

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

**Інститут (факультет) Навчально-науковий Інженерно-технічний
інститут ім.акад. І.С. Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій
проектування**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Сергій БЛАЖЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Микола ЯКИМЧУК
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності _____ 133 «Галузеве машинобудування»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових виробництв
на тему Інтенсифікація процесу очищення жомопресової води для нахиленої
дифузійної установки шляхом додавання алюмінієвих реагентів

Виконав: здобувач II курсу, групи ЗОХ-2-4М

Валько Олег Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник Олішевський Валентин Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти _____

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

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

Здобувач _____

(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)
Освітня програма «Інжиніринг харчових виробництв»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТОКТП
_____ Микола ЯКИМЧУК

« ____ » _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Валька Олега Вікторовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Інтенсифікація процесу очищення жомопресової води для нахиленої дифузійної установки шляхом додавання алюмінієвих реагентів
керівник проекту (роботи) Олішевський Валентин Вікторович, проф., д.т.н.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 08» 11 2023 р. № 918-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2024р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання.

2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Реферат; Зміст; Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (за необхідністю); Вступ; Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження; Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження; Дослідна частина та узагальнення результатів; Розрахункова частина; Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування; Заходи з охорони праці та охорони довкілля; Маркетингове обґрунтування проекту; Висновки; Список використаних джерел; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Загальний вигляд обладнання – 1 аркуш; Деталі та вузли обладнання – 1 аркуш; Схема автоматизації – 1 аркуш; Технологічна карта збирання вузла – 1 аркуш, Наукова частина – 6 аркушів.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 14.09.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	<i>Вступ</i>	18.09.2023 р.	
2	<i>Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження</i>	10.10.2023 р.	
3	<i>Розробка нового технічного рішення об'єкту дослідження</i>	24.10.2023 р.	
4	<i>Дослідна частина та узагальнення результатів</i>	15.11.2023 р.	
5	<i>Розрахункова частина</i>	20.12.2023 р.	
6	<i>Принципи автоматизованого управління об'єктом проектування</i>	25.12.2023 р.	
7	<i>Заходи з охорони праці та охорони довкілля</i>	04.01.2024 р.	
8	<i>Маркетингове обґрунтування проекту</i>	06.01.2024 р.	
9	<i>Висновки</i>	08.01.2024 р.	
10	<i>Список використаних джерел</i>	15.01.2024 р.	
11	<i>Додатки</i>	28.01.2024 р.	
12	<i>Графічна частина формату А1 – 10 шт.</i>	30.01.2024 р.	
13	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедрі</i>	01.02.2024 р.	

Здобувач _____
(підпис)

Олег ВАЛЬКО _____
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Валентин ОЛШЕВСЬКИЙ _____
(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему «Інтенсифікація процесу очищення жомопресової води для нахиленої дифузійної установки шляхом додавання алюмінієвих реагентів» виконана згідно виданому завданню та поставлених задач.

Досліджено вплив алюмінієвих реагентів сульфату алюмінію та запропонованого наноалюмінію «Алюкол», одержаного методом об'ємного електроіскрового диспергування на технологічні показники жомопресової води. Запропонована модернізація пристрою для рівномірного розподілення жомопресової води по розрізу дифузійного апарата.

В пояснювальній записці представлено: аналіз сучасного стану об'єкта дослідження; дослідна частина та узагальнення результатів; розрахункова частина; заходи з охорони праці та охорони довкілля; маркетингове обґрунтування проекту.

Магістерська робота містить пояснювальну записку, яка викладена на аркушах формату А4. Графічна частина представлена на листах формату А1.

Метою дослідження є інтенсифікація процесу очищення жомопресової води шляхом застосування алюмінієвих реагентів для процесу екстрагування сахарози з цукрового буряку.

Об'єктом дослідження є процес очищення жомопресової води з додаванням алюмінієвих реагентів.

Предметом дослідження є ефект очистки жомопресової води за допомогою алюмінієвих реагентів.

Ключові слова: ефект очистки, жомопресова вода, дифузійний апарат, алюмінійвмісні реагенти.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олещівський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько ОВ	<i>Назва, додаткова назва</i> Реферат	222136.MP.01.000 ПЗ			
	<i>Друкуєт/затверджує</i> Ялишук МВ		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

REVIEW

The master's thesis on "Intensification of the process of cleaning the pulp press water for the tilted diffusion unit by adding aluminium reagents" was carried out in accordance with the assignment and tasks. The influence of aluminium reagents aluminium sulphate and the proposed nano-aluminium "Alucol" obtained by the method of volumetric electrospark dispersion on the technological parameters of the press cake water was investigated. The modernisation of the device for uniform distribution of the press cake water along the section of the diffusion apparatus is proposed.

The explanatory note contains: an analysis of the current state of the research object; research part and and summary of the results; calculation part; measures for labour protection and environmental protection measures; marketing justification of the project.

The master's thesis contains an explanatory note, which is set out on A4 sheets. The graphic part is presented on A1 sheets.

The purpose of the of the study is to intensify of the pulp press water purification for the process of sucrose extraction from sugar beet using aluminium beet using aluminium reagents.

The aim of the study is to intensify the process of purification of pulp press water by using aluminium reagents for the process of sucrose extraction from sugar beet.

The object of research is the process of purification of the press water with the addition of aluminium reagents.

The subject of the study is the effect of purification of the pulp water using aluminium reagents.

Key words: purification effect, cake water, diffusion apparatus, aluminium-containing reagents.

ВСТУП

В теперішній час раціональне водовикористання жомопресової води та аміачних конденсатів на цукровому заводі передбачає їх повернення на апарати для дифузійного процесу. Це зменшує потреби заводу у свіжій барометричній воді та знизити скиди. Крім цього, використання деамонізованих аміачних конденсатів і жомопресової води позитивно відображається на роботі саме дифузійної установки та станції випарювання. Це пов'язано з тим, що отримана вода не має солей жорсткості, знезаражена від мікроорганізмів.

Екстрагування сахарози з бурякової стружки та якість дифузійного соку одержаного в процесі екстрагування, значною мірою визначають ефективність подальших технологічних стадій виробництва, впливають на якість та вихід цукру, витрати вапна та умовного палива на виробництві.

Жомопресова вода - це знецукрений клітинний сік, в склад який входить весь набір не вилучених на дифузії високомолекулярних сполук (пектин, сапонін, білок). Саме тому її показник чистоти значно нижче дифузійного соку.

Однією із негативних якостей жомопресової води є пініння її. При поверненні жомопресової води в дифузійні установки, компоненти потрапляють в екстрагуючу рідину, що призводить до підвищення пінення соків, погіршення роботи дифузійних установок, ускладнення їх очищення. Тому жомопресова вода, перед поверненням її в дифузійні установки, має проходити стадію підготовки.

Підготовка живильної води традиційним способом, зокрема жомопресової води для проведення екстрагування, здійснюється з використанням хімічних або фізико-хімічних впливів.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько ОВ	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	222136.MP.01.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимч ІВ		<i>Інд.</i> 000000	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Для очистки жомопресової води широко використовують для забезпечення достатньо високого ефекту її очищення реагенти, що володіють комплексоутворюючими властивостями до нецукрів.

ЗМІСТ

Сторінки

ВСТУП.....	
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНОГО НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	
1.1. Огляд літературних джерел, аналіз прогресивних конструкційних рішень.....	
1.2. Обґрунтування актуальності дослідження, формулювання мети та завдання дослідження.....	
1.3. Висновки.....	
2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	
2.1. Розробка і опис нового технічного рішення, устрій та принцип його роботи.....	
2.2. Висновки.....	
3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	
3.1. Об'єкт та предмет дослідження.....	
3.2. Опис експериментальної установки.....	
3.3. Методика проведення дослідження.....	
3.4. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування.....	
3.5. Висновки.....	
4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	
4.1. Розрахунок продуктивності модернізованого обладнання.....	
4.2. Підбір конструкційних матеріалів.....	
4.3. Технологія машинобудування.....	
4.4. Правила монтажу та технічного сервісу модернізованого обладнання.....	
5. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ.....	
6. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ.....	
7. МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олшєвський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько ОВ	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	222136.MP.01.001 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимук ІВ		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНОГО НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Огляд літературних джерел, аналіз прогресивних конструкційних рішень

Згідно з існуючою технологією, сік цукрового буряка отримується в процесі дифузії шляхом екстрагування бурякової стружки водою. Процес вилучення соку з бурякової стружки є одним із найважливіших у технології виробництва цукру, оскільки він впливає на втрати жому, якість одержуваного соку і, зрештою, на вихід та якість готової продукції та ефективність роботи підприємства. Використовуваний в даний час метод дифузії пов'язаний зі значними витратами води: із кожних 100 кг стружки із дифузійного апарату виходить 120 кг бурякового соку з вмістом цукру 15%.

Відомий дифузійний спосіб вилучення сахарози, що міститься в буряковому соку, в якому буряки коренеплоди порізають в стружку з подальшою протиточною обробкою її гарячою водою. При цьому майже вся сахароза і частина розчинених нецукорів бурякового соку переходять у воду (дифундують), внаслідок чого вміст їх у буряковій стружці знижується, а у воді (екстрагенті) – збільшується. Дифузія розчиненої сахарози та нецукорів з бурякового (клітинного) соку відбувається під впливом градієнта концентрації, який підтримується внаслідок протитечії протягом усього процесу [14].

Дифузійний спосіб вилучення сахарози здійснюється в апаратах безперервної дії різних конструкцій - похилих, колонних та ротаційних. Процес дифузійного знецукровування бурякової стружки завершується отриманням дифузійного соку з чистотою, як правило, що перевищує чистоту бурякового (клітинного) соку, і свіжого жому (знецукрованої

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько ОВ	<i>Назва, додаткова назва</i> Аналітичний огляд стану питання	222136.MP.01.001 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Язлик ІВ		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/11

бурякової стружки) з залишковим вмістом сахарози, що не перевищує цукрози.

Найбільш близьким технічним рішенням є дифузійний спосіб вилучення сахарози з бурякової стружки, що передбачає її протиточне знебарвлення екстрагентом, до складу якого, крім чистої природної води, входить жомопресова вода, що отримується після пресування знецукрованою до нормативного значення втрат сахарози бурякової стружки підвищення чистоти одержуваного соку ... »

При цьому співвідношення в екстрагенті чистої та жомопресової води коливається в залежності від глибини пресування знецукрованої бурякової стружки. Глибина пресування (зміст сухих речовин в знесахареній стружці після пресування) залежить від типу жомових пресів, що використовуються на підприємстві («GH-2», «Babbini», «Stord» та ін.), при цьому кількість повертається в складі екстрагента жомопресової води може коливатися у значних межах: від 30 до 70% до маси сировини, що переробляється (бурякової стружки).

До недоліків дифузійного способу вилучення сахарози з бурякової стружки, що здійснюється як з поверненням жомопресової води, так і з використанням тільки чистої (у тому числі, природної) води, слід віднести те, що для досягнення повноти вилучення, що нормується, відповідної регламентованим (нормативним) втрат сахарози у свіжому жому, необхідна витрата води (екстрагента), що значно перевищує масу клітинного соку в буряковій стружці, що призводить до збільшення відбору соку (відкачування дифузійного соку) з неминучим зниженням його чистоти, тому що чим повніше знецукровування стружки і, відповідно, більший відбір дифузійного соку, тим більше нецукорів клітинного соку та клітинної тканини бурякової стружки переходить у сік. При цьому на завершальній стадії дифузійного процесу інтенсивність екстрагування нецукорів зростає, про що свідчить зниження чистоти соку, яка може бути істотно нижче чистоти клітинного соку бурякової стружки. Збільшення концентрації нецукорів у дифузійному

соку негативно позначається на результатах всіх наступних технологічних операцій як за якістю очищеного соку, так і за витратами виробничих матеріалів для його вапняно-вуглекислотного очищення та палива для подальшого згущення соку.

Технічним результатом пропонованого винаходу є зниження відбору дифузійного соку, підвищення його чистоти, скорочення витрат умовного палива та витрати природної води на технологічні потреби.

Технічний результат досягається тим, що в методі дифузійно-пресового вилучення сахарози з стружки цукрових буряків, який передбачає вилучення сахарози з стружки цукрових буряків протиточною дифузією з наступним пресуванням знецукрованої стружки цукрових буряків і поверненням води, отриману від пресування до дифузії, екстрагування сахарози із стружки цукрових буряків протиточною дифузією обмежується залишковим вмістом сахарози в струсі цукрових буряків без цукру, що дорівнює 2,0-2,5% від маси стружки цукрових буряків, за рахунок зменшення виділення дифузійний сік до 105-110% від маси стружки цукрових буряків, що дозволяє додатково витягувати сахарозу з безцукрової стружки цукрових буряків пресуванням до вмісту сухих речовин 22-26% і до залишкового вмісту сахарози в пресованих без цукру стружка цукрових буряків 1,0-1,5%.

Сучасний підхід до екстрагування сахарози включає глибоке пресування жому (рис.2.1). Пропонований спосіб здійснюється наступним чином: бурякова стружка, отримана від зрізування коренеплодів цукрових буряків, подається в «головну» частину дифузійного апарату (поз.1) і пристроями, що транспортують, переміщається назустріч екстрагенту (суміші жомопресової води, конденс води), що подається до «хвостової» частини дифузійного апарату.

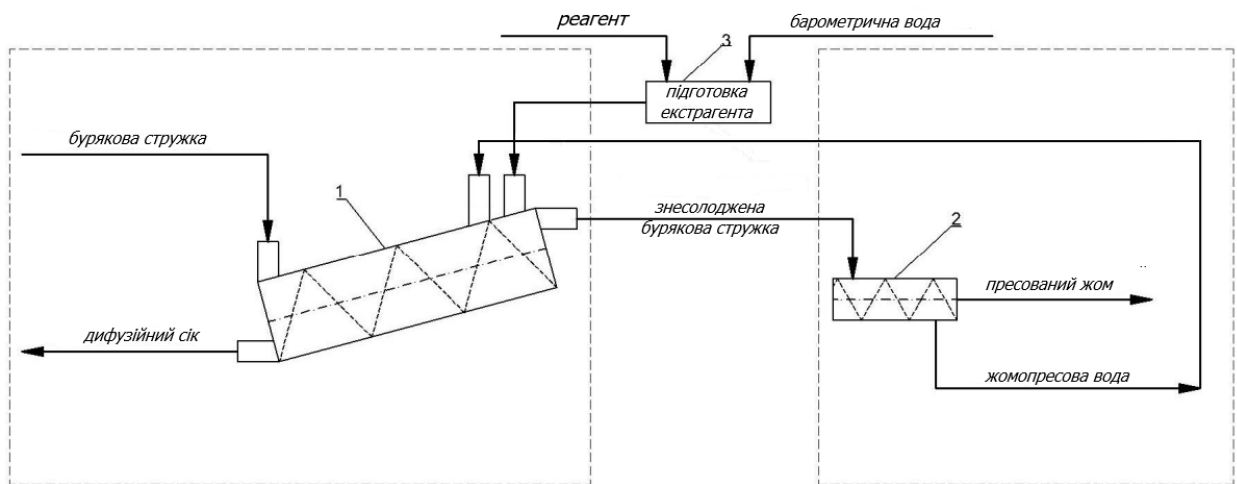


Рисунок 2.1 - Структурна схема дифузійно-пресового вилучення сахарози з бурякової стружки:

1 –дифузійна установка; 2 – прес глибокого віджимання жому; 3 – збірник-дозатор приготування розчину реагента

Вивантажуваний з апарату свіжий буряковий жом надходить на пресування преси для часткового механічного зневоднення (поз.2), де відпресовується до вмісту сухих речовин 22-26% при залишковому вмісті сахарози в ньому 1,0-1,5% до його маси або 0,3-0,35% у перерахунку на масу бурякової стружки. Отримана жомопресова вода готується певним чином (поз.3) до повернення дифузійний апарат. Повернення жомопресової води негативно впливає на якість дифузійного соку, тому що її чистота нижче чистоти клітинного і дифузійного соку. Проте повернення жомопресової води знижує втрати цукрози у бурякопереробному відділенні та загальну витрату води по заводу, зменшує кількість стічних вод, покращує екологічну обстановку навколо підприємства.

Якість дифузійного соку, що отримується, надає вирішальне значення на ефективну роботу всіх наступних технологічних ділянок підприємства (очищення, згущення, кристалізацію), на вихід та якість готової продукції. Тому організації процесу екстрагування сахарози слід приділяти особливу увагу.

1.2. Обґрунтування актуальності дослідження, формулювання мети та завдання дослідження

1.2.1. Способи підготовки екстрагента для дифузійного вилучення сахарози.

Забезпечення мінімального переходу нецукрів з бурякової стружки в дифузний сік в процесі екстрагування сахарози – один з важливих способів підвищення ефективності цукрового виробництва. За установленим технологічним регламентом якість живильної води для дифузійних апаратів має відповідати наступним вимогам: - реакція середовища слабокисла (рН очищеної води 5,7 - 6,0); - температура не нижче 70°C (при переробці здорового буряка); - вміст мезги після фільтрування не більше 1,0 - 1,5 г / дм³; - чистота води не менше 65 - 70%; - видалення аміаку 80 - 90%; - не має викликати вторинного мікробіологічного і хімічного забруднення дифузійного соку.

Традиційно на вітчизняних підприємствах в якості поживної води використовують спеціально очищені аміачні конденсати і барометричну воду. Аміачна вода за своїм складом найбільш придатна для використання в якості поживної води для дифузійних установок. Вона практично стерильна і не містить розчинних компонентів, за винятком аміаку. В даний час на цукрових заводах схеми підготовки аміачної води передбачають:

- підкислення її сірчанам ангідридом або сірчаною кислотою до рН 5,5-6,8;
- видалення (десорбції) аміаку, розчиненого в аміачній воді, з подальшим підкисленням води сірчанам ангідридом або сірчаною кислотою до рН 5,5-6,8.

Необхідність підготовки пояснюється вмістом аміаку в аміачних конденсатах, за рахунок якого рН приблизно 8 - 9. При такому значенні рН води під час добування збільшується перехід пектинових речовин в дифузний сік, знижується пружність стружки. Підвищена кількість

пектинових речовин в дифузійному соку негативно впливає на відділення осаду соку I сатурації, уповільнює кристалізацію цукру, підвищує в'язкість продуктів і втрати цукру в мелясі. На зарубіжних цукрових заводах і деяких вітчизняних поживну воду підкислюють сірчаною кислотою. Цей процес легко автоматизувати, що забезпечить необхідну величину рН живильної води. Крім барометричної і аміачної води в якості поживної води використовується жомопресова вода, що одержана після віджимання, знецукреної бурякової стружки на спеціальних пресах. На більшості вітчизняних цукрових заводах передбачається повне повернення жомопресової води. Даний технологічний прийом дозволяє знизити відбір дифузійного соку до 110 - 115%, що відповідає рівню підприємств Євросоюзу. Це також дозволяє зменшити витрату палива для згущення соків і сиропів на 0,9 - 1,0%. Використання жомопресової води в якості екстрагента зменшує витрату свіжої води на технологічні потреби, знижує втрати сахарози на станції екстрагування. Для попередження розвитку мікрофлори всередині дифузійних апаратів жомопресову воду необхідно піддавати фізико-хімічному очищенню [9]. Всі існуючі способи очищення жомопресової води для екстракційної установки можна розділити на три групи: - повернення води безпосередньо після пресів без механічної і фізикохімічної очистки; - відділення крупно-дисперсних частинок мезги на уловлювачах, термічна стерилізація і седиментація дрібнодисперсних частинок в відстійниках; - механічне, фізико-хімічне очищення і стерилізація. У процесі підготовки жомопресової води проводять її обробку різними реагентами: барботаажний нагрів із застосуванням флокулянтів, використання гіпсу, вапна і сірчаної кислоти, сірчаноокислого глинозему [17, 21-24].

1.2.2. Застосування хімічних реагентів для підготовки живильної води.

Основною технологічною задачею під час екстрагування сахарози з бурякової стружки є проведення процесу за умов найменшого перебігу

процесу гідролізу протопектину та переходу пектинових речовин у дифузійний сік.

Агрегативна стійкість пектинових речовин як природних високомолекулярних електролітів визначається хімічною будовою, ступенем полімерізації та дисоціації, гнучкості їх макромолекул. Зміна цих величин визначається такими фізико-хімічними факторами як рН₂₀, температура середовища, концентрація коагулюючого розчину.

Таким чином, при введенні коагулянту, зокрема солей алюмінію, у екстрагент відбувається проникнення іонів алюмінію всередину бурякової тканини, що призводить, по-перше, до коагуляції білкових речовин та утворення отворів у клітинній стінці, по-друге, внаслідок блокування аніонних груп пектинових речовин створюється більш стійкий протопектиновий каркас клітинних стінок бурякової тканини, що забезпечує її пружність під час теплового оброблення в процесі екстрагування сахарози.

Буряковий сік є багатокомпонентною системою, до складу якої входять як низькомолекулярні, так і високомолекулярні сполуки. Тому механізм взаємодії солей алюмінію з даним комплексом нецукрів є складним. Згідно сучасних уявлень, механізм дії солей алюмінію на хімічні сполуки, що входять до складу бурякової тканини та бурякового соку, полягає у адсорбції, гетерокоагуляції, реакціях іонного обміну та осадження [21-24, 30, 31]. Обґрунтування механізму взаємодії основного сульфату алюмінію з високомолекулярними сполуками бурякового соку в процесі екстрагування сахарози полягає у наступному. Високомолекулярні речовини та колоїди, що входять до складу цукрових буряків, являють собою особливу групу речовин зі специфічними властивостями. Колоїдні системи займають проміжне положення між дійсними розчинами і грубо дисперсними системами. Однією з властивостей високомолекулярних сполук є структуроутворення. Макромолекули прагнуть набути енергетично вигідної сферичної форми і утворюють глобули. Глобули можуть утворюватись як з одиничної

макромолекули, так і з кількох макромолекул. Глобули, в свою чергу, взаємодіють одна з одною, об'єднуючись у агрегати, внаслідок коагуляції.

