

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

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

« ___ » лютого 2024 р.

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

« ___ » лютого 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 161 Хімічні технології та інженерія
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Хімічна технологія
на тему: Технологія отримання фосфату амонію Е342

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗХТ-5-1

_____ ЮРЧЕНКО Юлія Юріївна
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я та По батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ БІЛА Галина Миколаївна
(ПРІЗВИЩЕ, Ім'я та По батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)
_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)
_____ (Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

Рецензент _____ Віра ІЩЕНКО
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

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

Здобувач(ка) _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут 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

Тамара НОСЕНКО

“ ” 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Юрченко Юлія Юріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологія отримання фосфату амонію Е342

керівник роботи Біла Галина Миколаївна, к.х.н., доцент,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “30” листопада 2023 року № 961-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Продуктивність – 500 кг/добу

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, технологічна частина, техніко-економічне обґрунтування, організація контролю якості продукції, екологічна безпека, 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

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	01.11.2023	
2	РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2023-09.11.2023	
3	РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	10.11.2023-17.11.2023	
4	РОЗДІЛ 3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	18.11.2023-29.11.2023	
5	РОЗДІЛ 4 ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	30.11.2023-07.12.2023	
6	РОЗДІЛ 5 ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	08.12.2023-15.12.2023	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ	16.12.2023-29.12.2023	
8	ВИСНОВКИ	30.12.2023-05.01.2024	
9	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	03.11.2023-07.01.2024	
10	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2023-18.11.2024	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2023-09.01.2024	
12	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	10.11.2023-10.01.2024	

Здобувач _____

(підпис)

Юлія ЮРЧЕНКО

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____

(підпис)

Галина БІЛА

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

ЗАПИСКА ПОЯСНЮВАЛЬНА: 61 С., 8 РИС., 4 ТАБЛ., 26 ДЖЕРЕЛ.

У даній кваліфікаційній роботі наведено удосконалення технології отримання фосфат амонію. Робота складається зі вступу, шістьох розділів та висновку.

У вступу наведено актуальність роботи, сформульовано мету, предмет та об'єкт дослідження, завдання роботи, що полягає в технології отримання фосфат амонію.

У першому розділі наведено аналіз науково-технічної літератури щодо фізико-хімічних властивостей, розглянуто сфери застосування та методи отримання фосфат амонію.

У другому розділі наведено характеристику вихідної сировини для отримання фосфат амонію, розроблено принципову технологічну та апаратурно-технологічну схеми отримання фосфат амонію, розраховано матеріальний і тепловий баланси, виконано підбір обладнання та розрахунок випарного апарату.

У третьому розділі наведено основні економічні показники та рентабельність технології отримання фосфат амонію.

У четвертому розділі наведені основні методи аналізу фосфат амонію.

У п'ятому розділі наведено екологію виробництва фосфат амонію.

У шостому розділі наведено заходи для забезпечення охорони праці на виробництві.

У висновках узагальнено та наведено результати дослідження.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПОЛІФОСФАТИ, ФОСФАТ АМОНІЮ, ХАРЧОВА ДОБАВКА E342, ФОСФАТИ, АМОФОС.

ABSTRACT

EXPLANATORY NOTE: 61 p., 8 FIG., 4 TABLES, 26 SOURCES.

In this qualification paper, the improvement of the technology for obtaining ammonium phosphate is presented. The work consists of an introduction, six chapters and a conclusion.

In the introduction, the relevance of the work is given, the goal, subject and object of the research are formed, the task of the work, which consists in the technology of obtaining ammonium phosphate.

The first chapter provides an analysis of the scientific and technical literature on physicochemical properties, the areas of application and methods of obtaining ammonium phosphate are considered.

In the second chapter, the characteristics of the raw materials for obtaining ammonium phosphate are given, the basic technological and

the equipment and technological scheme of obtaining ammonium phosphate, the material and heat balances were calculated, the selection of equipment and the calculation of the evaporation apparatus were carried out.

In the third chapter, the main economic indicators and profitability of the ammonium phosphate production technology are given.

In the fourth chapter, the main methods of analysis of ammonium phosphate are given.

The fifth chapter describes the ecology of ammonium phosphate production.

The sixth chapter provides measures to ensure labor protection in production.

The results of the study are summarized and presented in the conclusions.

KEY WORDS: POLYPHOSPHATE, AMMONIUM PHOSPHATE, FOOD ADDITIVE, E342, PHOSPHATE, AMOPHOS.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Загальні відомості фосфатів	9
1.2 Фізико-хімічні властивості фосфату амонію	12
1.3 Галузі застосування харчової добавки E342	14
1.4 Аналіз існуючих технологій отримання фосфату амонію E342....	19
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	22
2.1 Характеристика вихідної сировини	22
2.2 Опис принципово технологічної схеми виробництва та її опис	25
2.3 Розрахунок матеріального та теплового балансів	28
2.4 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання	33
2.5 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва	41
РОЗДІЛ III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	44
3.1 Розрахунок витрат виробництва	44
РОЗДІЛ IV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	47
4.1 Методи аналізу фосфатів амонію	47
РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	53
5.1 Екологічна частина	53
РОЗДІЛ VI ОХОРОНА ПРАЦІ	55
6.1 Охорона праці на виробництві	55
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТРАТУРИ	59

					ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.006.КР.ПЗ		
Змн.	Арк.Ар	№ докум.№	ПідписПі	Дата			
Розроб.		Юрченко Ю.Ю			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Біла Г.М			6		
Н. Контр.. Н.		Подобій О.В			ЗМІСТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.			НУХТ Каф. ТЖХТ		

ВСТУП

Мінеральні добрива - це речовини, що містять хімічні елементи, які необхідні для нормального росту і розвитку рослин.

У сучасній харчовій промисловості поліфосфати мають широке застосовуються як стабілізатори, загусники або емульгатори. Відомо, що Е452 використовують як уповільнювач хімічних реакцій та проявляє інгібуючу дію.

Амоній фосфат (Е342) - це харчова добавка, яка використовується в харчовій промисловості як регулятор кислотності, розпушувач, підсилювач смаку і аромату, а також як джерело фосфору.

Властивості: біла кристалічна речовина; без запаху; легко розчиняється у воді; має кислий смак.

Об'єкт дослідження: технологія отримання фосфат амонію.

Предмет дослідження: харчова добавка фосфат амоній.

Мета роботи: дослідження технології отримання фосфат амонію.

Актуальність роботи зумовлена великим попитом на фосфат амоній, а також широким спектром його використання.

Завдання дослідження:

- на основі науково-технічної літератури проаналізувати властивості фосфат амонію, розглянути технологію отримання фосфат амонію;
- розробити принципово технологічну та апаратурно-технологічну схеми виробництва фосфат амонію;
- розрахувати матеріальний та тепловий баланси, виконати підбір обладнання;

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.009.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Юрченко Ю.Ю</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М</i>					9	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В</i>				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

- розрахувати технічні показники випарного апарату та зробити ескіз його вигляду;
- розрахувати економіку виробництва фосфат амонію;
- охарактеризувати показники екологічної безпеки для підприємств та охорону праці.

Наукова новизна одержаних результатів: проаналізовано останні джерела щодо отримання фосфат амонію, а також розглянуто його застосування як харчової добавки.

					АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Загальні відомості про фосфати

Фосфати - це солі та ефіри фосфатної кислоти. Фосфатна кислота - це триосновна кислота, що має формулу H_3PO_4 . Фосфати можуть бути у вигляді ортофосфатів, метафосфатів, пірофосфатів та поліфосфатів [1].

З органічної хімії відомо, що фосфати або ортофосфати є фосфорорганічним, складними ефірами ортофосфорної кислоти, де один або кілька атомів водню заміщено органічними групами. Прикладом є триметилфосфат $(CH_3)_3PO_4$ (рис.1.1).

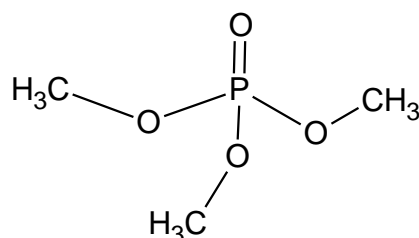


Рисунок 1.1 Структурна формула триметилфосфату

Відносна молекулярна маса сполуки фосфату становить від 94,97 г/моль, і складається з центрального атома фосфору, який оточений чотирма атомами кисню у формі тетраедру.

При стандартній температурі і тиску більшість фосфатів є нерозчинними у воді. Однак, такі фосфати, як фосфати натрію, калію, заліза, цезію і амонію є добре розчинними у воді, інші фосфати погано розчинні або нерозчинні у воді. Як правило, водень і дигідрофосфат мають найбільшу розчинність [2].

Харчові фосфати, як одна із найбільш відомих груп харчових добавок, має широке використання у виробництві харчових продуктів. Вони виконують декілька технологічних функцій: виступають у ролі регуляторів кислотності, антиоксидантів, вологоутримуючих агентів. До цього класу харчових добавок також належить фосфорна кислота та її солі.

На основі фосфату можна сформуванати багато різноманітних полімерних іонів, серед яких пірофосфат $(P_2O_7)_4$, трифосфат $(P_3O_{10})_5$. Різні

метафосфатні іони, що мають довгі лінійні форми, мають емпіричну формулу $(PO_3)^-$ і знаходяться в багатьох сполуках.

Як відомо, фосфор належить до життєво необхідних речовин. В організмі людини він присутній у вигляді фосфорної кислоти та її солей.

У організмі людини фосфор бере активну участь у таких процесах життєдіяльності, як синтез та розщеплення речовин у клітинах; регуляція обміну речовин; входить до складу нуклеїнових кислот і ряду ферментів. Цукри і жирні кислоти, як джерело енергії, не можуть бути використано клітинами, якщо вони не будуть спочатку фосфорильовані.

Забезпеченість організму необхідною кількістю фосфору визначається співвідношенням його з іншими компонентами їжі: білками, жирами, вуглеводами, мінеральними речовинами і, в першу чергу, з кальцієм, а не абсолютною його кількістю, яка надходить до організму. Недостатня кількість білків збільшує потребу у фосфорі, а його надлишок призводить до зменшення вмісту кальцію в організмі.

Якщо кількість фосфору в їжі більше ніж удвічі перевищує кількість кальцію, то утворюються розчинні солі кальцію, які вимиваються кров'ю з кісткової тканини. Кальцій, що надходить до стінок кровоносних судин, викликає їхню ламкість, а у тканинах нирок спричиняє сечокам'яну хворобу.

Щодо безпечності використання фосфатів, як одного із класів харчових добавок, то необхідно підкреслити, що перш ніж речовина буде зареєстрована як харчова добавка, у тому числі в Україні, вона проходить довготривалі токсикологічно гігієнічні дослідження, які включають вивчення її впливу на організм лабораторних тварин в гострому та хронічних експериментах, а також вивчення можливих канцерогенного, тератогенного, мутагенного, алергенного та інших віддалених ефектів.

Крім того, кожна харчова добавка може бути використана у певній області, тобто існує обмежений перелік продуктів, в яких вона використовується. Розрахунки проводять із врахуванням вірогідного

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

сумарного добового надходження харчової добавки до організму людини з усіх джерел [3].

Поліфосфати - це солі відповідних поліфосфатних кислот, до яких належать конденсовані кисневмісні сполуки фосфору із ступенем окиснення +5. Залежно від хімічної будови такі кислоти поділяються на лінійні, циклічні та розгалужені.

Лінійні поліфосфатні кислоти мають загальну формулу $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$, у молекул яких тетраедричні конфігурації угруповань PO_4 сполучені спільним атомом кисню, який розташований в одній із вершин їхніх тетраедрів.

Циклічні поліфосфати (метафосфатні) кислоти $(HPO_3)_n$, де $n > 3$. Розгалужені поліфосфатні кислоти, у свою чергу, поділяються на ізометафосфатні (містять один метафосфатний цикл і кілька лінійних ланцюгів - $PO_3 - O^-$) та ізополіфосфатні (містять тільки розгалужені ланцюги - $PO_3 - O^-$).

Відповідно до класифікації поліфосфатних кислот існує певний розподіл для їх солей - поліфосфатів.

До поліфосфатів належать:

- (i) натрій поліфосфат;
- (ii) калій поліфосфат;
- (iii) натрій-кальцій поліфосфат;
- (iv) кальцій поліфосфат;
- (v) амоній поліфосфат.

E 452*(i) натрій поліфосфат в більшості випадків використовується в якості стабілізатора, а може проявляти також властивості емульгуючої солі, вологоутримуючого агента, фіксатору забарвлення, синергіста антиоксидантів, поживного середовища для дріжджів.

E 452*(ii) калій поліфосфат в більшості випадків використовується в якості стабілізатора. Наведений стабілізатор є сумішшю калієвих солей поліфосфатних кислот лінійної будови загальної формули $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$, де n –

не менше 2. Це безбарвні або білі склоподібні кристали, маси або порошки, які слабо розчиняються у воді (1 г/100 г за температури 20 °С).

