

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

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології цукру і підготовки води

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»
В.о.завідувача кафедри
Наталія ГУСЯТИНСЬКА
(підпис) (ім'я та прізвище)

«__» лютого 2022 р.

«__» лютого 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Технології цукру та полісахаридів»
на тему: Удосконалення технології очищення дифузійного соку із застосуванням фізико-хімічних способів на ТОВ «Олександрійський цукровий завод»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗТЦ-2-1М

Стецунова Анжеліка Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Гусятинська Наталія Альфредівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

(ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Андрій МАРИНІН
(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 – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра Технології цукру і підготовки води

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Технології цукру та полісахаридів»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри ТЦ і ПВ

Наталія ГУСЯТИНСЬКА

“ ” 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Стецунової Анжеліки Миколаївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології очищення дифузійного соку із застосуванням фізико-хімічних способів на ТОВ «Олександрійський цукровий завод»

керівник роботи Гусятинська Наталія Альфредівна, професор, доктор технічних наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “25 жовтня 2021 року №837кс

2. Строк подання здобувачем роботи 9 лютого 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вміст цукру в буряці - 17,40; Відкачка дифузійного соку - 120,40%.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД. Аналіз сучасних способів проведення окремих технологічних процесів та їх апаратурного-оформлення, апаратурно-технологічної схеми сокоочисного відділення. Об'єкти і методи дослідження. Вплив імпульсивного магнітного поля на ефективність очищення дифузійного соку. Використання хімічних реагентів в процесі проведення попереднього вапнування. Висновки та задачі досліджень. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА. Техніко-економічне обґрунтування удосконалення технології очищення дифузійного соку із застосуванням фізико-хімічних способів на ТОВ «Олександрійський цукровий завод». Структура ТОВ «Олександрійський цукровий завод», опис сокоочисного відділення до впровадження. Вимоги до сировини, що використовується для виробництва і якості продукції. Вибір і обґрунтування технологічних режимів виробництва продуктів з впровадженням інноваційної розробки. Технологічні розрахунки. Вибір і розрахунок нового технологічного обладнання. Екологічні аспекти впровадження удосконаленого способу. Дослідження ефективності застосування основного сульфату алюмінію для очищення дифузійного соку. Визначення оптимальних витрат вапна на

попереднє вапнування при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом. Дослідження ефективності застосування основного сульфату алюмінію для очищення дифузійного соку при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом. Визначення оптимальних значень тривалості і температури попереднього вапнування при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу Технологічна схема А1, План загальний на відмітці 7.200. Розріз 1-1. Розріз 2- 2

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 25 жовтня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ Наукова частина. Літературний огляд. Аналіз сучасних способів проведення окремих технологічних процесів та їх апаратурного оформлення, апаратурно-технологічної схеми відділення	26.10 -10.11.2021	
2	Об'єкти і методи дослідження	13.11-17.11.2021	
3	Експериментальні дані. Результати експериментальних досліджень та їх обговорення. Оптимізація дослідних даних	18.11-01.12. 2021	
4	Проектна частина. Техніко-економічне обґрунтування удосконалення технології очищення дифузійного соку із застосуванням фізико-хімічних процесів на ТОВ «Олександрійський цукровий завод»	03.12-13.12.2021	
5	Вимоги до сировини, що використовується для виробництва і якості продуктів	15.12-19.12.2021	
6	Технологічні розрахунки.	21.12.-28.12.2021	
7	Вибір і розрахунок нового технологічного обладнання. Екологічні аспекти впровадження удосконаленого способу	07.01.-20.01.2022	
8	Висновки Список використаної літератури. Попередній захист	24.01-01.02.2022	

