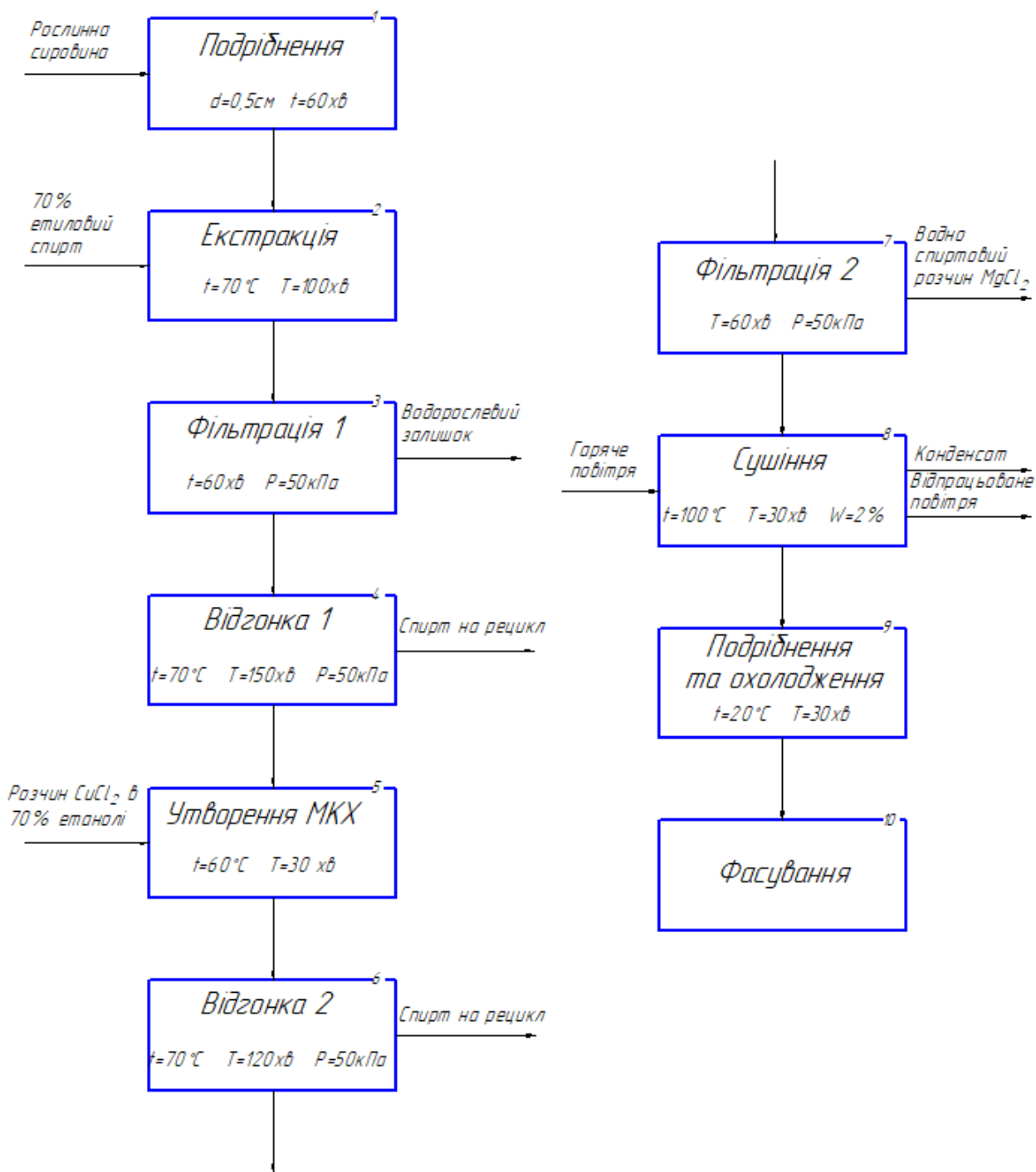


Рис 2.1. Принципово–технологічна схема отримання мідних комплексів хлорофілів.

2.3. Розрахунок матеріального балансу.

Матеріальний баланс розраховують за продуктивністю 400 кг/добу використаної рослинної сировини. За основу розрахунків взято методика

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

одержання мідних комплексів хлорофілів шляхом екстракції рослинної сировини, з заміщенням магнію в хлорофілі на купрум.

В таблиці 2.6. наведений розрахунок матеріального балансу процесу подрібнення рослинної сировини.

Таблиця 2.6.

**Розрахунок матеріального балансу для процесу подрібнення
рослинної сировини**

Входить		Виходить	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Рослинна сировина	400.0	Подрібнена сировина	398.0
		Втрати 0.5%	2.0
Сума	400.0	Сума	400.0

В таблиці 2.7. наведений розрахунок матеріального балансу процесу екстракції хлорофілу із рослинної сировини. До рослинної сировини з попереднього етапу додається 70% етиловий спирт у співвідношенні 1:3.

Таблиця 2.7.

**Розрахунок матеріального балансу для процесу екстракції
подрібненої сировини**

Входить		Виходить	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Подрібнена сировина	398.0	Відпрацьована сировина	386.1
Спирт	840.0	Хлорофіл	10.0

Продовження таблиці 2.7.

1	2	3	4
Вода	360.0	Спирт	835.8
		Вода	358.2
		Втрати 0.5%	7.9
Сума	1598.0	Сума	1598.0

В таблиці 2.8. наведений розрахунок матеріального балансу процесу фільтрування. На цій стадії відпрацьовану сировину, з якої виділили хлорофіл, вилучають з процесу, а фільтрат йде далі.

Таблиця 2.8.

Розрахунок матеріального балансу для процесу фільтрування

Входить		Виходить	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Відпрацьована сировина	386.1	Відпрацьована сировина (відходи)	384.2
Хлорофіл	10.0	Хлорофіл	10.0
Спирт	835.8	Спирт	831.6
Вода	358.2	Вода	356.4
		Втрати 0.5%	7.9
Сума	1590.1	Сума	1590.1

В таблиці 2.9. наведений розрахунок матеріального балансу процесу відгонки. На стадії відгонки відганяється етиловий спирт, після чого він йде на рецикл і його використовують повторно.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9.

Розрахунок матеріального балансу для процесу відгонки спирту

Входить		Виходить	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Хлорофіл	10.0	Спирт (випарилося)	744.7
Спирт	831.6	Вода (випарилося)	319.3
Вода	356.4	Хлорофіл	9,9
		Спирт	82.8
		Вода	35.4
		Втрати 0.5%	5.9
Сума	1198.0	Сума	1198.0

В таблиці 2.10. наведений розрахунок матеріального балансу процесу утворення мідних комплексів хлорофілів. До суміші з хлорофілом додається розчин купрум хлориду у 70% спирті. Хлорид міді береться у співвідношенні до рослинної сировини як 1:50, а у співвідношенні до спирту як 1:10.

Таблиця 2.10.

Розрахунок матеріального балансу для процесу утворення МКХ

Входить		Виходить	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Хлорофіл	9.9	МКХ	9.9
Спирт	138.8	Спирт	138.1
Вода	49.4	Вода	49.1
Хлорна мідь	8.0	Магній хлорид	8.0
		Втрати 0.5%	1.0
Сума	206.1	Сума	206.1

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В таблиці 2.11. наведений розрахунок матеріального балансу процесу повторної відгонки етилового спирту. На стадії відгонки відганяється етиловий спирт, після чого він йде на рецикл і його використовують повторно.

Таблиця 2.11.

Розрахунок матеріального балансу для процесу відгонки спирту

Входить		Виходить	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
МКХ	9.9	Спирт (випарилося)	123.8
Спирт	138.1	Вода (випарилося)	43.7
Вода	49.1	МКХ	9.9
Магній хлорид	8.0	Спирт	13.8
		Вода	4.9
		Магній хлорид	8.0
		Втрати 0.5%	1.0
Сума	205.1	Сума	205.1

В таблиці 2.12. наведений розрахунок матеріального балансу процесу фільтрування. Залишок води в осаді, який утворився, становить 15%, тому в подальшому одержаний осад відправляють на сушіння.

Таблиця 2.12.

Розрахунок матеріального балансу для процесу фільтрування

Входить		Виходить	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
МКХ	9.9	Спирт (відходи)	13.7
Спирт	13.8	Вода (відходи)	3.4
Вода	4.9	Магній хлорид (відходи)	7.9
Магній хлорид	8.0	МКХ	9.8
		Вода	1.5
		Втрати 0.5%	0.5
Сума	36.6	Сума	36.6

В таблиці 2.13. наведений розрахунок матеріального балансу процесу сушіння мідних комплексів хлорофілу. В результаті сушіння відсоток вологи в готовому продукті становить 0.5%.

Таблиця 2.13.

Розрахунок матеріального балансу для процесу сушіння

Входить		Виходить	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
МКХ	9.8	Вода (випарилося)	1.3
Вода	1.5	МКХ	9.8
		Вода	0.1
		Втрати 0.5%	0.1
Сума	11.3	Сума	11.3

В таблиці 2.14. наведений розрахунок зведеного матеріального балансу всього процесу отримання харчової добавки E141.

Таблиця 2.14.

Зведений матеріальний баланс

Входить		Виходить	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
1	2	3	4
Рослинна сировина	400.0	Відпрацьована сировина	386.1
Спирт	896.0	Спирт (відходи)	882.2
Вода	384.0	Вода (відходи)	378.6
Хлорна мідь	8.0	Магній хлорид (відходи)	7.9
		МКХ	9.8
		Вода	0.1
		Втрати	24.3
Сума	1688.0	Сума	1689.0

Сумарні втрати всього процесу виробництва харчової добавки E141 становлять 103.3 кг, що відповідає 6.12% від основної маси сировини.

2.4. Розрахунок теплового балансу.

Для розрахунку теплового балансу була обрана стадія сушіння продукту.