Е 452* (iii) натрій-калій поліфосфат використовується в якості стабілізатора, емульгуючої солі, вологоутримуючого агенту, фіксатору забарвлення, синергіста антиоксидантів, ущільнювача (рослинних тканин), поживного середовища для дріжджів. Це білий порошок, який добре розчиняється у кислому середовищі; середньо – у воді.

Е 452* кальцій поліфосфат (iv) та амоній поліфосфат (v). 203 Кальцій поліфосфат за хімічною будовою є сумішшю кальцієвих солей поліфосфатних кислот загальної формули $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$. Амоній поліфосфат є сумішшю амонієвих солей поліфосфатних кислот лінійної будови загальної формули $H_{n+2}P_nO_{3n+1}$.

Використання поліфосфатів в якості каталізаторів, емульгаторів і стабілізаторів у харчовій промисловості останнім часом зустрічається досить рідко. Адже, за своєю природою поліфосфати (добавка Е452) є інгібіторами і можуть уповільнювати хімічні реакції. Тому саме завдяки цій властивості їх використовують у харчовій промисловості [4].

1.2 Фізико-хімічні властивості фосфату амонію

Фосфат амонію $(NH_4)_3PO_4$ - це біла кристалічна речовина, яка добре розчиняється у воді, неорганічна сполука, що складається з амонійного катіону (NH_4^+) та фосфатного аніону (PO_4^{3-}) .

1. *Форма:* Фосфат амонію зазвичай має тверду кристалічну форму. Він може бути представлений у вигляді білих кристалів або порошку.

2. *Розчинність:* Фосфат амонію добре розчиняється у воді. Розчинність залежить від температури та рН розчину. Зазвичай, при нормальних умовах, він розчиняється у воді з утворенням слабого лужного розчину. Розчинність збільшується при підвищенні температури.

3. *Кислотно-лужний характер:* Фосфат амонію є лужною сполукою. В розчині він здатний нейтралізувати кислоти та реагувати з кислотними

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

речовинами. Наприклад, при реакції з кислотою сірчаною утворюється сульфат амонію.

4. *Термічна стабільність:* Фосфат амонію є стійким до впливу тепла, але при нагріванні він може розкладатися. При нагріванні фосфат амонію розкладається на аміак (NH₃) та фосфатну кислоту (H₃PO₄).

5. *Використання:* Фосфат амонію широко використовується як добриво в сільському господарстві. Він містить в собі азот та фосфор, які є необхідними для росту рослин. Крім того, фосфат амонію також може бути використаний у виробництві фармацевтичних препаратів, водоочистці та інших галузях [5].

Таблиця 1.1

Фізичні властивості

Молекулярна маса	149,09 г/моль
Температура плавлення	151 °С
Температура кипіння	482 °С
Густина	1,804 г/см ³
Розчинність у воді	42,6 г/100 мл (20 °С)

Найбільш стійкою сполукою є моноамонійфосфат, при нагріванні якого до 100-110 ° не спостерігається втрат аміаку.

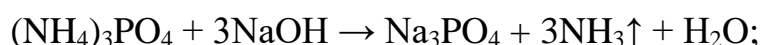
Диамонійфосфат при 70° С втрачає аміак і переходить в моноамонійфосфат: Триаммонійфосфат розкладається на повітрі вже при 30-40 ° С [6].

Хімічні властивості фосфат амонію:

Кислотність: фосфат амонію має кислий характер. Це пов'язано з тим, що він при розчиненні у воді частково гідролізується з утворенням вільної фосфорної кислоти: $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3\text{NH}_4^+ + \text{H}_3\text{PO}_4$

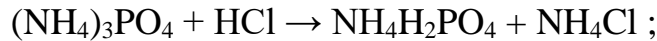
Реакції:

- з лугами: утворює солі:



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

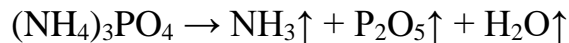
- з кислотами: утворює кислі солі:



- з металами: утворює подвійні солі:



Термічна стійкість: при нагріванні до 151 °С плавиться. При подальшому нагріванні розкладається з виділенням аміаку, оксиду фосфору і води.



Інші хімічні властивості: фосфат амонію є відновником; може утворювати комплексні сполуки; не горючий [7].

1.3 Галузі застосування харчової добавки E342

Відомо, що сфера застосування будь-якої харчової добавки, обов'язково визначається з урахуванням аналізу можливих ризиків щодо її використання.

Згідно з законом України “Про безпечність та якість харчових продуктів” харчова добавка дозволяється до використання в Україні за умов, якщо:

- існує обґрунтована технологічна необхідність у харчовій добавці, і ця мета не може бути досягнута іншими технологічно доступними засобами;
- харчова добавка не являє собою небезпеки для здоров'я споживача на рівні використання, на якому пропонується, що може бути встановлено на підставі доступних наукових доказів;
- харчова добавка не вводить споживача в оману.

В Україні дозволені до використання такі фосфати:

- E 338 фосфорна кислота (Phosphoric acid);
- E 339 фосфати натрію (Sodium phosphates);
- E 340 фосфати калію (Potassium phosphates);
- E 341 фосфати кальцію (Calcium phosphates);

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

- E 342 фосфати амонію (Ammonium phosphates);
- E 450 пірофосфати (Diphosphates);
- E 451 трифосфати (Triphosphates);
- E 452 поліфосфати (Polyphosphates).

Ці харчові добавки внесені до переліку дозволених постановою Кабінету Міністрів України від 4 січня 1999р. № 12 “Про затвердження переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах” та постановою Кабінету Міністрів України від 17 лютого 2000 року № 342 “Про внесення змін до переліку харчових добавок, дозволених для використання у харчових продуктах”. Значення гігієнічних нормативів для них затверджені МБВиСН № 5061-89 от 01.08.89г. “Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов”, постановами Головного державного санітарного лікаря України “Про затвердження значень гігієнічних нормативів харчових добавок у харчових продуктах” № 37 від 27.12.1999р., № 35 від 22.12.2011 р.

Сфера використання фосфатів суворо регламентована застосуванням лише в певних харчових продуктах та встановленими максимально-допустимими рівнями використання.

Фосфати дозволені до використання у виробництві наступних харчових продуктів (мг/кг, не більше): сухе молоко - 2500,0; стерилізовані, пастеризовані вершки, збиті вершки та аналоги олій - 5000,0; м'ясні вироби - 4000,0 до м'ясної маси; сири плавлені - 9000,0 у складі солеплавителя; фарш рибний заморожений і вироби з нього - 2000,0; ароматизовані безалкогольні напої на основі води - 700,0; спортивні та енергетичні напої - 500,0.

Регламентом (ЄС) № 1333/2008 Європейського Парламенту і Ради від 16 грудня 2008 р. по харчових добавках дозволено до використання фосфорну кислоту та сім її солей (E 338 Phosphoric acid, E 339 Sodium phosphates,

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

E 340 Potassium phosphates, E 341 Calcium phosphates, E 343 Magnesium phosphate, E 450 Diphosphates, E 451 Triphosphates, E 452 Polyphosphates). Цим документом дозволено харчову добавку E 343 фосфати магнію, якої немає в українському переліку харчових добавок. У той же час до переліку дозволених в Україні внесена харчова добавка E 342 фосфати амонію, якої немає в Регламенті (ЄС) № 1333/2008.

Згідно з Загальним стандартом кодексу на харчові добавки “CODEX GENERAL STANDARD FOR FOOD ADDITIVES” (Codex Stan 192-1995) дозволено до використання фосфорну кислоту та вісім її солей (338 Phosphoric acid; 339(ii) Disodium hydrogen phosphate, 339(i) Sodium dihydrogen phosphate, 339(iii) Trisodium phosphate; 340(ii) Dipotassium hydrogen phosphate, 340(i) Potassium dihydrogen phosphate, 340(iii) Tripotassium phosphate; 341(i) Calcium dihydrogen phosphate, 341(ii) Calcium hydrogen phosphate, 341(iii) Tricalcium phosphate; 342(i) Ammonium dihydrogen phosphate, 342(ii) Diammonium hydrogen phosphate; 343(i) Magnesium dihydrogen phosphate, 343(ii) Magnesium hydrogen phosphate, 343(iii) Trimagnesium phosphate; 450(i) Disodium diphosphate, 450(ii) Trisodium diphosphate, 450(iii) Tetrasodium diphosphate, 450(v) Tetrapotassium diphosphate, 450(vi) Dicalcium diphosphate, 450(vii) Calcium dihydrogen diphosphate; 451(i) Penta-sodium triphosphate, 451(ii) Pentapotassium triphosphate; 452(i) Sodium polyphosphate, 452(ii) Potassium polyphosphate, 452(iii) Sodium calcium polyphosphate, 452(iv) Calcium polyphosphate, 452(v) Ammonium polyphosphate), а також INS 542 Bone phosphate (фосфат кістковий) - суміш фосфатів кальцію, отриманих із подрібнених кісток шляхом обробки їх гарячою водою і паром під тиском.

Отже, цим документом дозволені харчові добавки INS 343 фосфати магнію і INS 542 фосфат кістковий, яких немає в українському переліку харчових добавок.

Якщо порівнювати переліки фосфатовмісних харчових добавок Загального стандарту кодексу на харчові добавки та Регламенту (ЄС)

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

№ 1333/2008, то вони майже однакові, за винятком добавки INS 542 фосфат кістковий, якої немає в Регламенті ЄС. Перелік фосфатів, дозволених до використання Технічним регламентом Митного союзу (ТР ТС 029/2012), повністю відповідає переліку Codex Stan 192-1995.

Використання фосфатів відповідно до вище вказаних міжнародних документів є значно ширшою, ніж в Україні, а саме: молоко та молочні продукти, сир, олії та жири, жирові емульсії, їстівний харчовий лід, страви з овочів та фруктів, оброблені картопляні продукти, кондитерські вироби, жувальна гумка, борошно, сухі сніданки, хлібобулочні вироби, макарони, м'ясні продукти, рибні продукти, яєчні продукти, цукри та сиропи, сіль та її замінники, супи, соуси, дитячі суміші, ароматизовані напої, сидр, ароматизовані вина, оброблені горіхи, десерти, дієтичні добавки [3].

E342 - це ортофосфат амонію, харчова добавка, яка використовується в різних харчових продуктах.

Функції:

- Регулятор кислотності: E342 допомагає контролювати рН харчових продуктів.
- Підсилювач смаку: E342 може посилювати смак інших інгредієнтів.
- Емульгатор: E342 допомагає змішувати інгредієнти, які інакше не змішалися б.
- Стабілізатор: E342 допомагає утримувати структуру харчових продуктів.
- Зволожувач: E342 допомагає утримувати вологу в харчових продуктах.

Застосування: E342 використовується в широкому спектрі харчових продуктів, включаючи:

- М'ясні продукти: E342 використовується в м'ясних продуктах, таких як ковбаси, сосиски та шинка, для покращення їх кольору, текстури та смаку.

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

- Сири: E342 використовується в сирах для регулювання рН, покращення плавлення та подовження терміну придатності.
- Хлібобулочні вироби: E342 використовується в хлібобулочних виробах для посилення росту, покращення текстури та подовження терміну придатності.
- Напої: E342 використовується в безалкогольних напоях, соках і пиві для регулювання рН та посилення смаку.
- Інші продукти: E342 також використовується в інших продуктах, таких як морозиво, цукерки, джеми та соуси.

Добова доза: Максимальна добова доза E342 для дорослих становить 70 мг на кілограм ваги тіла.

Безпека: E342 вважається безпечною добавкою для більшості людей. Однак люди з чутливістю до фосфатів можуть відчувати такі побічні ефекти, як діарея, блювання та болі в животі.

Важливо: E342 може посилювати поглинання алюмінію з їжі; може негативно впливати на засвоєння кальцію та цинку [8].

Вплив фосфатів амонію на організм людини

У багатьох країнах Європи поліфосфати, як стабілізатори, категорично заборонено використовувати у харчовій промисловості, хоча і сприятливо позначаються на згортання крові, і саме цей компонент сприяє накопиченню на стінках судин поганого холестерину.

Поліфосфати мають високу вологоутримуючу здатність, яка забезпечує відповідний «свіжий» споживчий вигляд продукції, і разом з тим збільшує вихід кінцевого продукту, наприклад, при використанні у якості харчової добавки для м'ясної та рибної продукції. Залежно від виду катіону та довжини молекулярного ланцюга фосфати здатні тривалий час утримувати рН на належному рівні, що уповільнює зростання мікробного забруднення.

На сьогоднішній день на вітчизняному ринку представлений великий асортимент фосфатних харчових добавок.