Закономірності коагуляції золів електролітами виражаються правилом Шульце-Гарді: коагулюючу дію виявляє іон протилежного знака по відношенню до заряду поверхні часточок; вона проявляється тим сильніше, чим вищий заряд коагулюючого іона. Коагуляція ВМС може відбуватися при взаємодії часточок з іншими часточками, які відрізняються за складом або розмірами, що зумовлює гетерокоагуляцію.

При додаванні до дисперсної системи протионів алюмінію відбувається взаємодія за рахунок специфічних адсорбційних сил внаслідок їх великої поляризаційної здатності. При цьому адсорбція таких іонів у шарі Штерна відбувається не тільки за іонообмінним механізмом, а й за рахунок специфічних адсорбційних сил.

Таким чином, при введенні солей алюмінію, зокрема основного сульфату алюмінію, у живильну воду відбувається більш складна коагуляція та гетерокоагуляція високомолекулярних сполук бурякового соку, зумовлена як концентраційним, так і в більшому ступені нейтралізаційним механізмом. Гетерокоагуляція відбувається внаслідок взаємодії часточок високомолекулярних сполук (ВМС) з міцелами гідроксоалюмінію, які утворюються при гідролізі солей алюмінію. При взаємодії позитивно заряджені золі, які утворюються при гідролізі основного сульфату алюмінію, взаємно коагулюють з негативно зарядженими часточками ВМС, утворюючи осад. Таким чином, при введенні основного сульфату алюмінію відбувається більш повна коагуляція та осадження ВМС бурякового соку буряків, що сприяє одержанню екстракту вищої чистоти.

Для підготовки живильної води використовують хімічні реагенти, зокрема діоксин сірки, сірчану кислоту, солі алюмінію та ін. На більшості заводів живильну воду готують з використанням SO₂. Сульфітація має як позитивні, так і негативні впливи. Один із останніх – залишкова кількість SO₂ в дифузійному соку ускладнює застосування деяких дезінфікуючих

засобів, наприклад перекисі водню, котра вступає в реакцію відновлення. Тому сьогодні часто застосовують мінеральні кислоти для нормалізації кінцевого рН живильної води. Для цього застосовують сірчану та фосфорну кислоти. Але для цього потрібно мати автоматизовану систему точного дозування, тому що в протилежному разі можлива сильна корозія обладнання. Сучасні способи екстрагування дозволяють підвищити ефект очищення соку під час дифузії на 20-30% за рахунок застосування хімічних реагентів для підготовки живильної води. Неодноразово відновлювались спроби використання вапна для хімічного оброблення бурякової стружки. Вивчення будови пектинових речовин та механізму їх взаємодії з іонами кальцію дозволили встановити оптимальні параметри процесу обробки бурякової стружки: температура проведення процесу повинна не перевищувати 25 °С, тривалість процесу – не більше 30 хвилин, а оптимальні витрати вапна складають 0,4 % СаО до маси буряків. Така стружка в процесі екстрагування утримує значну кількість колоїдів та розчинених солей кальцію, внаслідок чого підвищується її пружність, а дифузійний сік стає прозорим та менш забарвленим. Проте необхідно зазначити, що при проведенні екстрагування у лужному середовищі у разі недотримання оптимального технологічного режиму погіршується якість дифузійного соку.

В цукровій промисловості відомі способи використання солей алюмінію, зокрема сульфату алюмінію. Особливо ефективно використання цього реагенту спостерігається при очищенні води з високим вмістом гумінових та дубильних речовин. В природній воді колоїдні та мінеральні домішки мають переважно негативний заряд. В процесі очищення її сульфатом алюмінію утворюються позитивно заряджені аквагідрокомплекси алюмінію, що взаємодіють з гідратною оболонкою седиментованих колоїдних домішок з утворенням водневих зв'язків та нейтралізацією заряду. Таким чином, колоїдні домішки грають роль поверхні адсорбційно-коагуляційної взаємодії та сприяють утворенню більш щільних агрегованих структур. Реагентом обробляють бурякову стружку в процесі

ошпарювання, або вводять його до екстрагенту. Витрати сульфату алюмінію – 0,006-0,008 % до маси буряків.

А.А. Ліпец зі співавторами дослідили вплив сульфату алюмінію на процес екстрагування сахарози з бурякової стружки та якість одержаного дифузійного соку. При введенні в живильну воду коагулянту $Al_2(SO_4)_3$ відбувається гідроліз з утворенням колоїдного гідроксиду алюмінію, який має велику активну адсорбційну поверхню. Колоїдні домішки живильної води та бурякового соку адсорбуються на поверхні частинок гідроксиду алюмінію. Адсорбція нецукрів залежить від їх дисперсності. На сьогоднішній день найбільш ефективними коагулянтами для очищення питної води є основні солі алюмінію, зокрема дигідроксо-, гідроксосульфати і хлориди алюмінію. Вони мають кращу адсорбційну здатність, ніж сульфат алюмінію. Необхідно зазначити, що основний сульфат алюмінію (ОСА) добре розчиняється у воді, не потребує великого лужного резерву для пластівцеутворення, працює в широкому інтервалі рН20 очищуваної води і має високу пластівцеутворювальну здатність. Коагуляційні властивості основного сульфату алюмінію зумовлені його здатністю до утворення при гідролізі полімерних гідроксокомплексів, які несуть високий позитивний заряд. Утворюються різні полімерні форми, такі як: $[Al_6(OH)_{15}]^{3+}$, $[Al_8(OH)_{20}]^{4+}$, $[Al_{13}(OH)_{34}]^{5+}$. Після утворення продуктів гідролізу основного сульфату алюмінію, які мають сильно розвинену поверхню і позитивний заряд, відбуваються процеси гетерокоагуляції найбільш високодисперсних частинок і адсорбція на поверхні гідроксиду алюмінію розчинних органічних речовин. Запропоновано ряд способів підготовки живильної води для екстрагування цукрози із бурякової сировини, що включає обробку води газоподібним діоксидом сірки та коагулянтом сульфатом чи основним сульфатом алюмінію [17]. В основу винаходу поставлена задача створення найбільш ефективного способу підготовки води для екстрагування цукрози з метою одержання живильної води необхідних значень рН та одержання дифузійного соку високої чистоти, що призводить до збільшення виходу

цукру та зменшення втрат його в мелясі. Поставлене завдання вирішується тим, що живильну воду для екстрагування цукрози із бурякової сировини обробляють газоподібним діоксидом сірки. Згідно винаходу після цього вводиться коагулянт дигідрокосульфат алюмінію (ДГСА) в кількості 0,02 - 0,08% до маси води. Спосіб здійснюється таким чином. Живильна вода підлягає сульфитації діоксидом сірки з наступним додаванням коагулянта дигідрокосульфата алюмінія в кількості 0,02 - 0,08 % до маси води.

1.3. Висновки

В основу роботи поставлена задача створення ефективного способу очистки жомопресової води для дифузійного процесу, що забезпечує зменшення витрат на теплову обробку та хімічні реагенти для ефективного видалення нецукрів. Поставлена задача вирішується тим, що в способі очистки жомопресової води для дифузійного процесу включає механічну очистку жомопресової води в мезгоуловлювачі, екстрагування сахарози з бурякової стружки обробленою реакційно активними алюмінійвмісними реагентами. Висока селективна здатність наночастинок алюмінію сприяє коагуляції та седиментації нецукрів та підвищенню показника чистоти ЖПВ.

2. РОЗРОБКА НОВОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Розробка і опис нового технічного рішення, устрій та принцип його роботи

Існуючі конструкції дифузійних апаратів нахилоного типу за своїми конструктивними даними мають певні недоліки, які полягають в тому, що при проходженні бурякової стружки вздовж апарату, нижні її шари внаслідок наявності зазору між зовнішньою половою шнека і корпусом є нерухомими та блокують теплопередачу від парових камер до сокостружкової суміші, внаслідок чого погіршується прогрівання стружки, а отже і процес екстрагування сахарози.

«Холодна» бурякова стружка, що потрапляє в дифузійний апарат повинна швидко прогріватися до оптимальної температури (72 – 74 °С), при якій забезпечуються умови інтенсивного екстрагування сахарози з бурякової стружки в екстрагент. Дана оптимальна температура досягається лише в середніх секціях апарату. В початкових же секціях дану температуру неможливо досягти через низьку інтенсивність теплопередачі, внаслідок наявності зазору між зовнішньою половою шнека і корпусом, в якому при направленому транспортуванні стружки з нижніх секцій до верхніх по довжині апарату утворюється нерухомий шар, який погіршує теплопередачу від парових камер до сокостружкової суміші. Тривалість стружки перебування в апараті довше, ніж це регламентовано з технологічної точки зору. Через надмірний час перебування бурякової стружки в дифузійному апараті підвищується вміст нецукрів дифузійному соці, що призводить до значних витрат при його очищенні. На швидкість та якість протікання масообмінних процесів під час екстрагування сахарози з бурякової стружки

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олещівський В.В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько О.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Методика проведення досліджень	222136.MP.01.003 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимч 1В		<i>Інд.</i> .	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/5

найбільш суттєво впливають структурно-механічні властивості бурякової тканини, а саме її міцність, пружність та стійкість.

Низькі значення цих показників ведуть до злипання та зменшення розміру стружки всередині дифузійного апарату, відбувається збільшення кількості браку в сокостружковій суміші, в результаті чого відбувається ущільнення стружкового шару. Як наслідок, зменшується живий переріз сокостружкового шару та ускладнюється проходження екстрагенту в дифузійному апараті, і як наслідок, сприяє зростанню втрат сахарози в жомі, тривалості процесу екстрагування та погіршення якості дифузійного соку внаслідок інтенсивного переходу в нього нецукрів.

Проаналізувавши літературні джерела можна зробити висновок, що на сьогоднішній день проблема використання ЖПВ для дифузійного процесу не вирішена в повному обсязі. Це можна пояснити тим, що жомопресова вода має достатньо складний та непостійний склад, який досить сильно залежить від якості сировини, параметрів проведення процесу, ступеня пресування жому, і тому ЖПВ без очищення або підготовки використовувати в якості живильної не рекомендовано. Існуючі схеми підготовки або очищення ЖПВ мають ряд недоліків, а саме:

- недостатньо високий ефект очищення, тобто чистота одержаної води є нижчою або рівною чистоті меляси;
- використання громіздкої схеми очищення води забезпечить високий ефект очищення, але вимагає значних матеріальних затрат.

Таким чином, на нашу думку, сучасна схема підготовки ЖПВ має відповідати таким критеріям:

- бути простою в реалізації;
- використовувати високоефективні реагенти;
- кількість додавання реагентів повинна бути невеликою;
- реагенти не повинні утворювати побічні продукти, які можуть погіршити умови екстрагування;
- схема повинна забезпечити високий ефект очищення.

Досить широкого використання в наш час для покращення структурно-механічних властивостей бурякової стружки та підвищенню чистоти дифузійного соку в процесі екстрагування набула технологія використання для підготовки ЖПВ в якості екстрагента для нахилених дифузійних установок хімічних алюмінійвмісних реагентів [14, 21-24].

Як наслідок, зменшується живий переріз сокостружкового шару та ускладнюється проходження екстрагента в дифузійному апараті,

Для збільшення живого перерізу сокостружкового шару та прискорення рівномірного проходження екстрагента (суміші чистої води та ЖПВ) в дифузійному апараті пропонується модернізувати конструкцію підвідного пристрою, що знижує можливість виникнення байпасних потоків і зон запізнення.

У відповідності з вимогами розроблено пристрій для комбінованого підводу екстрагента в нахилених двохшнекових апаратах. На рис.2.4 приведена схема установки пристрою на похилому дифузійному апараті.

Пристрій складається з похилої стінки 7, розташованою під кутом 60° до корпусу апарата, виготовленої з сита діаметром отворів 10 мм, поверх якого накладено сито з діаметром отворів 5мм. Така конструкція забезпечує рівномірне розподілення екстрагента в поперечному розрізі дифузійного апарата.

Запропоновано при роботі дифузійного апарата з використанням схеми очищення ЖПВ алюмінійвмісним реагентом використовувати наступну пропорційність введення екстрагенту:

- 80 % ЖПВ подається через патрубок 4 на розподільчу гребінку 3 зони (передостанню камеру) нагрівання дифузії;
- 100 % свіжої барометричної води подається через патрубок 5 в розподільчі сопла 4 зони (хвіст) нагрівання дифузії;
- 20 % ЖПВ через патрубок 8 в розподільчі сопла 4 зони нагрівання (останню камеру) дифузії.

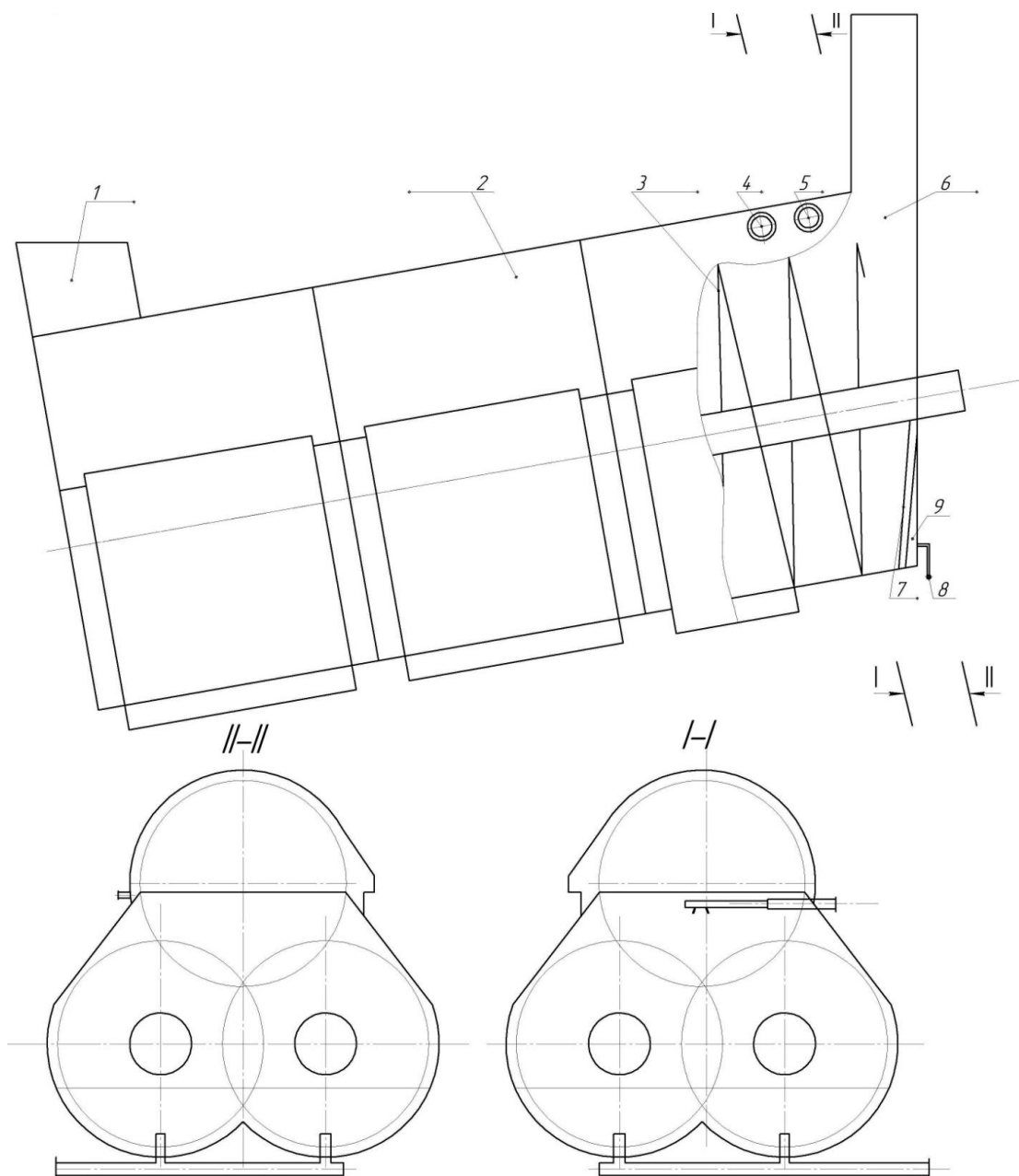


Рисунок 2.4 - Пристрій для комбінованого підводу очищеної ЖПВ в нахилений дифузійний апарат: 1 – завантажувальна шахта; 2 – корпус апарата; 3 – шнеки; 4 – патрубок підводу ЖПВ; 5 – патрубок підводу барометричної води; 6 – черпачне колесо; 7 – нахилена стінка; 8 і 9 – відповідно патрубок та камера підводу ЖПВ

2.2. Висновки

Запропоновано при роботі дифузійного апарата з використанням схеми очищення ЖПВ алюмінійвмісним реагентом використовувати наступну пропорційність введення екстрагенту:

- 80 % ЖПВ подається через патрубок 4 на розподільчу гребінку 3 зони (передостанню камеру) нагрівання дифузії;
- 100 % свіжої барометричної води подається через патрубок 5 в розподільчі сопла 4 зони (хвіст) нагрівання дифузії;
- 20 % ЖПВ через патрубок 8 в розподільчі сопла 4 зони нагрівання (останню камеру) дифузії.

3. ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

3.1. Об'єкт та предмет дослідження

Об'єктом дослідження в даній роботі виступає процес очищення ЖПВ (ЖПВ) з додаванням алюмінієвих реагентів для процесу екстрагування сахарози з цукрового буряку.

Предметом дослідження є використання додаткових реагентів - сульфату алюмінію та запропонованого наноалюмінію «Алюкол», одержаного методом об'ємного електроіскрового диспергування для очищення ЖПВ. Запропонована модернізація пристрою для рівномірного розподілення ЖПВ по розрізу нахиленої дифузійної установки.

3.2. Методика проведення дослідження

Експериментальні результати роботи отримано за допомогою традиційних та сучасних фізико-хімічних, технологічних та статичних методів, а також типових методик визначення показників якості технологічних вод цукрового виробництва.

У роботі застосовано методи досліджень відповідно до діючих стандартів.

Метод визначення вмісту сухих речовин. Вміст сухих речовин ЖПВ (СР, % до маси продукту) визначали за допомогою рефрактометра RFM 330 (Bellingram Stanley) Досліджувальні зразки охолоджували до 20°C, після чого на рефрактометрі визначали його вміст СР.

Метод визначення вмісту цукру. Для визначення вмісту цукру ЖПВ 52 г води переводять без витрат в колбу ємністю 100 мл, додають 2-3 мл свинцевого оцту, доливають до мітки дистильованою водою, перемішують, фільтрують. Фільтрат заливають у кювету 400 мм і передають в

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олещівський В.В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько О.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Методика проведення досліджень		222136.КР.01.003 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимук І.В.			<i>Інд.</i> .	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/14

поляриметричну кімнату змінному технологу.

Вміст цукру дорівнює показнику цукрометра, поділеному на 4.

При визначенні вмісту цукру на автоматичному поляриметри: отриманий фільтрат заливають у кювету поляриметра і записують дані з табло приладу або з комп'ютера збору даних до електронного журналу.

Чистота розраховується автоматично або за формулою:

$$Ч = Ц_k / СР * 100, \% \quad (3.1)$$

Ефект очищення ЖПВ розраховували за формулою:

$$Еф_{оч} = \left(1 - \frac{(100 - Ч_2) \cdot Ч_1}{(100 - Ч_1) \cdot Ч_2}\right) \cdot 100, \quad (3.2)$$

де $Ч_1, Ч_2$ – чистота соку відповідно до та після очищення, %.

Температуру визначали за допомогою ртутних скляних термометрів з шкалою від 10 до 100°C.

Водневий показник за допомогою рН-метра марки 150 МИ.

Теплове нагрівання та витримування здійснювали за допомогою водяної бані марки HWS – 26.

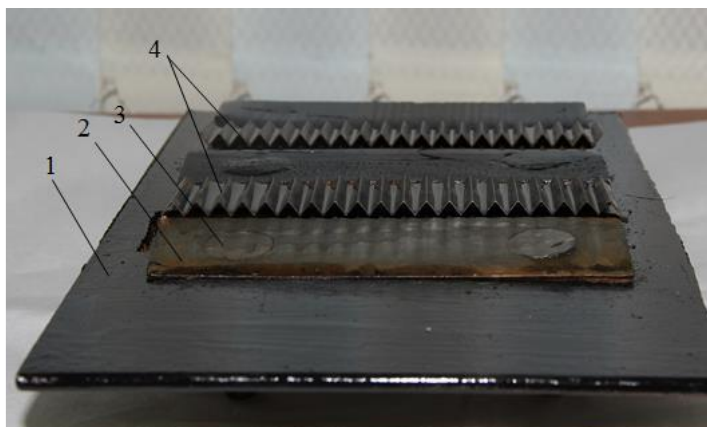
Бурякову стружку для досліджень отримували за допомогою лабораторної установки (рис.3.1) [27].

ЖПВ отримували шляхом пресування знесолодженої бурякової стружки. 62,5 г бурякової стружки поміщали у 8 колб (250 см³), після чого додавали в першу колбу екстрагент в кількості 100 см³, витримували 10 хв при температурі 72 °С на водяній бані. отриманий екстракт переливали в другу і витримували в ній 10 хв.