Здобувач

_____ (підпис)

Анжеліка СТЕЦУНОВА

_____ (ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Наталія ГУСЯТИНСЬКА

_____ (ім'я та прізвище)

Зміст	Стор.
Анотація.....	5
Вступ.....	8
1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	11
1.1 Аналіз сучасних способів проведення окремих технологічних процесів та їх апаратурного-оформлення, апаратурно-технологічної схеми сокоочисного відділення.....	11
1.2 Об'єкти і методи дослідження.....	25
1.3 Вплив імпульсивного магнітного поля на ефективність очищення дифузійного соку.....	29
1.4 Використання хімічних реагентів в процесі проведення попереднього вапнування.....	31
Висновки та задачі досліджень.....	34
2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА.....	36
2.1 Техніко-економічне обґрунтування удосконалення технології очищення дифузійного соку із застосуванням фізико-хімічних способів на ТОВ «Олександрійський цукровий завод».....	36
2.2 Структура ТОВ «Олександрійський цукровий завод», опис сокоочисного відділення до впровадження.....	44
2.3 Вимоги до сировини, що використовується для виробництва і якості продукції.....	51
2.4 Вибір і обґрунтування технологічних режимів виробництва продуктів з впровадженням інноваційної розробки.....	53
2.5 Технологічні розрахунки.....	54
2.6 Вибір і розрахунок нового технологічного обладнання.....	57
2.7 Екологічні аспекти впровадження удосконаленого способу.....	62

					Удосконалення технології очищення дифузійного соку із застосуванням фізико-хімічних способів на ТОВ «Олександрійський цукровий завод»			
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Стецунова А.М</i>				Зміст	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Гусятинська Н.А</i>						3	78
<i>Реценз.</i>	<i>Гусятинська Н.А</i>					ННІХТ ЗТЦ-2-1М		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>	<i>Гусятинська Н. А</i>							

3 Дослідження ефективності застосування основного сульфату алюмінію для очищення дифузійного соку.....	63
3.1 Визначення оптимальних витрат вапна на попереднє вапнування при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом.....	63
3.2 Дослідження ефективності застосування основного сульфату алюмінію для очищення дифузійного соку при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом.....	65
3.3.2 Визначення оптимальних витрат вапна на попереднє вапнування із застосуванням основного сульфату алюмінію на двох стадіях при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом.....	66
3.3 Визначення оптимальних значень тривалості і температури попереднього вапнування при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом...	68
Висновки.....	73
Список використаної літератури.....	75

					Зміст	4
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

АНОТАЦІЯ

Робота присвячена дослідженню дії коагулянту основного сульфату алюмінію і його впливу на інтенсифікацію процесу очищення дифузійного соку. Тема роботи є актуальною, оскільки за останні роки звичним явищем для вітчизняної цукрової промисловості стало перероблення буряків погіршеної якості. Внаслідок чого суттєво знижуються технологічні показники соків та сиропу на різноманітних стадіях виробництва, що не дає можливості одержувати готову продукцію задовільної якості. В результаті цього виникає потреба використання додаткових хімічних реагентів для максимального підвищення сумарного ступеня видалення нецукрів із дифузійного соку та збільшення виходу цукру високої якості.

Мета роботи – покращення якості очищеного соку та сиропу, збільшення виходу цукру, шляхом розроблення способів очищення дифузійного соку із використанням хімічного реагенту основного сульфату алюмінію.

Об'єкт дослідження – технологія очищення дифузійного соку буряків погіршеної технологічної якості.

Предмет дослідження – застосування основного сульфату алюмінію для додаткового очищення соків бурякоцукрового виробництва.

Використані типові методики визначення якісних показників соків цукрового виробництва та спеціальні математико-статистичні методи.

Робота складається з трьох розділів, виконана на 78 сторінках, ілюстрована 13 таблицями і 12 рисунками, висновків, списку використаних джерел з 29 найменувань.

Ключові слова: очищення дифузійного соку, карбонізація, вапнування

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена исследованию действия коагулянта основного сульфата алюминия и его влиянию на интенсификацию процесса очистки диффузионного сока. Тема работы актуальна, поскольку за последние годы привычным явлением для отечественной сахарной промышленности стала переработка свеклы ухудшенного качества. В результате существенно снижаются технологические показатели соков и сиропа на различных стадиях производства, что не дает возможности получать готовую продукцию удовлетворительного качества. В результате этого возникает потребность в использовании дополнительных химических реагентов для максимального повышения суммарной степени удаления нектаров из диффузионного сока и увеличения выхода сахара высокого качества.

Цель работы – улучшение качества очищенного сока и сиропа, увеличение выхода сахара путем разработки способов очистки диффузионного сока с использованием химического реагента основного сульфата алюминия.

Объект исследования – технология очищения диффузионного сока свеклы ухудшенного технологического качества.