Згідно з існуючими гігієнічними нормами застосування харчової добавки E452 при виробництві харчових продуктів, її кількість не повинна перевищувати:

- в хлібобулочних, борошняних та кондитерських виробках – 20 г/кг;
- у вершках – 5 г/л;
- в соусах – 5 г/кг;
- у морозиві – 1 г/кг;
- у молоці – 1 г/л;
- у макаронних виробках – 2 г/кг;
- у сирах – 2 г/кг;
- у вершковому маслі – 2 г/кг;
- у плавлених сирах – 20 г/кг;
- у лікєро-горілчаних виробках – 1 г/л;
- у маргарині – 5 г/кг;
- у десертах – 3 г/кг.

Одним із недоліків харчової добавки є довгий час її виведення з організму. При регулярному вживанні продуктів із вмістом стабілізатора, всередині людини відбувається накопичення фосфатів. Вони не викликають інтоксикацію і алергічні реакції, але представляють певну шкоду, адже консервант є канцерогеном [8].

Отже, харчова добавка E452 знайшла широке застосування у виробництві продуктів, фармацевтичних препаратів та побутової хімії.

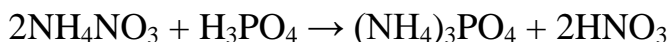
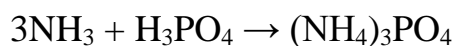
1.4 Аналіз існуючих технологій отримання фосфату амонію E342

Фосфат амонію E452, або ортофосфат амонію, може бути отриманий кількома способами:

1. Нейтралізація фосфорної кислоти аміаком:

Цей метод є найпоширенішим і використовує аміак (NH_3) або амоніачну селітру (NH_4NO_3) для нейтралізації фосфорної кислоти (H_3PO_4):

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



Фосфорна кислота (H_3PO_4) реагує з амоніаком (NH_3) для утворення фосфату амонію. Цей процес зазвичай проводять у розчині, де фосфорна кислота поступово додається до амоніаку за наявності контролю рН. Після реакції утворюється фосфат амонію, який може бути виділений шляхом випаровування розчину.

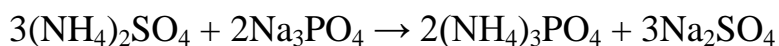
Суть двоступеневої нейтралізації полягає в тому, що у першій стадії неупарена кислота нейтралізується до рН = 4 - 4,5. При цьому в осад виділяється велика частина домішок, які відокремлюють від основного розчину фільтрацією. Відфільтрований осад сушать до вмісту 5 – 6 % вологи, і він може бути використаний у якості добрива, як амофос 2-го сорту, що містить близько 5 % NH_3 і 30 – 35 % P_2O_5 в засвоюваній формі.

Переваги: простота, дешевизна, доступність вихідних реагентів.

Недоліки: утворення нітратів (при використанні аміачної селітри), можлива забрудненість продукту домішками.

2. Реакція обміну між сульфатом амонію і фосфатом натрію:

Цей метод використовує сульфат амонію ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) і фосфат натрію (Na_3PO_4):



Переваги: висока чистота продукту.

Недоліки: складність, висока вартість вихідних реагентів.

3. Отримання з природних джерел:

Фосфат амонію може бути отриманий з природних джерел, таких як гуано або мінерал струвіт.

Переваги: екологічність.

Недоліки: складність видобутку і очищення, обмеженість ресурсів.

4. *Інші методи:* існують також інші методи отримання фосфату амонію, такі як термічний розклад дигідрофосфату амонію, гідротермальний синтез, електрохімічний метод.

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

Очищення: отриманий фосфат амонію може бути очищений кристалізацією, перекристалізацією, іонним обміном або іншими методами.

Вибір методу отримання фосфату амонію залежить від багатьох факторів, таких як бажана чистота продукту, доступність вихідних реагентів, економічні міркування.

Важливі аспекти:

Фосфат амонію E452 - це важлива хімічна сполука, яка використовується в різних галузях промисловості.

Існує кілька способів отримання фосфату амонію, кожен з яких має свої переваги та недоліки [9].

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

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

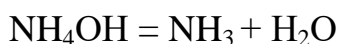
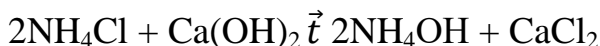
Серед всіх опрацьованих методів отримання фосфат амонію широко застосовується метод нейтралізація фосфорної кислоти аміаком.

2.1 Характеристика вихідної сировини

Основною сировиною для виробництва фосфатів амонію є:

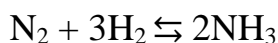
Аміак (NH_3): може бути отриманий з природного газу, коксу або інших вуглеводневих ресурсів. Аміак, амоніак NH_3 – неорганічна сполука, безбарвний газ із різким задушливим запахом, легший за повітря, добре розчинний у воді, легший за повітря, має лужні властивості зріджується за кімнатної температури під тиском близько 8 - 10 атмосфер, випаровується при кип'ятінні, досягнувши температури $33,5^\circ\text{C}$.

В лабораторних умовах аміак зазвичай добувають нагріванням суміші хлориду амонію NH_4Cl з гідроксидом кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Процес утворення аміаку при цьому відбувається у дві стадії: спочатку виникає гідроксид амонію, а потім він розкладається з виділенням аміаку:



Інколи аміак добувають нагріванням до кипіння концентрованого розчину аміаку (гідроксиду амонію).

У техніці головним способом добування аміаку є прямий синтез його з азоту і водню за реакцією:



Фосфорна кислота (H_3PO_4): може бути отримана з мінералів, таких як апатит або фосфорит [10].

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.022.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Юрченко Ю.Ю</i>			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М</i>					22	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В</i>				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Для одержання фосфатної кислоти, яка служить сировиною для виробництва фосфатів амонію, в промисловості застосовуються два способи - екстракційний і термічний [11].

Екстракційний спосіб ґрунтується на досить поширеному в хімічній технології принципі - сильна кислота витісняє слабшу кислоту з її солі, яка входить до складу природних фосфатів: апатиту або фосфориту. За екстракційним способом подрібнений фосфат (наприклад, апатитовий концентрат) обробляється 75 %-ю сульфатною кислотою з надлишком.

Екстракцію здійснюють за температури 70...75 °С (дигідратний спосіб, за яким утворюється гіпс $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) або 95... 100 °С (півгідратний спосіб, за яким утворюється півгідрат $\text{CaSO}_4 \times 0,5\text{H}_2\text{O}$) у чотирьох сталевих чанах-екстракторах, розміщених каскадом, викладених зсередини кислототривкою цеглою і устаткованих мішалками. Рідка пульпа, яка утворюється в першому екстракторі, послідовно проходить всю цю систему за 4...6 год. З останнього екстрактора пульпа подається на стрічковий вакуум-фільтр. Рідина відсмоктується, а гіпс або півгідрат (утворені залежно від температурного режиму екстракції) промивається водою і скидається у відвал.

На кожну тону фосфатної кислоти утворюється близько 1,5 т відходу, який містить залишки Фосфору і тому називається відповідно фосфогіпс або фосфопівгідрат. Ці відходи важко використовувати, і це є однією з негативних особливостей екстракційного способу одержання фосфатної кислоти. Є пропозиції одержувати з них цемент, SO_2 , амонію сульфат тощо. Можна їх використовувати для гіпсування солончакових ґрунтів, але поки що вони практично не використовуються, а складаються, займаючи великі площі землі. Одержану за цим способом фосфатну кислоту, яка містить 32 % P_2O_5 , випарюють і спрямовують на виробництво подвійного суперфосфату та інших концентрованих фосфорних добрив.

Термічний спосіб виробництва фосфатної кислоти полягає в одержанні елементного жовтого Фосфору відновленням природних фосфатів, окисненні

Фосфору з утворенням P_2O_5 , який, активно сполучаючись з водою, утворює H_3PO_4 .

Перша стадія цього способу полягає у нагріванні природного фосфату разом з коксом і кремнеземом в електропечах без доступу повітря до $1000 - 1300^\circ C$. При цьому відбувається реакція При спалюванні сконденсованого рідкого фосфору відбувається його окиснення киснем повітря.

Преципітат $CaHPO_4 \times 2H_2O$ є також концентрованим фосфорним добривом. Він містить 32 % P_2O_5 , який легко засвоюється рослинами на кислих і слабкокислих ґрунтах.

Ортофосфорна кислота, фосфатна кислота – це неорганічна сполука, кислота складу H_3PO_4 , яка утворює ряд солей ортофосфатів (фосфатів). За кімнатної температури є білою кристалічною речовиною, дуже добре розчинна у воді. Сильна кислота, має кислий смак, негорюча, а при нагріванні до $42,35^\circ C$ перетворюється на безбарвну в'язку рідину. Широко застосовується для отримання мінеральних добрив, для створення захисних покриттів, у виробництві косметичних засобів та скла.

Фосфорна кислота нейтралізується по реакціях:

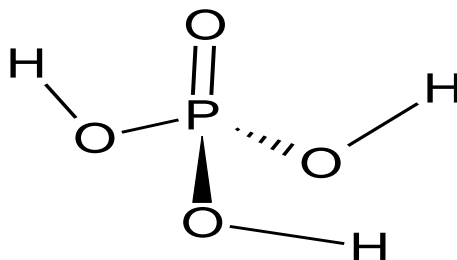
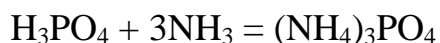
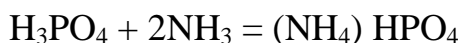
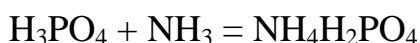


Рисунок 2.1 Структурна формула ортофосфорної кислоти [12]

2.2 Опис принципово технологічної схеми виробництва МКЦ

На рисунку 2.2 наведено принципово технологічну схему отримання фосфат амонію.

Технологія виробництва фосфатів амонію способом гранулювання і сушіння (рис. 2.2) полягає в одночасній або послідовній реалізації наступних стадій :

- підготовка сировини приготування газопобідного аміаку NH_3 ;
- нейтралізація фосфатної кислоти аміаком;
- багатостадійне концентрування;
- гранулювання і сушіння;
- подрібнення гранул амофосу з розміром більше 5 мм;
- фракціонування гранул фосфатів амонію;
- охолодження гранул фосфатів амонію;
- фасування готового продукту і відправлення на склад.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

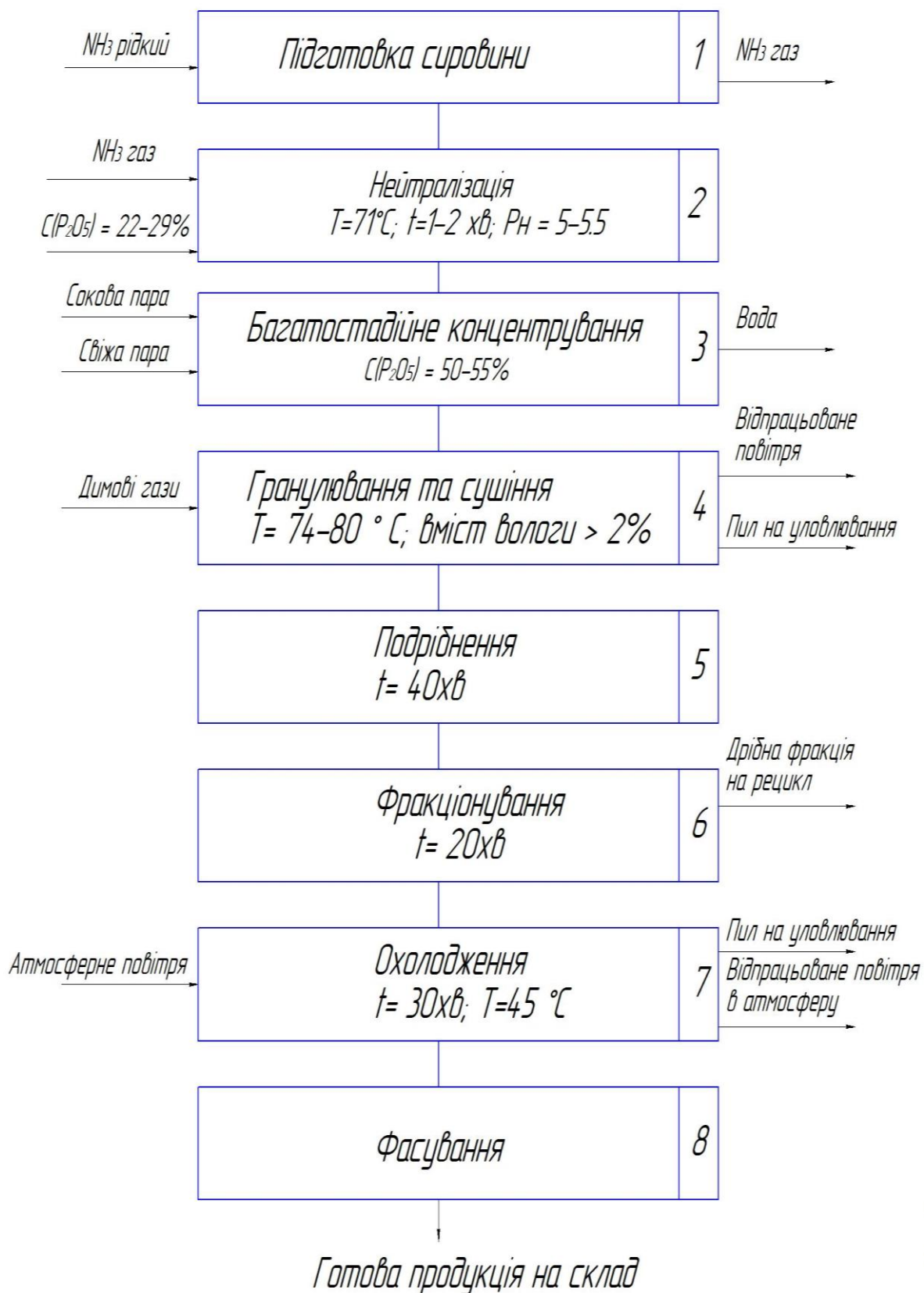


Рисунок 2.2 Принципова технологічна схема чого?