Вихідні данні:

1. Продуктивність сушарки по вологому матеріалу: $G_1 = 330$ кг/год
2. Питома теплоємність волого матеріалу: $c_1 = 2870$ Дж/(кг*°C)
3. Питома теплоємність абсолютно сухого матеріалу: $c_2 = 1550$ Дж/(кг*°C)
4. Вміст води в продукті:

початковий: $w_1 = 15\%$;

кінцевий: $w_2 = 2\%$;

5. Температура продукту, що надходить в сушильну камеру: $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$

6. Температура сухого продукту, що виходить із сушильної камери: $\theta_2 = 100^\circ\text{C}$

7. Температура зовнішнього повітря: $t_0 = 20^\circ\text{C}$

8. Температура повітря після калорифера: $t_1 = 120^\circ\text{C}$

9. Температура відпрацьованого повітря: $t_2 = 110^\circ\text{C}$

10. Відносна вологість свіжого повітря: $f_0 = 60\%$

Масова витрата видаленої вологи (W):

$$W = G_1 \cdot \frac{w_1 - w_2}{100 - w_2} = 330 \cdot \frac{15 - 2}{100 - 2} = 43.77 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0.012 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Продуктивність сушарки по сухому продукту (G_2):

$$G_2 = G_1 \cdot \frac{100 - w_1}{100 - w_2} = 330 \cdot \frac{100 - 15}{100 - 2} = 286.22 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0.079 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Використовуючи h-x діаграму Рамзіна, яка зображена на рис. 2.2, для вологого повітря, визначаємо початковий (x_0) і кінцевий (x_1) вологовміст повітря, а також характерні ентальпії. На перетині ліній знаходимо точку А, що характеризує початковий стан зовнішнього повітря. З точки А, опустивши перпендикуляр на вісь x, знаходимо значення $x_0 = 0.014$ пари/кг сухого повітря. Через точку А проходить лінія постійної ентальпії (ізоентальпа) $I_0 = 13$ кДж/кг. З точки А, піднявшись по перпендикуляру до перетину з ізотермою $t_1 = 120^\circ\text{C}$, знаходимо точку В, що характеризує стан повітря на виході із калорифера перед подачею в сушильну камеру. Від точки В рухаємося вниз по ізоентальпі $I_1 = 32$ кДж/кг до перетину з ізотермою 110°C , отримавши точку С. З точки С, опустивши перпендикуляр на вісь x, знаходимо значення $x_1 = 0.036$ пари/кг сухого повітря.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

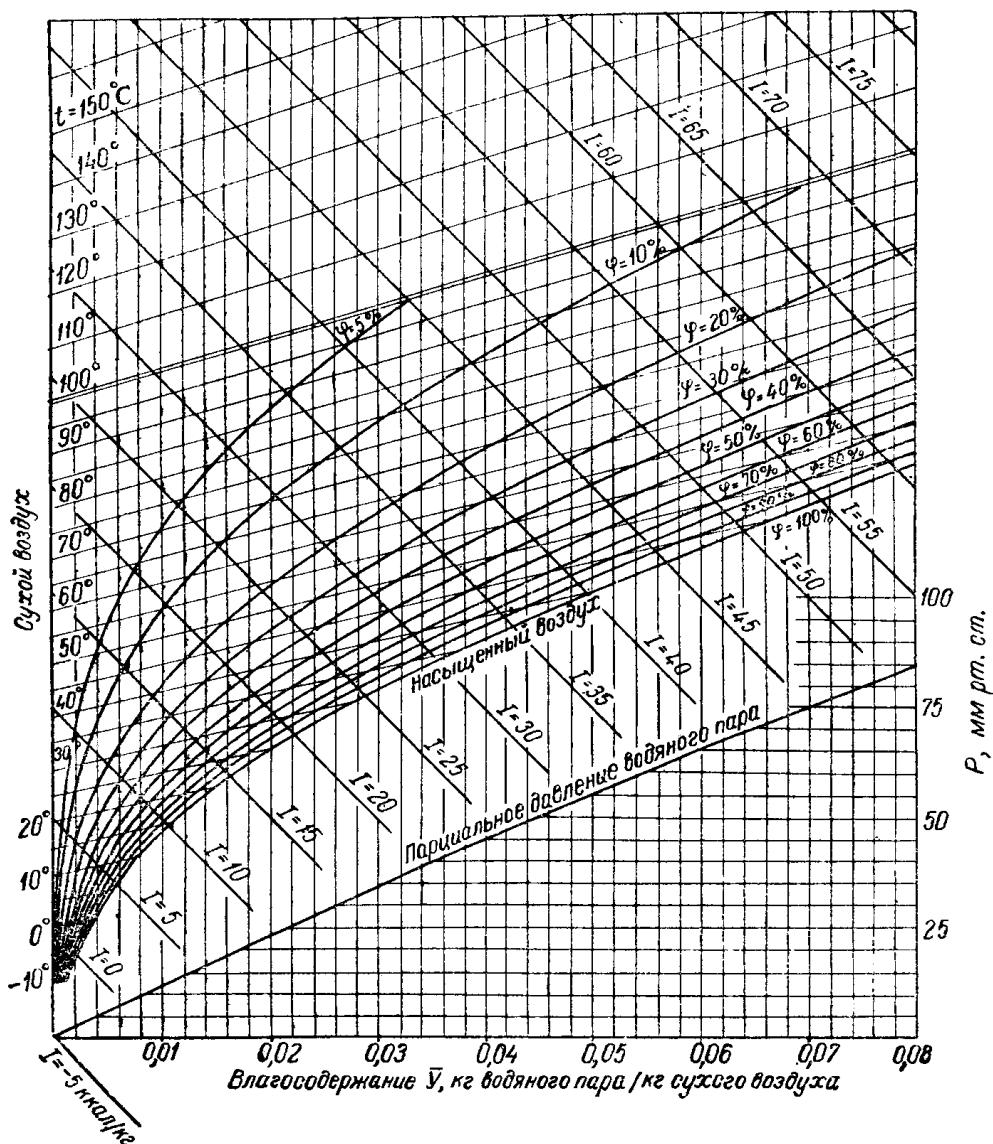


Рис. 2.2. Діаграма Рамзіна

Розраховуємо теоретичну абсолютну витрату повітря в сушарці:

$$l_0 = \frac{1}{x_1 - x_0} = \frac{1}{0.036 - 0.014} = 45 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$L = l_0 \times W = 45 * 0.015 = 0.675 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 2430 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

Складаємо рівняння теплового балансу для сушильної камери:

$$L \times I_1 + G_1 \times c_1 \times \theta_1 = L \times I_2 + G_2 \times c_2 \times \theta_2 + Q_{\text{п}},$$

де θ_1 – температура продукту, що надходить в сушильну камеру,

θ_2 – температура продукту, що виходить із сушильної камери.

$Q_{\text{п}}$ – теплові втрати, які з урахуванням правильно накладеної ізоляції приймаємо 5 % від тепла, що надійшло з гарячим повітрям:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$Q_{\text{п}} = 0.05 \times L \times I_1 = 0.05 \times 0.675 \times 32 = 1.08 \text{ кДж}$$

Визначаємо значення теплоємностей для сухого та вологого продукту:

$$c_1 = 2.87 \text{ кДж/(кг} \times \text{°C)};$$

$$c_2 = 1.55 \text{ кДж/(кг} \times \text{°C)}.$$

Із рівняння теплового балансу визначаємо витрати тепла на сушіння в сушильній камері та теплову поправку:

$$L \times (I_2 - I_1) = G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_1 + Q_{\text{п}}$$

$$\frac{[L \times (I_2 - I_1)]}{W} = \frac{[(G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_1 + Q_{\text{п}})]}{W}$$

$$G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_1 + Q_{\text{п}} = \Sigma Q$$

$$\Delta = \frac{\Sigma Q}{W}$$

$$\Delta = l \times (I_2 - I_1),$$

де ΣQ – алгебраїчна сума абсолютних теплот в сушильній камері, Вт.

Δ – тепла поправка на дійсний (реальний) сушильний процес, кДж/кг.

Розраховуємо ΣQ :

$$\Sigma Q = G_2 \times c_2 \times \theta_2 - G_1 \times c_1 \times \theta_1 + Q_{\text{п}}$$

$$\Sigma Q = 0.079 \times 1.55 \times 100 - 0.028 \times 2.87 \times 20 + 1.08 = 11.72$$

Розраховуємо теплову поправку Δ :

$$\Delta = \frac{\Sigma Q}{W} = \frac{6.675}{0.012} = 976 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Визначаємо I_2 :

$$I_2 = I_1 + \frac{\Delta}{l_0} = 26 + \left(\frac{976}{45}\right) = 47.6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Коригуємо витрату повітря на дійсний сушильний процес.

Знаходимо точку C_1 на перетині ізоентальпії I_2 і ізотерми t_2 . З'єднуємо прямою точки В і C_1 . Маємо ламану лінію ABC_1 , що характеризує дійсний сушильний процес. З точки C_1 , опустивши перпендикуляр на вісь x , визначаємо дійсний вологовміст повітря на виході з сушильної камери $x_2=0.034$ кг/кг.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді дійсна питома витрата повітря визначається:

$$\ell = \frac{1}{x_2 - x_0} = \frac{1}{0.034 - 0.014} = 50 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

Розраховуємо дійсну абсолютну витрату повітря в сушарці.

$$L = \ell \cdot W = 50 \cdot 0.012 = 0.6 \frac{\text{кг}}{\text{с}} = 2160 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

2.5. Підбір основного технологічного обладнання.

Лінія виробництва мідних комплексів хлорофілу налічує такі апарати: подрібнювач рослинної сировини, шнековий транспортер, вертикальний шнековий екстрактор, шестеренчасті насоси, прес для рослинної сировини, збірник, нутч фільтр, відцентрові насоси, відгонний апарат, реактор з якірною мішалкою, дисковий вакуум фільтр, одновальцева сушарка, подрібнювач порошку.