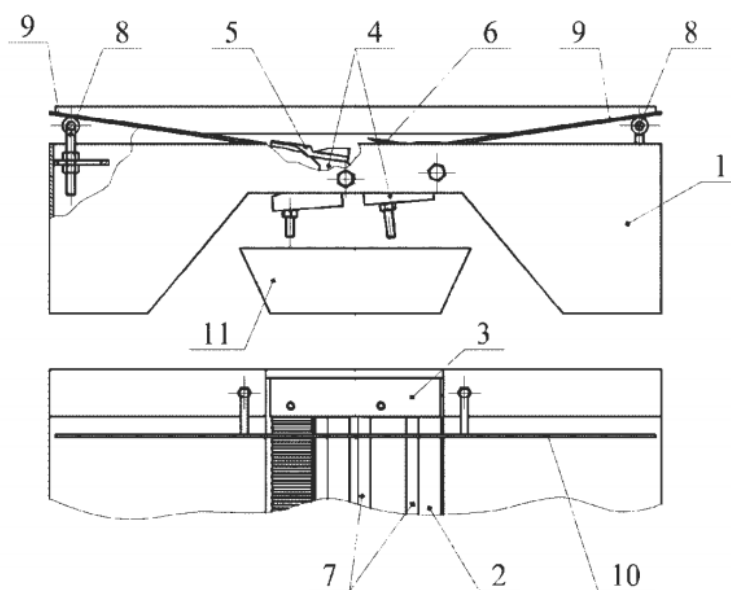
Повторювали операції з іншими шістьма колбами.

Таким чином, отриманий в першій колбі екстрагент повинен пройти через всі колби. Весь цикл екстрагування складав 80 хв.

Процес пресування подрібненої стружки цукрових буряків досліджувався в експериментальному апараті, показаному на рис. 3.2.



a



б

Рисунок 3.1 - Лабораторна установка для отримання бурякової стружки:

a - зовнішній вигляд; ***б*** - схематичне зображення: 1 – корпус; 2 –ножова рама для буряків; 3 –регулювальний пристрій кута нахилу робочого столу; 4 – перший ряд ножів; 6 –другий ряд ножів; 7 –планки для прижиму; 8 – корпус; 11 – ємкість для бурякової стружки



Рисунок 3.2 - Лабораторна установка для пресування жому:
 1-циліндр; 2-перфороване дно; 3-шток; 4-гідравлічний; 5-насос; 6-
 манометр; 7-рама

Робочий циліндр (рис.3.3) оснащений проміжною пластиною з отворами внизу, які забезпечують витікання рідини під час пресування. Пластина оснащена шпильками з трьома фіксованими положеннями на різній висоті, що дозволяє встановлювати робочі циліндри різної висоти для зміни товщини шару пресованого продукту. Перфороване дно (2) знімається для полегшення його чищення або заміни. Таким чином, при необхідності можна встановити дно різної висоти та з різним діаметром отворів для зміни умов експерименту.

Зверху на перфороване дно (2) всередині циліндра (1) укладається металева сітка. Вона дозволяє відокремити потік бурякового соку від частинок подрібненого продукту, що пресується. Усі компоненти експериментального апарату встановлені на рамі (7). Апарат також обладнаний манометром (6) для контролю тиску пресування. Досліджуваний продукт (бурякова стружка) завантажується в циліндр на сітку і стискається зверху поршнем. Рідина, що витікає під час зневоднення, збирається в контейнер, встановлений під пластиною.

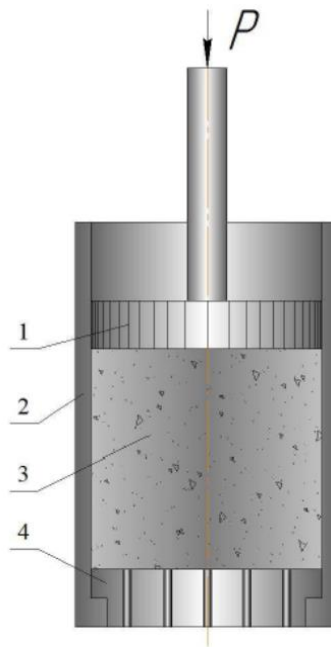


Рисунок 3.3 - Схема пресування жому:

1-поршень; 2-циліндр; 3-шар бурякової стружки, що пресується дном; 4-перфороване дно

Знесолоджена бурякова стружка завантажувалася в робочий циліндр (рис.3.3). Під час експериментів змінювався тиск пресування, температура попередньої обробки сировини, а також ступінь подрібнення. Тиск пресування визначався за манометром. Висота шару визначалася положенням штока гідравлічного циліндра щодо рами. Кожен експеримент повторювався 3 рази, в результаті визначалося середнє значення. Кількість отриманого соку вимірювалася мірною чашкою. Після кожного експерименту вологість отриманого жому визначалася шляхом його висушування до постійної маси.

3.3. Дослідження ефективності використання алюмінійвмісних реагентів зі вмістом алюмінію при очищенні ЖПВ

ЖПВ в схемі підготовки живильної води для дифузійних установок містить значну кількість високомолекулярних забруднень, які унеможливають її використання для процесу екстрагування без

додаткового очищення. Сучасні схеми підготовки живильної води мають ряд недоліків та не завжди забезпечують достатньо високий ефект очищення. Враховуючи сучасні тенденції поширення використання наноматеріалів у водопідготовці питної води та очищення стічних вод, можна стверджувати, що використання таких матеріалів при очищенні ЖПВ матиме позитивний ефект.

Для досліджень було використано реагенти зі вмістом алюмінію, які традиційно використовуються при очищенні ЖПВ, а саме: сульфат алюмінію (табл.3.1) та розроблений на кафедрі ТОКТП НУХТ наноалюмінію «Алюкол», одержаного методом об'ємного електроіскрового диспергування [25] (рис.3.5, табл.3.2).

Таблиця 3.1

Характеристики розчинів металів

№ п.п.	Розчини	Концентрація металу в розчині, мг/дм ³	Електрокінетичний потенціал, мВ	Середній гідродинамічний радіус, нм	Електропровідність, мСм/см ²	pH
1	Сульфату алюмінію	0,05	- 3,66	225,0	0,191	3,8

Встановлено, що величина середнього гідродинамічного радіусу розчинів сульфату алюмінію становить 147,5 нм, він має від'ємний заряд електрокінетичного потенціалу, а величина водневого показника відносить його відповідно до середньонокислого середовища.

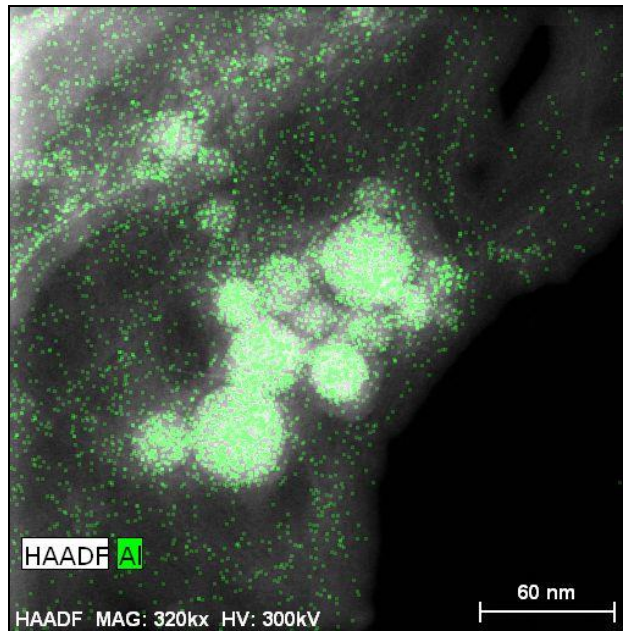


Рисунок 3.5 - Електронно-мікроскопічне зображення (STEM-EDS) наноалюмінію «Алюкол», одержаного електроіскровим способом

Таблиця 3.2 Характеристика гідроксиду алюмінію $Al(OH)_3$, одержаного електроіскровим способом

Додатковий реагент	Концентрація в розчині г/см ³	pH	Середній гідродинамічний радіус, нм	Електрокінетичний потенціал, мВ	Електропровідність, мкСм/см
$Al(OH)_3$	0,250	6,8	129	+27,1	35,2

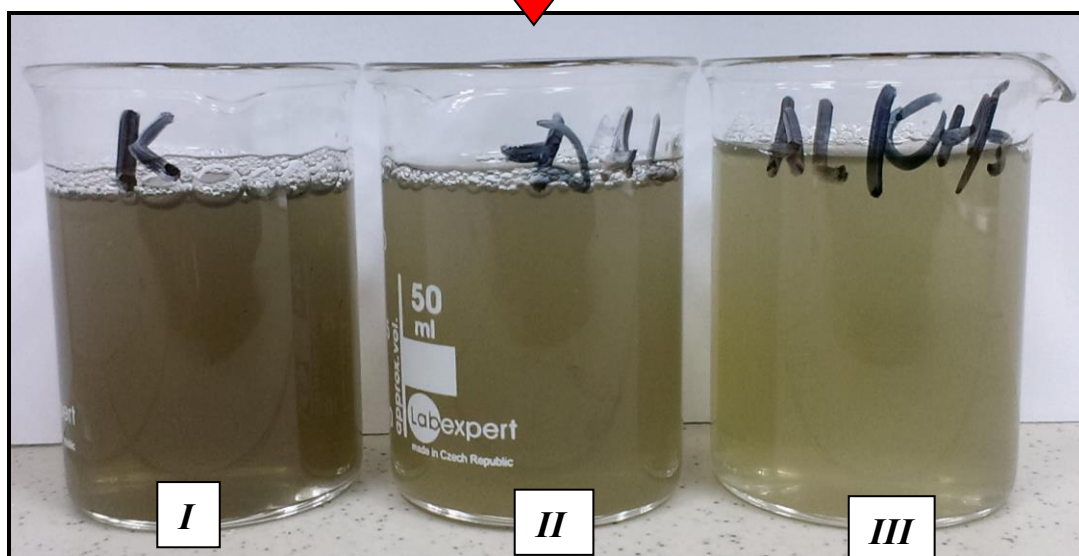
В ході експерименту досліджували зміну якісних показників ЖПВ при проведенні процесу її очищення (рис.3.6). В досліджуваних пробах визначали чистоту, pH, вміст білкових та пектинових речовин. Початкові показники ЖПВ, до оброблення коагулянтами були такими: чистота – 70,08%, вміст білкових речовин – 1,22% до м.в, вміст пектинових речовин – 0,826 % до м.в. Температура проведення процесу була 50 °С, тривалість оброблення – 10 хв.

Процес очищення проводили таким чином (рис.3.6). Взято 7 проб ЖПВ об'ємом 200 см³. До перших шести проб додавались розчини коагулянтів у

кількості 2 % до м.в. При цьому перші дві хвилини проби активно перемішували, а наступний час перемішування відбувався більш повільно.



a



б

Рисунок 3.6 - Зображення зразків ЖПВ з використанням різних реагентів:

a - бурякова стружка; *б* - ЖПВ: *I* – без додавання реагентів; *II* – відповідно з додаванням сульфату алюмінію та Алюколу

Такий режим перемішування сприяє з одного боку рівномірному розподілу коагулянту в об'ємі води, а на другому етапі дає змогу формуватися структурі осаду. Змішування коагулянтів з водою повинно відбуватися таким чином, щоб на першому етапі коагуляції утворювалася якомога більша кількість мілких агрегатів на верхні яких уже адсорбуються частинки гідроксиду алюмінію, які мають високу активність по відношенню до складових очищеної води. Але перемішування не повинно бути інтенсивним для запобігання руйнування утворених пластівців.

В цьому пробі коагулянтів не додавали, а готували її відповідно до типової схеми підготовки живильної води : підігрівали до 90 °С, витримували 5 хв., відстоювали і підкислювали за допомогою сірчаної кислоти до необхідного рН.

Після цього досліджувані зразки фільтрували і в фільтратах визначали такі показники: чистоту, рН, вміст білкових речовин, вміст пектинових речовин.

Оскільки коагулянти із вмістом алюмінію мають свій температурний оптимум, то для визначення температури проведення процесу оброблювані зразки підігрівали на електромагнітній мішалці в діапазоні 50...80 °С, додавали до них реагент $Al(OH)_3$ Алюкол в кількості 0,025 % до маси води та витримували їх при відповідних температурах протягом 10 хв при перемішуванні протягом перших 2 хв. Після закінчення досліджень проби фільтрували і визначали чистоту, вміст білкових та пектинових речовин. Результати дослідження представлені в табл.3.3.

З результатів табл.3.3 видно, що температура проведення процесу, за якого спостерігається максимальний ефект очищення ЖПВ на рівні становить в діапазоні до 60 °С. Подальше підвищення температури призводить до зниження ефективності процесу коагуляції, що можливо пов'язано з зменшенням активності коагулянту при вищих температурах, або з температурним гідролізом білкових та пектинових речовин і неможливістю продуктів гідролізу до коагуляції, що є питанням подальших досліджень.

Таблиця 3.3 - Вплив реагентів на показники жомопресової води

Жомопресова вода	Параметри обробки			Чисто та жомопресової води, %	Вміст білкових речовин, % до м.в.	Вміст пектинових речовин, % до м.в.
	температура обробки, °С	тривалість обробки, хв	кількість реагенту, % до м.в.			
Без додавання реагенту	50	10	-	84,07	0,817	0,75
З додаванням Al ₂ SO ₄	50	10	2,5	85,47	0,717	0,65
З додаванням Алюколу	50	10	0,025	86,23	0,547	0,181
	60	10	0,025	86,70	0,355	0,119
	70	10	0,025	85,75	0,627	0,275
	80	10	0,025	84,77	0,701	0,284

Ефективність процесу коагуляції залежить від його тривалості. Чим менша тривалість осадження забруднення, тим продуктивнішим є процес. Тому метою наступного етапу досліджень було визначення тривалості оброблення ЖПВ нанокмполитом алюмінію. Базуючись на одержаних раніше результатах (табл.3.3) в подальших дослідженнях використовувався температурний режим на рівні 55 °С. Оброблювані зразки підігрівали на електромагнітній мішалці, додавали до них реагент в кількості Al(OH)₃ в кількості 0,025 % до маси, і після їх інтенсивного перемішування в перші 2 хв в подальшому витримували від 5 хв до 35 хв з інтервалом 5 хв при температурі 55 °С та наступному повільному перемішуванні. Після

закінчення досліджень проби фільтрували і визначали чистоту, вміст білкових та пектинових речовин. Результати досліджень представлені в табл.3.4.

Таблиця 3.4 - Вплив нанокompозиту алюмінію на показники жомопресової води

Жомопресова вода	Параметри обробки			Чистота жомопресової води, %	Вміст білкових речовин, % до м.в.	Вміст пектинових речовин, % до м.в.
	температура обробки, °C	тривалість обробки, хв	кількість реагенту, % до м.в.			
Без додавання реагенту	55	-	-	83,62	0,721	0,65
З додаванням нанокompозиту алюмінію	55	5	0,025	84,02	0,551	0,182
	55	10	0,025	84,62	0,375	0,122
	55	15	0,025	85,55	0,355	0,123
	55	20	0,025	85,74	0,322	0,119
	55	25	0,025	85,75	0,305	0,119
	55	30	0,025	85,77	0,305	0,116

З результатів табл.3.4 видно, що для досягнення максимального ефекту очищення достатньо тривалості оброблення 10...15 хв, при цьому вміст білкових речовин зменшується на 52,3 %, а вміст пектинових речовин - більш ніж на 81 %. Це підтверджує загальну тенденцію, що пектинові речовини видаляються повніше, ніж білкові. При цьому збільшення тривалості проведення процесу продовжує підвищення ефекту очищення, але він є несуттєвим, тому можемо вважати, що кінцева раціональна тривалість

процесу становить 15 хв при ефекті очищення жомпресової води до 14 %.

Результати досліджень показують, що оброблення ЖПВ реагентом «Алюкол» зменшує вміст білкових та пектинових речовин відповідно на 52,3 та 81 %. При чому, пектинові речовини видаляються повніше, ніж білкові речовини. Також встановлено, що раціональна температура проведення процесу оброблення складає 55°C, що в свою чергу не потребує додаткового нагрівання або охолодження оброблюваної води. Тривалість процесу при цьому складає 10...15 хв. Ефект очищення води збільшується до 23 %. Це дає змогу повертати таку воду в дифузійний апарат і забезпечити оптимальний перебіг процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки.

3.4. Устрій та принцип роботи модернізованого об'єкту проектування

Сучасна схема сокодобувного відділення бурякопереробного виробництва передбачає глибоке пресування знесолодженої бурякової стружки з дифузійних апаратів безперервної дії з поверненням очищеної ЖПВ на екстрагування. Ступінь пресування жому встановлюють максимально можливий для даного типу жомпресового обладнання в межах $CP=18 - 28 \%$.

ЖПВ - це складна полідисперсна система, яка містить невелику долю сахарози та високомолекулярні сполуки (білки, сапоніни, пектини та ін.). Саме тому показник її чистоти значно нижче, ніж дифузійного соку.

Однією із негативних властивостей ЖПВ є її пініння, викликане вмістом білків та пектинів. При її поверненні в дифузійні установки компоненти, які містяться в ній потрапляють у склад екстрагуючої рідини, що призводить до погіршення роботи дифузійних установок, підвищеному піненню соків, ускладненню очищення дифузійного соку. Тому, одним із шляхів підвищення чистоти дифузійного соку є очищення ЖПВ перед поверненням її в дифузійні установки в якості екстрагенту.

Згідно з схемою отримання живильної води для дифузійної установки з використанням високоенергетичної дискретної обробки додаткових реагентів (рис.3.8) свіжий жом після похилої дифузійної установки 4 надходить в жомовий прес 1, потім стрічковим конвеєром 14 виводиться в жомові сховища. В свою чергу дифузійний сік з дифузійного апарату 4 направляєтся в сокоочисне відділення.

Апаратурно-технологічна схема вилучення сахарози шляхом очищення жомпресової води алюмінієвими реагентами

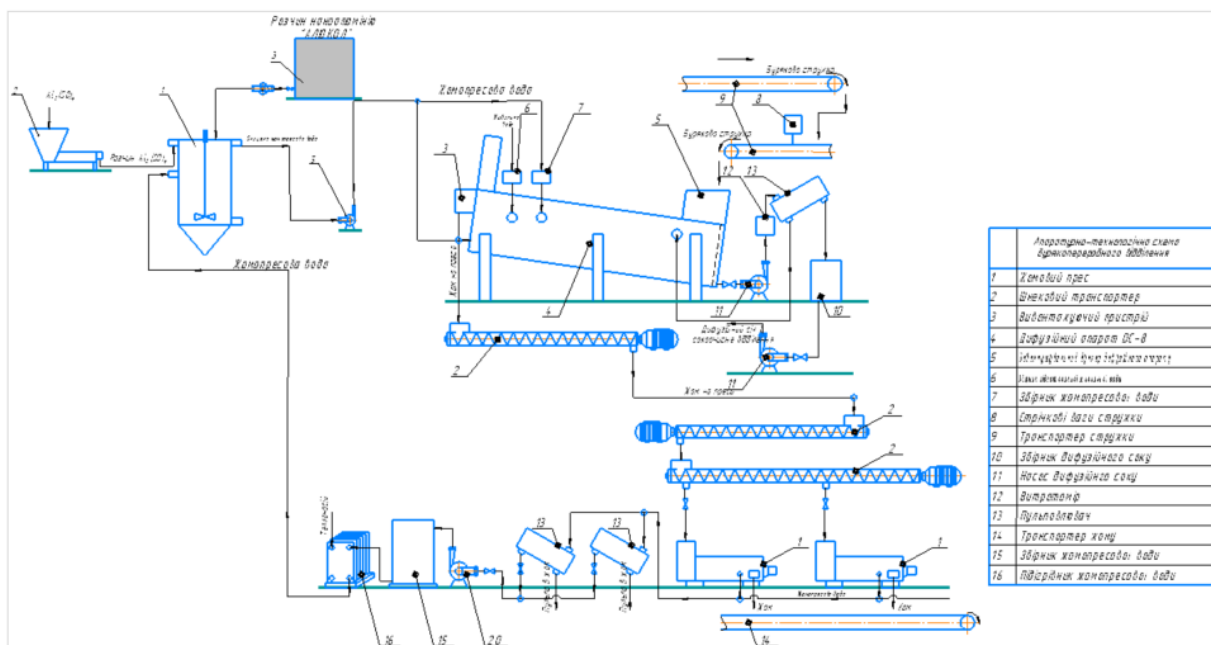


Рисунок 3.8 - Апаратурно-технологічна схема одержання дифузійного соку з поверненням очищеної ЖПВ після пресів глибокого пресування

ЖПВ після жомових пресів направляєтся у пульполовшку 13 звідки потрапляє у збірник 15, звідки насосом подаєтся у пароконтактний підігрівач 16. Підігріта ЖПВ направляєтся в ємкість 17, в яку дозуютьсся алюмінієвмісні хімічні реагенти для її очистки.

3.2. Висновки

1. Для проведення експериментальних досліджень було визначено об'єкти та предмет досліджень для очищення ЖПВ.

2. Обрано методики, що найбільш повно описують технологічний процес та показники якості ЖПВ.

3. Результати досліджень показали, що застосування реагентів зі вмістом алюмінію, а саме: сульфат алюмінію та Алюкол, одержаного методом об'ємного електроіскрового диспергування дозволяє підвищити чистоту ЖПВ.