Предмет исследования – применение основного сульфата алюминия для дополнительной очистки соков свеклосахарного производства.

Использованы типовые методики для определения качественных показателей соков сахарного производства и специальные математико-статистические методы.

Работа состоит из трех разделов, выполненная на 78 страницах, иллюстрированная 13 таблицами и 12 рисунками, выводов, списка использованных 29 источников по наименованиям.

Ключевые слова: очищение диффузионного сока, карбонизация, известкование

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

SUMMARY

The work is devoted to the study of the action of the coagulant of basic aluminum sulfate and its effect on the intensification of the process of purification of diffusion juice. The topic of the work is relevant, because in recent years it has become commonplace for the domestic sugar industry to process beets of poor quality. As a result, the technological indicators of juices and syrups are significantly reduced at various stages of production, which does not allow to obtain finished products of satisfactory quality. As a result, there is a need to use additional chemical reagents to maximize the total degree of removal of non-sugars from the diffusion juice and increase the yield of high quality sugar.

The aim of the work is to improve the quality of purified juice and syrup, increase the yield of sugar, by developing methods of purification of diffusion juice using a chemical reagent of basic aluminum sulfate.

The object of research is the technology of purification of diffusion juice of beets of deteriorating technological quality.

The subject of research is the use of basic aluminum sulfate for additional purification of sugar beet juices.

Typical methods for determining the quality of sugar production juices and special mathematical and statistical methods are used.

The work consists of three sections, performed on 78 pages, illustrated with 13 tables and 12 figures, conclusions, a list of 29 sources used by name.

Key words: purification of diffusion juice, carbonization, liming.

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	

ВСТУП

Актуальність теми. Однією з основних умов стабільного розвитку будь-якої країни є забезпечення населення продуктами харчування. Цукор є продуктом повсякденного вживання і у вирішенні продовольчої проблеми відіграє особливу роль. Крім того, цукор використовується як сировина у харчовій промисловості, а у разі повного забезпечення внутрішніх потреб країни, може бути експортним товаром.

Ще недавно Україна мала 192 цукрові заводи, які здатні були забезпечити виробництво цукру обсягом 6 млн.т. Такий рівень розвитку галузі забезпечував для країни одне з чільних місць серед країн-експортерів цукру, і для економіки України галузь мала стратегічне значення.

Нині цукробурякове виробництво України характеризується низькою ефективністю та перебуває на етапі пошуку шляхів виходу із економічної кризи. Наразі велика кількість наукових та практичних задач, що виникають в зазначеному проблемному полі, залишаються не тільки не вирішеними, а й, навіть, недостатньо дослідженими. Цим і визначається актуальність нашого дослідження [1].

Цукровий ринок носить циклічний характер і це абсолютно звичайна ситуація для ринку, коли декількарічний профіцит змінюється дефіцитом і так по кругу. Чотири роки тому вітчизняні виробники успішно скористались світовим дефіцитом і вийшли на міжнародну арену, як потужний гравець. Потім ситуація в світі, відповідно в Україні, змінилась і виробники уже підлаштовувались під нові умови. Ринок постійно змінюється, враховуючи коливання валютного ринку, а тепер ще й пандемію, стан в бурякоцукровій галузі на сьогоднішній день доволі напружений.

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	

Останні три роки спостерігається скорочення посівних площ під цукровими буряками, кількість працюючих заводів також скорочується. У результаті маємо і скорочення виробництва та експортного потенціалу: в 2018/2019 МР українські виробники експортували 409,8 тис. т цукру, 2019/2020 МР – 103,6 тис. т.

Головні фактори, на які звертають аграрії, приймаючи рішення щодо сівби цукрових буряків, у першу чергу — вартість цукру на ринку, вартість насінневого матеріалу, добрив, засобів захисту рослин, а також вартість паливно-мастильних матеріалів.

За 2020 рік українські виробники експортували 104 тис. т цукру, що на 56% менше, в порівнянні з попереднім роком. Як уже говорив, для того, щоб посилити присутність на міжнародній арені, потрібно наростити виробництво цукру, а для цього необхідні відповідні ринкові умови, підтримка держави та якісна продукція. Над всім цим активно працюють виробники та Асоціація.