Подрібнювач рослинної сировини.

Універсальний роторний подрібнювач IP-840 призначений для подрібнення рослинної сировини (трав, дрібних гілок, коренів, бадилля тощо). Подрібнювач являє собою агрегат включає в себе два конвеєра (для подачі і ущільнення матеріалу) і обертається в камері подрібнення ротор з ножами.

Подрібнювач може бути виконаний і в пересувному, стаціонарному та напівстаціонарні виконанні.

Технічні характеристики подрібнювача IP-840 наведені в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15.

Технічні характеристики подрібнювача IP-840

Параметри	Значення
1	2
Розрахункова продуктивність, т/год	до 5
Вхідна фракція, мм	Рослинна сировина (грудка не більше 400 мм)

Продовження таблиці 2.15.

1	2
Вихідна фракція, мм	0.2-10
Діаметр ротора, мм	840
Число обертань ротора, об/хв	800
Електродвигун	
- подаючий конвеєр, кВт	0.75 (9 об/хв)
- прижимний конвеєр, кВт	0.75 (9 об/хв)
- двигун ротора, кВт	30 (1500 об/хв)
Напруга, В	380
Маса, кг	2600

Роторний подрібнювач призначений для подрібнення рослинної сировини. Подача матеріалу здійснюється двома стрічковими конвеєрами. Основний (подає) конвеєр переміщує на стрічці вихідний матеріал, а верхній конвеєр за рахунок своєї ваги притискає його до стрічки, ущільнює, і забезпечує необхідне зусилля (тиск) матеріалу на обертовий ротор з ножами. Зрізані окремо проходять крізь отвори в роторі і розкидається лопатями по стінках бункера. З бункера матеріал викидається за допомогою лопаток встановлених на роторі. Перфоровані дно кожуха дозволяє видаляти зайву вологу при різанні сировини. Подрібнювач може поставлятися в стаціонарному, пересувному і напівстаціонарному виконанні.

На рисунку 2.3. зображена схема подрібнювача

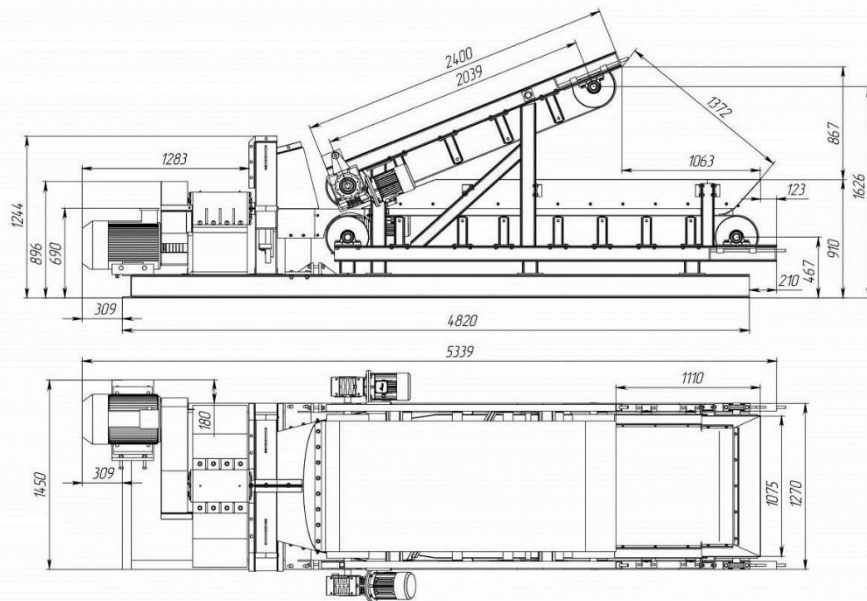


Рис. 2.3. Подрібнювач рослинної сировини.

Шнековий транспортер.

Шнековий транспортер – являє собою машину, різновид конвеєра, у якому вантаж переміщується волочінням уздовж нерухомого жолоба лопатями обертового гвинта. Зазвичай складається з нерухомого жолоба або трубки, що містить гвинт (шнек), який підтримується підвісними підшипниками, з приводом на одному кінці і вільним іншим кінцем. Крім цього, має завантажувальний і розвантажувальний патрубкі, приєднувальні фланці, механічний редуктор та приводний електродвигун.

Вертикальний шнековий екстрактор.

Екстрактор НД-1250 має U-подібну форму. Він складається з трьох колон: двох вертикальних і горизонтальної, що представляє собою передавальний шнек.

В обох вертикальних колонах також розміщені шнеки. На завантажувальній колоні розташований декантатор.

Колони екстрактора складаються з царг з внутрішнім діаметром 1250 мм, які збираються на фланцях. Зовнішній діаметр шнеків в завантажувальній

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

колоні становить 1242 мм, а в екстракційній колоні і передавальному горизонтальному шнеку – 1220 мм.

На рисунку 2.4. показана схема шнекового екстрактора НД-1250

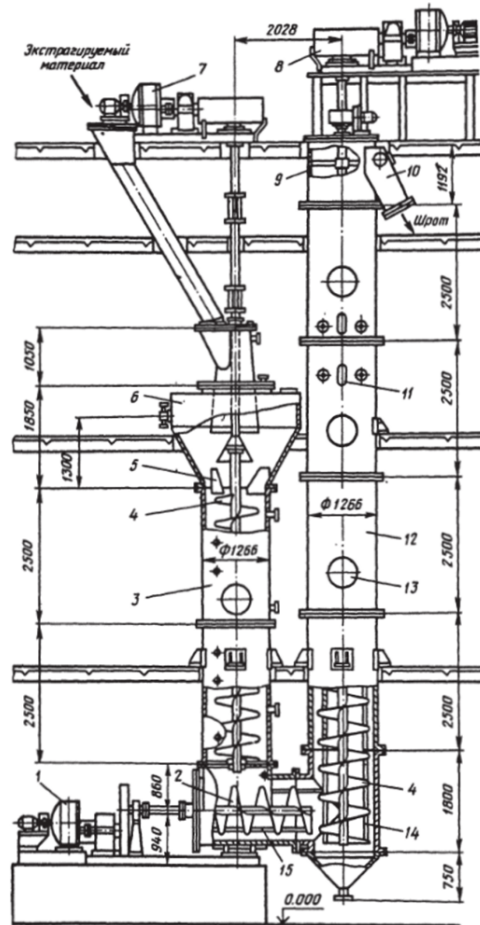


Рис. 2.4. Вертикальний шнековий екстрактор НД-1250.

Шестеренчастий насос.

Шестеренна гідромашина – один з видів об'ємних гідравлічних машин роторного типу, що складається з пари зубчасті коліс, розміщених у герметичному корпусі, що має порожнину всмоктування і нагнітання, а робочі камери утворені профілями западин зубів, поверхні корпусу і бокових кришок.

Так само, як і інші види об'ємних роторних гідромашин, дана машина може працювати як в режимі насоса, так і в режимі гідромотора. У тому випадку, якщо до валу гідромашини прикладається обертальний момент, то машина працює в режимі насоса. Якщо на вхід гідромашини подається під

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

лещата робоча рідина, то з валу знімається обертальний момент и машина працює в режимі гідромотора.

Шестеренчасті насоси зображені на рис. 2.5.

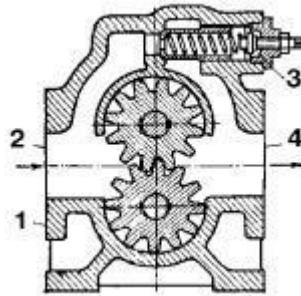


Рис. 2.5. Шестеренчастий насос.

1 – корпус, 2 – отвір для всмоктування рідини, 3 – запобіжний клапан, 4 – отвір для нагнітання рідини.

Нутч фільтр.

Нутч фільтри створені для ефективної фільтрації розчинів, причому навіть високоагресивних. Через порівняно скромних розмірів поверхні фільтрування нутч фільтри застосовують в невеликих виробництвах з метою фільтрації крупнозернистих розчинів. Зазвичай використовується, коли потрібна копітка відмивання осаду від середніх за розміром домішок.

Технічні характеристики нутч фільтру марки НФ-1600 наведені в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16.

Технічні характеристики НФ-1600

Характеристика	Показник
1	2
Робочий об'єм, л	1600
Тиск в корпусі, бар	0.5
Габаритні розміри, не більше, мм	1980x1850x2140
Маса, кг	950

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Стандартний нутч фільтр складається з корпусу з так званим помилковим дном, де закріплена фільтрувальна перегородка. Ключові елементи зазвичай роблять корозійностійкими.

Нутч фільтр зображено на рисунку 2.6.

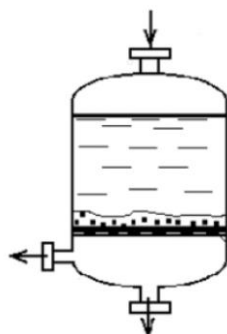


Рис. 2.6. Нутч фільтр.

Відгонний апарат.

Відгонка спирту – перегонка, випаровування рідини з подальшим охолодженням і конденсацією парів. Основними деталями дистиляційного пристрою є обігриваючий контейнер (куб) для дистиляції рідини, охолоджуючий конденсатор (холодильник) і з'єднувальний їх обігриваючий паропровід.

Технічні характеристики випарної вакуум установки ВВУ-1600 наведені в таблиці 2.17.

Таблиця 2.17.

Технічні характеристики ВВУ-1600

Характеристика	Показник
1	2
Робочий об'єм, л	1600
Робочий тиск в корпусі, бар	0.5
Мінімальна температура в корпусі, °C	20

Продовження таблиці 2.17.

1	2
Максимальна температура в корпусі, °С	100
Швидкість обертання мішалки, об/хв	20
Габаритні розміри, мм	2052x1360x2400
Маса, кг	698

Відцентровий насос.