Підготовка сировини

Перш ніж потрапити в процес виробництва NH_3 , газ кілька разів обробляють і виділяють водень. Далі водень подають в колону синтезу під високим тиском спільно з азотом. Всі процеси проходять при високих температурах тому процес отримання аміаку є енерговитратним і дуже небезпечним хімічним виробництвом.

Нейтралізація

До нейтралізації поступає екстракційна фосфорна кислота та аміак (концентрацією 22 – 29 % P_2O_5). Фосфорна кислота нейтралізується до рН 5 - 5,5 при цьому в аморфній пульпі міститься 50 % води та солі амонію (моно та диамонійфосфат). В результаті цієї стадії випаровується від 10 % до 25 % вологи, введеної з кислотою і досягається мольне співвідношення $\text{NH}_3 : \text{H}_3\text{PO}_4 = 1,17 : 1$.

Багатостадійне концентрування

Для збільшення концентрації нейтралізовану амофосну суспензію подають у випарну установку. Розчин, що містить в основному моноамонійфосфат, випаровують до концентрації 34 – 36 % P_2O_5 .

В результаті багатостадійного концентрування зменшується вміст води від 55 - 56 до 18 – 25 %.

Гранулювання і сушіння

Аморфна суспензія – моно- і диамонійфосфату з температурою 112 - 115° С після концентрування у вигляді пульпи поступає на сушіння і одночасне гранулювання з метою остаточного видалення вологи та утворення гранул, які далі подрібнюють. Гранули з розміром 5 мм і менше відправляють на конвеєр, падаючий продукт на фракціонування, а гранули більше 5 мм переходять на дроблення і після цього на конвеєр.

Подрібнення

Після гранулювання та сушіння гранули попадають на подрібнення.

Фракціонування

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

На стадію фракціонування надходять висушені гранули і просіюються через сито поділяються на фракції з розміром менше 2 мм, яка йде на рецикл і з розміром від 2 до 5 мм, що відправляється на охолодження.

Охолодження

Товарна фракція готового продукту з температурою 100° С поступає на стадію охолодження.

Фасування

Охолоджений продукт подають на склад.

2.3 Розрахунок матеріального та теплового балансів

Даний розрахунок проводиться на 500 кг/добу готового сухого продукту.

Перша стадія нейтралізації проходить при такому мольному співвідношенні $\text{NH}_3 : \text{H}_3\text{PO}_4 = 1,17 : 1$.

Кислота, що подається на нейтралізацію (H_3PO_4), містить - 29 мас% P_2O_5 .

Температура в реакторі - 71°С;

Температури кислоти, що поступає - 45°С;

Температура аміаку - 25°С;

Температура пульпи - 71°С ;

Втрати аміаку в процесі нейтралізації - 0,1 мас % від загрузки;

Тиск - 0,24 мПа;

Отримана пульпа має такий склад (мас %): волога 41,4, диамонійфосфат

(ДАФ) 6,1 %, моноамонійфосфат (МАФ) 37,7 %;

$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ кг/кмоль};$

$M(\text{P}_2\text{O}_5) = 142 \text{ кг/кмоль};$

Розрахунок проводимо на 500 кг/год готового продукту.

Звідси співвідношення кількості МАФ до ДАФ в готовому продукті:

$$\frac{\text{МАФ}}{\text{ДАФ}} = \frac{70.6}{11.4} = 6.2 \text{ кг/добу}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо ДАФ – x кг/год, тоді МАФ – 6,2 кг/добу.

Тоді: $x + 6.2 \times x = 500$

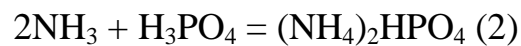
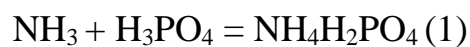
$x = 69.44$ кг/добу

ДАФ виготовляється 69.44 кг/добу.

МАФ виготовляється $6.2 \times 69.44 = 430.53$ кг/добу

В результаті обробки фосфорної кислоти аміаком утворюється пульпа і вода, деяка кількість якої випаровується.

Розрахунок проходить по реакціям:



Визначимо скільки фосфорної кислоти йде на виробництво МАФ за реакцією (1):

$$\frac{x}{98} = \frac{430.53}{115} = 366.9 \text{ кг/добу}$$

Отже, H_3PO_4 (29 мас % P_2O_5) = 366,9 кг/добу.

Розрахуємо скільки аміаку йде на отримання МАФ:

$$\frac{y}{17} = \frac{430.53}{115} = 63.6 \text{ кг/добу}$$

Втрати аміаку в процесі нейтралізації становлять 0,001 від заправки:
 $63.6 \times 1,001 = 63,7$ кг/добу.

Вміст води в аміаку, який становить 0,01:

$63.7 \times 0,01 = 0.637$ г/добу.

Мольне співвідношення $\text{NH}_3 : \text{H}_3\text{PO}_4 = 1,17 : 1$, тоді:

$0.637 \times 1,17 = 0.74529$ кг/добу.

Визначимо скільки фосфорної кислоти йде на виробництво ДАФ по рівнянню (2):

$$\frac{x}{98} = \frac{0.74529}{132} = 0.553 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

Отже, H_3PO_4 (29 мас % P_2O_5) = 1.91 кг/добу.

Вміст води в кислоті: $1.91 - 0.553 = 1.347$ кг/добу.

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо скільки аміаку йде на виробництво ДАФ:

$$\frac{2y}{17} = \frac{0.74529}{132} = 0.048 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}$$

Втрати аміаку, які становлять 0,001 % мас від загрузки:

$$0.048 \times 1,001 = 0.048 \text{ кг/добу.}$$

Вміст води в аміаку, який становить 0,01 мас %:

$$0,048 \times 1,01 = 0.048 \text{ кг/добу.}$$

Мольне співвідношення $\text{NH}_3 : \text{H}_3\text{PO}_4 = 1,17 : 1$, тоді:

$$0.048 \times 1,17 = 0.056 \text{ кг/добу.}$$

Таблиця 2.1

Матеріальний баланс стадії нейтралізації фосфорної кислоти

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, (кг)	Сировина	Маса, (кг)
Фосфорна кислота	1003.5	Пульпа амофосна	
		$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	366.9
		$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	1.91
		Вода	260.974
Вода	1.984	Газ NH_3	439.3
Аміак	63.6		
Разом	1069.084	Разом	1069.084

Розрахунок матеріального балансу для стадії сушіння:

Кінцева волога готового продукту повинна становити 1 %.

На станцію поступає 260.974 кг/добу вільної води в складі аморфної пульпи.

Аморфна пульпа – 500 кг/добу.

Тоді складаємо рівняння:

$$\frac{260.974 - x}{500} = 0.5$$

$x = 260.474$ кг/добу – це кількість води, яка виходить в процесі сушки

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

Матеріальний баланс стадії сушіння аморфної пульпи

Прихід		Витрата	
Сировина	Маса, (кг)	Сировина	Маса, (кг)
Пульпа амофосна		Пульпа амофосна	
NH ₄ H ₂ PO ₄	366.9	NH ₄ H ₂ PO ₄	366.9
(NH ₄) ₂ HPO ₄	1.91	(NH ₄) ₂ HPO ₄	1.91
Вода	260.974	Вода	0.5
		Пар	260.474
Разом	629.784	Разом	629.784

Висновок: в результаті розрахунку матеріального балансу отримані значення маси аміаку, фосфорної кислоти, що поступають на процес, а також маси моно- і диамонійфосфата. Отже, мета створення матеріального балансу була досягнута так як матеріальний баланс зійшовся.

Розрахунок теплового балансу:

Вихідні дані:

Основне рівняння теплового балансу:

$$Q_{\text{прихід}} + Q_{\text{реакції}} = Q_{\text{витрат}} + Q_{\text{пульпи}} + Q_{\text{випар}}$$

Теплоємність аміаку (C_{NH_3}) – 2.09 кДж/(кг×К);

Маса аміаку, що поступив на нейтралізацію – $m_{\text{NH}_3} = 6\,543.5$ кг/год;

Температура аміаку, що поступив на нейтралізацію - $T_{\text{NH}_3} = 25^\circ\text{C}$;

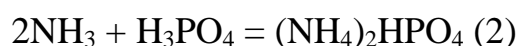
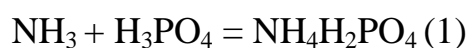
$$Q_{\text{NH}_3} = 34\,189\,7.9 \text{ кДж};$$

$$C_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 2.87 \text{ кДж/кг}$$

Маса фосфорної кислоти, що вступає в реакцію – $m_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 71\,085.6$ кг

Температура фосфорної кислоти $T_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 45^\circ\text{C}$;

$$Q_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 91\,807\,05.24 \text{ кДж};$$



$$Q_{\text{реакції 1}} = \frac{m \times \Delta H \times 1000}{M(\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4)}$$

Маса утвореного моноамонійфосфату – $m = 29\,276.4$ кг/добу;

Тепловий ефект реакції - $\Delta H = 147$ кДж;

$M = 115$ кг/моль;

$$Q_{\text{реакції 1}} = \frac{29\,276.4 \times 147 \times 1000}{115} = 37\,422\,876.5 \text{ кДж};$$

$$Q_{\text{реакції 2}} = \frac{m \times \Delta H \times 1000}{M((\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4)}$$

Маса утвореного диамонійфосфату – $m = 4\,722$ кг/добу;

Тепловий ефект реакції - $\Delta H = 75.5$ кДж;

$M = 132$ кг/моль;

$$Q_{\text{реакції 2}} = \frac{4\,722 \times 75.5 \times 1000}{132} = 2\,700\,840.91 \text{ кДж};$$

$$Q_{\text{реакції заг.}} = Q_{\text{реакції 1}} + Q_{\text{реакції 2}}$$

$$Q_{\text{реакції заг.}} = 3\,742\,2876.5 + 2\,700\,840.91 = 40\,123\,717.4 \text{ кДж};$$

$$Q_{\text{пропорції}} = Q_{\text{NH}_3} + Q_{\text{NH}_3\text{PO}_4} + Q_{\text{реакції заг.}}$$

$$Q_{\text{пропорції}} = 3\,418\,977.9 + 91\,807\,052.4 + 40\,123\,717.4 = 49\,646\,320.5$$

Частина витрат:

$$Q_{\text{пульпи}} = c \times m \times t$$

Середня теплоємність пульпи – $c = 2.721$ кДж/кг×К

Маса пульпи – $m = 66\,125.1$ кг/год

Температура пульпи – $t = 71^\circ\text{C}$

$$Q_{\text{пульпи}} = 2.712 \times 66\,125.1 \times 71 = 12\,732\,520.2 \text{ кДж}$$

$$Q_{\text{витрат}} = 0.03 \times Q_{\text{пропорції}}$$

$$Q_{\text{витрат}} = 0.03 \times 49\,646\,320.5 = 1\,489\,389.62 \text{ кДж}$$

Всього теплоти разом по реакції:

$$Q = 12\,732\,520.2 + 1\,489\,389.62 = 14\,221\,909.8 \text{ кДж}$$

Надлишок теплоти, який йде на випарення води:

$$Q = 49\,646\,320.5 - 14\,221\,909.8 = 35\,424\,410.7 \text{ кДж}$$

					ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{загальне}} = 12\,732\,520.2 + 1\,489\,389.62 + 35\,424\,410.7 = 49\,649\,320.5 \text{ кДж.}$$

Таблиця 2.3

Тепловий баланс стадії нейтралізації

Прихід		Витрата	
Сировина	Q, (кДж)	Сировина	Q, (кДж)
NH ₃	34 189 7.9	Нагрів пульпи	12 732 520.2
МАФ та ДАФ	40 123 717.4	Випарювання води	35 424 410.7
H ₃ PO ₄	91 807 05.24	Втрати тепла	1 489 389.62
Разом	49 646 320.5	Разом	49 646 320.5

2.4 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

Швидкісний амонізатор-випарник (САИ) - це апарат, який використовується для випаровування аміаку з водного розчину (аміачної води). Він використовується в хімічній промисловості для отримання безводного аміаку, який потім використовується в різних синтезах.