4. Встановлено, що величина середнього гідродинамічного радіусу розчину сульфату алюмінію становить 147,5 нм, він має від'ємний заряд електрокінетичного потенціалу, а величина водневого показника відносить його до середньокислого середовища. Аналіз результатів досліджень свідчить, що розміри твердої фази частинок алюмінію Алюкол складають 5 - 50 нм та позитивним +27,1 мВ електрокінетичним потенціалом.

5. Результати досліджень показують, що оброблення ЖПВ реагентом «Алюкол» зменшує вміст білкових та пектинових речовин відповідно на 52,3 та 81 %. При чому, пектинові речовини видаляються повніше, ніж білкові речовини. Також встановлено, що раціональна температура проведення процесу оброблення складає 55°C, що в свою чергу не потребує додаткового нагрівання або охолодження оброблюваної води. Тривалість процесу при цьому складає 10 - 15 хв. Ефект очищення води збільшується до 23 %. Це дає змогу повертати таку воду в дифузійний апарат і забезпечити оптимальний перебіг процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки.

6. Запропоновано апаратурно-технологічну схему очищення жомопресової води з підготовкою до використання реагентів сульфату алюмінію та Алюкол.

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Розрахунок продуктивності дифузійного апарату похилого типу

Продуктивність двохшнекових дифузійних апаратів нахилоного типу визначається за формулою:

$$P = 1,13 \cdot (D_{III}^2 - d^2) \cdot \frac{L}{t} \cdot K \cdot \psi \cdot \eta \cdot g \cdot \varphi \cdot m \cdot \varepsilon,$$

де, $D_{III} = 2,9 \text{ м}$ – діаметр шнеку;

$d = 0,325 \text{ м}$ – діаметр трубовалу;

ψ – коефіцієнт, що враховує взаємне перекриття шнеків.

$$\psi = 1 - \frac{S}{0,785 \cdot (D_{III}^2 - d^2)}$$

де, S – площа сегменту, м^2

$$S = \frac{D_{III}^2}{8} \cdot \left(\frac{\pi \cdot \alpha}{180^\circ} - \sin \alpha \right)$$

де $\alpha \approx 90^\circ$ – центральний кут сегменту.

$$S = \frac{2,9^2}{8} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 90^\circ}{180^\circ} - \sin 90^\circ \right) = 0,599 \text{ м}^2;$$

Звідси:

$$\psi = 1 - \frac{0,599}{0,785 \cdot (2,9^2 - 0,325^2)} = 0,91;$$

де, η – коефіцієнт, що враховує збільшення перерізу, який займає стружка по діаметру жолоба.

$$\eta = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{D_K^2}{D_{III}^2} \right)$$

де, $D_K = 3,0 \text{ м}$ – діаметр жолоба (корпуса);

$$\eta = 0,5 \cdot \left(1 + \frac{3,0^2}{2,9^2} \right) = 1,0351.$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Олещівський В.В.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Валько О.В.	Назва, додаткова назва Розрахункова частина	222136.MP.01.004 ПЗ			
	Документ затверджено Явчук І.В.		Інд.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/34

де $g = 600 \text{ кг/м}^3$ – питоме навантаження стружки;

$\varphi = 0,96$ – коефіцієнт наповнення корисного об'єму стружкою;

$m = 2$ – кількість паралельних шнеків;

$\varepsilon = 1$ – експлуатаційний коефіцієнт;

K – конструктивний коефіцієнт, що враховує заповнення об'єму апарату лопатями шнеків і опорами підшипників.

$$K = \frac{W - W'}{W},$$

де, W – загальний об'єм дифузійного апарату.

$$W = S_o \cdot L,$$

де, L – довжина шляху активного дифундування, $L = 18,2 \text{ м}$.

S_o – площа поперечного перерізу дифузії;

$$S_o = 0,785 \cdot (D_{ш}^2 - d^2) \cdot \varphi \cdot \eta \cdot m$$

$$S_o = 0,785 \cdot (2,9^2 - 0,325^2) \cdot 0,96 \cdot 1,0351 \cdot 2 = 12,96 \text{ м}^2$$

$$W = 12,96 \cdot 18,2 = 235,8 \text{ м}^3$$

W' – об'єм, який займають лопаті шнека та опори підшипників;

$$K = \frac{235,8 - 5,62}{235,8} = 0,98$$

V – корисний об'єм дифузії;

$$V = K \cdot W;$$

$$V = 0,98 \cdot 235,8 = 231,084 \text{ м}^3$$

$t = 80 \text{ хв}$. – час дифундування;

$$П = 1,13 \cdot (2,9^2 - 0,325^2) \cdot \frac{18,2}{80} \cdot 0,98 \cdot 0,91 \cdot 1,0351 \cdot 600 \cdot 0,96 \cdot 2 \cdot 1 = 2,170 \text{ т / добу}$$

Отже, при заданих параметрах ми отримали продуктивність дифузійного апарату нахилоного типу (2,170 т/добу).

Кінематичний розрахунок

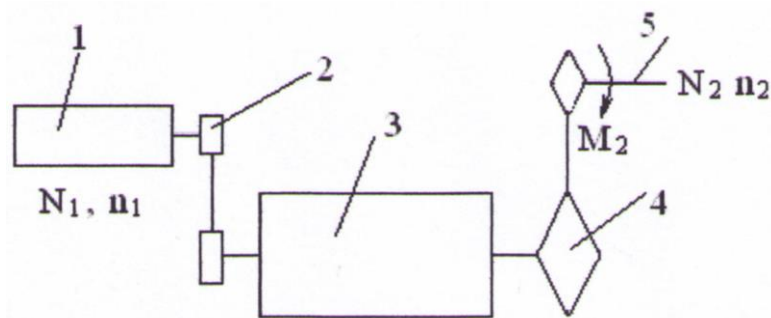


Рисунок 4.1 - Кінематична схема приводу дифузійного апарату:
1 – електродвигун; 2 – клинопасова передача; 3 – чотирьохступінчастий редуктор; 4 – ланцюгова передача; 5 – вал шнеку.

Визначимо крутний момент на валу електродвигуна, Н·м:

$$M_1 = \frac{N_1}{\omega_1},$$

де $N_1 = 30$ кВт – потужність електродвигуна;

ω_1 – кутова швидкість, об/хв.

Визначимо кутову швидкість, об/хв:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ об / хв.}$$

Звідси
$$M = \frac{30 \cdot 10^3}{157} = 191,1 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Визначаємо загальний коефіцієнт корисної дії приводу дифузійного апарату:

$$\eta_{np} = \eta_{к.н.н.} + \eta_p + \eta_{л.н.} = 0,97 + 0,7 + 0,92 = 0,625,$$

де, η_{np} - коефіцієнт корисної дії приводу;

$\eta_{к.н.н.}$ - коефіцієнт корисної дії клинопасової передачі, $\eta_{к.н.н.} = 0,96$;

η_p - коефіцієнт корисної дії редуктора, $\eta_p = 0,7$;

$\eta_{л.п.}$ - коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі, $\eta_{л.п.} = 0,92$.

Визначимо крутний момент на валу шнека, Н·м:

$$M_2 = M_1 \cdot \eta_{np} \cdot u = 191,1 \cdot 0,625 \cdot 1250 = 149297 \text{ Н·м},$$

де, $M_1 = 191,1$ об/хв – крутний момент електродвигуна;

u – передаточне відношення привода дифузійного апарату,

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1500}{1,2} = 1250,$$

де n_1 – кількість обертів вихідного вала електродвигуна, $n_1 = 1500$ об/хв;

n_2 – кількість обертів вала шнека, $n_2 = 1,2$ об/хв.

Визначаємо мінімальний діаметр вала шнека, мм:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_2}{0,2 \cdot [\tau] \cdot (1 - c^4)}},$$

де, M_2 – крутний момент вала шнека, $M_2 = 149297$ Н·м;

$[\tau]$ - допустиме дотичне напруження, $[\tau] = 30 \text{ МПа}$;

c – коефіцієнт, який враховує відношення внутрішнього діаметра трубовала до зовнішнього діаметра, $c = 0,75$.

Отримуємо,

$$d = \sqrt[3]{\frac{149297 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30 \cdot (1 - 0,75^4)}} = 321 \text{ мм}.$$

Приймаємо найближче більше значення діаметру труби,

Тепловий розрахунок

В відповідності до технічного завдання в зону ошпарювання подається пара під тиском не більшим 0,07 МПа і $t = 115^\circ\text{C}$. В інші зони подається пара під тиском не більшим 0,2 МПа і $t = 104^\circ\text{C}$.

Розглянемо три зони по довжині апарату.

Перший тепловий режим.

Вихідні дані:

$t_1 = 5^\circ\text{C}$ – температура стружки;

$t_2 = 72^\circ\text{C}$ – температура жомопресової води;

$t_3 = 45^\circ\text{C}$ – температура барометричної води;

$t_C = 30^\circ\text{C}$ – температура дифузійного соку;

$t_{Ж} = 60^\circ\text{C}$ – температура жому;

$t_4 = 72^\circ\text{C}$ – температура сокостружковій суміші в другій зоні.

Кількість тепла, яку необхідно витратити, щоб нагріти стружку від температури t_1 до t_4 :

$$Q_1 = G_1 \cdot C_1 \cdot (t_4 - t_1),$$

де, G_1 – витрати стружки, кг/год.

$$G_1 = \frac{\Pi \cdot 1000}{24},$$

$\Pi = 2000$ т/добу – продуктивність дифузійного апарату;

$$G_1 = \frac{2000 \cdot 1000}{24} = 91667 \frac{\text{кг}}{\text{год}},$$

$C_1 = 3,77$ кДж/(кг·К) – питома теплоємність стружки;

$$Q_1 = 91667 \cdot 3,77 \cdot (72 - 5) = 231,54 \cdot 10^5 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$$

Кількість тепла, що віддає дифузійний сік:

$$Q_2 = G_2 \cdot C_2 \cdot (t_4 - t_C),$$

де, G_2 – відкачка соку (120% до маси стружки), кг/год;

$$G_2 = 1,2 \cdot 91667 = 110000 \frac{\text{кг}}{\text{год}},$$

$C_2 = 3,77$ кДж/(кг·К) – питома теплоємність соку;

$$Q_2 = 110000 \cdot 3,77 \cdot (72 - 30) = 184,2 \cdot 10^5 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$$

Кількість тепла, яке потрібно ввести в першу зону:

$$Q_1 = Q_1 - Q_2 = 231,54 \cdot 10^5 - 184,2 \cdot 10^5 = 47,34 \cdot 10^5 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$$

Кількість тепла, яку віддає жом воді:

$$Q_3 = G_3 \cdot C_3 \cdot (t_4 - t_{Ж}),$$

де, G_3 – вихід жому (80% від витрати стружки);

$$G_3 = 0,8 \cdot 91667 = 73334 \frac{\text{кг}}{\text{год}},$$

$C_3 = 4,1868 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ – питома теплоємність жому;

$$Q_3 = 73334 \cdot 4,1868 \cdot (72 - 60) = 36,84 \cdot 10^5 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$$

Кількість тепла одержаного барометричною водою:

$$Q_4 = G_4 \cdot C_4 \cdot (t_4 - t_3),$$

де, G_4 – витрати барометричної води (60% від витрат стружки);

$$G_4 = 0,6 \cdot 91667 = 55000 \frac{\text{кг}}{\text{год}},$$

$C_4 = 4,1868 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ – питома теплоємність води;

$$Q_4 = 55000 \cdot 4,1868 \cdot (72 - 45) = 62,2 \cdot 10^5 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$$

Кількість тепла, яке потрібно ввести в другу зону:

$$Q_{II} = Q_4 - Q_3 = 62,2 \cdot 10^5 - 36,84 \cdot 10^5 = 25,36 \cdot 10^5 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$$

Баланс тепла дифузії.

Надходження тепла:

- з стружкою $100 \cdot C_1 \cdot t_1 = 100 \cdot 3,77 \cdot 5 = 1,885 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{год}};$

- з жомопресовою водою $40 \cdot C_2 \cdot t_2 = 40 \cdot 3,77 \cdot 72 = 10,858 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{год}};$

- з свіжою водою $60 \cdot C_4 \cdot t_3 = 60 \cdot 4,1868 \cdot 45 = 11,304 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{год}};$

Всього: $Q_{III} = 1,885 \cdot 10^3 + 10,858 \cdot 10^3 + 11,304 \cdot 10^3 = 24,047 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$

Витрати тепла:

- з дифузійним соком $120 \cdot C_2 \cdot t_C = 120 \cdot 3,77 \cdot 30 = 13,57 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{год}};$

- з жомом $80 \cdot C_3 \cdot t_{ж} = 80 \cdot 4,1868 \cdot 60 = 21,1 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{год}};$

Разом: $Q_{IV} = 13,57 \cdot 10^3 + 21,1 \cdot 10^3 = 33,67 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$

Приймаємо втрати тепла через ізоляцію і на випромінювання 10% від тепла, що надходить:

$$Q_v = \frac{Q_{IV} - Q_{III}}{100} \cdot 10 = \frac{33,67 \cdot 10^3 - 24,047 \cdot 10^3}{100} \cdot 10 = 0,96 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{год}},$$

$$\text{Всього: } Q_{VI} = 34,68 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$$

Загальна кількість тепла, яку необхідно ввести в апарат з парою:

$$Q_{VII} = \frac{(Q_{VI} - Q_{III})}{200} \cdot 2 \cdot G_1 = \frac{(34,68 \cdot 10^3 - 24,047 \cdot 10^3)}{200} \cdot 2 \cdot 91667 = 97,47 \cdot 10^5 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$$

Кількість тепла, що затрачається на 100 кг стружки:

$$Q_{100} = \frac{Q_{VII} \cdot 100}{G_1} = \frac{97,47 \cdot 10^5 \cdot 100}{91667} = 10633 \frac{\text{кДж}}{\text{год}}.$$

Витрати пари на весь апарат.

Розрахунок проводжу для найкращого варіанту, коли в усі камери надходить пара під тиском 0,02 МПа і $t = 104^\circ\text{C}$.

Витрата пари:

$$D = \frac{Q_{VII}}{i - i_K},$$

де, $i = 2682 \text{ кДж/кг}$ – ентальпія гріючої пари при тиску 0,02 МПа;

$i_K = 435 \text{ кДж/кг}$ – ентальпія конденсату;

$$D = \frac{97,47 \cdot 10^5}{2682 - 435} = 4,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

Витрати пари на першу зону:

$$D_1 = \frac{Q_I}{i - i_K} = \frac{47,34 \cdot 10^5}{2682 - 435} = 2107 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

Витрати пари на другу зону:

$$D_2 = \frac{Q_{II}}{i - i_K} = \frac{25,36 \cdot 10^5}{2682 - 435} = 1129 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

Визначення внутрішнього діаметра трубопроводу, який підводить пару до апарату:

$$d_{BH} = \sqrt{\frac{4 \cdot D}{3600 \cdot \pi \cdot W \cdot \rho_{пара}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,3 \cdot 10^3}{3600 \cdot 3,14 \cdot 35 \cdot 0,621}} = 0,27 \text{ м},$$

де, D – витрата пари, кг/год;

W – швидкість пари, $W = 35$ м/с;

$\rho_{пара}$ - густина пари при температурі 101°C , $\rho_{пара} = 0,621$ кг/м³.

Визначення необхідної поверхні нагріву:

$$F = \frac{Q_I}{\kappa \cdot \Delta t_{cp}};$$

де, $Q_I = 47,34 \text{ кДж/год} = 47,34 \cdot 10^5 \cdot 1000 / 3600 \text{ Вт}$ – кількість теплоти, яку необхідно підвести в першу зону;

$\kappa = 1230 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ – коефіцієнт теплопередачі від пари до суміші;

Δt_{cp} – середня логарифмічна різниця температур.

$$\Delta t_{cp} = \frac{(T - t_C^I) - (T - t_C^{II})}{2,3 \cdot \lg\left(\frac{T - t_C^I}{T - t_C^{II}}\right)}$$

де, $T = 101^\circ\text{C}$ – температура грючої пари з урахуванням втрат в трубопроводі;

$t_C^I = t_C = 30^\circ\text{C}$ – початкова температура рідини, що нагрівається;

$t_C^{II} = t_4 = 72^\circ\text{C}$ – кінцева температура рідини, що нагрівається;

$$\Delta t_{cp} = \frac{(101 - 30) - (101 - 72)}{2,3 \cdot \lg\left(\frac{101 - 30}{101 - 72}\right)} = 47^\circ\text{C}$$

Отже поверхня нагрівання буде:

$$F = \frac{47,34 \cdot 10^5 \cdot 1000}{1230 \cdot 3600 \cdot 47} = 228 \text{ м}^2.$$

Розрахунок стінок парової рубашки і корпусу

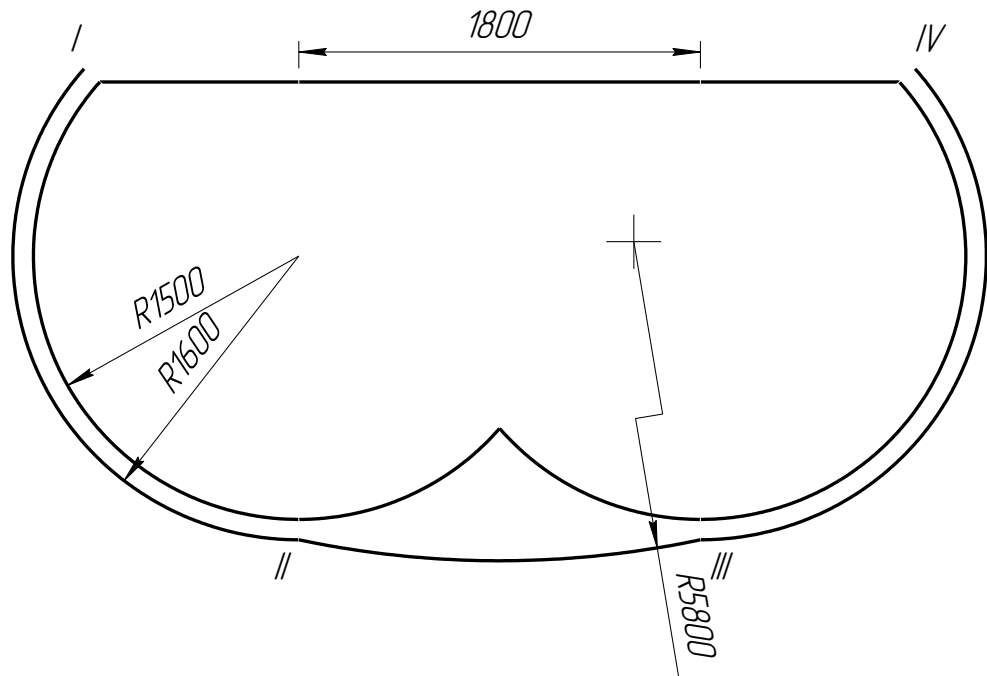


Рисунок 4.2 - Поперечний переріз корпусу і парової камери

Ділянка I-II парової рубашки розраховується як циліндр, що знаходиться під постійним внутрішнім тиском. Тоді товщина парової рубашки визначається за формулою:

$$S = \frac{d_B \cdot P}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - P} + C$$

де $d_B = 3,2 \text{ м}$ – внутрішній діаметр парової рубашки;

$[\sigma] = 1380 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – допустиме напруження для сталі марки Ст. 3 при температурі $115 \text{ }^\circ\text{C}$;

$P = 0,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – розрахунковий (надлишковий) тиск в паровій рубашці;

C – величина прибавок на корозію, ерозію і мінусовий допуск на товщину листа;

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 1 \cdot 10^{-3} + 0 + 0,8 \cdot 10^{-3} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

$\varphi = 0,7$ – коефіцієнт міцності зварного шва в повздовжньому напрямку;

$$S = \frac{3,2 \cdot 0,7 \cdot 10^5}{2 \cdot 1380 \cdot 10^5 \cdot 0,7 - 0,7 \cdot 10^5} + 1,8 \cdot 10^{-3} = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Розраховую ділянку II-III, як циліндр радіусом $5,8 \text{ м}$, за формулою:

$$S' = \frac{d_B \cdot P}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - P} + C,$$

$$S = \frac{11,6 \cdot 0,7 \cdot 10^5}{2 \cdot 1380 \cdot 10^5 \cdot 0,7 - 0,7 \cdot 10^5} + 1,8 \cdot 10^{-3} = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Приймаю товщину стінки парової рубашки рівною $S = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 8 \text{ мм}$.

Розрахунок стінки корпусу.

Корпус розраховую як циліндр, що знаходиться під постійним внутрішнім гідростатичним тиском (тиск сокостружкової суміші) і зовнішнім тиском $0,7 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (тиск пари в паровій рубашці).

Номінальна розрахункова товщина стінки в таких циліндрах з пластичних матеріалів, виходячи з стійкості їх в границях пружності, визначається за формулою:

$$S' = 1,18 \cdot d_B \cdot \left(\frac{P_K}{E_t} \cdot \frac{l_1}{d_B} \right)^{0,4},$$

де $d_B = 3,0 \text{ м}$ – внутрішній діаметр корпусу;

$l_1 = 2,8 \text{ м}$ – розрахункова довжина обичайки;

$E_t = 1,95 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ – модуль пружності матеріалу обичайки при розрахунковій температурі;

$P_H = 0,07 \cdot 10^6 \text{ Па}$ – розрахунковий зовнішній тиск;

$$S' = 1,18 \cdot 3,0 \cdot \left(\frac{0,07 \cdot 10^6}{1,95 \cdot 10^{11}} \cdot \frac{2,8}{3,0} \right)^{0,4} = 0,01 \text{ м}.$$

Товщина стінок з врахуванням прибавки на корозію:

$$S = S' + C,$$

$$S = 10 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-3} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 12 \text{ мм}.$$

Приймаю товщину стінки корпусу $S = 14 \text{ мм}$.