Відцентровий насос – це гідравлічний динамічний механізм, що представляє собою конструкцію, що складається з:

- спіралеподібного металевий корпусу;
- робочі колеса з лопатями, зібраного з двох дисків.

Принцип роботи відцентрового агрегату цілком відповідає його назві. Коли корпус помпи заповнюється рідиною, через всмоктуючий патрубок починає обертання колесо-крильчатка, створюючи відцентрову силу, відштовхуючу рідину від центру колеса на периферію. Тут виникає зона підвищеного тиску, що виштовхує рідину в напірну трубу.

У той же час, в центральній зоні тиск знижується, забезпечуючи надходження нової порції рідини з всмоктуючої труби. Такий принцип дії насоса забезпечує постійний приплив, що транспортується.

Схема відцентрового насосу зображена на рисунку 2.7.

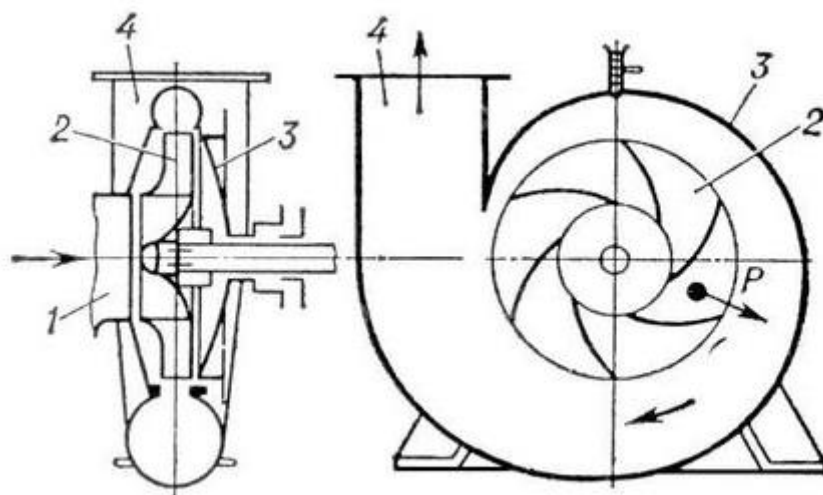


Рис. 2.7. Відцентровий насос. 1 – отвір для підведення рідини; 2 – робоче колесо; 3 – корпус; 4 – патрубок для відведення рідини.

Реактор з якірною мішалкою.

Якірні мішалки – це механічні перемішують пристрої, які застосовуються в апаратах для перемішування середньо в'язких рідин. Вони також використовуються в апаратах з теплообмінними сорочками, а так само в ємностях довгої витримки рідин.

Основні замовники якірних мішалок – це підприємства нафтової, хімічної, харчової промисловості. Якірні мішалки використовують так само будівельні і фармацевтичні підприємства.

Якірна мішалка складається з вала з імпеллером у вигляді вигнутих якірних лопатей і приводу, найчастіше мотора - редуктора. Імпеллер мішалки повинен за формою збігатися з днищем ємності. Мішалка з приводом монтується або на кришці ємності або на рамі відкритих апаратів. Розмір і форма якірної мішалки строго підбирається під ємність або апарат і зберігається продукт.

Мішалки якірного типу виготовляються з легованої або нержавіючої сталі.

Технічні характеристики якірної мішалки наведені в таблиці 2.18.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Технічні характеристики якірної мішалки

Характеристика	Показник
1	2
Робочий об'єм, м ³	0.4
Об'єм рубашки, м ³	0.061
Потужність, кВт	0.75
Обертів за хвилину	50
Маса апарату, кг	733

Схема якірної мішалки наведена на рисунку 2.8.

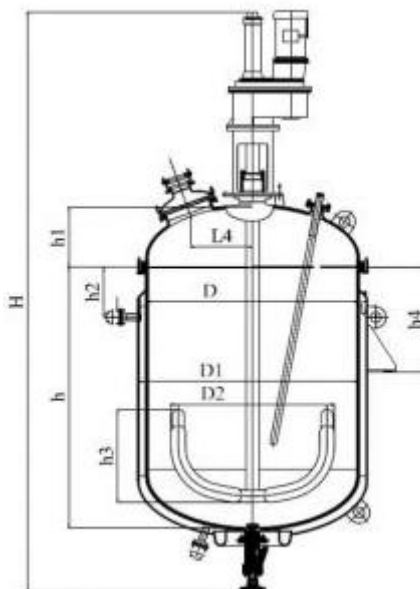


Рис. 2.8. Якірна мішалка.

Дисковий вакуум-фільтр.

Вакуум-фільтр - агрегат безперервної дії для поділу під тиском рідких неоднорідних систем (суспензій, пульп) на тверду і рідку фракції.

Зазвичай для зневоднення рідких концентратів використовується вакуумне фільтрування, що складається з двох основних операцій: утворення осаду і сушки. Крім того, проводиться розвантаження осаду. Утворення осаду

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

може відбуватися під дією тільки сили вакууму або при взаємодії її з силою тяжіння. У першому випадку сила вакууму спрямована перпендикулярно до сили тяжіння (дискові вакуум-фільтри) або в протилежну сторону (барабанні вакуум-фільтри з зовнішньої фільтруючою поверхнею), а в другому випадку обидві сили спрямовані в одну сторону (стрічкові, планфільтри, барабанні фільтри з внутрішньої фільтруючою поверхнею).

Технічні характеристики вакуум фільтра PG18-4 наведені в таблиці 2.19.

Таблиця 2.19.

Технічні характеристики дискового вакуум фільтра PG18-4

Характеристика	Показник
1	2
Площа фільтрування, м ²	18
Діаметр дисків, мм	1800
Кількість дисків, шт	4
Потужність двигуна приводу, кВт	1.5
Потужність двигуна мішалки, кВт	1.1
Габаритні розміри, мм	2820x2355x2295
Маса, кг	3500

Основна перевага дискових вакуум фільтрів полягає в розвиненій поверхні фільтрування при невеликій займаній площі. Зазвичай дискові вакуум-фільтри застосовують при фільтруванні пульп, швидкість осадження твердих частинок яких не перевищує 18 мм/с. Вакуум-фільтр складається з ванни, коміркового вала, дисків, розподільної головки, що коливається, рамної мішалки, приводу дисків, приводу мішалки.

Дисковий вакуум фільтр зображений на рисунку 2.9.

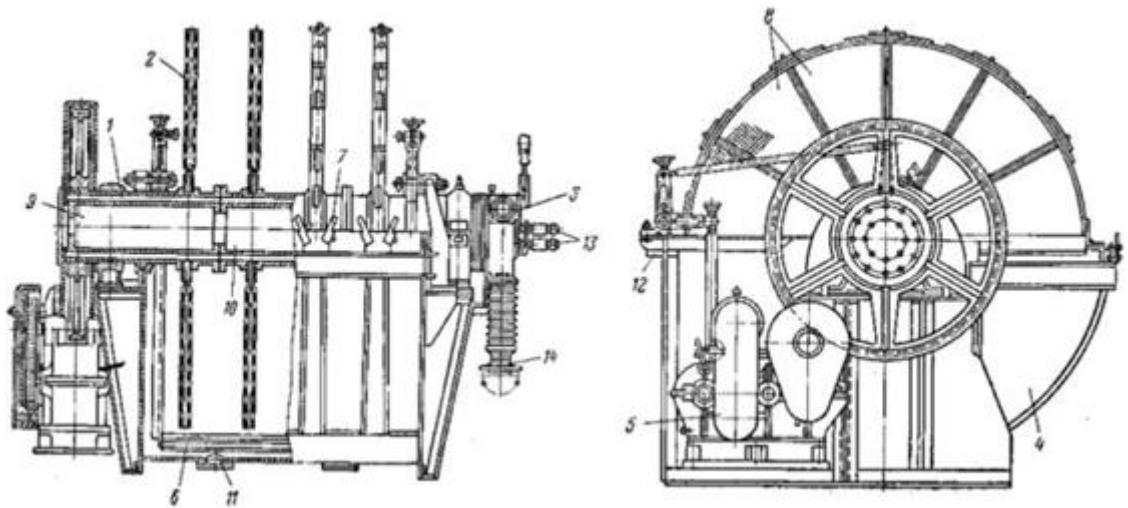


Рис. 2.9. Дисконий вакуум фільтр.

Одновальцева сушарка.

Вальцьова сушарка заснована на кондуктивному методі сушки, тобто сушка матеріалу відбувається за допомогою передачі тепла, необхідного для випаровування вологи і нагрівання продукту від нагрітої поверхні барабана.

Продукт за допомогою спеціальних валків наноситься тонким шаром на зовнішню стінку барабана. Барабан сушарки обігрівается зсередини за допомогою насиченої пари. Зазвичай барабан виготовлений зі спеціального сплаву чавуну, що забезпечує одночасно оптимальну теплопередачу, високу стійкість форми при високому тиску і відмінні параметри поверхні, необхідні для найкращого зняття продукту з поверхні. У деяких випадках барабан покривається спеціальним покриттям зазвичай хромом. Після одного оберту барабана вже висушений продукт у вигляді плівки знімається за допомогою спеціального ножа.

Технічні характеристики вальцевої сушарки наведені в таблиці 2.20.

Таблиця 2.20.