Принцип роботи:

Підготовка аміачної води: Аміачна вода з концентрацією аміаку 25-30% подається в САИ.

Нагрівання: Аміачна вода нагрівається в теплообміннику до температури 80 – 90 °С.

Випаровування: Нагріта аміачна вода подається в апарат, де вона розпорошується на дрібні краплі. Краплі аміачної води падають через гарячий газ (повітря або димові гази), який випаровує аміак.

Сепарація: Отриманий аміачно-повітряна суміш охолоджується, і аміак конденсується.

Отримання безводного аміаку: З конденсатора виводиться безводний аміак, який потім може бути зріджений і зберігатися під тиском.

Переваги:

Висока продуктивність: САИ дозволяє отримати безводний аміак з високою продуктивністю.

Ефективність: САИ економить енергію за рахунок використання гарячих газів для випаровування аміаку.

Простота конструкції: САИ має просту конструкцію.

Недоліки:

Корозія: САИ може піддаватися корозії, якщо використовується для випаровування аміачної води з високим вмістом домішок.

Необхідність підігріву: САИ потребує підігріву аміачної води перед випаровуванням [13].

Відцентровий насос – це тип насоса, який використовує обертове колесо з лопатками для перекачування рідини. Колесо обертається в корпусі насоса, що створює відцентрову силу, яка виштовхує рідину через вихідний патрубок.

Принцип роботи:

Всмоктування: Рідина всмоктується в насос через вхідний патрубок, зазвичай за рахунок атмосферного тиску, коли робоче колесо обертається.

Підвищення тиску: Робоче колесо обертається, захоплюючи рідину та розганяючи її. Завдяки відцентровій силі, рідина відкидається до стінок корпусу насоса, де її тиск значно зростає.

Витікання: Рідина під високим тиском витікає з насоса через вихідний патрубок.

Основні компоненти:

Корпус: Міцний корпус насоса, який зазвичай виготовляється з чавуну, сталі, бронзи або пластику, слугує для розміщення робочого колеса та інших компонентів.

Робоче колесо: Обертове колесо з лопатками, що генерує відцентрову силу для перекачування рідини. Матеріал робочого колеса може варіюватися залежно від характеристик рідини та умов роботи.

Вал: Обертовий вал, який з'єднує робоче колесо з електродвигуном або іншим джерелом приводу.

Ущільнення: Забезпечують герметичність насоса та запобігають витoku рідини.

Підшипники: Забезпечують плавне обертання валу.

Вхідний та вихідний патрубки: Слугують для підведення та відведення рідини.

Переваги:

Простота конструкції: Відцентрові насоси мають просту та надійну конструкцію, що робить їх легкодоступними та зручними в обслуговуванні.

Широкий спектр застосування: Завдяки своїй універсальності, відцентрові насоси можуть використовуватися для перекачування різних типів рідин, включаючи в'язкі та абразивні.

Різноманіття: Існує широкий спектр типів та розмірів відцентрових насосів, що дозволяє підібрати оптимальний варіант для будь-яких потреб.

Висока продуктивність: Відцентрові насоси можуть забезпечувати високу продуктивність та напір, що робить їх ефективними для перекачування великих обсягів рідини.

Недоліки:

Неможливість самовсмоктування: Відцентрові насоси не можуть самостійно заповнювати корпус рідиною, тому їм необхідний підйом рівня або додатковий вакуумний насос для початку роботи.

Неефективність при низьких витратах: ККД відцентрових насосів може значно знижуватися при роботі з низькими витратами рідини.

Чутливість до газів: Наявність газів у рідині може негативно впливати на роботу відцентрового насоса [14].



Рисунок 2.3 Відцентровий насос

Багатокорпусні випарні установки (БВУ) включають декілька з'єднаних одне з одним апаратів (корпусів), які працюють під тиском, що знижується в напрямку від першого корпусу до останнього. В таких установках можна застосовувати вторинну пару, яка утворюється в кожному попередньому корпусі, для обігріву послідуєчого корпусу.

Найбільш поширені БВУ першої групи. У БВУ, що працюють під деяким надлишковим тиском вторинної пари в останньому корпусі, ця пара може бути ширше використана на сторонні нестатки, тобто як екстра-пара. Поряд з цим підвищення тиску вторинної пари в останньому корпусі зменшує можливу кратність використання свіжої (первинної) гріючої пари у першому корпусі.

У БВУ під тиском важче підтримувати постійний режим роботи, чим в установках під вакуумом, і для цієї мети потрібне автоматичне регулювання тиску пари і щільності упареного розчину.

Вибір оптимального тиску вторинної пари в останньому корпусі в кожному конкретному випадку встановлюється шляхом техніко-економічного розрахунку.

Багатокорпусні випарні установки розрізняються також по взаємному напрямку руху гріючої пари і розчину, що випарюється. Крім найбільш розповсюджених установок із прямотечійним рухом пари і розчину застосовуються також протитечійні випарні установки, в яких гріюча пара і

розчин, що випарюється, переміщаються з корпусу в корпус у взаємно протилежних напрямках (рисунок 2.4.).

Початковий розчин подається насосом в останній по ходу гріючої пари корпус, з якого упарений розчин перекачується в другий корпус, і т.д., причому з першого корпусу видаляється остаточно упарений розчин. Свіжа (первинна) пара надходить у перший корпус, а вторинна пара з цього корпусу направляється для обігріву другого корпусу, потім вторинна пара з попереднього корпусу використовується для обігріву наступного. З останнього корпусу вторинна пара видаляється в конденсатор [15].

Відзначимо одну істотну перевагу БВУ, що працюють за протилежною схемою. У першому корпусі випарної прямої установки найменш концентрований розчин одержує необхідне для випарювання тепло від гріючої пари найбільш високих робочих параметрів, а в останньому корпусі найбільш концентрований (і найбільш в'язкий) розчин випарюється за допомогою вторинної пари найбільш низьких параметрів. Таким чином, від першого корпусу до останнього (по ходу розчину) підвищується концентрація і знижується температура розчину, який випарюється, що приводить до зростання його в'язкості. У результаті коефіцієнт теплопередачі зменшується від першого корпусу до останнього.

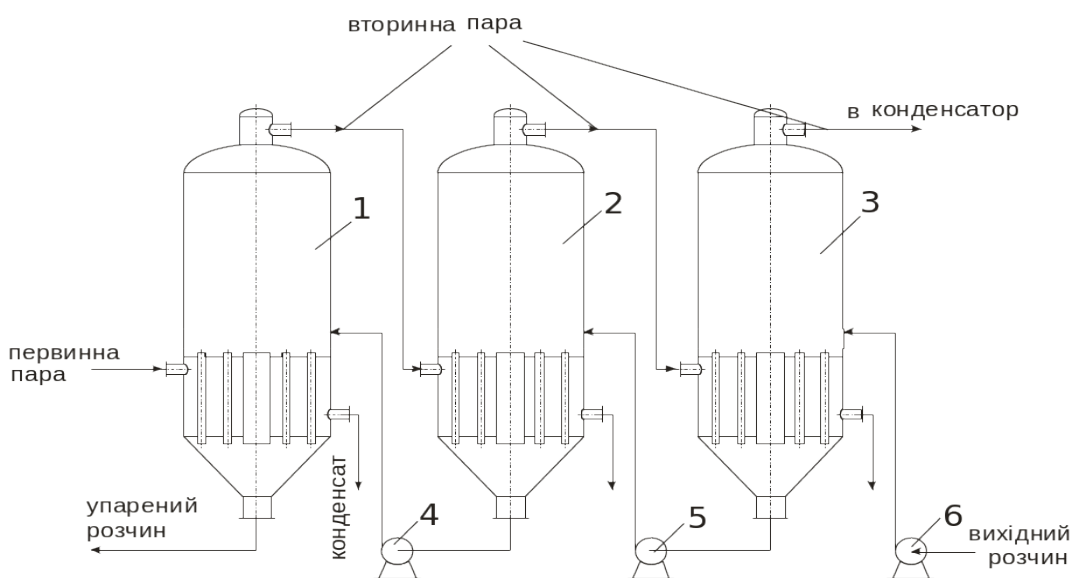


Рисунок 2.4 Багатокорпусна випарна протитечійна установка

1-3 – корпуси; 4-6 – насоси [16].

Барабанний гранулятор-сушарка (БГС) (рисунок. 2.5) - барабан, що обертається довжиною 16 м і діаметром 4,0 м з кутом нахилу 3° і частотою обертання 3,5 об/хв. У середині барабана в його передній частині є гвинтоподібні лопатки (насадка) 3 розташовані під кутом 45°. Ці лопатки призначені для створення завіси з ретуру перед форсунками 1, що розпорошують пульпу.

У головній частині БГС розміщена гвинтова насадка, в середній частині - підйомно-лопатева насадка зі зворотним шнеком, що закінчується підпірною кільцею, в хвостовій частині БГС насадка відсутня. За допомогою зворотного шнека в апараті БГС циркулює частина продукту (внутрішній ретур). Зовнішній ретур (подрібнена велика фракція після дробарок і дрібна фракція з грохотів) подається через завантажувальну камеру в гарячий кінець барабана. Зовнішній і внутрішній ретур створюють щільну завісу в головній частині БГС. На частки ретуру напилюється диспергована пульпа і у хвостовій частині БГС відбувається досушка гранул [17].

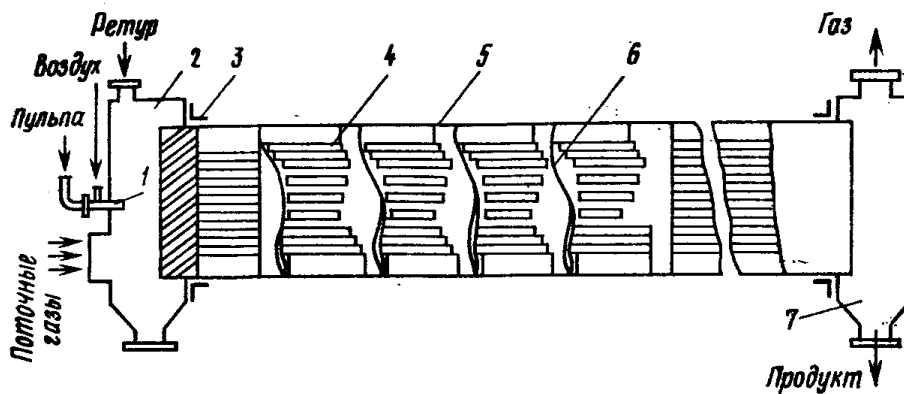


Рисунок 2.5 Барабанний гранулятор – сушилка

1 – форсунка; 2 – завантажувальна камера; 3 – насадка; 4- лопатева насадка; 5- барабан; 6 – зворотній шнек; 7 – вивантажувальна камера.

Розрахунок основних параметрів 3-х корпусного випарного апарату для концентрування амофосної пульпи.

Вихідні дані для розрахунку:

Основними вузлами апарату є: 1 - трубчастий теплообмінний апарат;
2 - випарна камера (паровий простір); 3 - сепаратор; 4 - циркуляційна труба;
5 - циркуляційний насос.

Продуктивність установки на вході у БВУ $G = 3400 \text{ кг/час}$;

Початкова концентрація розчину $C_{\text{п}} = 28 \%$;

Кінцева концентрація розчину $C_{\text{к}} = 55 \%$;

Початкова температура розчину $t_0 = 71^\circ \text{C}$;

Кінцева температура розчину $t_{\text{к}} = 112^\circ \text{C}$;

Тиск гріючої насиченої пари у першому корпусі $P_0 = 0,6 \text{ МПа}$;

Тиск у барометричному конденсаторі $P_{\text{бк}} = 0,02 \text{ МПа}$;

Діаметр трубок $d_{\text{в}} / d_{\text{з}} = 30/33 \text{ мм}$;

Товщина шару накипу $h = 1.2 \text{ мм}$;

Теплопровідність накипу $\lambda_{\text{нак}} = 1,2 \text{ Вт/мК}$;

Висота гріючої камери $H = 3 \text{ м}$;

Кількість корпусів, $n = 3$;

Кількість розчинника (води), що підлягає випарюванню у БВУ, визначається за формулою:

$$W = \pi \times G_0 \times \left(1 - \frac{C_{\text{п}}}{C_{\text{к}}}\right) = 1.167 \times \left(1 - \frac{28}{55}\right) = 0.57 \text{ кг/с}$$

Розподіл кількості випареного розчинника по корпусах БВУ у співвідношеннях: $W_1 : W_2 : W_3 = 0.298 : 0.268 : 0.392$.