Отже, формула для визначення товщини стінки прийнятна, якщо виконуються умови:

$$1) 1,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (S - C_K)}{d_B}} \leq \frac{l_1}{d_B} \leq \sqrt{\frac{d_B}{2 \cdot (S - C_K)}},$$

$$2) \frac{l_1}{d_B} \geq \frac{0,3 \cdot E_t}{[\sigma]_T} \cdot \sqrt{\left(\frac{2 \cdot (S - C_K)}{d_B}\right)^3}.$$

Отже:

$$1) 1,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (S - C_K)}{d_B}} = 1,5 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (18 - 4) \cdot 10^{-3}}{3,0}} = 0,145;$$

$$\sqrt{\frac{d_B}{2 \cdot (S - C_K)}} = \sqrt{\frac{3,0}{2 \cdot (18 - 4) \cdot 10^{-3}}} = 10,35;$$

$$\frac{l_1}{d_B} = \frac{2,8}{3,0} = 0,933;$$

$$0,145 < 0,933 < 10,35.$$

$$2) \frac{0,3 \cdot E_t}{[\sigma]_T} \cdot \sqrt{\left(\frac{2 \cdot (S - C_K)}{d_B}\right)^3} = \frac{0,3 \cdot 1,95 \cdot 10^{11}}{200 \cdot 10^6} \cdot \sqrt{\left(\frac{2 \cdot (18 - 4) \cdot 10^{-3}}{3,0}\right)^3} = 0,264;$$

$$0,765 > 0,264.$$

Отже, як бачимо, обидві умови виконуються, а це означає, що формули для визначення товщини стінки корпусу прийнятні. Таким чином залишаємо товщину стінки рівною 14 мм.

Розрахунок транспортуючого шнеку

Транспортуючий шнек виготовлений з шести окремих стрічок. Буду розраховувати кожну стрічку як окремий шнек. Позначення стрічок проводжу цифрами, починаючи з найбільшої.

Вихідні дані:

- продуктивність $A = 2000 \text{ т/добу} = 24,15 \text{ кг/с}$;
- коефіцієнт внутрішнього тертя продукту $f = 0,3$;
- густина продукту 600 кг/м^3 ;
- крок шнеку $H = 952 \text{ мм} = 0,952 \text{ м}$.

Таблиця 4.1

	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Зовнішній діаметр стрічки шнеку D, м</i>	2,9	2,44	1,98	1,52	1,06	0,6
<i>Внутрішній діаметр стрічки шнеку D, м</i>	2,72	2,26	1,8	1,34	0,88	0,42

Розрахунок.

Кут підйому гвинтової лінії на зовнішній стороні шнеку і на внутрішній обчислюю за формулою:

$$\alpha_D = \operatorname{arctg}\left(\frac{H}{\pi \cdot D}\right)$$

1. $\alpha_D = \operatorname{arctg}\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 2,9}\right) = 5^{\circ}58'$;
2. $\alpha_D = \operatorname{arctg}\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 2,44}\right) = 7^{\circ}5'$;
3. $\alpha_D = \operatorname{arctg}\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 1,98}\right) = 8^{\circ}43'$;
4. $\alpha_D = \operatorname{arctg}\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 1,52}\right) = 11^{\circ}17'$;
5. $\alpha_D = \operatorname{arctg}\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 1,06}\right) = 15^{\circ}58'$;
6. $\alpha_D = \operatorname{arctg}\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 0,6}\right) = 24^{\circ}49'$.

$$\alpha_d = \operatorname{arctg}\left(\frac{H}{\pi \cdot d}\right)$$

1. $\alpha_d = \operatorname{arctg}\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 2,72}\right) = 6^{\circ}22'$;

$$2. \alpha_d = \arctg\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 2,26}\right) = 7^{\circ}46';$$

$$3. \alpha_d = \arctg\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 1,8}\right) = 9^{\circ}34';$$

$$4. \alpha_d = \arctg\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 1,34}\right) = 12^{\circ}45';$$

$$5. \alpha_d = \arctg\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 0,88}\right) = 19^{\circ}4';$$

$$6. \alpha_d = \arctg\left(\frac{0,952}{\pi \cdot 0,42}\right) = 31^{\circ}21'.$$

Середнє значення кута підйому гвинтових ліній витків шнеку обчислюю за формулою:

$$\alpha_{cp} = 0,5 \cdot (\alpha_D + \alpha_d)$$

$$1. \alpha_{cp} = 0,5 \cdot (5^{\circ}58' + 6^{\circ}22') = 6^{\circ}10' = 6,17^{\circ};$$

$$2. \alpha_{cp} = 0,5 \cdot (7^{\circ}5' + 7^{\circ}46') = 7^{\circ}25' = 7,42^{\circ};$$

$$3. \alpha_{cp} = 0,5 \cdot (8^{\circ}43' + 9^{\circ}34') = 9^{\circ}8' = 9,13^{\circ};$$

$$4. \alpha_{cp} = 0,5 \cdot (11^{\circ}17' + 12^{\circ}45') = 12^{\circ}1' = 12,02^{\circ};$$

$$5. \alpha_{cp} = 0,5 \cdot (15^{\circ}58' + 19^{\circ}4') = 17^{\circ}31' = 17,52^{\circ};$$

$$6. \alpha_{cp} = 0,5 \cdot (26^{\circ}49' + 31^{\circ}21') = 29^{\circ}5' = 29,08^{\circ}.$$

Для полегшення розрахунку попередньо обчислюю додаткові величини:

$$1. \cos^2 6,17^{\circ} = 0,9885; \quad 1. \operatorname{tg} 6,17^{\circ} = 0,1081; \quad 1.$$

$$\sin(2 \cdot 6,17^{\circ}) = 0,2137;$$

$$2. \cos^2 7,42^{\circ} = 0,9833; \quad 2. \operatorname{tg} 7,42^{\circ} = 0,1302; \quad 2.$$

$$\sin(2 \cdot 7,42^{\circ}) = 0,2561;$$

$$3. \cos^2 9,13^{\circ} = 0,9748; \quad 3. \operatorname{tg} 9,13^{\circ} = 0,1607; \quad 3.$$

$$\sin(2 \cdot 9,13^{\circ}) = 0,3133;$$

$$4. \cos^2 12,02^{\circ} = 0,9566; \quad 4. \operatorname{tg} 12,02^{\circ} = 0,2129; \quad 4.$$

$$\sin(2 \cdot 12,02^\circ) = 0,4074;$$

$$5. \cos^2 17,52^\circ = 0,9094; \quad 5. \operatorname{tg} 17,52^\circ = 0,3157; \quad 5.$$

$$\sin(2 \cdot 17,52^\circ) = 0,5742;$$

$$6. \cos^2 29,08^\circ = 0,7638; \quad 6. \operatorname{tg} 29,08^\circ = 0,5561; \quad 6.$$

$$\sin(2 \cdot 29,08^\circ) = 0,8495.$$

Після цього розраховую коефіцієнт втомлюваності частинок матеріалу в осьовому напрямку за формулою:

$$K_0 = 1 - (\cos^2 \alpha_{cp} - 0,5 \cdot f \cdot \sin(2 \cdot \alpha_{cp})),$$

$$1. K_0 = 1 - (0,9885 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,2137) = 0,044;$$

$$2. K_0 = 1 - (0,9833 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,2561) = 0,055;$$

$$3. K_0 = 1 - (0,9748 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,3133) = 0,072;$$

$$4. K_0 = 1 - (0,9566 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,4074) = 0,105;$$

$$5. K_0 = 1 - (0,9094 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,5742) = 0,176;$$

$$6. K_0 = 1 - (0,7638 - 0,5 \cdot 0,3 \cdot 0,8495) = 0,336.$$

Згинальний момент в витку шнека по зовнішньому контуру обчислюю за виразом:

$$M_{зг} = \frac{P_{max} \cdot D^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot a^{-4} - 1,2 \cdot a^{-2} - 5,2 \cdot \ln a}{1,3 + 0,7 \cdot a^{-2}},$$

де $P_{max} = 150 \text{ кПа}$ – максимальний тиск;

$$a = D/d.$$

$$1. a = 2,9/2,72 = 1,07;$$

$$2. a = 2,44/2,26 = 1,08;$$

$$3. a = 1,98/1,8 = 1,1;$$

$$4. a = 1,52/1,34 = 1,13;$$

$$5. a = 1,06/0,88 = 1,2;$$

$$6. a = 0,6/0,42 = 1,43.$$

Отже:

1.

$$M_{32} = \frac{0,15 \cdot 10^6 \cdot 2,9^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 1,07^{-4} - 1,2 \cdot 1,07^{-2} - 5,2 \cdot \ln 1,07}{1,3 + 0,7 \cdot 1,07^{-2}} = -699,32 H \cdot m ;$$

2.

$$M_{32} = \frac{0,15 \cdot 10^6 \cdot 2,44^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 1,08^{-4} - 1,2 \cdot 1,08^{-2} - 5,2 \cdot \ln 1,08}{1,3 + 0,7 \cdot 1,08^{-2}} = -638,93 H \cdot m ;$$

$$3. M_{32} = \frac{0,15 \cdot 10^6 \cdot 1,98^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 1,1^{-4} - 1,2 \cdot 1,1^{-2} - 5,2 \cdot \ln 1,1}{1,3 + 0,7 \cdot 1,1^{-2}} = -639,79 H \cdot m ;$$

4.

$$M_{32} = \frac{0,15 \cdot 10^6 \cdot 1,52^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 1,13^{-4} - 1,2 \cdot 1,13^{-2} - 5,2 \cdot \ln 1,13}{1,3 + 0,7 \cdot 1,13^{-2}} = -612,93 H \cdot m ;$$

$$5. M_{32} = \frac{0,15 \cdot 10^6 \cdot 1,06^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 1,2^{-4} - 1,2 \cdot 1,2^{-2} - 5,2 \cdot \ln 1,2}{1,3 + 0,7 \cdot 1,2^{-2}} = -645,79 H \cdot m ;$$

6.

$$M_{32} = \frac{0,15 \cdot 10^6 \cdot 0,6^2}{32} \cdot \frac{1,9 - 0,7 \cdot 1,43^{-4} - 1,2 \cdot 1,43^{-2} - 5,2 \cdot \ln 1,43}{1,3 + 0,7 \cdot 1,43^{-2}} = -733,75 H \cdot m .$$

Витки шнека виготовлені з сталі 30. Для цієї сталі допустиме напруження при згині $\sigma_{32} = 130 \cdot 10^6 \text{ Па}$. Тоді товщина витка шнеку буде:

$$\delta = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{32}}{\sigma_{32}}} ,$$

$$1. \delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 699,32}{130 \cdot 10^6}} = 0,0056 \text{ м} ;$$

$$2. \delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 638,93}{130 \cdot 10^6}} = 0,0054 \text{ м} ;$$

$$3. \delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 639,79}{130 \cdot 10^6}} = 0,0054 \text{ м} ;$$

$$4. \delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 612,93}{130 \cdot 10^6}} = 0,0053 \text{ м} ;$$

$$5. \delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 645,79}{130 \cdot 10^6}} = 0,0055 \text{ м} ;$$

$$6. \delta = \sqrt{\frac{6 \cdot 733,75}{130 \cdot 10^6}} = 0,0058 \text{ м} .$$

Приймаю товщину шнеку 12 мм (0,012 м).

Довжину розгорток гвинтових ліній обчислюю за формулами:

$$l = \sqrt{H^2 + (\pi \cdot d)^2}$$

$$1. l = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 2,72)^2} = 8,59 \text{ м};$$

$$2. l = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 2,26)^2} = 7,16 \text{ м};$$

$$3. l = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 1,8)^2} = 5,73 \text{ м};$$

$$4. l = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 1,34)^2} = 4,31 \text{ м};$$

$$5. l = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 0,88)^2} = 2,97 \text{ м};$$

$$6. l = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 0,42)^2} = 1,49 \text{ м}.$$

$$L = \sqrt{H^2 + (\pi \cdot D)^2},$$

$$1. L = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 2,9)^2} = 9,16 \text{ м};$$

$$2. L = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 2,44)^2} = 7,72 \text{ м};$$

$$3. L = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 1,98)^2} = 6,29 \text{ м};$$

$$4. L = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 1,52)^2} = 4,87 \text{ м};$$

$$5. L = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 1,06)^2} = 3,46 \text{ м};$$

$$6. L = \sqrt{0,952^2 + (\pi \cdot 0,6)^2} = 2,11 \text{ м}.$$

Площа поверхні шнеку по довжині одного кроку буде:

$$F_{III} = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\pi \cdot D \cdot L - \pi \cdot d \cdot l + H^2 \cdot \ln \left[\frac{D + 2 \cdot L}{d + 2 \cdot l} \right] \right),$$

$$1. F_{III} = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\pi \cdot 2,9 \cdot 9,16 - \pi \cdot 2,72 \cdot 8,59 + 0,952^2 \cdot \ln \left[\frac{2,9 + 2 \cdot 9,16}{2,72 + 2 \cdot 8,59} \right] \right) = 0,804 \text{ м}^2;$$

$$2. F_{III} = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\pi \cdot 2,44 \cdot 7,72 - \pi \cdot 2,26 \cdot 7,16 + 0,952^2 \cdot \ln \left[\frac{2,44 + 2 \cdot 7,72}{2,26 + 2 \cdot 7,16} \right] \right) = 0,669 \text{ м}^2;$$

$$3. F_{III} = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\pi \cdot 1,98 \cdot 6,29 - \pi \cdot 1,8 \cdot 5,73 + 0,952^2 \cdot \ln \left[\frac{1,98 + 2 \cdot 6,29}{1,8 + 2 \cdot 5,73} \right] \right) = 0,541 \text{ м}^2;$$

$$4. F_{III} = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\pi \cdot 1,52 \cdot 4,87 - \pi \cdot 1,34 \cdot 4,31 + 0,952^2 \cdot \ln \left[\frac{1,52 + 2 \cdot 4,87}{1,34 + 2 \cdot 4,31} \right] \right) = 0,419 \text{ м}^2 ;$$

$$5. F_{III} = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\pi \cdot 1,06 \cdot 3,46 - \pi \cdot 0,88 \cdot 2,97 + 0,952^2 \cdot \ln \left[\frac{1,06 + 2 \cdot 3,46}{0,88 + 2 \cdot 2,97} \right] \right) = 0,275 \text{ м}^2 ;$$

$$6. F_{III} = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\pi \cdot 0,6 \cdot 2,11 - \pi \cdot 0,42 \cdot 1,49 + 0,952^2 \cdot \ln \left[\frac{0,6 + 2 \cdot 2,11}{0,42 + 2 \cdot 1,49} \right] \right) = 0,155 \text{ м}^2 .$$

Обчислюю площу внутрішньої циліндричної поверхні корпусу пристрою по довжині кроку:

$$F_B = \pi \cdot D \cdot (H - \delta),$$

$$1. F_B = \pi \cdot 2,9 \cdot (0,952 - 0,012) = 8,56 \text{ м}^2 ;$$

$$2. F_B = \pi \cdot 2,44 \cdot (0,952 - 0,012) = 7,2 \text{ м}^2 ;$$

$$3. F_B = \pi \cdot 1,98 \cdot (0,952 - 0,012) = 5,84 \text{ м}^2 ;$$

$$4. F_B = \pi \cdot 1,52 \cdot (0,952 - 0,012) = 4,49 \text{ м}^2 ;$$

$$5. F_B = \pi \cdot 1,06 \cdot (0,952 - 0,012) = 3,13 \text{ м}^2 ;$$

$$6. F_B = \pi \cdot 0,6 \cdot (0,952 - 0,012) = 1,77 \text{ м}^2 .$$

Як бачимо, умова шнеку виконується $F_{III} < F_B$.

Крутний момент при двох працюючих витках шнеку знаходимо за формулою:

$$M_{KP} = 0,131 \cdot n \cdot P_{max} \cdot (D^3 - d^3) \cdot \text{tg} \alpha_{cp},$$

$$1. M_{KP} = 0,131 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 10^6 \cdot (2,9^3 - 2,72^3) \cdot 0,1081 = 18120 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

$$2. M_{KP} = 0,131 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 10^6 \cdot (2,44^3 - 2,26^3) \cdot 0,1302 = 15267 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

$$3. M_{KP} = 0,131 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 10^6 \cdot (1,98^3 - 1,8^3) \cdot 0,1607 = 12192 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

$$4. M_{KP} = 0,131 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 10^6 \cdot (1,52^3 - 1,34^3) \cdot 0,2129 = 9251 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

$$5. M_{KP} = 0,131 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 10^6 \cdot (1,06^3 - 0,88^3) \cdot 0,3157 = 6321 \text{ Н} \cdot \text{м} ;$$

$$6. M_{KP} = 0,131 \cdot 2 \cdot 0,15 \cdot 10^6 \cdot (0,6^3 - 0,42^3) \cdot 0,5561 = 3102 \text{ Н} \cdot \text{м} .$$

Осьове зусилля тоді буде:

$$S = 0,392 \cdot n \cdot (D^2 - d^2) \cdot P_{max},$$

1. $S = 0,392 \cdot 2 \cdot (2,9^2 - 2,72^2) \cdot 0,15 \cdot 10^6 = 118964H$;
2. $S = 0,392 \cdot 2 \cdot (2,44^2 - 2,26^2) \cdot 0,15 \cdot 10^6 = 99489H$;
3. $S = 0,392 \cdot 2 \cdot (1,98^2 - 1,8^2) \cdot 0,15 \cdot 10^6 = 80015H$;
4. $S = 0,392 \cdot 2 \cdot (1,52^2 - 1,34^2) \cdot 0,15 \cdot 10^6 = 60541H$;
5. $S = 0,392 \cdot 2 \cdot (1,06^2 - 0,88^2) \cdot 0,15 \cdot 10^6 = 41066H$;
6. $S = 0,392 \cdot 2 \cdot (0,6^2 - 0,42^2) \cdot 0,15 \cdot 10^6 = 21591H$.

Приймаючи коефіцієнт заповнення рівним одиниці, з рівняння отримаємо кутову швидкість шнеку:

$$\omega = \frac{A}{0,125 \cdot (D^2 - d^2) \cdot (H - \delta) \cdot (1 - K_0) \cdot \rho \cdot \varphi}$$

1. $\omega = \frac{24,15}{0,125 \cdot (2,9^2 - 2,72^2) \cdot (0,952 - 0,012) \cdot (1 - 0,044) \cdot 600 \cdot 1} = 0,354c^{-1}$;
2. $\omega = \frac{24,15}{0,125 \cdot (2,44^2 - 2,26^2) \cdot (0,952 - 0,012) \cdot (1 - 0,055) \cdot 600 \cdot 1} = 0,429c^{-1}$;
3. $\omega = \frac{24,15}{0,125 \cdot (1,98^2 - 1,8^2) \cdot (0,952 - 0,012) \cdot (1 - 0,072) \cdot 600 \cdot 1} = 0,543c^{-1}$;
4. $\omega = \frac{24,15}{0,125 \cdot (1,52^2 - 1,34^2) \cdot (0,952 - 0,012) \cdot (1 - 0,105) \cdot 600 \cdot 1} = 0,733c^{-1}$;
5. $\omega = \frac{24,15}{0,125 \cdot (1,06^2 - 0,88^2) \cdot (0,952 - 0,012) \cdot (1 - 0,176) \cdot 600 \cdot 1} = 1,19c^{-1}$;
6. $\omega = \frac{24,15}{0,125 \cdot (0,6^2 - 0,42^2) \cdot (0,952 - 0,012) \cdot (1 - 0,336) \cdot 600 \cdot 1} = 2,8c^{-1}$.

Тепер визначаю розміри заготовок витків і їх кількість. Довжина шнеку $4 \cdot 952 = 3808$ мм. Ширину шнеку визначу з залежності:

$$b = 0,5 \cdot (D - d)$$

1. $b = 0,5 \cdot (2,9 - 2,72) = 0,09m$;
2. $b = 0,5 \cdot (2,44 - 2,26) = 0,09m$;
3. $b = 0,5 \cdot (1,98 - 1,8) = 0,09m$;
4. $b = 0,5 \cdot (1,52 - 1,34) = 0,09m$;
5. $b = 0,5 \cdot (1,06 - 0,88) = 0,09m$;

$$6. b = 0,5 \cdot (0,6 - 0,42) = 0,09 \text{ м.}$$

Кут вирізу в кільці заготовки буде:

$$\alpha_0 = 2 \cdot \pi - \left(\frac{L-l}{b} \right),$$

$$1. \alpha_0 = 2 \cdot \pi - \left(\frac{9,16 - 8,59}{0,09} \right) = 0,053 \text{ рад} = 3^{\circ} 02';$$

$$2. \alpha_0 = 2 \cdot \pi - \left(\frac{7,72 - 7,16}{0,09} \right) = 0,057 \text{ рад} = 3^{\circ} 16';$$

$$3. \alpha_0 = 2 \cdot \pi - \left(\frac{6,29 - 5,73}{0,09} \right) = 0,057 \text{ рад} = 3^{\circ} 16';$$

$$4. \alpha_0 = 2 \cdot \pi - \left(\frac{4,87 - 4,31}{0,09} \right) = 0,057 \text{ рад} = 3^{\circ} 16';$$

$$5. \alpha_0 = 2 \cdot \pi - \left(\frac{3,46 - 2,97}{0,09} \right) = 0,836 \text{ рад} = 47^{\circ} 55';$$

$$6. \alpha_0 = 2 \cdot \pi - \left(\frac{2,11 - 1,49}{0,09} \right) = 0,609 \text{ рад} = 34^{\circ} 54'.$$

Діаметр кільця визначаю за формулою:

$$1. \text{ зовнішнього: } D_0 = \frac{2 \cdot L}{2 \cdot \pi - \alpha_0},$$

$$1. D_0 = \frac{2 \cdot 9,16}{2 \cdot \pi - 0,053} = 2,942 \text{ м};$$

$$2. D_0 = \frac{2 \cdot 7,72}{2 \cdot \pi - 0,057} = 2,481 \text{ м};$$

$$3. D_0 = \frac{2 \cdot 6,29}{2 \cdot \pi - 0,057} = 2,022 \text{ м};$$

$$4. D_0 = \frac{2 \cdot 4,87}{2 \cdot \pi - 0,057} = 1,565 \text{ м};$$

$$5. D_0 = \frac{2 \cdot 3,46}{2 \cdot \pi - 0,836} = 1,272 \text{ м};$$

$$6. D_0 = \frac{2 \cdot 2,11}{2 \cdot \pi - 0,609} = 0,744 \text{ м};$$

$$2. \text{ внутрішнього: } d_0 = \frac{2 \cdot l}{2 \cdot \pi - \alpha_0},$$

$$1. d_0 = \frac{2 \cdot 8,59}{2 \cdot \pi - 0,053} = 2,759 \text{ м};$$

$$2. d_0 = \frac{2 \cdot 7,16}{2 \cdot \pi - 0,057} = 2,301 \text{ м};$$

$$3. d_0 = \frac{2 \cdot 5,73}{2 \cdot \pi - 0,057} = 1,842 \text{ м};$$

$$4. d_0 = \frac{2 \cdot 4,31}{2 \cdot \pi - 0,057} = 1,385 \text{ м};$$

$$5. d_0 = \frac{2 \cdot 2,97}{2 \cdot \pi - 0,836} = 1,092 \text{ м};$$

$$6. d_0 = \frac{2 \cdot 1,49}{2 \cdot \pi - 0,609} = 0,525 \text{ м}.$$

Кільце-заготовку витка шнека показано на рис. 6.3.