Технічні характеристики вальцевої сушарки

Характеристика	Показник
1	2
Продуктивність, кг/год	330

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

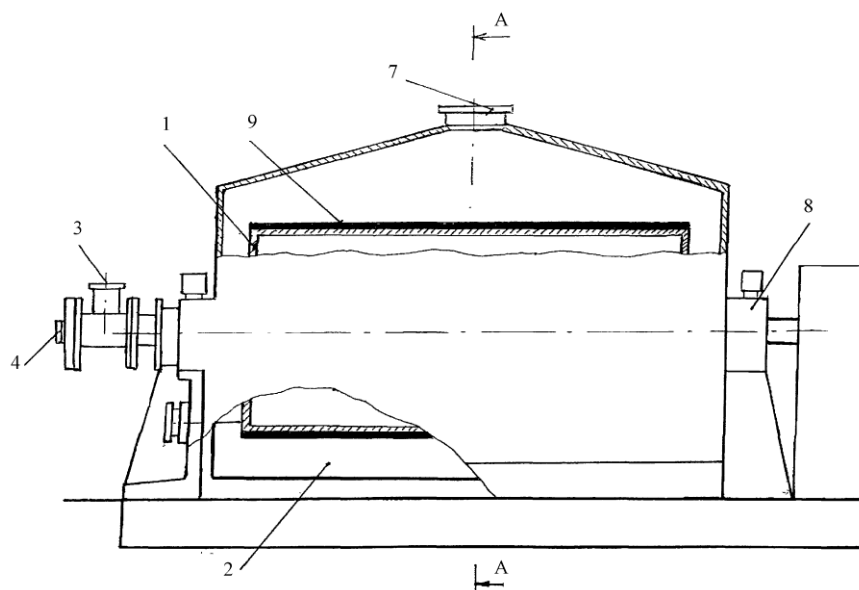
Продовження таблиці 2.20.

1	2
Кількість вологи на виході, %	<5
Розміри барабанів, мм	800x2000
Габарити, мм	3500x2800x4500

При теплопередачі частина насиченої пари конденсується на стінках барабана. Утворився конденсат безперервно виводиться за допомогою спеціальної трубки, щоб забезпечити максимально вільну поверхню для конденсації пари. Система нагріву барабана повністю закрита, щоб запобігти зіткнення теплоносія з продуктом.

Залежно від виконання вальцьовий сушарки можливе нанесення продукту на барабан зверху чи знизу. У той час як барабан нагрівається зсередини насиченою парою, продукт під час обертання сушиться на зовнішній стороні установки. Короткий час впливу на продукт високих температур знижує ризик, пов'язаний з пошкодженням продукту. Виділяються при сушінні випаровування відводяться зверху установки. При необхідності встановлюється додаткова установка відведення випарів. Висушений продукт у вигляді плівки зрізається ножем.

Одновальцева сушарка зображена на рисунку 2.10.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Арк.

45

Рис. 2.10. Одновальцева сушарка.

Одновальцева сушарка складається з наступних вузлів: полого вальца 1, живильної ванни 2 з рідким продуктом, пристроїв для підведення пари 3, що гріє і відведення конденсату 4, калібрувальних 5 і скребкових 6 ножів, витяжного пристрою 7 і приводу 8. Валець 1 забезпечений оболонкою 9 з антипригарного матеріалу на основі фторовмісних полімерів з розміром від 0,1 мм до 1,5 мм.

Млин для порошоків.

Особлива конструкція відцентрового подрібнюючого валка і канавки подрібнює сировину до необхідного ступеня подрібнення, а потім кінцевий порошок виводиться за допомогою напряму повітряного потоку.

Тонкість порошку на виході може регулюватися помірно, також є широке застосування, навіть липка або масляниста сировина.

2.6. Розрахунок апарату.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

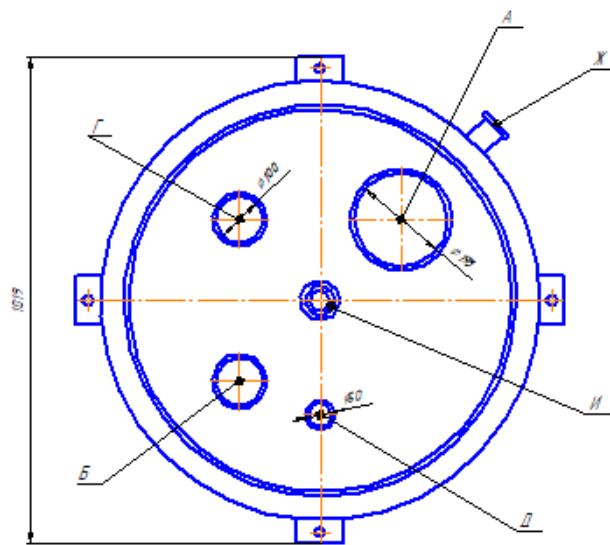
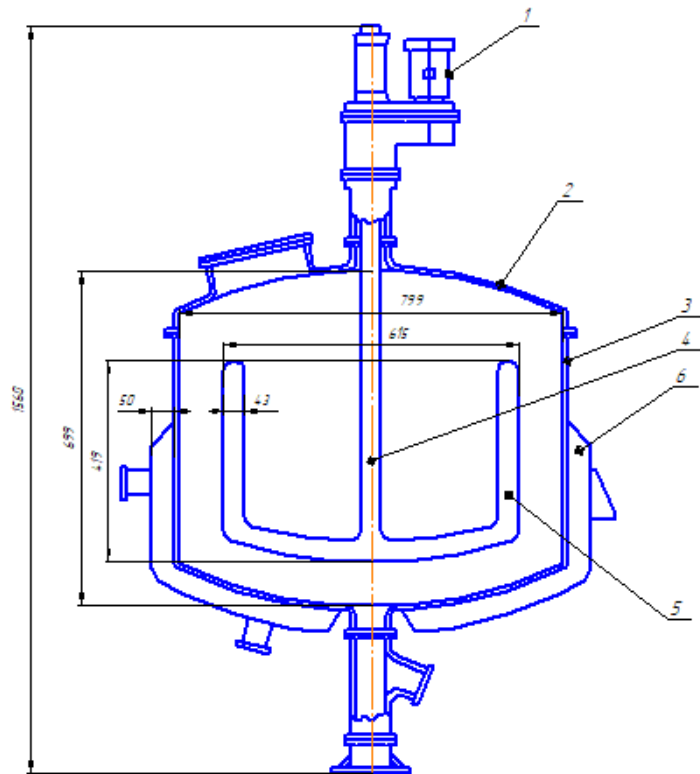


Рис. 2.11. Схема реактору з якірною мішалкою.

Конструктивний розрахунок

1. Робочий об'єм середовища знаходимо відповідно до матеріального балансу:

$$V_p = 0.267 \text{ м}^3$$

2. Повний об'єм апарату розраховуємо (коефіцієнт заповнення приймаємо за 0.75):

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$V_{\Pi} = \frac{V_p}{K_3} = \frac{0.267}{0.750} = 0.356 \text{ м}^3$$

3. Номінальне значення об'єму нашого апарату = 0.400 м³. Дійсний коефіцієнт заповнення розраховується:

$$K_3 = \frac{V_p}{V_{\Pi}} = \frac{0.267}{0.400} = 0.667$$

4. Діаметр апарату приймаємо за 800 мм.

5. Об'єм циліндричної частини днища розраховується:

$$V_{\text{ц}} = V_p - V_{\text{дн}} = 0.267 - 0.079 = 0.188 \text{ м}^3$$

6. Висота циліндричної частини знаходимо за формулою:

$$H_{\text{ц}} = \frac{4V_{\text{ц}}}{\pi D^2} = \frac{4 * 0.188}{\pi * 0.800^2} = 0.374 \text{ м}$$

7. Висоту рівня рідини в реакторі розраховуємо за формулою:

$$H_p = \frac{4(V_p - V_{\text{дн}})}{\pi D} + h_1 + h_b = \frac{4 * (0.267 - 0.079)}{\pi * 0.800} + 0.025 + 0.2 = 0.524 \text{ м}$$

8. Висота реактора за співвідношенням до якірної мішалки:

$$\frac{H_p}{H} = \frac{0.524}{0.699} = 0.75$$

$$H = \frac{H_p}{0.750} = \frac{0.524}{0.750} = 0.699 \text{ м}$$

9. Висота лопатей мішалки:

$$h = H * 0.6 = 0.699 * 0.6 = 0.419 \text{ м}$$

10. Діаметр робочого органа:

$$d_M = \frac{D}{1.3} = \frac{0.8}{1.3} = 0.615 \text{ м}$$

11. Ширина лопаті:

$$b = d_M * 0.07 = 0.615 * 0.070 = 0.043 \text{ м}$$

12. Відстань від лопаті до стінки реактора:

$$\delta = \frac{D - d_M}{2} = \frac{0.800 - 0.615}{2} = 0.092 \text{ м}$$

Енергетичний розрахунок

1. Частота обертів якірної мішалки приймаємо за 50 об/хв.

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

2. Коефіцієнт, що враховує заповнення ємності перемішувальною рідиною:

$$k_1 = \frac{H_p}{D} = \frac{0.299}{0.800} = 0.374$$

3. Коефіцієнт, що враховує збільшення потужності при пуску, або підвищенні опору середовища в процесі перемішування приймаємо за $k_2=1$.

4. Коефіцієнт корисної дії приводу приймаємо за $\eta=0.85$.

5. Критерій Рейнольдса:

$$Re_B = \frac{n * d_M^2 * \rho}{\mu} = \frac{0.83 * 0.615^2 * 1293}{3} = 135$$

6. Для якірної мішалки з $Re_B=10^2-3*10^5$ критеріальне рівняння має наступний вигляд (для мішалок з двома лопатями $C=12$):

$$K_N = C * Re_B^{0.77} * \left(\frac{h}{d}\right) = 12 * 135^{0.77} * \left(\frac{0.239}{0.615}\right) = 204$$

7. Потужність, що витрачається на перемішування:

$$N = K_N * \mu * n^2 * d^3 = 204 * 3 * 0.83^2 * 0.615^3 = 98 \text{ Вт} = 0.1 \text{ кВт}$$

8. Потужність, що витрачається в сальнику:

$$\begin{aligned} N_c &= 9.84 * (P + 0.98 * 10^5) * f * l * n * d_B^2 \\ &= 9.84 * (25 * 10^5 + 0.98 * 10^5) * 0.2 * 0.16 * 0.83 * 0.03^2 = 611 \text{ Вт} \\ &= 0,6 \text{ кВт} \end{aligned}$$

9. Потужність електродвигуна приводу:

$$N_{ед} = \frac{k_1 * k_2 * N + N_c}{\eta} = \frac{1.05 * 1 * 0.1 + 0.6}{0.85} = 0.83 \text{ кВт}$$

2.7. Апаратурно-технологічна схема виробництва.