На сьогодні галузь потребує державної підтримки. Абсолютно всі заводи потребують оновлення, щоб забезпечувати і внутрішній, і зовнішній ринок якісною продукцією. Для необхідно відміни мита на імпорт обладнання для цукрового виробництва. Така програма дозволить підприємствам цукрової галузі збільшити ефективність роботи, підняти інвестиційну привабливість та не допустить зниження конкурентної спроможності вітчизняної продукції [2].

Метою роботи є удосконалення технології очищення дифузійного соку з використанням додаткових реагентів на ТОВ «Олександрійський цукровий завод» на основі теоретичних та експериментальних досліджень впливу хімічних реагентів на мікробіологічні та технологічні процеси під час очищення дифузійного соку, які в свою чергу сприяють підвищенню виходу цукру та зниженню втрат сахарози у технологічному процесі.

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	

Відповідно до поставленої мети були сформульовані такі завдання досліджень:

- провести аналіз сучасних способів інтенсифікації технологічних процесів очищення дифузійного соку;
- обґрунтувати ефективність застосування способу очищення дифузійного соку додатковими реагентами;
- розробити удосконалену технологічну схему сокоочисного відділення з впровадженням очищення дифузійного соку із застосуванням фізико-хімічних способів;
- розрахувати обладнання для реалізації запропонованого способу очищення дифузійного соку;
- зробити розрахунок продуктів даного проекту;
- розробити технологічні креслення сокоочисного відділення.

Об'єкт дослідження – технологія очищення дифузійного соку.

Предметом дослідження – удосконалення технології очищення дифузійного соку із застосуванням додаткових реагентів.

Методи дослідження – типові методики визначення якісних показників соків цукрового виробництва та спеціальні фізико-хімічні, аналітичні, мікробіологічні методи контролю у бурякоцукровому виробництві, математичного моделювання, оптимізації та статичного оброблення експериментальних даних, виконані з використанням сучасних приладів і комп'ютерних технологій.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Аналіз сучасних способів проведення окремих технологічних процесів та їх апаратурного-оформлення, апаратурно-технологічної схеми сокоочисного відділення

Дифузійний сік є полікомпонентною системою, яка, окрім води та сахарози, вміщує ряд нецукрів – різних за своєю хімічною природою та властивостями. Оскільки метою очистки є видалення якнайбільшої кількості нецукрів при раціональних витратах реагентів, очевидно, що саме фізико-хімічні властивості різних груп нецукрів та їх співвідношення, до загальної їх кількості, визначають технологію очищення дифузійного соку [1].

Типовий спосіб очищення дифузійного соку, який передбачає попередню defeкацію шляхом обробки дифузійного соку гідроксидом кальцію у кількості 0,2...0,3 % CaO до маси буряків та повернення нефільтрованого соку I карбонізації, 20...30 % суспензії 5 осаду соку I карбонізації або всієї суспензії осаду соку II карбонізації. Сік після попереднього вапнування надходить на перший ступінь основного вапнування, де змішується з гідроксидом кальцію у кількості 1,5...2,0 % CaO до маси буряків [1]. Після цього сік нагрівається до 85...90 °C і надходить на другий ступінь основного вапнування, де обробляється гідроксидом кальцію в кількості 0,4...0,6 % CaO до маси буряків. Згідно з типовим способом, при проведенні попереднього вапнування передбачається поступове підвищення лужності та рН соку, що забезпечує створення оптимальних умов коагуляції та осадження для різних груп речовин, що мають різний оптимум коагуляції та осадження.

Недоліком способу є недостатньо високий ефект очищення соку, особливо у разі перероблення буряків погіршеної технологічної якості, що зумовлено неповною коагуляцією речовин колоїдної дисперсності в умовах попереднього вапнування та часткове руйнування коагульованих агрегатів високомолекулярних сполук в умовах основного вапнування.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Сучасні методи інтенсифікації процесу очищення дифузійного соку направлені на отриманні термостійкого дифузійного соку, збільшення виходу білого цукру, підвищення якості готової продукції, та зменшення витрат енерго-теплових витрат [2-4].

Однією з найскладніших ланок процесу одержання цукру з буряків є вапняно-вуглекислотне очищення дифузійного соку, від ефективності проведення якого в значній мірі залежить вихід і якість цукру.