Концентрація розчину після n-го корпусу БВУ можна визначити за формулою:

$$C_1 = \frac{G_0 \times C_0}{G_1} = \frac{1.167 \times 28}{0.899} = 36.3\%$$

$$C_2 = \frac{G_0 \times C_0}{G_2} = \frac{1.167 \times 28}{0.601} = 54.4 \%$$

$$C_3 = \frac{G_0 \times C_0}{G_3} = \frac{1.167 \times 28}{0.272} = 120 \%$$

Висота парового об'єму:

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

$$H_B = \frac{W}{G_B} = \frac{0.925 \times 3.6}{1} = 1.28 \text{ м}$$

Поверхня випарного апарата теплопередачі:

$$F_1 = \frac{Q_1}{k_1 \times \Delta t_1} = \frac{928 \times 10^3}{805.9 \times 39.5} = 17.9 \text{ м}^2$$

$$F_3 = \frac{Q_1}{k_3 \times \Delta t_3} = \frac{314 \times 10^3}{730.9 \times 24} = 17.9 \text{ м}^2$$

Для урахування запасу продуктивності випарного апарату конструктивну величину його поверхні теплообміну приймають більше розрахункової на 20 %.

$$F_{\text{теплообміну}} = 1.2 \times F_n = 1.2 \times 17.9 = 21.5 \text{ м}^2$$

Кількість трубок у корпусі гріючої камери випарного апарату:

$$n = \frac{F_{\text{теплообміну}}}{\pi \times d_p \times H} = \frac{21.5}{3.14 \times 0.033 \times 2.8} = 73$$

Площа прохідного перерізу для середовища, що рухається в середині трубок:

$$f_1 = \frac{n \times \pi \times d_B^2}{4} = \frac{91 \times 3.14 \times 0.03^2}{4} = 0.065 \text{ м}^2$$

Діаметр корпусу гріючої камери випарного апарату визначають за формулою:

$$D_0 = 1.13 \times \beta \times d_3 \times \sqrt{\frac{n}{K} \times \sin \alpha}$$

$$D_0 = 1.13 \times 1.4 \times 0.0033 \times \sqrt{\frac{91}{0.8} \times \sin 60} = 0.6 \text{ м}$$

$$D_B = (1.8 \dots 2.0) \times D_0 = 2 \times 0.6 = 1.2 \text{ м}$$

Креслення випарного апарату представлено на рисунку 2.6

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

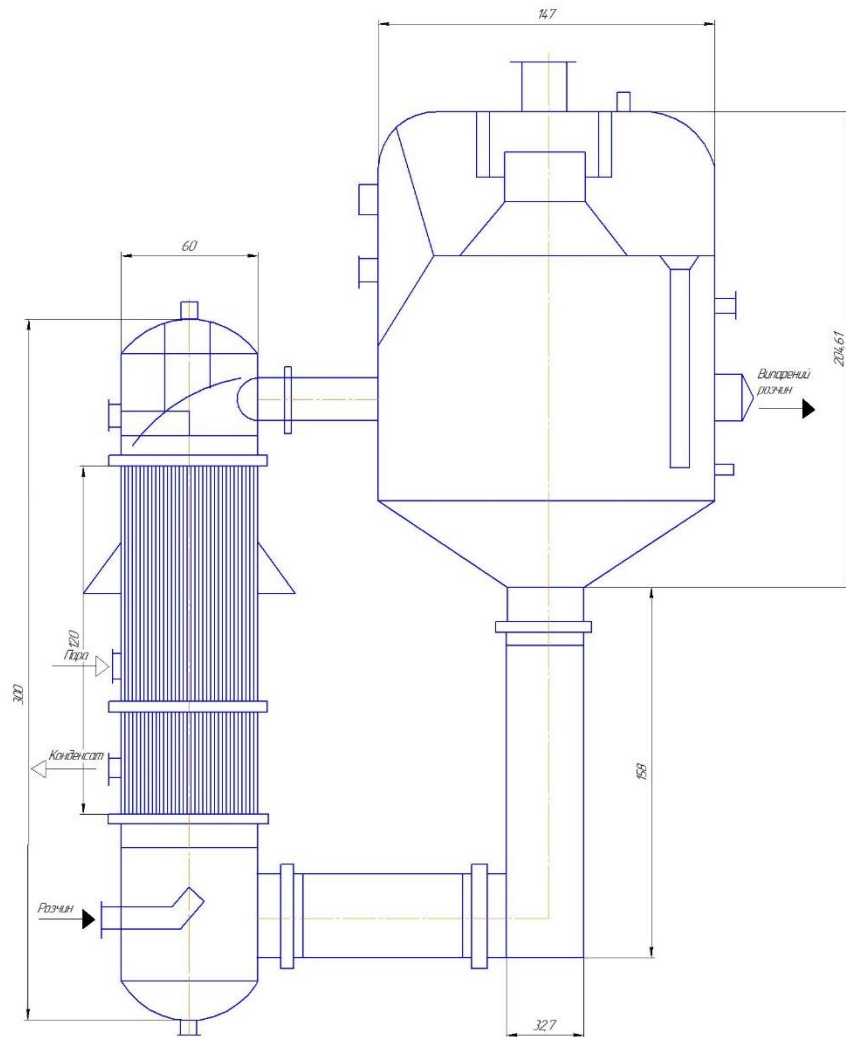


Рисунок 2.6 Випарний апарат

2.5 Опис апаратурно-технологічної схеми виробництва

На рисунку 2.7 наведено апаратурно-технологічну схему отримання фосфату амонію.

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

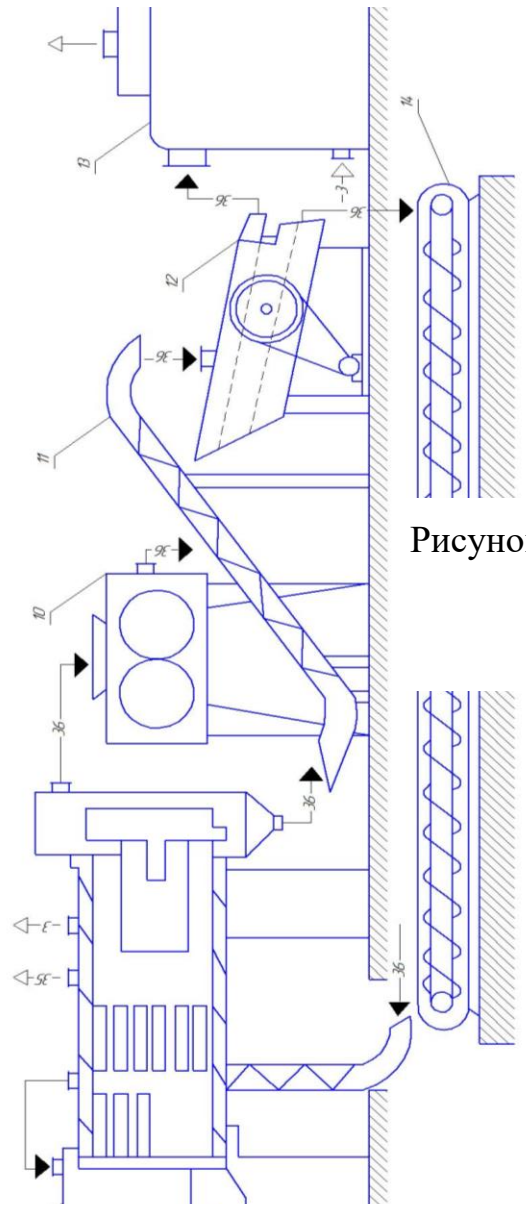
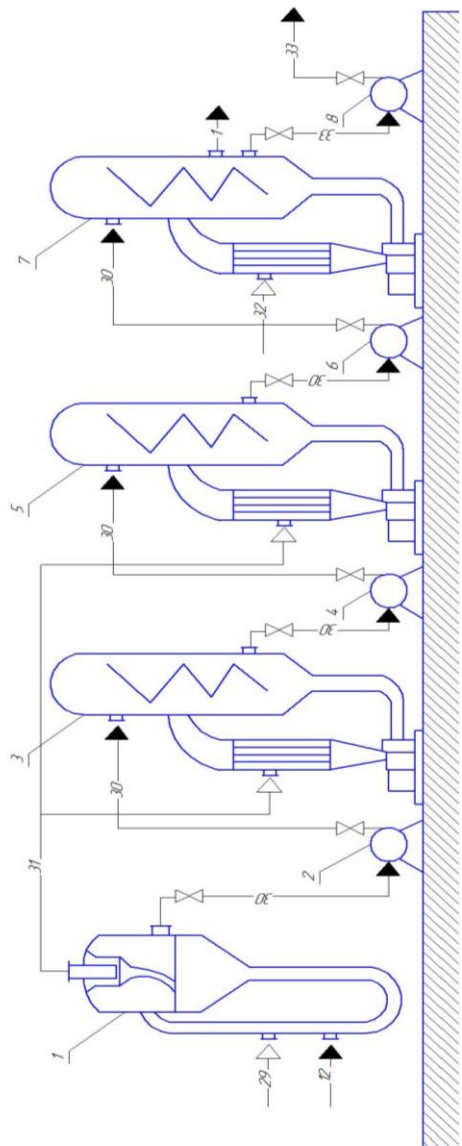


Рисунок 2.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Для отримання фосфату амонію в апарат швидкісний амонізатор-випарник 1 завантажують фосфорну кислоту (22 – 29 % P_2O_5) та нейтралізують газоподібним аміаком, при атмосферному тиску та тривалістю 1 - 2 хв. Далі аморфна суспензія з температурою 71° С переходить за допомогою відцентрового насоса 2 в багатокорпусні випарні апарати, де вміст вологи в ній зменшується від 55 - 56 до 18 – 25 % і відбувається концентрування.

У два випарні апарати 3 та 5 надходить соковий пар, який конденсується з тиском 0,3-0,6 МПа(3-6 кгс/см²), а свіжий пар подають в третій корпус 7, щоб регулювати тиск.

Для процесу гранулювання пульпа з температурою 112 – 115° С поступає в апарат барабанний гранулятор-сушилка 9, де висушується і одночасно утворюються гранули. Барабанний гранулятор-сушилка на виході продукту обладнані класифікаторами, які розділяють висушений продукт з температурою 74 - 80° С на гранули з розміром 5 мм і менше відправляються на елеватор-транспортер 11, який подає продукт на грохот 12.

Гранули, більші розміром за 5 мм додатково подрібнюються валковою дробаркою 10 і подаються на грохот 12. За допомогою грохота 12 проводимо фракціонування продукта, де відбувається розподіл на фракції: з розміром гранул 5 мм; дрібна з розміром гранул менше 2 мм. Далі дрібна фракція з нижніх сит грохота повертають вібротранспортером 14 в апарат БГС 9, з розміром 3-5 мм та температурою 100° С гранули подаються в холодильник 13, де охолоджується атмосферним повітрям до температури до 35 - 55° С . Охолоджений продукт подають на склад.

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

РОЗДІЛ ІІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Розрахунок витрат виробництва

В даному розділі наведено обґрунтування технології та процесу виготовлення фосфат амонію.

Цей розділ містить в собі розрахунки такі як:

- ✓ Зарплатня працівників;
- ✓ Сировина;
- ✓ Витрати на апарати;

Для ефективного управління процесом ціноутворення необхідно мати більш-менш точну інформацію про витрати на здійснення тих чи інших видів діяльності, а всередині цих видів діяльності - про витрати на виробництво і реалізацію окремих типів продукції (робіт, послуг).

Будь-яке виробництво має два види витрат: поточні та капітальні.

Поточні витрати - це короткострокові витрати, що повністю списуються у той же період, в який вони сталися. Саме на підставі поточних витрат формується ціна продукції.

Капітальні витрати - це довгострокові витрати, що амортизуються (їхня вартість поступово зменшується) впродовж кількох років згідно з правилами податкового управління.

Ці витрати покриваються з прибутку. В цілому можна вважати, що витрати - це зменшення економічних вигод у вигляді вибуття активів або збільшення зобов'язань, що призводять до зменшення власного капіталу (за винятком зменшення капіталу за рахунок його вилучення або розподілення власниками). Однак для правильного формування ціни необхідно знати склад витрат.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.044.КР.ІІЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Юрченко Ю.Ю</i>			ТЕХНІКО- ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М</i>					44	
<i>Реценз .</i>						НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Собівартість продукції - це грошовий вираз витрат на її виробництво. Собівартість продукції (робіт, послуг) підприємства складається з витрат, пов'язаних з використанням у процесі виробництва продукції природних ресурсів, сировини, матеріалів, палива, енергії, основних засобів, а також інших витрат на її виробництво.