Апаратурно-технологічна схема виробництва харчової добавки E141 показана на рисунку 2.12.

Виготовлення добавки починається з того що підготовлену сировину завантажують в подрібнювач рослинної сировини (1), де її подрібнюють до розмірів приблизно 0.5 см, процес триває годину. Подрібнену сировину за допомогою шнекового транспортера (2) подають у екстрактор (3).

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На стадії екстракції до рослинної сировини додають 70% етиловий спирт, для екстракції хлорофілу, нагрівають до 70°C і витримують температуру протягом 100 хвилин. Температура досягається шляхом подачі в теплову сорочку нагрітої води температурою 80°C. З одного боку виходить рослинна сировина з залишками спирту, яку пропускають через прес (5), а спирт направляється в збірник (6) і далі в нутч фільтр (8).

Етиловий спирт за допомогою шестеренчастих насосів (4, 7) направляється в нутч фільтр (8). Паралельно з іншого боку екстрактора (3) вивантажується проекстрагована рослинна сировина, яку відправляють на прес (5), отриману рідку суміш збирають у збірнику (6) та також направляють в нутч фільтр (8).

В нутч фільтрі (8) процес фільтрування проходить годину, тиск в корпусі фільтру становить 50 кПа. В результаті чого ми позбавляємося від залишків відпрацьованої сировини, а фільтрат перекачуємо за допомогою відцентрового насоса (9) на стадію відгонки.

У відгонному апараті (10) від розчину відділяємо водно-спиртову суміш. Процес триває 150 хвилин, при температурі 70°C, та при тиску в 50 кПа. Температура досягається шляхом подачі гарячої води, нагрітої до 80°C. Етанольні пари конденсуються в окремому реакторі, звідки потім спирт за допомогою відцентрового насоса (12) йде на рецикл.

За допомогою відцентрового насоса (11) розчин після відгонки переноситься в реактор з якірною мішалкою (13). В реактор (13) додається розчин купрум хлориду в 70% етиловому спирті. Процес проходить 30 хвилин, при температурі 60°C. Температура досягається шляхом подачі в теплову сорочку нагрітої води температурою 70°C.

Далі за допомогою відцентрового насосу (14) суміш подається на повторну відгонку спирту у відгонний апарат (15), де знову відганяється водно-спиртова суміш. Процес триває 120 хвилин, при температурі 70°C, та при тиску в 50 кПа. Температура досягається шляхом подачі гарячої води, нагрітої

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

до 80°C. Етанольні пари конденсуються в окремому реакторі, звідки потім спирт за допомогою відцентрового насоса (17), звідки йде на рецикл.

Після відгонки суспензію через відцентровий насос (16) направляють в дисковий вакуум фільтр (18). Процес триває годину, при тиску 50 кПа.

Очищений цільовий продукт за допомогою шестеренчастого насоса (19) направляють в одновальцеву сушарку (20). Де продукт сушать за температури 100°C, протягом 30 хвилин. Барабан сушарки нагрівають гарячим повітрям, температурою 110°C.

Після сушіння готовий продукт переносять в млин для порошків, де продукту буде наданий однорідний стан порошку, та де він охолodиться до 20°C. Після цього подрібнений та охолodжений порошок відправляють на фасування та реалізації на ринку.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

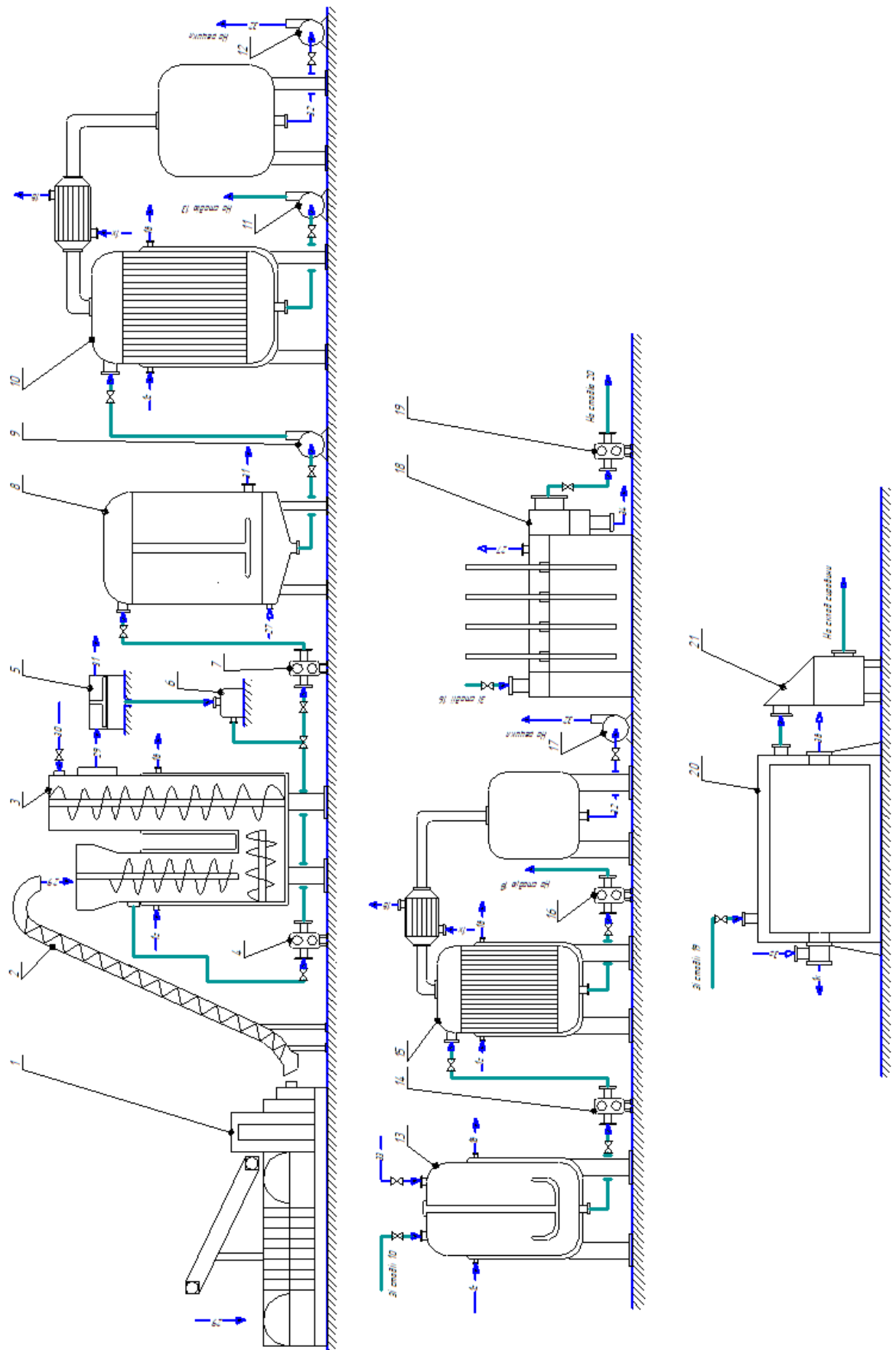


Рис. 2.12. Апаратно-технологічна схема виробництва МКХ.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Обсяг виробництва за день становить 9.8 кг. За місяць, в якому 20 робочих днів – 196 кг. Також за рік, в якому нараховується 250 робочих днів – обсяг буде становити 2 450 кг.

Витрати на сировину і таропакувальні матеріали.

Для визначення економічних показників розрахуємо калькуляцію собівартості виробництва мідних комплексів хлорофілу по продуктивності 400 кг використаної рослинної сировини.

Кількість та ціна сировини яка необхідна наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Кількість та ціна необхідних компонентів

Сировина	Норми витрат, кг	Ціна одиниці за кг, грн	Сума, грн
1	2	3	4
Ламінарії	400	110	44 000
70% етиловий спирт	1281	70	89 670
CuCl ₂	8	330	2 640

Враховуючи рослинну сировину яка відфільтровується, а також MgCl₂, які можна продати для іншого виробництва можна заощадити 75% від ціни на рослинну сировину та CuCl₂, що становить 33 000 грн та 1 950 відповідно.

Сумарні витрати на сировину по заданій продуктивності становлять 106 310 грн. Витрати з урахуванням компонентів які можна перепродати 75 260 грн.

					ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Разраб.		Матросов В.О			ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ		Літ.	Арк.	Аркушів
Провер.		Біла Г.М.						53	
Реценз.							НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О.В.							
Утверд.		Носенко Т.Т.							

Транспортно-заготівельні витрати приймаємо за 10% від загальної суми, що складають 10 630 грн.

Якщо враховувати те що після першого циклу спирт використовується повторно то ціна за сировину буде становити 11 690 грн.

Транспортно-заготівельні витрати приймаємо за 10% від загальної суми, що складають 1 169 грн.

Добавку E141 будемо випускати в пакетах по 500 г які складають в картонну коробку на 10 кг.

Витрати на таропакувальні матеріали наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Витрати на таропакувальні матеріали

Матеріали	Норми витрат, шт.	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
1	2	3	4
Пакет, 500г	17	5	85
Картонна коробка, 10 кг	1	20	20

Сумарні витрати на таропакувальні матеріали для 9.8 кг готового продукту становлять 105 грн. Транспортні витрати на таропакувальні матеріали приймаємо за 10%, що становить 10 грн. Отже всього затрати на пакувальні матеріали 115 грн.