В останні роки виконані дослідження по видаленню окремих груп нецукрів, що дозволило встановити ряд моментів, які відіграють важливу роль в проведенні вапно-карбонізаційного очищення. Адже відомо, що підвищення чистоти очищеного соку на 1 % зумовлює до збільшення виходу цукру приблизно на 0,3 % до маси буряків. Очищення дифузійного соку потрібно розглядати у тісному взаємозв'язку із вибором та роботою обладнання для видалення фільтраційного осаду, тому щосаме воно визначає вимоги до фізико-хімічних параметрів (властивостей) осаду та технологічних особливостей отримання такого осаду [3]. Ґрунтуючись на останніх досягненнях в галузі технології вапняно-вуглекислого очищення, є можливість значно підвищити ефективність цього процесу та знизити витрату вапна на очищення.

В цілому таке очищення повинно вирішити наступні задачі [3] :

- максимально осадити ВМС;
- шляхом осадження максимально видалити аніони кислот, які з іонами кальцію утворюють малорозчинні солі кальцію, що зумовлюють до збільшення величини “натуральної лужності” на II сатурації та зменшення вмісту залишкових солей кальцію в очищеному соку;
- максимально розкласти РР та аміді для отримання термостійкого соку;
- ефективно використати адсорбційну здатність частинок карбонату кальцію в умовах I та II сатурації;
- по можливості сприяти мінімальному термічному розкладу цукрози;
- отримати сатураційні осадки з необхідними фільтраційно-седиментаційними властивостями.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Але максимальне однозначне вирішення цих задач неможливе ні теоретично, ні практично, тому що вони настільки взаємозв'язані, що покращення одних показників обов'язково зумовлює до погіршення інших. Тому єдиного оптимального способу (схеми) очищення дифузійного соку до сьогоднішнього дня не розроблено.

Видалення окремих груп нецукрів в процесі вапняно-вуглекислого очищення дифузійного соку залежить, з одного боку, від їх фізико-хімічних властивостей, аз іншого – від умов проведення такого очищення [2-4]. Саме цим і пояснюється наявність в схемі вапняно-вуглекислотного очищення таких складових елементів як попередня і основна дефекації, I та II сатурації. Підвищуючи ефективність кожного з них, можна досягнути підвищення ефективності і всієї схеми очищення. В такому разі кожна із стадій очищення повинна бути направлена на вирішення трьох основних задач:

- максимальне видалення нецукрів;
- отримання очищеного соку мінімальної забарвленості;
- отримання осаду з добрими фільтраційними властивостями [4].

При роботі за типовою схемою набуті наступні середні значення фільтраційних і седиментаційних показників осаду преддефекованого соку: швидкість осадження – 0,9 см/хв.; об'єм осаду – 29,4 % до м. соку; швидкість осадження – 3,0 см/хв., об'єм осаду – 21,2%, а фільтраційний коефіцієнт – 6,1 с /см³, ефект очистки склав – 35,1 %, чистота вапнованого соку – 87,2 %, а чистота соку II карбонізації – 89,6 % [5] . При практично однакових показниках очищеного соку отриманого як на вдосконаленій так і на заводській схемі, істотно покращилась робота кристалізаційного відділення.

Проведені дослідження залежності якісних показників попередньо вапнованого соку від ступеня карбонізації вапна в поверненні на попереднє вапнування суспензії соку I карбонізації показали, що якнайкращі якісні показники соку досягаються при поверненні на попереднє вапнування суспензії із ступенем карбонізації вапна 30 – 40 % [6]. При цьому вапнування

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

проводиться самим поверненням, витрата якого складає 40 – 60 % до маси переробленого буряка.

Введення в технологічну схему ступення часткової карбонізації дозволяє знизити вміст колоїдних речовин в ньому на 10 – 18 %, підвищити стійкість осаду до десорбції на основному вапнуванні, поліпшити фільтраційні показники соку I карбонізації на 25 – 30 %, збільшити загальний ефект очищення соку на 3 – 4 % [7] .