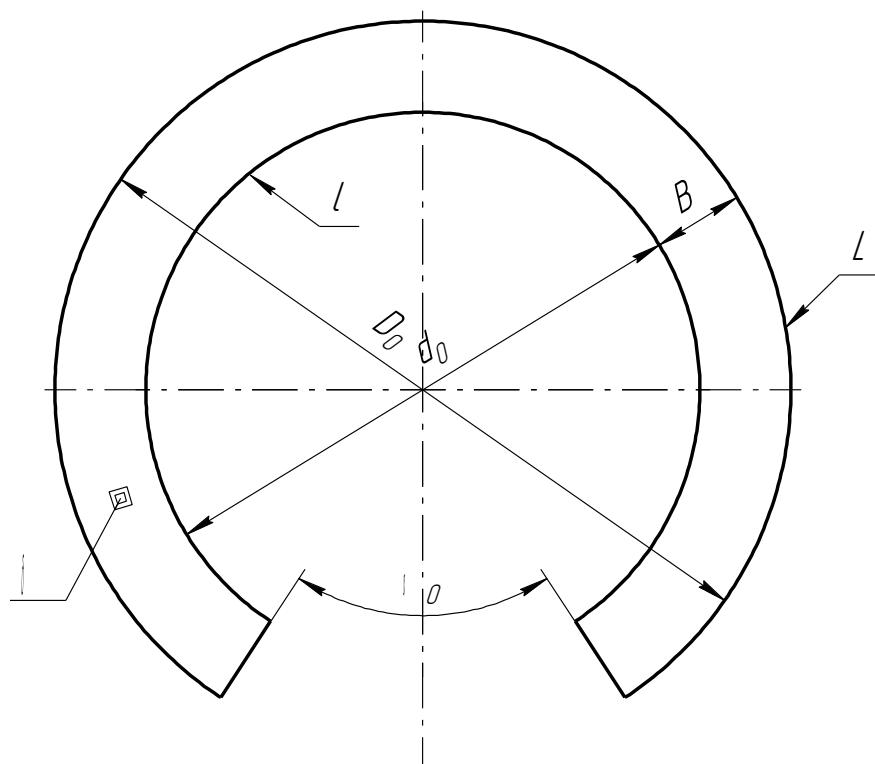


Рисунок 4.3 - Кільце-заготовка витка шнеку

4.2. Підбір конструкційних матеріалів

Вибір матеріалів, які використовуються в харчовому машинобудуванні при виготовленні апаратів даного типу обумовлений наступними основними факторами:

- допустимістю безпечного контакту з харчовими продуктами;
- вимогами до надійності та довговічності устаткування;
- економічною доцільністю застосування;

При проектуванні апаратів та машин харчового машинобудування ці завдання виконуються шляхом застосування таких конструкційних матеріалів, що дозволені для контакту з харчовими продуктами, використання більш дешевих матеріалів, які відповідають конструкційним вимогам, а також поєднанням таких пар конструкційних матеріалів, які забезпечують найменше зношувань поверхонь тертя з можливих.

Вихід деталей і вузлів з ладу в результаті зношування можуть призвести до простою обладнання, що являється негативним наслідком.

Довговічність апарату, головним чином, визначається зносостійкістю деталей, тому основним шляхом збільшення надійності роботи апарата та терміну служби є підвищення зносостійкості поверхонь тертя деталей. По мірі зношення деталей збільшуються зазори в парах тертя, виникає вібрація, порушується нормальна робота апарата, ударні впливи на поверхні деталей.

Для правильного вибору конструкційних матеріалів, перш за все, з'ясувують характер навантаження на елементи конструкції, а також умови середовища, в яких ці елементи працюють. Характер навантажень, в яких перебувають конструкційні елементи похилого дифузійного апарату, в основному, зумовлений силами згину, тертя і кручення.

Матеріали корпусу і всієї транспортної системи, перебувають в кислотному середовищі сокостружкової суміші з $pH=7,5$ і піддаються абразивному, механічному і корозійному зносу.

Проаналізуємо вплив різних факторів, з огляду на це, на роботу основних вузлів і деталей дифузійного апарату для визначення матеріалу,

який необхідно застосувати та його марки. Важливе значення для такого вибору є також економічні фактори (коштовність матеріалу, вимоги довговічності, дизайну, фінансові можливості замовника, екології і т. ін.).

Виділимо основні одиниці конструкції: корпус дифузії, шнеки і його елементи (стрічки, ребра жорсткості, стійки), трубовал, приводні зірочки, завантажувальний бункер, розвантажувальний, приводний ланцюг, втулки проміжних підшипників (вкладиші).

Корпус дифузійного апарату виготовляють з сталі звичайної якості СтЗ ДСТУ 2651:2005. В головній частині корпусу можлива обробка спеціальними покриттям для зменшення абразивного і корозійного зносу.

Секції трубовалу – сталеві безшовні гарячекатані труби ДСТУ 3667-97. Основне навантаження – це згин і кручення. З такого ж матеріалу виготовляють і стійки елементів транспортуючого шнеку. Вони працюють на згин і схильні до абразивного і корозійного зносу.

Ребра жорсткості і стрічки виготовлені з полосової сталі ДСТУ 4747:2007.

Транспортування сировини - основна функція стрічок, тому вплив на них корозійного і абразивного зносу достатньо значний. Ребра жорсткості встановлюють з того ж матеріалу ДСТУ 4747:2007.

Завантажувальний бункер і розвантажувальний пристрій (черпачне колесо) як правило виготовляють з листової конструкційної гарячекатаної сталі ДСТУ 4747:2007.

Матеріал приводних зірочок – Сталь 30Л.

Для приводних ланцюгів застосовують конструкційну леговану сталь марки 30ХГСА з термообробкою.

Вкладиші (втулки проміжних підшипників) можливо виготовити з БрОЦ10-2 ДСТУ 2776-94, але останнім часом застосовують більш сучасний полімерний матеріал капролон (полиамид 6 блочный, ПА 6 ТУ 6-05-998-93), який майже вдвічі перевищує показники бронзи за своїми характеристиками. Полиамид 6 випускається двох марок:

Капролон А використовується у виробництві відповідальних деталей в авіабудуванні.

Капролон Б знаходить застосування під час виробництва конструкційних деталей у машинобудуванні, приладобудуванні.

Робоча температура знаходиться в діапазоні $-40...+70$ °С. Короткочасна експлуатація можлива при температурі від -60 до $+120$ °С. Капролон відноситься до горючих матеріалів з температурою займання $+395$ градусів за Цельсієм та температурою самозаймання $+440$ °С. При температурі понад $+300$ °С поліамід 6 починає розкладатися.

Решта деталей і одиниць підбирають згідно каталогів (двигуни, редуктори); для опор, постаменту, огорож і т. ін. застосовуємо фасонний прокат (двотаврові балки, кутники, швелери); штуцери, деталікріплення підбирають за відповідними каталогами.

4.3. Технологія машинобудування

Аналіз призначення виробу і технологічність його конструкції

Шнек призначений для транспортування бурякової стружки вздовж жолобчастого, нахилоного корпусу. Деталь встановлюється в дифузійний апарат нахилоного типу.

Механізм складається з наступних основних деталей: вал, опори, стойки, завиток, привідні вали, опорні муфти.

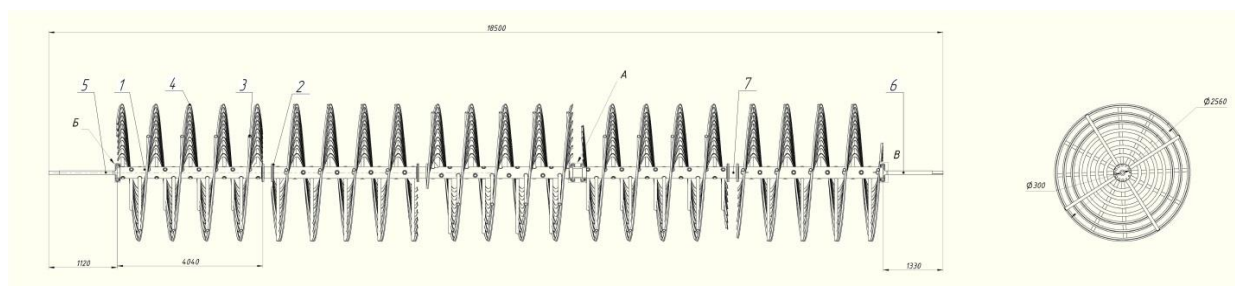


Рисунок 4.4 - Шнек дифузійного апарату

Виріб в цілому має просту компоновку і просте конструктивне рішення, не викликає утруднення при збірці. Конструкція виробу допускає можливість його складання з попередньо зібраних вузлів.

Базова деталь виробу має технологічну базу, що забезпечує його достатню стійкість в процесі складання. Уніфікація кріпильних та інших деталей сприяє скороченню номенклатури складальних інструментів і більш ефективному використанню засобів механізації складальних робіт. При конструюванні виробу забезпечується можливість вільного підведення

Таблиця 4.2 - Розмірний аналіз складальних розмірних ланцюгів (рис.4.5)

Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей
1	Вал	5
2	Фланці	20
3	Кріпильна стійка	90
4	Завиток	5
5	Привідний вал	1
6	Привідний вал	1
7	Опорна муфта	5

Для розмірного аналізу виберемо складальний розмірний ланцюг, замикаючою ланкою Δ , яка є зазором між фланцями.

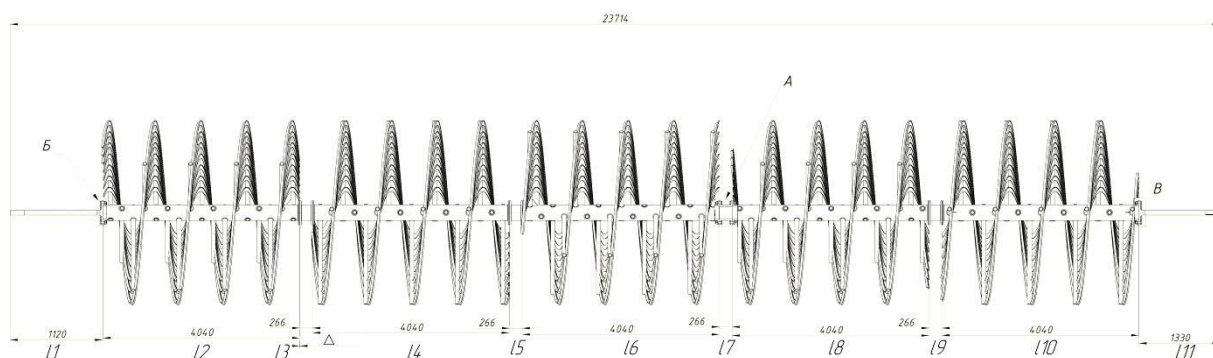


Рисунок 4.5 - Розмірні ланцюги

Допуск на розмір замикаючої ланки: $T_{\Delta}=1\text{ мм}$.

Поле допуску всіх ланцюгів становитиме: $IT=12$. $T_d=0.4\text{ мм}$.

Ланка	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	l ₇	l ₈	l ₉	l ₁₀	l ₁₁	L ₁₂
A _{min}	1119.8	4039,8	265,8	4039,8	265,8	4039,8	265,8	4039,8	265,8	4039,8	1329,8	23713.8
A _{max}	1120.2	4040.2	266.2	4040.2	266.2	4040.2	266.2	4040.2	266.2	4040.2	1330.2	23714.2

$$\Delta_{min} = 2\text{мм}; \Delta_{max} = 2\text{мм}.$$

Технологічна схема складання виробу

Конструкція механізму має один складальний вузол, який можливо збирати незалежно один від одного, тому можлива вузлова зборка виробу. Таким чином можливе одночасне приєднання декількох вузлів до базового елемента через його конструкцію.

При послідовному з'єднанні можлива механізація процесу складання. Більшість кріпильних виробів - стандартні, що дозволяє застосовувати простий інструмент.

В даному виробі основним базовим елементом є шнек, до якого приєднуються всі деталі і вузли.

Технологічна схема збірки показує, в якій послідовності необхідно приєднувати і закріплювати один до одного елементи, з яких збирається виріб. Такими елементами є деталі, комплекти, вузли, підвузли та складальні одиниці.

Під деталлю при складанні збірки розуміють первинний елемент виробу (базова деталь), характерною ознакою якого є відсутність в ньому роз'ємних і нероз'ємних з'єднань. Складальна ж одиниця являє собою елемент виробу, що складається з двох або більше деталей, з'єднаних в одне ціле, не роз'єднується при зміні положення у вузлі. Характерним відмінною ознакою складальної одиниці є - можливість її складання незалежно від інших елементів виробу.

Для складання технологічної схеми збірки всі складальні одиниці, що входять у виріб умовно розділимо на групи і підгрупи. Групою будемо вважати складальну одиницю, що входить у виріб.

Технологічну схему зборки складаємо на основі складального креслення виробу, яка показує, в якій послідовності необхідно приєднувати один до одного елементи, з яких складається виріб.

Кожен елемент виробу будемо зображати у вигляді прямокутника розділеного на три частини. У його верхній частині дається найменування виробу, в лівій нижній частині вказуємо числовий індекс, що відповідає номеру цього елемента на складальному кресленні та згідно прийнятої специфікації, у правій нижній частині кількість приєднувальних елементів. Порядок складання технологічної схеми зборки починаємо з призначення базового елемента. Базовим елементом назвемо деталь, з якої починаємо зборку виробу.

Такий алгоритм складання технологічної схеми полегшує подальше проектування технологічного процесу складання, дозволяє оцінити технологічність конструкції виробу з точки зору можливості розчленування збірки на загальну і вузлову, і гарантує від пропуску деталей, що входять у виріб.

Розроблена технологічна схема збірки шнеків дифузійного апарату представлена на аркуші формату А1 графічної частини дипломного проекту.

При складанні виробу в якості базового елемента на початковому етапі застосовують вал шнека, що базується на нижній опорній площині. Для реалізації направляючої та опорної баз використовуємо отвори в крайніх частинах валу, призначені для кріплення шнеків між собою, утворюючи готовий шнек.

Таблиця 4.3 - Технологічний маршрут процесу складання.

№ операції	Операція	Зміст операції, переходів
10	Закріпити вал 1 на стенді	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити вал в пристосування 2. Приварити фланці 3. Запресувати опорні стійки 4. Обварити опоні стійки 5. Приварити опорні пластини 6. Позиціювати положення завитків 7. Обварити завитки 8. Перемістити корпус на наступну позицію
20	Приєднати привідний вал 6, опорну муфту 3, на шнек 5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити шнек на рівну поверхню 2. Приєднати привідний вал 3. Приєднади опорну муфту 5. Перемістити вал на наступну позицію
20.1	Закріпити шнек в корпус апарата	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити в вал в пристосування для крана 2. Встановити вал в корпус апарата 3. Закріпити шнек 5. Перейти до іншої операції
30	Приєднати опорну муфту 10, на шнек 9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити шнек на рівну поверхню 2. Приєднади опорну муфту 3. Перемістити вал на наступну позицію
30.1	Закріпити шнек в корпус апарата, приєднати до опорної муфти 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити в вал в пристосування для крана 2. Встановити вал в корпус апарата 3. Приєднати опорну муфту 3. Закріпити шнек 5. Перейти до іншої операції
40	Приєднати опорну муфту 12, на шнек 11	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити встановити шнек на рівну поверхню 2. Приєднади опорну муфту 3. Перемістити вал на наступну позицію
40.1	Закріпити шнек в корпус апарата, приєднати до опорної муфти 10	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити в вал в пристосування для крана 2. Встановити вал в корпус апарата 3. Приєднати опорну муфту 3. Закріпити шнек 5. Перейти до іншої операції

50	Приєднати опорну муфту 14, на шнек 11	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити шнек на рівну поверхню 2. Приєднади опорну муфту 3. Перемістити вал на наступну позицію
50.1	Закріпити шнек в корпус апарата, приєднати до опорної муфти 12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити в вал в пристосування для крана 2. Встановити вал в корпус апарата 3. Приєднати опорну муфту 3. Закріпити шнек 5. Перейти до іншої операції
60	Приєднати привідний вал 4, на шнек 15	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити шнек на рівну поверхню 2. Приєднати привідний вал 3. Перемістити вал на наступну позицію
60.1	Закріпити шнек в корпус апарата, приєднати до опорної муфти 14	<ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити в вал в пристосування для крана 2. Встановити вал в корпус апарата 3. Приєднати опорну муфту 3. Закріпити шнек 5. Перейти до іншої операції
70	Слюсарні роботи	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зачистити поверхні шнека 2. Затянути кріплення шнека 3. Фарбувати 4. Консервувати

4.4. Правила монтажу та технічного сервісу модернізованого обладнання

Монтаж дифузійної установки

Установка складається з опор (постаменту); корпусу апарату, всередині якого знаходяться два паралельних транспортуючих шнека, що розташовані уздовж корпусу; нижнього і верхнього приводу шнеків; розвантажувального пристрою та його приводу; площадок для обслуговування і сходів; систем змащення верхнього і нижнього приводів; системи подачі формаліну, антипінних речовини; станції густого змащування; системи трубопроводів; магнітної станції; пульта управління та щита (рис.4.6).

Кожен з шнеків приводиться в обертання електродвигуном через редуктор та систему шестерень, шнеки обертаються синхронно. Синхронність досягається зачепленням шестерень, насаджених на вали шнеків.

Розвантажувальний пристрій складається з шнеків, корпусу із бункером, і привода.

Монтаж починають із встановлення восьми стійок опорт стріловим краном. Після вивірки теодолітом стійок встановлюють під заливку фундаментні болти. Поздовжні балки встановлюють після затвердіння бетону, закріплюють їх болтами, вварюють поперечні зв'язку і розкоси. Вивіряють і зварюють постамент. Після цього, починаючи з верхнього торця, приступають до зварювання корпусу апарату.

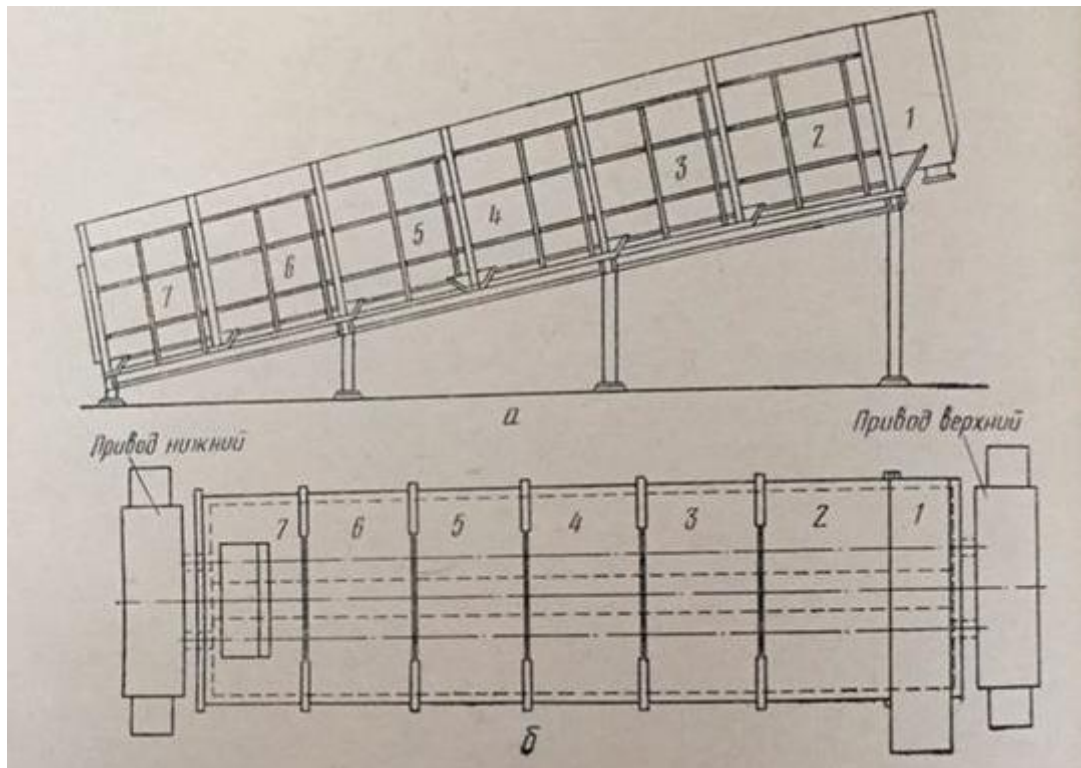


Рисунок 4.6 - Схема збірки секцій корпусу дифузійного апарату:
а-нижні секції; б-верхні секції

На монтажному майданчику попередньо зварюють першу і другу секції, краном встановлюють на постамент та закріплюють болтами. Отвори опорних шпангоутів і постаменту з'єднують за допомогою оправлення. Встановлюють третю секцію на постамент, стикують її з першими двома, вивіряють і прихоплюють. Останні чотири секції монтує аналогічно. Після встановлення всіх секцій проводять вивірку нижньої частини корпусу, кріплять болтами до постаменту і зварюють між собою секції. Встановлюють картери приводів, опори шнеків в корпусі, вивіряють опори щодо отворів проходження валів, встановлюють шнеки. У картери укладають приводи шнеків і стикують головні вали приводів зі шнеками.