Втрати на електроенергію для виробництві складають близько 1000 кВт. 1 кВт електроенергії коштує 1,5 грн. Отже сумарні витрати на електроенергію становлять 1500 грн.

Втрати на заробітну плату працівникам. За добу можливо провести один цикл виробництва. Один цикл триває 11 годин 10 хвилин. Отже вся зміна у

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

працівників триває 12 годин. Всього на стадії виробництва нараховується 10 працівників.

Заробітна плата для робітників за годину складає 40 грн. Що за 12 годинну зміну буде становити 480 грн. Отже, основна заробітна плата всіх 12 працівників за одну зміну буде становити 5 760 грн.

Єдиний соціальний внесок становить 22% від основної заробітної плати. Який буде становити 1 267 грн.

Витрати на утримання та обслуговування обладнання приймаємо за 100% від заробітної плати, що становить 5 760.

Втрати що пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції складають 10% від основної заробітної плати:

$$5\,760 * 0.1 = 576 \text{ грн. за зміну}$$

Загальновиробничі витрати складають 200% від заробітної плати:

$$5\,760 * 2 = 11\,520 \text{ грн. за зміну}$$

1. Виробнича собівартість за перший цикл буде становити:

$$75\,260 + 10\,630 + 105 + 10 + 576 + 5\,760 = 92\,341 \text{ грн.}$$

Сума адміністративних витрат складає 1.5% від виробничої вартості:

$$92\,341 * 0.015 = 1\,385 \text{ грн.}$$

Втрати на збут складають 2% від виробничої собівартості:

$$92\,341 * 0.2 = 18\,468 \text{ грн.}$$

Повні витрати складають:

$$92\,341 + 1\,385 + 18\,468 = 113\,194 \text{ грн.}$$

Витрати на 1 кг отриманої добавки становлять:

$$113\,194 / 8.9 = 12\,718 \text{ грн.}$$

2. Виробнича собівартість за другий цикл буде становити:

$$11\,690 + 1\,169 + 105 + 10 + 576 + 5\,760 = 19\,310 \text{ грн.}$$

Сума адміністративних витрат складає 1.5% від виробничої вартості:

$$19\,310 * 0.015 = 289 \text{ грн.}$$

Втрати на збут складають 2% від виробничої собівартості:

					ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$19\,310 * 0.2 = 3\,862 \text{ грн.}$$

Повні витрати складають:

$$19\,310 + 289 + 3\,862 = 23\,461 \text{ грн.}$$

Отже, втрати виробництва за рік будуть складати:

$$23\,461 * 250 = 5\,865\,250 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва становить 10%, отже прибуток буде становити:

$$5\,865\,250 * 0.1 = 586\,525 \text{ грн.}$$

Витрати на 1 кг отриманої добавки будуть становити:

$$19\,310 / 9.8 = 1\,960 \text{ грн.}$$

Проаналізувавши ринкову ціну за харчову добавку E141 в розмірі 1600 грн. за кг та малий вибір виробників, можна зробити висновок про рентабельність даного виробництва.

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

РОЗДІЛ 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Вміст токсичних елементів (миш'яку, свинцю, ртуті, кадмію) для кожної харчової добавки нормується відповідними органами. Їхня кількість в барвниках не повинна перевищувати норм, встановлених в Технічному регламенті Митного союзу або нормативними правовими актами, що діють на території держави, яка прийняла стандарт.

Згідно вимог Технічного регламенту Митного союзу, добавка E141 повинна відповідати нормам наведеним в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Вимоги до харчової добавки E141

Харчова добавка	Токсичні елементи, мг/кг, не більше			
	миш'як	свинець	ртуть	кадмій
1	2	3	4	5
E141	3	10	1	1

Відбір проб готового продукту проводять за ГОСТ 6732.2-89.

1.1. Відбір проб потрібно проводити в умовах, які не впливають на властивості досліджуваного продукту і виключають можливість зміни його складу, такі властивості як агрегатний стан продукту, летючість, гігроскопічність, світлостійкість і ін.

1.2. Проби відбирають за такою схемою:

- відбирають точкові проби;
- з точкових проб складають об'єднану пробу;
- від об'єднаної проби відбирають середню пробу.

					ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Разраб.		Матросов В.О			ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Літ.	Арк.	Аркушів
Провер.		Біла Г.М.					57	
Реценз.						НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Утверд.		Носенко Т.Т.						

1.3. Точкові проби сипучих продуктів відбирають з будь-яких точок площини продукту, за допомогою металевого щюпа, трубок, ковшів або механічних пробовідбірників. Точкові проби відбираються таким способом: пакувальну одиницю встановлюють похило, під кутом 35-45°, щюп кладуть на продукт, потім повертають тару приблизно на 50-60° для наповнення щюпа продуктом, занурюючи його не менше, ніж на 3/4 глибини. Маса миттєвої проби повинна бути не більше 10 г. Тримаючи щюп в горизонтальному положенні на висоті 2-3 см, обережно висипають продукт на негігроскопічну поверхню. Відбирають не менше трьох точкових проб.

1.4. Відібрані точкові проби з'єднують в одну посудину, ретельно перемішують і отримують об'єднану пробу. Рекомендована маса об'єднаної проби повинна бути не менше 50 г.

Підготовлену сумарну пробу ділять на дві рівні частини, які поміщають в чисті, сухі, щільно закриваються скляні або полімерні ємності.

Ємність з першою частиною сумарною проби направляють в лабораторію для проведення аналізів.

Ємність з другою частиною проби опечатують, пломбують і зберігають для повторного контролю в разі виникнення розбіжностей в оцінці якості і безпеки барвників. Рекомендований термін зберігання проби барвника при температурі $(20 \pm 5)^\circ \text{C}$ і відносній вологості не більше 60% - три роки.

1.5. З об'єднаної проби методом квартування отримують середню пробу.

Маса середньої проби повинна бути достатньою для триразового визначення всіх нормованих показників якості продукту.

Масову частку миш'яку визначають за ГОСТ 26930-86.

Даний стандарт поширюється на харчові сировину і продукти та встановлює колориметричний метод визначення миш'яку.

Метод визначення миш'яку заснований на вимірюванні інтенсивності забарвлення розчину комплексної сполуки миш'яку з диетилдитіокарбонату срібла в хлороформі.

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

Мінімальна маса миш'яку, що визначається даним методом в колориметричному обсязі, становить 2.5 мкг при використанні поглинаючого розчину з моноетаноламіном, або 5 мкг – з уротропіном.

Масову частку свинцю визначають за ГОСТ 26932-86.

Даний стандарт поширюється на харчові сировину і продукти та встановлює метод визначення свинцю.

Метод заснований на сухій мінералізації проби з використанням, як допоміжного засобу, азотної кислоти і кількісному визначенні свинцю полярографуванням в режимі змінного струму.

Мінімальна концентрація свинцю, що визначається зазначеним методом, становить 0.06 мкг в одному сантиметрі полярографуючого розчину.

Масову частку кадмію визначають за ГОСТ 26933-86.

Даний стандарт поширюється на харчові сировину і продукти та встановлює метод визначення кадмію.

Метод заснований на сухій мінералізації проби з використанням, як допоміжного засобу, азотної кислоти і кількісному визначенні кадмію полярографуванням в режимі змінного струму.

Мінімальна концентрація кадмію, що визначається даним методом становить $9 \cdot 10^{-4}$ мкг в досліджуваному обсязі проби.

Масову частку ртуті визначають за ГОСТ 26927-86.

Даний стандарт поширюється на сировину і харчові продукти та встановлює колориметричний і атомно-абсорбційний методи визначення ртуті.

Метод заснований на деструкції аналізованої проби сумішшю азотної та сірчаної кислот, осадженні ртуті йодидом міді і подальшому колориметричному визначенні у вигляді тетраїодомеркуріату міді – шляхом порівняння зі стандартною шкалою.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Мінімальна маса ртуті, визначена даним методом, становить 0.020 мкг в досліджуваному обсязі проби.

Харчові барвники, також як і всі харчові добавки, можуть бути допущені до використання у виробництві харчової продукції після проходження ними системи оцінки їх безпеки за критеріями оцінки, викладеним в нормативних документах FAO / WHO [JECFA, 2010].

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

РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Екологічна частина.

В навколишньому середовищу виділяють наступні зони впливу промисловості:

- Повітря (атмосферне повітря).
- Вода (грунтові або поверхневі води).
- Земля, ґрунт.
- Шум, вібрації.
- Енергетичні впливу:
 - електромагнітні
 - радіаційні.

На підставі зазначених зон впливу розглядаються технологічні процеси підприємства з метою зменшення впливу на навколишнє середовище.

При виробництві мідних комплексів хлорофілу викиди в атмосферу відсутні, під час основних реакцій не виділяється вуглекислого газу, який може шкодити атмосфері.

Викиди пов'язані з водами або ґрунтом присутні. Рослинна сировина, з якої виділяється хлорофіл, після екстракції йде на виробництво іншої харчової добавки. Магній хлорид разом із водно спиртовою сім'єю, йде на відходи. Етиловий спирт після відгонки йде на рецикл та використовується повторно, в даному виробництві використовується повторно.

Негативними впливами на навколишнє середовище від даного підприємства є шум та вібрації використовуваних машин.

Шум – це будь-які небажані звуки, які наносять шкоду здоров'ю людини, знижує його працездатність, а також може сприяти отриманню травми.

ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Разраб.		Матросов В.О			ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Провер.		Біла Г.М.					61	
Реценз.						НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О.В.						
Утверд.		Носенко Т.Т.						

Для людини вібрація є видом механічного впливу, який має негативні наслідки для організму людини. Причиною появи вібрації в машинах є неврівноважені сили та ударні процеси в діючих механізмах.