У НУХТ розроблений спосіб попереднього очищення дифузійного соку з одночасною дією відкритої пари і вапняного молока, при якому дифузійний сік після підігрівачів поступає в пароструминний преддефектор, куди, разом з відкритою парою, подається вапняне молоко в кількості 0,015 – 0,020 % СаО до маси буряків, після чого оброблена суміш поступає в апарат попереднього вапнування, в який додається також 70 – 80 % соку I карбонізації. Подальше очищення соку здійснюється по типовій схемі. Подальша розробка способу продовжувалася в напрямі одночасної обробки дифузійного соку парою різного потенціалу і суспензією соку II карбонізації [8]. Результати дослідження за типовим способом з попередньою одночасною обробкою парою при різних його потенціалах і суспензією соку II карбонізації підтверджують перевагу одночасної обробки дифузійного соку парою і суспензією. Встановлено, що оптимальним варіантом буде спосіб з подаванням пари з тиском 0,20 – 0,24 МПа, що відповідає I корпусу випарної установки.

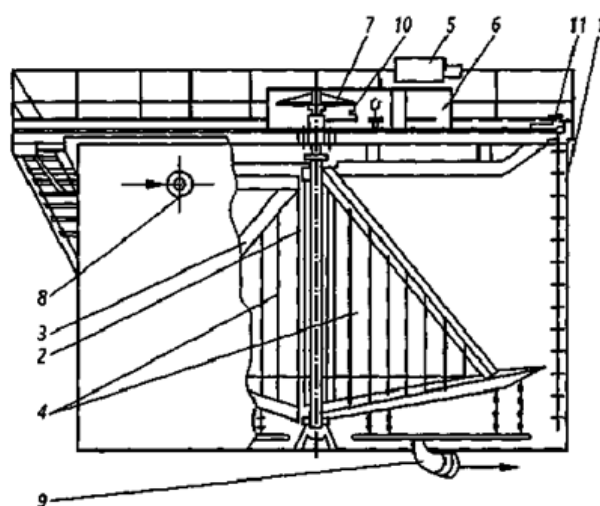
При проведенні основної defeкації здійснюється обробка соку попередньої defeкації надлишком вапна при відповідній температурі для розкладання деяких нецукрів в сильно лужному середовищі з метою отримання термостійкого на подальших етапах обробки соку, запобігання лужному розкладанню сахарози і істиною пептизацією компонентів коагулята, утвореного під час попереднього вапнування. Якщо реакції розкладання не будуть завершені в сокоочисному відділенні, то, продовжуючись на стадіях технологічної схеми, вони знижуватимуть якість сиропу і цукру [9] .

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Найбільшою мірою цим вимогам відповідає комбінований холодно-гарячий режим основного вапнування. Під час тривалої (більше 30 хв.) холодного ступеню вапнування велика частина редукувальних речовин розкладається з мінімальним виходом забарвлених речовин. Цьому сприяє не тільки низька температура, але й підвищена розчинність вапна [10].

При подальшому нагріванні соку холодного ступеню вапнування і проведенні десятихвилинної гарячого ступеню вапнування вапно поволі осідає. Внаслідок чого, лужність розчину змінюється. В процесі гарячого вапнування, в умовах високої лужності і підвищеної температури, реакції розкладання нецукрів протікають досить швидко. Завдяки цьому досягається необхідний ступінь розпаду редукувальних речовин і амідів.

Типовим устаткуванням для проведення даного процесу є апарати: Ш1-ПДХ-3,0; Ш1- ПДХ-4,5; Ш1-ПДХ-6,0 [1] .



1 - циліндричний корпус; 2 - вал; 3 - взаємно перпендикулярних ферми перемішуючого пристрою; 4 - вертикальні і горизонтальні полоси перемішуючого пристрою; 5 - електродвигун; 6 - редуктор; 7 - ланцюгова передача; 8 - штуцер для підведення дифузійного соку; 9 - штуцер для відводу дифузійного соку.

Рисунок 1.1.1 - Апарат Ш1-ПДХ-3.0 холодного основного вапнування

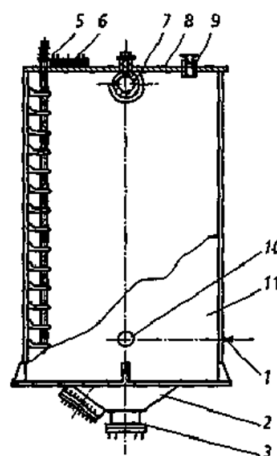
Тривалість процесу вапнування регулюється автоматично в широкому діапазоні (0 – 60 хв.), апарат працює в режимі інтенсивного змішування, служить для цього буферною ємкістю, що стабілізує соковий потік при порушеннях роботи попередніх або подальших ділянок заводу, і може встановлюватись

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

із зовнішнього боку заводу. У апараті практично відсутня рециркуляція, що шкідливо впливає на вапнування соку.