Чим нижча собівартість продукції, тим більшою є економія праці, краще використовуються основні засоби, матеріали, паливо, тим дешевше коштує виробництво продукції як підприємству, так і суспільству в цілому.

До виробничої собівартості продукції (робіт, послуг) включаються:

- прямі матеріальні витрати та витрати на оплату праці;
- інші прямі витрати та загально-виборчі витрати [18].

Можна навести доволі об'ємний перелік завдань, які слід вирішувати підприємству з тією чи іншою періодичністю для формування ефективної політики ціноутворення:

- ✓ встановлення нижнього рівня ціни на продукцію (роботи, послуги), яка випускається;
- ✓ обґрунтування зміни асортименту (зняття з виробництва одних видів продукції, освоєння випуску нових тощо);
- ✓ оцінка заходів щодо вдосконалення технології та організації виробництва;
- ✓ оцінка маркетингових заходів та конкурентоспроможності товарів та ін.

Рентабельність - це показник ефективності роботи підприємства, який характеризує співвідношення між прибутком і витратами. Рентабельність може виражатися у відсотках або у коефіцієнтах [19].

Номинальний фон робочого часу = $D \times \Pi \times k$ -ть змін, де D -кількість робочих днів місяця, Π - тривалість зміни. НФРЧ = $22 \times 8 \times 1 = 176$ годин

Тарифна ставка = $O_k / \text{НФРЧ}$.

- ✓ лаборанти: $12000 / 176 = 68,18$ грн./год;
- ✓ апаратники: $11000 / 176 = 62,5$ грн./год

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ				

✓ технологи: $5400/176= 30,68$ грн. /год

Заробітна плата робітників: $з/п=Тс \times Тд \times Крозр.$

✓ апаратник 4-розряд.

$З/п. = 62,5 \times 8 \times 1,135 = 567,5$ грн. розряд.

$З/п. = 62,5 \times 8 \times 1,102 = 551$ грн.

✓ технолог: 3-розряд. $З/п.=30,68 \times 8 \times 1,102 = 270,47$ грн.

✓ лаборант: 5-розряд. $З/п.= 68,18 \times 8 \times 1,503 = 819,79$ грн.

✓ премія: $Пр. = З/п. \times 30/100 - \text{розряд}: 551 \times 35/100 = 192,85$ грн.

✓ технолог: 3-розряд. $270,47 \times 35/100 = 94,66$ грн.

✓ лаборант: 5-розряд $= 819,79 \times 35/100= 286,92$ грн.

✓ заробітна плата $З/п = З / \text{празр.} + Пр. \text{ розр.}$

✓ апаратник: 4-розряду. $567,5 + 198,62 = 766,12$ грн. розряду.

✓ технолог: 3-розряду. $270,47 + 94,66 = 365,13$ грн.

✓ лаборант: 5-розряду. $819,79 + 286,92 = 1106,71$ грн.

✓ прибутковий податок: $Пнразр.=З / \text{пнач.} \times 13/100$

✓ апаратник: 4-розряду. $766,12 \times 13/100 = 99,59$ грн. розряд.

✓ технолог: 3-розряду. $365,13 \times 13/100 = 47,46$ грн.

✓ лаборант: 5-розряду. $1106,71 \times 13/100= 143,87$ грн.

Єдиний соціальний податок $ЕСНразр.=З / \text{пнач.} \times 26/100$

✓ апаратник: 4-розряду. $766,12 \times 26/100 = 199,19$ грн.розряд.

$743,85 \times 26/100= 193,40$ грн.

✓ технологи: 3-розряду. $365,13 \times 26/100 = 94,93$ грн.

✓ лаборант : 5-розряду. $1106,71 \times 26/100 = 287,74$ грн.

Калькуляція собівартості розраховується на підставі кошторисів витрат. Експлуатаційні витрати складаються з наступних елементів витрат:

- заробітна плата та електроенергія;
- відрахування на соціальне страхування;
- паливо та матеріали;
- амортизаційні відрахування та інші витрати [19].

									Арк.
									46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕОБГРУНТУВАННЯ				

РОЗДІЛ ІV ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

4.1 Методи аналізу фосфатів амонію

Оцінювання якості продукції – сукупність операцій, яка складається із вибирання номенклатури показників якості оцінюваної продукції, визначення значень цих показників та порівняння їх з базовими, еталонними.

Фосфати, діфосфати і поліфосфати оцінювалися Об'єднаним комітетом експертів ФАО / ВООЗ в харчових добавках в кількостях, які використовуються.

Максимально допустиме добове споживання (MTDI) 70 мг / кг маси тіла визначали на підставі найнижчої концентрації фосфору (6600 мг/день), яка викликала нефрокальциноз у щурів. «MTDI перераховується на вміст фосфору і відноситься до кількості фосфатів, які природно присутні в їжі, і фосфатів, отриманих в результаті використання цих харчових добавок».

Було визнано недоречним встановлювати середньодобове споживання (ADI), оскільки фосфор (у вигляді фосфатів) є необхідною живильною речовиною і неминучим компонентом їжі [20].

Максимально допустимим добовим надходженням фосфатів, як затверджено в документі ФАО/ВООЗ – 70 мг/кг маси тіла, або 4,9 г/людину/добу. Аналіз раціону сучасної людини з урахуванням продуктової корзини українця, показав, що на сьогоднішній день кожен з нас отримує дозу фосфатів, що перевищують допустиму норму в 7 - 10 разів!

Особливо складно прогнозувати і нормувати фосфати, які містяться в фруктах і овочах, в зв'язку з масовим застосуванням фосфорних добрив.

Для людини важливо, щоб фосфор надходив в організм в оптимальному співвідношенні для всмоктування і засвоєння кальцію, а саме 1: 1.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.047.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Юрченко Ю.Ю</i>			ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М</i>					47	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В</i>				<i>НУХТ Каф. ТЖХТ</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Надмірне надходження в організм фосфатів порушує регуляцію фосфатно-кальцієвого обміну. Надлишок фосфору (фосфатів) в організмі гальмує всмоктування кальцію, що впливає також на функціонування паращитоподібної залози. При надлишку фосфатів в організмі існує ризик виведення кальцію з кісткової тканини, аж до розвитку остеопорозу.

Адекватний баланс фосфору життєвоважливий для підтримки основних клітинних функцій, починаючи від енергетичного обміну до клітинної передачі сигналів. Надмірний рівень фосфатів у продуктах харчування суттєво порушує тонкий баланс фосфатно-кальцієвого обміну в організмі. Це ставить проблему необхідності оцінки реальної кількості вживання фосфатів при сучасному стані використання фосфатних харчових добавок та фосфатних добрив, оцінку ризику таких кількостей фосфатів для здоров'я людини, особливо для дітей та людей похилого віку. Разом з тим актуальним стає розробка методів оцінки наслідків для людини у довгостроковій перспективі тривалого впливу відповідних кількостей фосфатів, які вона споживає разом з продуктами харчування [21].

Методи аналізу фосфатів амонію

Існує кілька методів аналізу фосфатів амонію, які використовуються для визначення їх хімічного складу, фізичних властивостей та відповідності стандартам.

1. Хімічні методи:

Атомно-абсорбційна спектрометрія (ААС) використовується для визначення вмісту амонію та фосфору.

Атомно-абсорбційна спектрометрія (ААС) - це метод аналітичної хімії, який використовується для визначення концентрації елементів у пробі. Цей метод ґрунтується на поглинанні атомами електромагнітного випромінювання певної довжини хвилі.

Визначення амонію: Амоній може бути визначений за допомогою ААС після переведення його в аміак. Аміак поглинає випромінювання на довжині

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хвилі 228,8 нм. Концентрація амонію визначається за калібрувальним графіком, який будується за стандартними розчинами амонію.

Визначення фосфору: Фосфор може бути визначений за допомогою ААС після переведення його в ортофосфат-іон. Ортофосфат-іон поглинає випромінювання на довжині хвилі 213,6 нм. Концентрація фосфору визначається за калібрувальним графіком, який будується за стандартними розчинами фосфату.

Переваги ААС: Висока чутливість: ААС може визначити дуже низькі концентрації елементів. Селективність: ААС може визначити конкретні елементи в присутності інших елементів. Швидкість: ААС - це швидкий метод аналізу. Простота: ААС - це простий метод аналізу, який не потребує складної підготовки проби.

Недоліки ААС: Деструкція проби: ААС потребує деструкції проби перед аналізом. Інтерференція: Деякі елементи можуть заважати визначенню інших елементів. Вартість: ААС - це дорогий метод аналізу [22].

Йодометричне титрування використовується для визначення вмісту фосфатів.

Йодометричне титрування - це метод хімічного аналізу, який використовується для визначення вмісту фосфатів у пробі. Цей метод ґрунтується на окисно-відновній реакції між йодом і фосфат-іоном.

Принцип методу: До проби додають розчин нітрату срібла, в результаті чого утворюється осад фосфату срібла. Осад фосфату срібла розчиняють в азотній кислоті. До розчину додають розчин йодиду калію. Йод окислює фосфат-іон до вільного фосфору. Вільний фосфор відновлює йод до йодид-іону. Кількість йоду, що прореагувала, визначають титруванням розчином тіосульфату натрію. За кількістю йоду, що прореагувала, розраховують вміст фосфатів у пробі.

Переваги йодометричного титрування: Простота: Цей метод є простим і не потребує складного обладнання. Швидкість: Цей метод є швидким і

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

може бути використаний для рутинного аналізу. Точність: Цей метод є точним і може бути використаний для кількісного визначення фосфатів.

Недоліки йодометричного титрування: Інтерференція: Деякі речовини, такі як сульфіти, можуть заважати визначенню фосфатів. Необхідність стандартних розчинів: Цей метод потребує використання стандартних розчинів нітрату срібла, йодиду калію та тіосульфату натрію [23].

Кисотно-основне титрування використовується для визначення кислотності або лужності.

Кисотно-основне титрування - це метод хімічного аналізу, який використовується для визначення кислотності або лужності розчину. Цей метод ґрунтується на нейтралізації кислоти або лугу основою або кислотою, відповідно.

Принцип методу: До розчину фосфату амонію додають титрований розчин кислоти або лугу. Титрування проводять до досягнення точки еквівалентності, коли кислота і луг повністю нейтралізують один одного. За кількістю титранту, що прореагував, розраховують кислотність або лужність розчину фосфату амонію.

Види титрування: Алкаліметрія: Визначення кислотності розчину титруванням лугом. Ацидиметрія: Визначення лужності розчину титруванням кислотою.

Індикатори: Для визначення точки еквівалентності використовують індикатори, які змінюють свій колір залежно від рН розчину. Для фосфату амонію часто використовують фенолфталеїн, який змінює колір з безбарвного на рожевий в лужному середовищі.

Переваги кислотно-основного титрування: Простота: Цей метод є простим і не потребує складного обладнання. Швидкість: Цей метод є швидким і може бути використаний для рутинного аналізу. Точність: Цей метод є точним і може бути використаний для кількісного визначення кислотності або лужності.

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліки кислотно-основного титрування: Інтерференція: Деякі речовини, такі як карбонати, можуть заважати визначенню кислотності або лужності. Необхідність стандартних розчинів: Цей метод потребує використання стандартних розчинів кислоти або лугу [23].

Хроматографія використовується для визначення вмісту домішок.

Хроматографія - це метод аналітичної хімії, який використовується для розділення та визначення компонентів суміші. Цей метод ґрунтується на різній здатності компонентів суміші розподілятися між двома фазами: нерухомою (стаціонарною) та рухомою.

Види хроматографії: Паперова хроматографія: Цей метод використовується для розділення полярних компонентів суміші. Тонкошарова хроматографія: Цей метод використовується для розділення полярних і неполярних компонентів суміші. Газова хроматографія: Цей метод використовується для розділення летких компонентів суміші. Рідинна хроматографія: Цей метод використовується для розділення нелетких компонентів суміші.

Принцип методу: Пробу суміші вводять в хроматографічну систему. Компоненти суміші розподіляються між двома фазами: нерухомою (стаціонарною) та рухомою. Компоненти суміші з різною спорідненістю до фаз рухаються з різною швидкістю. Компоненти суміші виходять з хроматографічної системи в різний час. За часом виходу компонентів суміші з хроматографічної системи можна ідентифікувати їх. За кількістю компонентів суміші, що вийшли з хроматографічної системи, можна визначити їх вміст.

Переваги хроматографії: Висока роздільна здатність: Цей метод може розділяти компоненти суміші, які мають дуже схожі властивості. Чутливість: Цей метод може визначити дуже малі концентрації компонентів суміші. Універсальність: Цей метод може бути використаний для розділення компонентів будь-якої суміші.

Недоліки хроматографії: Складність: Цей метод може бути складним для виконання. Час: Цей метод може бути трудомістким. Вартість: Цей метод може бути дорогим.