Дія вібрації може приводити до трансформування внутрішньої структури і поверхневих шарів матеріалів, зміни умов тертя і зносу на контактних поверхнях деталей машин, а також нагрівання конструкцій. Усе це може приводити до зниження строку служби устаткування.

Викиди енергетичного (електромагнітних або радіоакційних) характеру на даному виробництві відсутні.

5.2. Охорона праці.

Мідні комплекси хлорофілу не токсичні та пожежо- і вибухобезпечні.

Небезпека по ГН-98 відсутня. Проте у виробництві харчової добавки E141 використовуються етиловий спирт, який являє собою доволі небезпечну речовину, до якої потрібен відповідний підхід.

1.1. На підприємствах, виробнича діяльність яких пов'язана зі шкідливими речовинами, повинні бути:

- розроблені нормативно-технічні документи з безпеки праці при виробництві, застосуванні та зберіганні шкідливих речовин;
- виконані комплекси організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і медико-біологічних заходів.

2.1. Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони - обов'язкові санітарні нормативи для використання при проектуванні виробничих будівель, технологічних процесів, обладнання та вентиляції, а також для попереджувального і поточного санітарного нагляду.

2.2. Зміст в організмі шкідливих речовин, що надходять в нього різними шляхами (при вдиханні, через шкіру, через рот), не повинно перевищувати біологічних гранично допустимих концентрацій (ГДК).

2.3. На період, що передує проектуванню виробництв, повинні тимчасово встановлюватися орієнтовні безпечні рівні впливу (ОБРВ) шляхом

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

розрахунку за фізико-хімічними властивостями або шляхом інтерполяцій і екстраполяції в рядах, близьких за будовою сполук, або за показниками гострої небезпеки.

2.4. Відповідно до встановлюються ГДК або ОБРВ шкідливих речовин повинні розроблятися методи їх контролю в повітрі робочої зони.

3.1. Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони повинен проводитися відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005.

Охорона праці щодо підприємств з використанням спирту.

1. Загальні положення.

1.1. До роботи з приймання, зберігання та відпуску спирту допускаються особи які пройшли медичний огляд, навчання з питань охорони праці та пожежної безпеки, інструктажі та стажування на робочих місцях.

1.2. Всі працівники повинні знати фізико-хімічний склад спирту.

1.3. Робочі повинні проходити спеціальне навчання і перевірку знань не рідше одного разу на рік.

1.4. Програма навчання з питань пожежної безпеки повинна затверджуватися в органах державного пожежного нагляду.

1.5. Всі працівники повинні бути навчені з питань електробезопасності з присвоєнням кваліфікаційних груп.

1.6. Допуск осіб до роботи зі спиртом, які не пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці, пожежної та електробезпеки, а також медогляд забороняється.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи.

2.1. Одягти спецодяг і спецвзуття.

2.3. Отримати інструктаж щодо методів безпечної роботи і нагадування фізико хімічних властивостей і токсикологічних характеристик спирту:

- температура кипіння 78.63°C, самозаймання – 404°C, межі вибуху суміші з повітрям 3.23-20%.

- Спирт надає наркотичну дію, викликаючи спочатку збудження.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

При тривалому хронічному впливі великих доз може викликати важкі захворювання нервової системи, травного тракту і серцево-судинної системи.

Отруєння спиртом в виробничих умовах відбувається при вдиханні парів, а також вплив на шкіру. Ознаки отруєння: легка стомлюваність, підвищено-радісний настрій, сп'яніння від слабкого до середнього ступеня, втрата свідомості.

3. Вимоги безпеки під час роботи.

3.1. Необхідно суворо дотримуватися правил пожежної безпеки.

3.2. Резервуари повинні заповнюватися спиртом в літній період не більше 95% обсягу, а в зимовий – не більше 97%.

3.3. Забороняється проводити приймання, слив та відпуск спирту в нічний час, а також в грозу.

3.4. Приймання, слив та відпуск спирту повинен проводитись під безпосереднім наглядом відповідальної особи, призначеної керівником підприємства.

3.5. Налив спирту в резервуар вільно падаючим струменем не допускається.

4. Вимоги безпеки після закінчення робіт

4.1. Відключити електроспоживачі (освітлення, вентиляцію, насоси, і т.ін.) від мережі.

4.2. Прибрати з території і з приміщень матеріали, прилади і т.д..

4.3. Зняти спецодяг.

4.4. Повідомити завідувачу виробництвом про всі помічені під час роботи несправності.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. При появи тріщин у швах, металі стінок або днища діючий резервуар має бути негайно опорожнений. Роботи по його ремонту дозволяється проводити, як правило, тільки після повного звільнення резервуара від спирту, від'єднання від нього трубопроводів, відкриття всіх люків, ретельного

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

очищення (пропарювання, прочищення), відбору проб повітря та аналізу на відсутність вибухонебезпечної концентрації парів спирту.

Електро– і газозварювальний апарат допускається розташовувати не ближче 50 м. Від діючих резервуарів.

5.2. При виникненні пожежі негайно викликати пожежну команду, всіх працівників видалити за межі небезпечної зони, поставивши перед ними завдання забезпечення захисту близько розташованих будівель і споруд від загоряння.

До прибуття пожежної команди працівниками заводу вжити заходів щодо недопущення поширення вогню по території.

					ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ТА ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз літературних джерел щодо мідних комплексів хлорофілів, обрано та удосконалено метод отримання даної добавки взаємодією купрум хлориду з хлорофілом.

2. Складено та описано принципово-технологічну схему виробництва харчової добавки E141.

3. Проведено розрахунок матеріального та теплового балансу виробництва мідних комплексів хлорофілу, та за їхніми результатами складено зведений матеріальний баланс із продуктивністю 400 кг/добу використаної рослинної сировини.

4. Проведено підбір обладнання для виробництва мідних комплексів хлорофілу та на його основі складено апаратурно-технологічну схему.

5. Наведено техніко-економічне обґрунтування виробництва мідних комплексів хлорофілу, розрахована собівартість 1 кг харчової добавки E141, що становить 1536 грн.

6. Наведено методи контролю якості готової продукції.

7. Проведено аналіз екологічної безпеки виробництва, зроблено висновок в результаті чого можна сказати що дана технологія є практично екологічною.

8. Описано рекомендації стосовно охорони праці для працівників на даному підприємстві.

ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Разраб.		Матросов В.О			Літ.	Арк.	Аркушів
Провер.		Біла Г.М.				66	
Реценз.					ВИСНОВКИ НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О.В.					
Утверд.		Носенко Т.Т.					

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Булдаков, А.С. Пищевые добавки. Справочник. / А.С. Булдаков. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 136 с.
2. Сарафанова, Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия. / Л.А. Сарафанова. – С-Пб. : ГИОРД, 2004. – 808 с.
3. Сарафанова, Л.А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации. / Л.А. Сарафанова – С-Пб. : ГИОРД, 2005.
4. Методичні рекомендації до складання матеріального та енергетичного балансу в хімічній технології : для студ. напряму підготов. 6.051301 "Хімічна технологія" денної форми навч. / Уклад. : Макаренко О.Г., Житнецький І.В. – К.: НУХТ, 2015. – 21 с.
5. Экстракция растительной сировины: Навчальний посібник / Ю. І. Сидоров, І. І. Губицька, Р. Т. Конечна, В. П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. – 336 с.
6. Розрахунки обладнання підприємств харчової і переробної промисловості: // Мирончук В. Г, Орлов Л. О, Українець А. І. та ін. Вінниця, 2004 – 286 с.
7. Справочник химика / Под ред. Б. П. Никольского. — М.—Л. : Химия, 1965. — Т. 3.
8. Патент №RU2611409C1 «Способ получения медного комплекса хлорофилла» / Мухортова Л. И., Никифорова Н. С., Лукин П. М.
9. Патент SU1782603A1 Спосіб отримання мідних похідних хлорофілу. / Некрасова В. Б., Курнигина В. Т., Никитина Т. М., Фрагина А. І.
10. Пищевые добавки энциклопедия. Второе издание, исправленное и дополненное / Сарафанова Л.А.

ННІХТ.ХТ-4-4.021.161.КР.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		
Разраб.		Матросов В.О			Літ.	Арк.	Аркушів
Провер.		Біла Г.М.				67	
Реценз.					НУХТ Каф. ТЖХТ		
Н. Контр.		Подобій О.В.					
Утверд.		Носенко Т.Т.					

11. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування [Текст] : навч. посіб. / І. Ф. Малежик, О. С. Марценюк, Л. М. Мельник та ін. ; за ред. І. Ф.Малежика ; НУХТ. – К. : НУХТ, 2012. – 543 с.

12. Гулий, І.С. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. [Текст] /І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов. Підр. – Виноця: Нова книга, 2001. – 567 с.

13. Каталог обладнання [Електронний ресурс] / Режим доступ до ресурсу: <https://promvit.com.ua/>.

14. Богомоллов, О. В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств [Текст] : навч. посіб. / О. В. Богомоллов, П. В. Гурський, В. П. Богомоллова. – Х. : Еспада, 2005. – 432 с.

15. Экономика химической промышленности / Под ред. В.Л. Клименко. - Л: Химия, 1990. – 290с.

16. Технічний регламент Митного союзу. ТР ТЗ 029/2012. Вимоги безпеки харчових добавок, ароматизаторів та технологічних допоміжних засобів.

17. ГОСТ 6732.2-89 Барвники органічні, продукти проміжні для барвників. Методи відбору проб.

18. ГОСТ 26930-86 Сировина і продукти харчові. Метод визначення миш'яку.

19. ГОСТ 26932-86 Сировина і продукти харчові. Методи визначення свинцю.

20. ГОСТ 26933-86 Сировина і продукти харчові. Методи визначення кадмію.

21. ГОСТ 26927-86 Сировина і продукти харчові. Методи визначення ртуті.

22. Охрана труда в химической промышленности // под ред. Г.В. Макарова– М.: Химия, 1989. – 496с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	68