Вивіряють паралельність валів і зачеплення шестерень. Правильність складання валів перевіряють на обертання. Після встановлення шнеків монтує верхні секції корпусу. Встановлюють першу верхню секцію, вивіряють по ширині щодо верхніх країв нижніх секцій. Монтаж верхніх секцій ведуть по лазерному рівню над краями стиків нижніх і верхніх секцій.

Після закінчення монтажу секцій повністю зварюють всі елементи корпусу апарата.

Перевіряють установку картерів приводів до креслення заводу-виготовлювача. Монтують приводи. Потім монтують площадки та сходи обслуговування.

Монтують системи змащення приводів, системи подачі антипінних речовини і формаліну, що включають резервуари, дозатори, насоси і трубопроводи.

Герметичність корпусу перевіряють наповненням водою, якщо заповнити до верхньої кромки шнеків у сит, парових камер – при заповненні водою і обпресуванням під тиском близько 0,2 МПа. При підтіканні воду видаляють, а дефектні шви проварюють знову, після чого виконують повторне випробування. При випробуванні дифузійної установки на холостому ходу перевіряють легкість обертання шнеків і, при знятих ланцюгових передачах, приводів розвантажувального пристрою. Шнеки корпусу і розвантажувального пристрою мають легко провертатися від руки на будь-яку зірочку. Приводи обкатують при знятих ланцюгах, а потім монтують ланцюгові передачі і тестують шнеки на малих обертах на протязі 2-х годин. При позитивних результатах обкатки перевіряють і підтягують ослаблі болти кріплення редукторів, підшипників і проводять тестування установки на холостому ходу на протязі 8 годин.

Пуск дифузійної установки.

1. Перед пуском установки перевіряють:

- рівень олії в редукторах та у ваннах ланцюгових передач;
- подачу олії до всіх підшипників;
- справність дії засобів автоматизації;
- натяг клинопасової передачі приводних пристроїв.

2. До подачі стружки апарат наповнюють водою, нагрітою в пароконтактному (або трубчастому) підігрівачі або у збірнику для

дифузійного процесу до 80 °С; рівень її у сита повинен бути на 400 мм нижче за верхню точку периферійного витка шнека.

3. Після цього включають колесо для видалення жому, надають руху шнеки з частотою обертання 0,5 обороту в хвилину і починають подавати бурякову стружку в кількості 70 - 80% від номінального.

Одночасно регулятор рівня соку в нижній частині апарату встановлюють так, щоб рівень соку був на 100 - 200 мм нижче за верхню точку периферійного витка шнека, розташованого перед ситом. Слідкують за тим, щоб надлишковий тиск пари в камерах не перевищував 0,07 МПа (0,7 кгс/кв. см).

Стружку починають подавати тільки після нагрівання води до 80 ° С: інакше створюється небезпека перевантаження шнеків у верхній частині апарату.

4. Через 30 хв. після початку надходження стружки приводять у дію систему регулювання подачі сульфітованої води дифузійний апарат.

Дуже важливо, щоб під час роботи шнеків не припинялася подача сульфітованої води перед колесом для вивантаження жому. Цього досягають шляхом постійного подавання в апарат через обхідний трубопровід сульфітованої води в кількості 30 - 40% від заданого. Вода ця входить у загальний водний баланс і враховується витратоміром. Після завантаження апарата стружкою регулятор рівня соку в ньому поступово налаштовують оптимальну величину.

5. Під час роботи надлишковий тиск пари перед камерами повинен становити 0,03 - 0,07 МПа (0,3 - 0,7 кгс/кв. см).

6. Якщо при подачі 70 - 80% стружки та частоті обертання шнеків 0,5 обороту в хвилину вона недостатньо швидко осідає в завантажувальній шахті, частоту обертання шнеків поступово, невеликими змінами з інтервалом у 15 - 20 хв., збільшують доти, доки не припиниться переповнення шахти.

При роботі і хорошому прогріві стружка в апараті розподіляється рівномірно.

7. Особливу увагу приділяють систематичній подачі в апарат піногасника. Як піногасник застосовують відхід масложирових підприємств - соапсток (продукт нейтралізації рослинних олій), тваринний жир або спеціальний піногасник з попереднім розведенням його гарячою водою до утворення стійкої дисперсії, придатної для дозування об'ємним методом.

8. Висоту завантаження апарата стружкою у верхній частині регулюють поворотом розподільника сульфатованої води. Поворот струменя води до розвантажувального колеса веде до зменшення його продуктивності та збільшення завантаження апарату – і навпаки.

9. У разі переповнення апарата <...> відбутися поломка витків шнеків і валів у верхній його частині. Тому після кожної зміни напрямку водного струменя уважно стежать за завантаженням апарата.

9.3. Правила експлуатації дифузійної установки типу ДДС

1. При роботі, що не встановилася, систематично спостерігають через люки за наповненням апарата стружкою.

При надмірних скупченнях стружки над витками шнеків відновлення нормального рівня зменшують її подачу і збільшують частоту обертання шнеків.

Труднощі при транспортуванні стружки можуть виникнути, якщо в ній міститься велика кількість шлюбу. Вони виражаються у погіршенні дренажної здатності стружки та підвищення її рівня, особливо у нижній частині апарату. Ці труднощі неможливо усунути збільшенням частоти обертання шнеків. У цьому випадку зменшують подачу стружки та покращують її якість.

Аналогічні складнощі у просуванні стружки по апарату можуть виникнути внаслідок перегріву її через неправильну роботу терморегуляторів або неправильно вибраний температурний режим. В цьому випадку

знижують температуру, тимчасово зменшують подачу стружки та перевіряють правильність показань терморегуляторів.

2. При повільній роботі, а також при переробці морозива та зіпсованого буряка рекомендований вище температурний режим по камерах може бути змінений залежно від якості буряка.

3. У разі зменшення кількості стружки, що надходить, знижують частоту обертання шнеків і скорочують подачу сульфітованої води.

4. При припиненні надходження стружки протягом 10 хв. шнеки та розвантажувальне колесо зупиняють.

5. При раптовому припиненні відбору соку з апарату припиняють подачу стружки, сульфітованої та жомопресової води, зупиняють шнеки та розвантажувальне колесо.

6. Якщо передбачається тривала зупинка, закривають парові вентиля, припиняють подачу стружки та сульфітованої води, вимикають шнеки, розвантажувальне колесо та вводять у апарат формалін.

За 5 хв. до включення апарату в роботу подають у нього сульфітовану воду в кількості, достатньому для підвищення рівня рідини у верхній частині апарату і полегшення роботи.

5. ПРИНЦИПИ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ОБ'ЄКТОМ ПРОЕКТУВАННЯ

Обґрунтування автоматизації

Бурякопереробне відділення є одним з основних на цукрових заводах. В дифузійному апараті проходить процес вилучення цукру з бурякової стружки. Одержаний дифузійний сік в подальшому підлягає очищенню, випарюванню і іншим операціям технологічного процесу бурякоцукрового виробництва з метою одержання товарного цукру-піску. Параметри одержаного дифузійного соку, його технологічні властивості, а також втрати цукру в жомі визначають подальший хід технологічного процесу виробництва цукру і показники роботи всього заводу.

В бурякопереробному відділенні крім основного технологічного обладнання – дифузійних апаратів – розміщуються й інші машини і апарати.

На сучасних цукрозаводах України найбільше розповсюдження знайшли похилі і колонні дифузійні апарати. Розглянемо детальніше роботу бурякопереробного відділення цукрового заводу оснащеного похилим дифузійним апаратом DC-12 і схему його автоматизації.

Похилий дифузійний апарат являє собою коритоподібний корпус, всередині якого розмішені шнеки, які транспортують бурякову стружку. Корпус обладнаний системою обігрівання (паровими камерами) і жомовивантажувальним пристроєм («черпачним» колесом).

Бурякова стружка подається транспортером в головну частину апарату. Екстрагент – жомопресова і сульфітована вода – подається в хвостову частину дифузійного апарату. Стружка, що знаходиться в апараті, переміщується від нижньої частини до верхньої двома шнеками, які обертаються в протилежних напрямках.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський В.В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько О.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Принципи автоматизованого</i> <i>управління об'єктом проектування</i>	222136.MP.01.005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Явчук МВ		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/10

В процесі транспортування стружка поступово знецукрюється і перетворюється в жом, а екстрагент (вода) рухається в протитоці з стружкою і в ній поступово зростає концентрація цукру і вона перетворюється в дифузійний сік. Жом вивантажується у верхній частині апарату “черпачним” колесом. Вода отримана після віджимання жому, очищається і повертається в дифузійний апарат з метою зниження втрат цукру. Сульфітована вода подається після обробки в сульфітаторі сірчистим газом до $pH = 6$. Одержаний дифузійний сік відділяється від стружки лобовим ситом і відкачується насосами на подальшу переробку. Для покращення процесу дифузії молекул цукру із бурякової стружки в розчин, апарат обладнаний секційною паровою рубакою.

Ефективність роботи дифузійного відділення визначається його продуктивністю, вмістом цукрози в дифузійному соці і втратами цукру в жомі.

На якість бурякової стружки впливає багато факторів:

- температурний режим по зонах апарату;
- якість бурякової стружки;
- час дифундування;
- pH середовища в апараті;
- співвідношення витрат стружки і води.

При проектуванні системи автоматизації дифузійного відділення враховані властивості об'єкту керування, які визначають специфіку побудови окремих контурів керування.

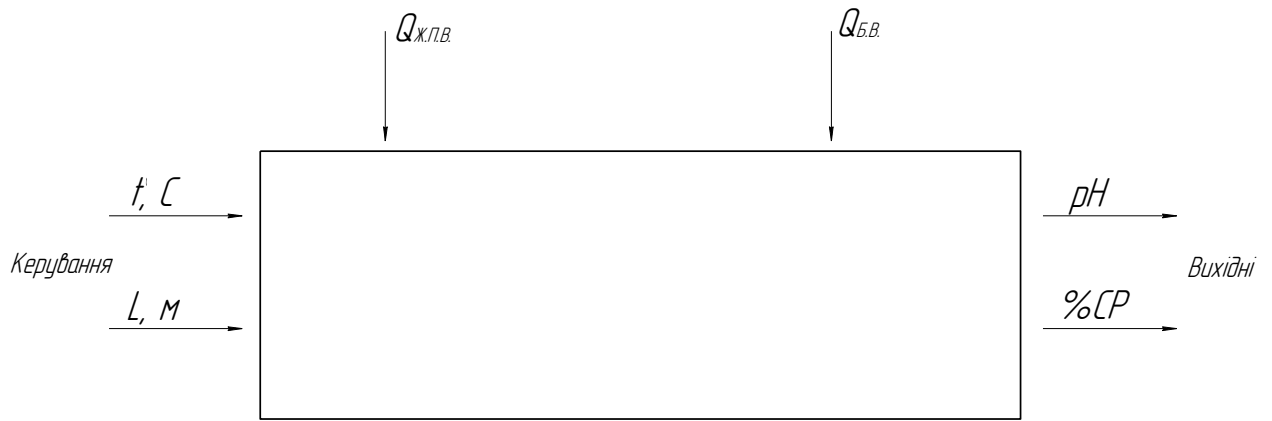
Дифузійний апарат є об'єктом з розподіленими параметрами так, як температурні режими сокостружкової суміші і вміст в цій цукру є обов'язковими по зонах апарату.

Об'єкт керування характеризується значними інерційними властивостями як по каналу стабілізації температурного режиму сокостружкової суміші, так і по каналу керування концентрацією дифузійного соку.

Завдання на розробку схеми автоматизації.

<i>№ п/п</i>	<i>Машина, агрегат, апарат</i>	<i>Параметр, місце відбору сигналу</i>	<i>Допустим і значення параметра</i>	<i>Вид автоматизації</i>	<i>Характер контролю або керування</i>	<i>Додаткові вимоги</i>	<i>Примітка</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1.	Дифузійний апарат	Температура	62-72 °С	Контроль, регулювання	Покази	Стабілізація	
		Витрати жомопресової води		Контроль			
		Витрати живильної води		Контроль			
		Витрати дифузійного соку		Контроль			
		СР	0,65	Регулювання		Стабілізація	
		рН	6	Контроль			
		L	2,8 м	Контроль, регулювання			
2.	Бурякорізка	Витрати стружки	м ³ /год	Контроль		Стабілізація	
3.	Електроприводи шнеків	Стан		Керування	Ручне	Пуск, зупинка	

Структурна схема об'єкту керування



t – температура дифузійного соку в апараті;

L – рівень соку;

$Q_{ж.п.в.}$ – подача жомпресової води;

$Q_{б.в.}$ – подача барометричної води;

pH – значення рН соку в одиницях рН;

CP – концентрація сухих речовин в соці.

Опис схеми автоматизації

З урахуванням специфіки об'єкта керування типова схема автоматизації передбачає стабілізацію питомого навантаження апарату; стабілізацію концентрації дифузійного соку; стабілізацію температурних режимів по зонах дифузійного апарату; стабілізацію рівня в головній частині апарату; вимірювання витрат стружки, екстрагуючих рідин і дифузійного соку; вимірювання рН сокостружкової суміші.

Більшість технологічних параметрів бурякопереробного відділення контролюють за допомогою загальнопромислових приладів. Виключення складають засоби вимірювання концентрації сухих речовин у дифузійному соці і втрати цукру в жомі.

Питоме навантаження на дифузійний апарат — маса стружки, яка приходить на одиницю об'єму корпусу — визначає продуктивність бурякопереробного відділення. Питоме навантаження оцінюють за

величиною струму, який споживає електродвигун приводів транспортуючих шнеків і регулюють зміну продуктивності бурякорізки 3. Час чистого запізнення по цьому каналу регулювання досягає 20 хв., а постійний час – 30 хв. Тому АСР побудована по двохсторонній схемі з використанням основної інформації від привода хвостових шнеків і додаткової – від привода головних шнеків.

Навантаження електродвигунів шнеків вимірюється за допомогою каліброваних шунтів 2б і 2в і автоматичних потенціометрів 2д і 2е. В залежності від зміни навантаження регулюючий прилад 2з виробляє дискретний вихідний сигнал для керування приводу бурякорізки. Для збільшення запасу стійкості контуру регулювання в ньому використовується зворотній зв'язок по частоті обертання бурякорізки. Частота обертання вимірюється тахогенератором 2а, вихідний сигнал якого через розподілювач напруги 2ж подається на вхід регулюючого приладу. Номінальна частота обертання встановлюється датчиком 2г.

Стабілізація концентрації дифузійного соку відбувається шляхом зміни витрат води, яка подається в дифузійний апарат. З урахуванням інерційних властивостей об'єкта керування АСР побудовано по двоконтурній схемі. На регулюючий блок 6е поступає сигнал про величину і швидкість зміни кількості цукру, в сокостружковій суміші в середній зоні дифузійного апарату. Вміст сухих речовин в сокостружковій суміші і дифузійному соці при визначенні вмісту цукру контролюють комплектами рефрактометрів 6а і 6б і автоматичних мостів 6в і 6г. Блок прямого перетворення 6е призначений для введення в сигнал пропорційний вмісту сухих речовин в сокостружковій суміші, яка характеризує швидкість зміни контролюючого параметра. Вторинним приладом АСР вмісту сухих речовин в дифузійному соці є прилад 6ж.

Автоматичне регулювання температури сокостружкової суміші в похилому дифузійному апараті з урахуванням його інерційних властивостей реалізують по п'яти зонах.

Контури АСР побудовані на базі ідентичних властивостей автоматизації. Датчиками температури служать мідні термоперетворювачі опору (9-13)а. Вторинні прилади – автоматичні мости – працюють в комплекті з пневматичними регуляторами, які реалізують π -законом регулювання. (На схемі автоматизації повний набір елементів показано для секцій хвостової частини апарату).

Регулююча дія в контурах стабілізації температури відбувається клапанами, які змінюють витрати пари, що підводиться в кожен секцію апарату.

Необхідна тривалість контакту стружки з соком досягається шляхом автоматичної стабілізації рівня в головній частині апарату. Рівень вимірюється п'єзометричним методом. Цей метод полягає в вимірюванні перепадів тисків повітря, що продувається через трубки, які опущені в середовище, що контролюється. Сигнал від дифманометра 7б, який характеризує рівень соку поступає на вторинний прилад 7д і регулятор. Регулююча дія зміни витрат дифузійного соку, який відкачується відбувається регулюючим клапаном.

Системою автоматизації передбачено також контроль перепаду рівнів сокостружкової суміші по довжині апарату і лобовому ситі. Рівень по довжині апарату вимірюється приладами 7в і 7г так як і рівень в головній частині апарату п'єзометричним методом. Перепади тисків вимірюються дифманометрами 7а і 7б і записуються вторинним приладом 7д.

Схемою автоматизації ще передбачено контроль витрат екстрагуючих речовин і дифузійного соку індукційними витратомірами в комплект яких входять датчики 3а, 4а і 15а. Витрати бурякової стружки вимірюються стрічковими вагами з вбудованим в них диференційно-трансформаторним датчиком 1а, який працює в комплекті з вторинним приладом 1б. Вимірювання рН сокостружкової суміші реалізується комплектом в складі: елементу 14а, перетворювача 14б і вторинного приладу 14в.

Специфікація на прилади і засоби автоматизації.

<i>№ п/п</i>	<i>Параметр</i>	<i>Значення</i>	<i>Місце встановлення</i>	<i>Найменування характеристики</i>	<i>Тип моделі</i>	<i>Кількість</i>	<i>Завод виготовлювач</i>	<i>Примітка</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
1а 1б	Витрата стружки	м/с	По місцю На щиті	Датчик індукційний Самопишучий, показуючий дифер. трансформ. втор. прилад	КСД-3		“Манометр”, м. Москва Завод вимірювальних приладів, м. Єрван	
9а 10а 11а 12а 13а	Температура	°С	По місцю	Термометр опору	ТСМ-50Т1		“Теплоконтроль”, м. Казань	
9б 10б 11б 12б 13б	Температура	°С	На щиті	Автоматичний зрівноважувальний міст	КСМ-3М		“Львівприлад”, м. Львів	
9в 10в 11в 12в 13в 5а	Температура Рівень	°С м	На щиті На щиті	Панель дистанційного керування Задатчик	ПП 12.2 П2 ЗД.4		“Ільмаріне”, м. Таллін	
6б 6е 6д	Витрати жомпресої води Відкачка		По місцю На щиті На щиті	Клапан регулювальний з пневматичним виконанням Прилад прямого вимірювання	25г30ж ПФ2.1		“Красний профінтерн”, м. Гусь-Хрустальний “Гіпприлад”, м. Москва	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6ж 8в	Відкачка Рівень соку		На щиті На щиті	Прилад вторинний з станцією керування	ПВ 10- 1Э		Завод вимірюваль них приладів, м. Єрван	
6е 8г	Відкачка соку		На щиті На щиті	Регулятор пневматичний пропорційний	ПРЗ 31		ЗТА, м. Москва	
3а 4а 15а	Витрати живильної води Витрати жомопресової води Витрати дифузійного соку	м ³ /го д	По місцю По місцю По місцю	Діафрагма нормальна	ДН	3	Івано- Франківськ ий приладобуд івний завод	
6б 6а	Вміст СР	%	По місцю	Автоматичний рефрактометр	А1-ЕДР		Об'єднання "Мир", м. Москва	
7а 7б 7г 8а 8б	Рівень соку	м	По місцю	Дифманометр з пневматичним виходом	ДС-П	2		
2б 2в 2д 2е 2з 2ж	Величина струму	В	По місцю На щиті На щиті На щиті	Шунт калібрований Автоматичний потенціометр Регульовальний прилад Розподільовач напруги	75 ШЕ КСП 3 РІЧ-У- 28 КСМ-3	1 1 1 1	Завод ЗИМ, м. Чебоксари Завод "Приладобу дівник", м. Луцьк МЗТА, м. Москва	
2а 2г	Частота обертання	об/хв	По місцю На щиті	Тахометр Ручний датчик	ТМГ-9 ЗД-50	1 1	ЗИМ, м. Чебоксари "Теплоконт роль", м. Казань	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6в 6г 6е 6ж	Вміст СР	%	На щиті	Автоматичний міст Регульовальний блок Вторинний пневмоприлад	КСМ-3 КСМ- 330 ПВ.10.1 д	1 2 1	"Манометр" , м. Москва Завод вимірюваль них приладів, м. Єрван	
5б 6з 9д 10д 11д 12д 13д	Положення клапанів		По місцю	Клапан запірний і перемикач з пневмоприво д м	25ч30нж	5	Завод "Красний профінтерн ", м. Гусь- Хрустальни й	

7д	Рівень соку		На щиті	Вторинний показуючий і самопишучий прилад	ПВЧ.3д	1	Завод вимірювальних приладів, м. Єрван		
3б 3в	Витрати живильної води	м ³ /го д	На щиті	Датчик перепаду тиску	Сапфір 22 КСУ-2	3	“Тізприлад”, м. Москва		
4б 4в	Витрати жомопресової води			Датчик перепаду тиску			Сапфір 22 КСУ-2		Тізприлад”, м. Москва
15б	Витрати дифузійн. соку			Вторинний прилад індукційний			КСУ-2		“Львівприлад”, м. Львів
14а	рН соку		По місцю	Вимірюв. елемент	ДМ-5М	1			
14б	рН соку		На щиті	Перетворювач	ПН-26	1			
14в	рН соку		На щиті	Вторинний прилад	М-342К	1			
КМ1- КМ5			По місцю	Магнітний пускач	МКР-058	1	“Ільмаріне”, м. Таллін		

6. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ

Дифузійні установки

Дифузійні апарати відносяться до обладнання підвищеної небезпеки. Вони повинні бути обладнані щитами електрообладнання і автоматизації (силові шафи, щити управління), а також контрольно-вимірювальними приладами (термометрами, манометрами, показчиками рівня) і пристроями, що забезпечують безпеку виробничого процесу. Ступінь захисту електрообладнання повинна бути не нижче IP44. Місця надходження стружки в апарати і вивантаження жому з апаратів повинні бути обладнані спеціальними пристроями (витяжними парасольками, кожухами укриттів і т.д.) для запобігання розкиду сировини і витяжною вентиляцією (аспірацією).