Процес, здійснюваний в дефекаторі при низькій температурі і оптимальні тривалості, забезпечує високу розчинність і хороший контакт вапна з соком, що, в комбінації з аерацією соку, дозволяє отримати менш забарвлені і більш термостійкі напівпродукти і підвищити ефект очищення соку на вапно-карбонізації, скоротити на 0,5 % витрати вапна, понизити вміст цукру в мелясі і забезпечити якість цукру [3]. Глибина реакції розкладання залежить від ряду чинників, зокрема від температури і тривалості процесу. Розкладаючись в умовах вапнування, редукувальні речовини утворюють забарвлені речовини і кальцієві солі органічних кислот, а також роблять сильний вплив на седиментаційні властивості соку. Оптимальна тривалість гарячого способу вапнування (15 – 20 хв.) забезпечує отримання мало забарвлених соків з мінімальним вмістом речовин колоїдної дисперсності [9]. Для прискорення і досягання повного розкладання редукувальних речовин, а також глибокого розкладання амідів технологічною схемою передбачено застосування короткочасного ступеня основного вапнування.

У УкрНДЦП розроблений автоматизований апарат Ш1-ПДГ [2] для проведення гарячого ступеня основного вапнування.



1 – циліндричний корпус; 2 – конічне днище; 3 – штуцер для відводу соку; 4,6 – люки; 7 – штуцер для підводу соку; 8 – полу герметична кришка; 10 – гніздо для виміру температури; 11 – кран для відбору проб.

Рисунок 1.1.2 – Апарат Ш1-ПДГ-3.0 гарячого вапнування

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Плавне регулювання тривалості процесу, відсутність перемішуючого пристрою спрощує конструкцію апарату, знижує його металоємність і виключає витрату електроенергії. Зміною рівня соку в апараті можна підтримувати задану тривалість обробки соку.

У УкрНДЦП розроблений спосіб інтенсифікації основного вапнування, що поєднує дію кавітації на сік і аерацію. Для проведення аераційної кавітації обробки соку основної defeкації запропонований суперкавітатор соку типу Ш1-ПСК, до складу якого входить змішувач, аератор, електропривід. Встановлений на загальній рамі і сполучна муфта. Основною складовою частиною апарату Ш1-ПСК є СК-ЗМІШУВАЧ.

Суперкавітатор працює за принципом однопрохідного осьового суперкавітуючого насоса. Він встановлюється на трубопроводі між апаратами попереднього і основного вапнування. У трубопровід попередньо вапнованого соку безперервно подається вапняне молоко.

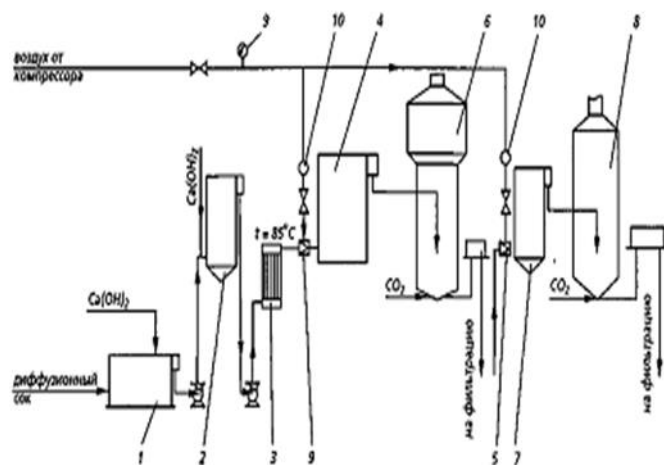


Рисунок 1.1.3 – Схема аерації соку перед гарячим вапнування та вапнування перед II карбонізацією.