2. Фізичні методи:

Гранулометричний аналіз використовується для визначення розміру гранул.

Пікнометричний аналіз використовується для визначення щільності.

Рентгенофазовий аналіз використовується для визначення кристалічної структури.

Спектроскопія використовується для визначення молекулярної структури.

3. Мікробіологічні методи:

Мікробіологічний аналіз використовується для визначення вмісту азотофіксуючих бактерій [22].

					ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ V ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Екологічна частина

Екологічний стан підприємства відповідає всім встановленим нормам нормативів.

Амоній фосфат (амофос) - це хімічна сполука з формулою $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$. Це одне з найпоширеніших мінеральних добрив, яке використовується для підживлення сільськогосподарських культур.

Виробництво амофосу - це складний процес, який складається з декількох етапів:

1. Видобуток сировини: Фосфатна руда - це основна сировина для виробництва амофосу. Її видобувають у відкритих кар'єрах або шахтах;
2. Переробка сировини: Фосфатну руду подрібнюють і збагачують, щоб отримати концентрат фосфату;
3. Отримання сірчаної кислоти: Сірчана кислота використовується для розчинення концентрату фосфату. Її отримують з сірки або піриту;
4. Отримання аміаку: Аміак використовується для нейтралізації сірчаної кислоти. Її отримують з природного газу або вугілля;
5. Синтез амофосу: Аміак і сірчана кислота вступають в реакцію, в результаті якої утворюється амоній фосфат.

Екологічні проблеми, пов'язані з виробництвом амофосу:

Забруднення повітря: Виробництво амофосу може призвести до викидів в атмосферу оксидів азоту, оксидів сірки, фтористого водню та інших забруднюючих речовин. Ці забруднюючі речовини можуть спричинити кислотні дощі, смог та інші проблеми з якістю повітря.

Забруднення води: Виробництво амофосу може призвести до скидання в ґрунт і воду стічних вод, що містять фосфати, нітрати та інші забруднюючі

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.053.КР.ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Юрченко Ю.Ю</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М</i>				53	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В</i>			ЕКОЛОГІЧНА ЧАСТИНА НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>					

речовини. Ці забруднюючі речовини можуть спричинити евтрофікацію водойм, забруднення ґрунту та інші проблеми з якістю води.

Використання енергії: Виробництво амофосу – це енергоємний процес. Використання викопного палива для виробництва амофосу може призвести до викидів парникових газів і зміни клімату.

Відходи: Виробництво амофосу може призвести до утворення відходів, таких як фосфогіпс. Ці відходи можуть бути токсичними та небезпечними для довкілля.

Способи мінімізувати екологічний вплив виробництва амофосу:

Використання кращих технологій: Використання більш сучасних технологій може допомогти зменшити викиди забруднюючих речовин, використання енергії та утворення відходів.

Переробка: Переробка відходів виробництва амофосу може допомогти зменшити їх вплив на довкілля.

Зменшення використання: Зменшення використання амофосу може допомогти зменшити його екологічний вплив.

Важливо зважити екологічні наслідки виробництва амофосу при його використанні [24].

РОЗДІЛ VI ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Охорона праці на виробництві

Виробництво амонію фосфату - це складний процес, який пов'язаний з певними ризиками для здоров'я та безпеки працівників.

Основні небезпечні фактори на виробництві амонію фосфату:

Хімічні фактори: Аміак, сірчана кислота, фтористий водень та інші хімічні речовини, які використовуються у виробництві амонію фосфату, можуть бути шкідливими для здоров'я при вдиханні, ковтанні або контакті зі шкірою.

Фізичні фактори: Виробництво амонію фосфату пов'язане з шумом, вібрацією, високими температурами та тиском. Ці фактори можуть призвести до травм або профзахворювань.

Пожежна безпека: Аміак та інші хімічні речовини, які використовуються у виробництві амонію фосфату, є легкозаймистими. Це може призвести до вибухів або пожеж.

Заходи щодо забезпечення охорони праці на виробництві амонію фосфату:

Використання засобів індивідуального захисту: Працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту, такі як респіратори, захисні окуляри, рукавички та спецодяг, щоб захистити себе від шкідливих факторів.

Вентиляція: На виробництві амонію фосфату повинна бути обладнана система вентиляції, яка забезпечує видалення шкідливих речовин з повітря робочої зони.

Виробничий контроль: На підприємстві повинен бути організований виробничий контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних норм і правил.

Навчання та інструктаж: Працівники повинні пройти навчання з питань охорони праці та знати правила безпечної поведінки на виробництві.

Важливо дотримуватися всіх правил охорони праці на виробництві амонію фосфату, щоб уникнути травм і профзахворювань.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.055.КР.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Юрченко Ю.Ю</i>			ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М</i>					55	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В</i>				НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

Перелік виробничих інструкцій:

- ✓ з пожежної безпеки у лабораторії;
- ✓ з обслуговування електродвигунів та пускової апаратури;
- ✓ з надання першої долікарської допомоги;
- ✓ з експлуатації вентиляційних установок;
- ✓ за санітарним режимом у лабораторії;

Як основні завдання служби охорони праці необхідно відзначити:

- організацію проведення профілактичних заходів, спрямованих на усунення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, запобігання нещасним випадкам на виробництві, професійним захворюванням та іншим випадкам загрози життю або здоров'ю працівників;
- забезпечення фахової підтримки рішень роботодавця з питань удосконалення управління охороною праці на підприємстві;
- забезпечення контролю за дотриманням працівниками вимог законів та інших нормативно-правових актів з охорони праці, галузевої угоди, розділу "Охорона праці" у колективному договорі та актів з охорони праці, що діють у межах підприємства [25].

Пожежна безпека на виробництві – комплекс заходів та засобів, спрямованих на запобігання запалювань, пожеж та вибухів у виробничому середовищі, а також на зменшення негативної дії небезпечних та шкідливих факторів, які утворюються в разі їх виникнення.

Основні пожежонебезпечні фактори на виробництві амонію фосфату:

Легкозаймісті речовини: Аміак, сірчана кислота, етанол та інші хімічні речовини, які використовуються у виробництві амонію фосфату, є легкозаймистими.

Високі температури: У процесі виробництва амонію фосфату використовуються високі температури, які можуть призвести до займання горючих матеріалів.

Іскри та електрика: Іскри від електрообладнання або статична електрика можуть призвести до займання легкозаймистих речовин.

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки на виробництві амонію фосфату:

Дотримання правил пожежної безпеки: На підприємстві повинні бути розроблені та дотримуватися правил пожежної безпеки.

Протипожежна профілактика: На підприємстві повинні проводитися протипожежні інструктажі та навчання працівників, а також регулярні перевірки протипожежного обладнання.

Наявність засобів пожежогасіння: На підприємстві повинні бути в наявності первинні засоби пожежогасіння, а також автоматична система пожежогасіння.

Організація евакуації: На підприємстві повинна бути розроблена схема евакуації людей у випадку пожежі.

Важливо дотримуватися всіх правил пожежної безпеки на виробництві амонію фосфату, щоб уникнути пожежі [26].

					ОХОРОНА ПРАЦІ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. В ході виконання кваліфікаційної роботи опрацьовано великий спектр літератури щодо характеристики та фізико-хімічних властивостей амоній фосфату, розглянуто існуючі технології отримання амоній фосфату і в тому числі як харчової добавки E342.
2. Розроблено принципову та апаратурно-технологічну схеми виробництва амоній фосфату методом нейтралізації, описано стадії виробництва поетапно.
3. Виконано розрахунок матеріального балансу технології отримання амоній фосфату. З 1000 кг сировини можна отримати 500 кг фосфат амонію. А також проведені розрахунки теплового балансу з якого кількість енергії витраченої на процес сушіння фосфат амонію дорівнює 49 649 320.5 кДж.
4. На основі матеріальних і теплових розрахунків виконано підбір основного обладнання та проведено технологічний розрахунок 3-х корпусного випарного апарату
5. Розраховано техніко-економічні показники виробництва амоній фосфату.
6. Наведено показники безпеки та якості фосфат амонію.
7. Розглянуто екологічно небезпечні фактори виробництва, а також заходи з охорони праці навколишнього середовища на виробництві.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.58.КР.ПЗ 3</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Юрченко Ю.Ю</i>			ВИСНОВКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Біла Г.М</i>					58	
<i>Н. Контр.</i>		<i>Подобій О.В</i>				НУХТ Каф. ТЖХТ		
<i>Затверд.</i>		<i>Носенко Т.Т.</i>						

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фосфати: Довідник хіміка ред. Б. П. Нікольський. 3-тє вид., випр. Л. Хімія, 1971. С. 548-549.
2. Фосфати - публічна хімічна база даних PubChem". Проект PubChem. США: Національний центр біотехнологічної інформації.
3. УДК 613.292. Регламент використання фосфатовмісних харчових добавок в Україні та їх гармонізація з міжнародними вимогами. Т.В. Адамчук. ДП "Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України", м. Київ.
4. Технічний аналіз харчових добавок та косметичних продуктів [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», освітньо-професійної програми «Хімічні технології косметичних засобів та харчових добавок» / В. І. Воробйова, О. Е. Чигиринець, Т. М. Пилипенко, Л. А. Хрокало, В. Г. Єфімова ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні тестові данні (1 файл: 3.6 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 345 с.
5. Hengst, M.B. (2011). Phosphate in Soils: Interaction with Micronutrients, Radionuclides and Heavy Metals. CRC Press.
6. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2014). Molecular Biology of the Cell. 6th edition. New York: Garland Science.
7. National Center for Biotechnology Information. PubChem Compound Database; CID=24367, <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/24367>
8. International food standards: Codex Alimentarius. General standard for food additives CODEX STAN 192-1995 Revision 2018.

					<i>ННІХТ.ХТ-4-13.023.161.59.КР.ПЗ</i>					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ					
Розроб.		Юрченко Ю.Ю						Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Біла Г.М							59	
Н. Контр.		Подобій О.В						НУХТ Каф. ТЖХТ		
Затверд.		Носенко Т.Т.								

9. Технологія фосфорних та комплексних добрив. За ред. С. Д. Эвенчика, А. А. Бродского. Хімія, 1987. 464 с.
10. О.Г.Макаренко. Загальна хімічна технологія: Курс лекцій для студ. напряму 6.051301 "Хімічна технологія" ден. форми навч. К.: НУХТ, 2013. 232 с.
11. Яворський В.Т., Перекупко Т.В., Знак З.О., Савчук Л.В. Загальна хімічна технологія. Львів: Міносвіти та науки України, Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005, 552 с.
12. Іванов С.В., Борсук П.С., Манчук Н.М. Загальна хімічна технологія: навчально-методичний комплекс. К.: НАУ, 2008. 288 с.
13. Левченко А.Л., Волошин Н.Д., Іоффе В.А. Дипломне проектування з хіміко-технологічних спеціальностей. Черкаси, 1993. 125 с.
14. Відцентровий насос джерело доступу:
<https://hromadske.if.ua/vidtsentrovyy-nasos-ia-k-pratsiuie-i-de-vykorystovuietsia/>
15. Маньковський О.Л., Толчинський А.Р., Олександров В.В., Теплообмінна апаратура хімічних виробництв. Л.: Хімія, 1976. 368 с.
16. Чорнобильський І.І. Випарні установки. К.: Вища школа, 1970. 240 с.
17. Технологія мінеральних добрив і кислот (1971) - [с.408, с.409] режим доступу: <https://chem21.info/info/715377/>
18. А.Д. Шеремет, Р.С. Сайфулін. "Методи калькулювання собівартості продукції". Фінанси та статистика, 2008. 304 с.
19. В.В. Ковальов. "Фінансовий аналіз: управління капіталом, ризиками, прибутком". Фінанси та статистика, 2004. 560 с.
20. Safety Assessment of Phosphoric Acid and Simple Salts as Used in Cosmetics.
<http://www.cir-safety.org/sites/default/files/phoslt092015rep.pdf>
21. Подрушняк О.Є., Цапко О.В., Волощенко З.Л. та ін Проблеми регламентації фосфоровмісних харчових добавок та інтерпретації

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

результатів їх аналізу у м'ясних продуктах. Проблеми харчування 2005. №2, с.14-19.

22. Методи аналізу фосфатів амонію повинні відповідати вимогам національних та міжнародних стандартів. ДСТУ 3252-95 "Амофос. Технічні умови".
23. ISO 17651:2008 "Аміачні селітри. Визначення вмісту фосфату. Спектрофотометричний метод".
24. А.М. Гінзбург, А.А. Лебедєв. "Хімія та технологія мінеральних добрив". Хімія, 1983. 400 с.
25. "Правила безпечної експлуатації хімічних, нафтохімічних та нафтопереробних виробництв". 2003. 448 с.
26. ДНАОП 0.00-1.30-94. Правила пожежної безпеки при експлуатації хімічних, нафтохімічних та нафтопереробних виробництв.

					СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61