У приміщеннях, де розташовані дифузійні апарати повинні бути встановлені підйомні механізми вантажопідйомністю рівній масі найбільш важкою деталі апарату.

Профілактичний ремонт, регулювання і огляд роликів, бандажів, ланцюгів і інших деталей дифузійного апарату повинні проводитися тільки з відома оператора дифузії, і після виконання ним відповідних дій, попереджуючих створення небезпечної аварійної ситуації.

Над шнеком для видалення жому з ротаційного дифузійного апарату необхідно встановлювати бункер закритого типу з оглядовими вікнами і витяжною трубою. Привід ротаційного дифузійного апарату повинен бути обладнаний автоматично діючим гальмом замкнутого типу.

У ошпарювачах стружки буряка повинні бути встановлені показчики рівня сокостружечной суміші, заблоковані з подачею соку в ошпарювач, відкачуванням сокостружечной суміші і соку. У збірниках циркуляційного соку повинні бути пристрої для піногасіння і переливні труби.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський В.В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько О.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи з охорони праці та охорони довкілля	222136.KP.01.006 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Ясчук ІВ		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

У дифузійних апаратах похилого типу в огороженнях приводів повинні бути передбачені люки для огляду ланцюгів. Маслянки для змащення приводу повинні бути винесені за межі редуктора.

Система змащення дифузійних апаратів всіх типів повинна бути централізованою і виключати виток і патьоки масла.

Кільцевій скребковий конвеєр для видалення жому з дифузійного апарату колонного типу повинен бути огорожений металевою сіткою висотою не менше 0,5 м.

Розташування апаратури і механізмів управління обладнанням на щиті повинно виключати можливість ненавмисно пуску, обладнання та забезпечувати негайне відключення приводів апарату і допоміжного обладнання (насосів, конвеєрів) в разі небезпеки.

Оглядові вікна на майданчику вигрузочного пристрої дифузійних апаратів похилого типу повинні мати огорожі.

Ошпарювачі ротаційних дифузійних апаратів необхідно огорожувати металевою сіткою висотою 0,5...0,8 м в залежності від висоти розташування шахти ошпарювача над підлогою.

Дифузійні апарати похилого типу повинні забезпечуватися витяжною парасолькою, призначеним для видалення парів в місці вивантаження жому.

Преси для віджимання жому

Преси для віджимання жому повинні бути обладнані запобіжними пристроями, що забезпечують відключення приводу і припинення подачі жому понад допустимі завантажень, пов'язаних з порушенням технологічного циклу. Завантажувальні воронки пресів повинні мати оглядові скла діаметром 0,15м. Розташовані в місцях що забезпечують безпеку спостереження при завантаженні.

Кожухи пресів повинні бути герметичними, не допускається просочування жомопресової води.

Установки для гранулювання жому повинні бути обладнані:

- манометрами для візуального контролю тиску пара на вводі в магістраль і на виході в змішувач;
- редуційними клапанами (для зниження тиску пара), електроконтакта манометром, який при зниженні тиску повинен впливати на автоматичний клапан і відключати електродвигуни гранулятора;
- запобіжними клапанами, що захищають від перевищення тиску в трубопроводі;
- аспіраційних пристроєм, який запобігає виділення пилу в робочу зону.

Підігрівники

Виготовлення, монтаж і експлуатація підігрівачів, що працюють під тиском, повинні відповідати вимогам «Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском».

Підігрівачі повинні бути обладнані засобами автоматичної підтримки постійної температури підігрівається рідини.

Підігрівачі повинні бути обладнані важільними або пружинними запобіжними клапанами, встановленими в паровому просторі для запобігання підвищенню тиску вище норми.

Підігрівачі, експлуатовані на цукрових заводах без штанг, повинні бути обладнані штангами для відкривання і закривання кришок.

Очищення підігрівачів сирого соку необхідно проводити хімічним або механічним способами.

Гідравлічне випробування посудин, за винятком литих, повинно проводитись пробним тиском «РПР», який визначається за формулою:

$$P_{\text{пр}} = 1,25P \frac{(b)_{20}}{(b)_t},$$

де P - розрахунковий тиск посудини, кгс / см² (МПа);

(b)₂₀, (b)_t - допустима напруга для матеріалу посудини або її елементів відповідно при 20 ° С і розрахункової температури.

Ставлення приймається по тому із використаних матеріалів елементів (обичайки, днища, фланці, кріплення, патрубки і ін.) Судини, для якого воно є найменшим.

Порядок проведення випробування повинен бути обговорений у технічному проєкті й указаний в інструкції підприємства-виробника з монтажу та експлуатації посудини.

Для гідравлічного випробування посудин повинна застосовуватись вода с температурою не нижче 5 ° С і не вище 40 ° С, якщо в проєкті немає інших вказівок.

Різниця температур стінок посудини і навколишнього повітря під час випробування не повинна викликати випадання вологи на поверхні стінок посудини.

Посудина витримала гідравлічне випробування, якщо не виявлено:

- течі, тріщин, слезок, потіння в зварних з'єднаннях і на основному металі;
- течі в рознімних з'єднаннях;
- видимих залишкових деформацій.

При виведенні підігрівача соку або сиропу для очищення або ремонту необхідно:

- закрити засувки на паровому, соковому і конденсатних трубопроводах з установкою заглушок;
- звільнити підігрівач від продукту;
- відкрити кришку і днище;
- промити водою і приступити до чищення.

Підігрівачі повинні бути обладнані переносними воронками, через які можна було б спустити сік з підігрівачів перед їхнім очищенням.

Для чищення трубок підігрівача повинні бути обладнані стаціонарні або пересувні майданчики зі сходами, що відповідають вимогам стандартів.

Апарати попереднього і основного дефекації, I і II сатурації

Апарати попереднього і основного дефекації, I і II сатурації повинні комплектуватися:

- кранами, що забезпечують безпечний відбір проб соку в зручних для обслуговування місцях;
- пеногасячі пристроями;
- витяжними трубами;
- переливними трубами без запірних органів;
- запірною арматурою;
- покажчиками рівня.

Апарати попереднього і основного дефекації зверху повинні бути обладнані люками з щільно закриваються кришками і спускним вентилям з механізмом дистанційного управління.

Люки повинні бути обладнані карусельним шарніром і швидкознімними відкидними болтами (гайкою з ручкою).

Переливні ящики апаратів попереднього і основного дефекації повинні бути герметичними.

Конструкції апаратів повинні забезпечувати автоматизацію процесів, які в них відбуваються.

Апарати I і II сатурації повинні бути обладнані витяжними трубами, виведеними на дах цеху на 2 м вище гребня покрівлі найвищої будівлі, що знаходиться в радіусі 15 м, піногасниками і переливними трубами без установки запірних органів.

Конструкція апаратів I і II сатурації повинна виключати проникнення сатураційного газу в зону обслуговування.

Колектор для підведення газу в апарати I та II сатурації повинен мати люки для очищення патрубків.

Переливні ящики апаратів I і II сатурації повинні бути щільно закриті кришками і з'єднані витяжною трубою з верхньою частиною апарату, кришки ящиків повинні бути знімними.

Апарати I і II сатурації повинні бути обладнані трубопроводом чересного зливу з переливного ящика, діаметр чересної труби повинен бути дорівнює діаметру трубопроводу від сатуратора до переливни скриньки.

Частка апаратів дефекосатурації повинна виключати застосування ручної праці. Необхідні механічне видалення або хімічне очищення накипу в апаратах.

Перець початком виробництва цукру дефекосатураційні апарати повинні проходити випробування на герметичність відповідно до «Інструкції з перевірки якості ремонту бурякоцукрових заводів».

Мішалки для сатураційних опадів повинні бути герметизовані та обладнані місцевим відсмоктуванням.

7. МАРКЕТИНГОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

Цукор є чистим вуглевод— сахарозу. У нїм строго обмежені волога і домішки інших речовин. У організмі людини сахароза під дією ферментів розщеплюється на глюкозу, фруктозу і використовується як енергетичний матеріал для утворення глікогену, жиру і ін. При окисленні в організмі 100 г цукру виділяється близько 410 ккал. енергії. Надмірне споживання цукру небажане. Добова фізіологічна норма його складає 100 г, її слід диференціювати по віках, способі життя, живлення.

Наша республіка велику частину потреби в цукрі забезпечує за рахунок власного виробництва. Цукрові заводи знаходяться в Вінницькій, Чернігівській, Черкаській та Львівській областях і інших містах. Промисловість випускає цукор-пісок і цукор-рафінад.

Цукор-пісок отримують з цукрового буряка, що містить 16 - 17% сахарози. Буряк миють, подрібнюють в стружку, з якої цукор витягують гарячою водою методом дифузії. Окрім сахарози в дифузійний сік переходять і інші розчинні у воді речовини. Потім сік очищають і уварюють до стану сиропу. Оскільки сахароза — це кристалічна речовина, при згущуванні сиропу у вакуум-апаратах вона починає кристалізуватися. З утфелю кристали сахарози виділяють центрифугуванням, промивають водою, сушать, просівають.

Цукор-пісок на сорти не ділять. Він повинен мати білий з блиском колір, солодкий смак без сторонніх присмаків і запахів як в сухому вигляді, так і у водному розчині. Цукор-пісок повинен бути сипким, без грудок, повністю розчинним. Розчин цукру — прозорий, безбарвний, без осаду, зважених частинок і інших сторонніх домішок.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олійський В.В.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько О.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> <i>Маркетингове обґрунтування</i> <i>проекту</i>	222136.MP.01.007 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Ямчук МВ		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Цукор-пісок повинен містити не менше 99,75% сахарози (у перерахунку на суху речовину) і не більше 0,14% вологи. Стандарт обмежує вміст редуруючих речовин, золи, феродомішків і кольоровість.

В Україні регулювання виробництва цукру здійснюється через квотування вирощування цукрових буряків, виробництва цукру переробними підприємствами, декларування наявності цукру, встановлення мінімальних цін та іншими економічними інструментами. Майже всі країни-виробники бурякового цукру, зокрема країни Європейського Союзу, застосовують систему економічних механізмів державного регулювання ринку цукру, які включають насамперед квотування виробництва і реалізації цукру, гарантування цін на нього, регулювання зборів на ввезення цукру тощо. Європейський Союз, після підписання угоди про вільну торгівлю між Україною та ЄС, надав можливість ввезення товарів українського виробництва на свою територію, враховуючи квотування. Для українських цукровиків надзвичайно важлива закріплена в угоді тарифна квота на цукор білий – 20 тис. т/рік. Попри не великий її розмір, наявність і заповнення цього показника дадуть змогу підтвердити якість вітчизняної продукції та її відповідність європейським стандартам, підвищити привабливість та конкурентоспроможність українського бурякоцукрового виробництва. В даний час, в країнах Європейського Союзу зменшується кількість підприємств, які займаються переробкою цукрових буряків завдяки модернізації вже існуючих виробничих потужностей. Так, у Швеції з 15 цукрових заводів залишилась одна, яка функціонує в складі датського концерну.

На сьогодні найбільшими вітчизняними виробниками цукру залишається Вінницька область, виробивши 424 тис. т., Тернопільська область – 227 тис. т., Полтавська область – 222,5 тис. т. цукру. Серед підприємств виробників цукру на першому місці ПрАТ «ПК Поділля» Крижопільський цукровий завод переробивши 1248 тис. т. цукрових буряків отримав 170 тис. т. цукру, Друге місце – ТОВ «ПК Зоря Поділля»

Гайсинський цукровий завод виробив 120 тис. т. цукру переробивши 940 тис. тонн цукрових буряків. До трійки лідерів увійшов ТзОВ «Радехівський цукор», він виготовив 108 тис. т. цукру переробивши 940 тис. т. сировини.

Отже, підсумовуючи вищесказане, дуже важливо приділяти увагу дослідження процесів бурякоцукрового виробництва із подальшим удосконаленням обладнання.

ВИСНОВКИ

В даній магістерській роботі вирішена задача з інтенсифікації процесу очищення жомопресової води для нахиленої дифузійної установки, що забезпечує зменшення витрат на теплову обробку та хімічні реагенти для ефективного видалення нецукрів.

Досліджено вплив алюмінієвих реагентів сульфату алюмінію та запропонованого наноалюмінію «Алюкол», одержаного методом об'ємного електроіскрового диспергування на технологічні показники жомопресової води. Запропонована модернізація пристрою для рівномірного розподілення жомопресової води по розрізу дифузійного апарата.

Результати досліджень показують, що оброблення ЖПВ реагентом «Алюкол» зменшує вміст білкових та пектинових речовин відповідно на 52,3 та 81 %. При чому, пектинові речовини видаляються повніше, ніж білкові речовини. Також встановлено, що раціональна температура проведення процесу оброблення складає 55°C, що в свою чергу не потребує додаткового нагрівання або охолодження оброблюваної води. Тривалість процесу при цьому складає 10 - 15 хв. Ефект очищення води збільшується до 23 %. Це дає змогу повертати таку воду в дифузійний апарат і забезпечити оптимальний перебіг процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки.

Запропоновано апаратурно-технологічну схему очищення жомопресової води з підготовкою до використання реагентів сульфату алюмінію та Алюкол.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько ОВ	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	222136.КР.01.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Якимук ІВ		<i>Інд.</i> 000000	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підруч. для студентів ВНЗ / Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. Вінниця : Нова книга, 2007. 648с.
2. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. Вінниця: Нова книга, 2004. 288с.
3. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум: навч. посіб. / за ред. В.Г. Мирончука. К : НУХТ, 2017. 162с.
4. Заплетніков І.М., Мирончук В.Г., Кудрявцев В.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв : навч. посіб. Київ : «Кафедра», «Центр учбової літератури», 2012. 344 с.
5. Чепелюк О.О., Єщенко О.А., Доломакін Ю.Ю. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання харчових виробництв: підруч. Київ : НУХТ, 2017. 311 с.
6. Сухенко Ю.Г., Литвиненко О.А., Сухенко В.Ю. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв : підруч. для студентів ВНЗ Київ : НУХТ, 2010. 547 с.
7. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко иа ін. ; Арт Эк. Київ, 2004. 304 с.
8. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посібник / П.С.Берник, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук, В.В.Яськов. Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. – 336 с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Олішевський ВВ	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Валько ОВ	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаних джерел	222136.KP.01.000ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Язчук ІВ		<i>Інд.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/4

9. Ванін В.В., Перевертун В.В., Надкернична Т.М. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD. Київ : Каравелла, 2006. 334 с.
10. Інтенсифікація тепло- масообмінних процесів в харчових технологіях / А.І.Соколенко та ін. ; Фенікс. Київ, 2011. 536 с.
11. Хомяков А. П. Процессы и аппаратное оформление производств для получения порошкообразных химических веществ : автореф. дис. ...канд. техн. наук : 05.17.08. Екатеринбург, 2007. 49 с.
12. Остриков А.Н., Абрамов О.В. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств: учебник Санкт-Петербург : ГИОРД, 2003. 352 с.
13. Технологія цукру: підручник: в 3т. Т.1:Вирощування, зберіганняцукровихбуряків, видобування сахарози /А.А.Ліпец, В.М.Логвін, К.Д.Скорик та ін.; за ред. В. М. Логвіна, А. І. Українця; Нац. ун-т харч. технол.– К.:Експрес-об'ява, 2015. – 288с.
14. Горожанкина Ксения Костянтиновна Совершенствование физикохимической очистки жомопрессовой воды – Автореф. дис. док. техн. наук. – 2010. 185 с.
15. Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Частина 2. Вимоги щодо гігієни: ДСТУ EN 1672–2–2001. [Чинний від 2003–01– 01]. Київ : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. 32 с. (Національний стандарт України).
16. EHEDG Document No.8, Second Edition. Hygienic equipment design criteria. / G. Hauser, G.J. Curiel, H.-W. Bellin at al. 2004. 14 p.
17. Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги : ДСТУ 4161 – 2003. – [Чинний від 2003-07-01.]. Київ : PELTA.ORG, 2003. 13 с. (Національний стандарт України)
18. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга : ДСТУ ISO 22000:2007. – [Чинний

від 2007–08–01.]. Київ : PELTA.ORG, 2007. 30 с. (Національний стандарт України).

19. Кодекс Алиментариус. Гигиена пищевых продуктов [Пер. с англ.]. Москва : Весь Мир, 2007. 123 с.

20. Hygiene in food processing / H.L.M. Lelieveld, M.A. Mostert, J. Holah, V.White at al. Boston: CRC Press, 2003. 389 p.

21. Аналіз способів очищення та повернення жомопресової води в процесі екстрагування цукрози/ Ліпец А.А., Гусятинська Н.А./ Матеріали наук.-техн. конференції цукровиків України. Київ, 5-7 квітня 2005 р. – К.: НУХТ, 2005. – С. 168-171.

22. Гусятинська Н. А. Наукове обґрунтування та розроблення фізико-хімічних методів інтенсифікації вилучення сахарози з цукрових буряків : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.05. Київ, 2008. 627 с.

23. Аналіз способів очищення та повернення жомопресової води в процесі екстрагування цукрози / Ліпец А.А., Гусятинська Н.А., / Матеріали наук.-техн. конференції цукровиків України. Київ, 5-7 квітня 2005 р. – К.: НУХТ, 2005. – С. 168-171.

24. Олішевський В.В. Науково-технічні засади застосування наноматеріалів для інтенсифікації масообмінних процесів харчових виробництв : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.12. Київ, 2021. 499 с.

25. ТУ У 20.1-2799900706-001:2020 коагулянт АЛЮКОЛ (алюміній колоїдний).

26. Пристрій для отримання колоїду металу: патент на корисну модель 130939 Україна. № u201809540; заявл. 21.09.2018; опубл. 26.12.2018, Бюл. № 24. 3 с.

27. Люлька О.М. Удосконалення робочих органів бурякорізальних машин цукрового виробництва : дис. канд. техн. наук : 05.18.12. Нац. ун-т харч. технол. Київ, 2015. 140 с.

28. Инструкция по химико-технологическому контролю и учету сахарного производства. Киев: ВНИИСП, 1983. 476 с.

29. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру з цукрових буряків. Правила усталеної практики (ПУП) 15.83-37-106:2007 / розроб.: Ярчук М., Калініченко М., Чупахіна В., Галацан Л. та ін. Київ: Цукор України, 2007. 420 с.

30. Спосіб очищення дифузійного соку: патент 104338 Україна. № а201204314; заявл. 06.04.2012; опубл. 27.01.2014, Бюл. № 2. 3 с.

31. Sugar beet juice production and processing : EP3783115 European patent. № 20192029.5 ; application 20200820; publication 24.02.2021, Bulletin 2021/08. 36р.

32. Оформлення бібліографічних посилань у наукових роботах : методичний poradnik / автори-укладачі: І. Костина, В. Каленська, О. Олабоді ; ред. Н. Левченко. – Київ : Науково-технічна бібліотека Національного університету харчових технологій, 2017. – 31 с.

33. Методичні рекомендації до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізації «Обладнання переробних і харчових виробництв» ден. та заоч. форм навчання [Електронний ресурс] / Уклад. В.Г. Мирончук, С.Ю.Лементар, О.А.Єщенко – К.: НУХТ, 2018. – 41 с.

34. Семенихин С.О. Совершенствование технологии извлечения сахарозы из свекловичной стружки : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.05. Кубан. гос. технол. ун-т. Краснодар, 2015. 138 с.

35. Спосіб вилучення цукру з бурякової стружки: пвт. 45791 Україна / Ліпец Антон Адамович, Гусятинська Наталія Альфредівна, Гусятинський Микола Володимирович: МПК С13D1/10; завл. 06.07.2001; опубл. 15. 04. 2002, Бюл № 4.