1 – преддефекатор; 2 – дефекатор для холодної основної defeкації; 3 – підігрівник; 4 – дефекатор для основної гарячої defeкації; 5 – ежектор; 6 – апарат першої сатурації; 7 – дефекатор для defeкації перед другою сатурацією; 8 – апарат другої сатурації; 9 – манометр; 10 – розходомір.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Кавітаційні каверни, що утворилися на дрібних бульбашках кавітації. При їх спливанні відбувається додаткове мікрозміщення реагуючих речовин, за рахунок чого забезпечується ефект дії кавітації. За камерою змішування розташована зона диспергування повітря. Завдяки завихренню потоку і наявності достатньої кількості неспливних бульбашок кавітації повітря, вапняне молоко добре диспергує і розподіляється в соку. Далі, після аераційної кавітації, сік поступає в апарат основного вапнування для завершення хімічних реакцій розкладання і інверсії сахарози і амідів.

Схема очищення дифузійного соку з відділенням вапнокарбонізованого осаду до основного вапнування представлена на (рис. 1.1.4).

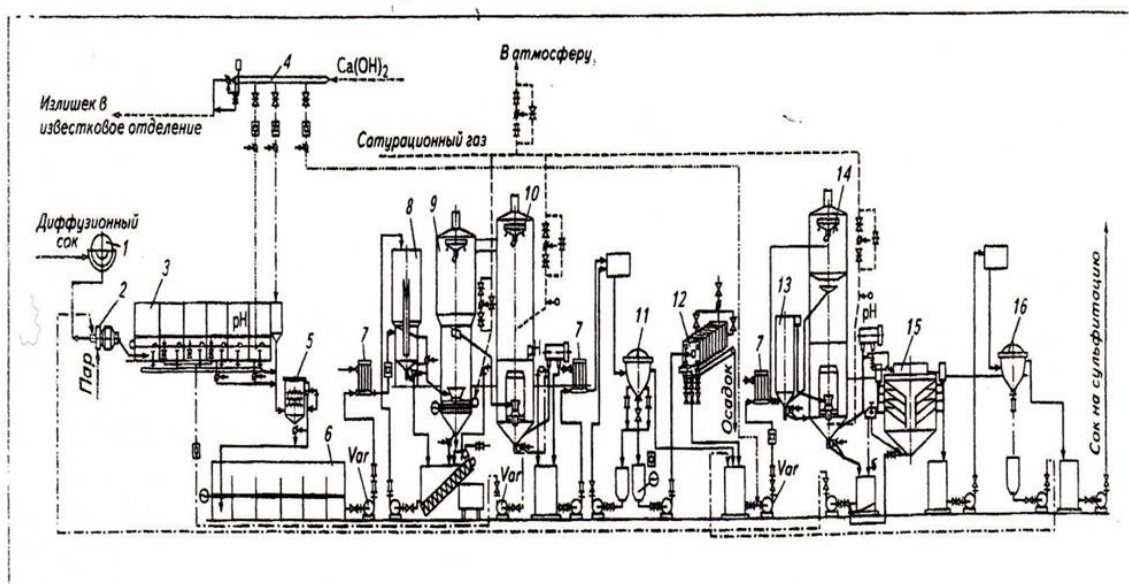


Рисунок 1.1.4 – Схема очистки дифузійного соку

1 – пульпоуловлювач; 2 – пароконденсаційний кавітаційний пристрій; 3 – преддефекатор; 4 – вузол розподілення вапняного молока під тиском; 5 – статичний змішувач; 6 – теплий дефекатор; 7 – підігрівач; 8 – гарячий дефекатор; 9 – ІА – карбонізатор; 10 – ІБ – карбонізатор; 11, 16 – фільтр – згущувач; 12 – фільтр-прес; 13 – дефекатор перед ІІ карбонізацією; 14 – ІІ карбонізатор; 15 – відстійник.

Основним елементом схеми є передвапнокарбонізатор з циркуляційним контуром для багатократної рециркуляції вапнокарбонізованого соку - 500...600% до об'єму дифузійного соку. Рядом досліджень [14] було встановлено

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

що, працюючи за схемою з відділенням вапнокарбонізованого осаду до основного вапнування, можна досягти тих же технологічних показників соків, сиропів і білого цукру, як і при праці за типовою схемою очищення, витрачаючи менше на 0,5...0,6 % CaO до маси буряка. Таким чином, виявляються два напрями використання схеми з відділенням вапнокарбонізованого осаду до основного вапнування: отримання органо-мінеральної кормової добавки; зменшення витрати вапна на очищення дифузійного соку.

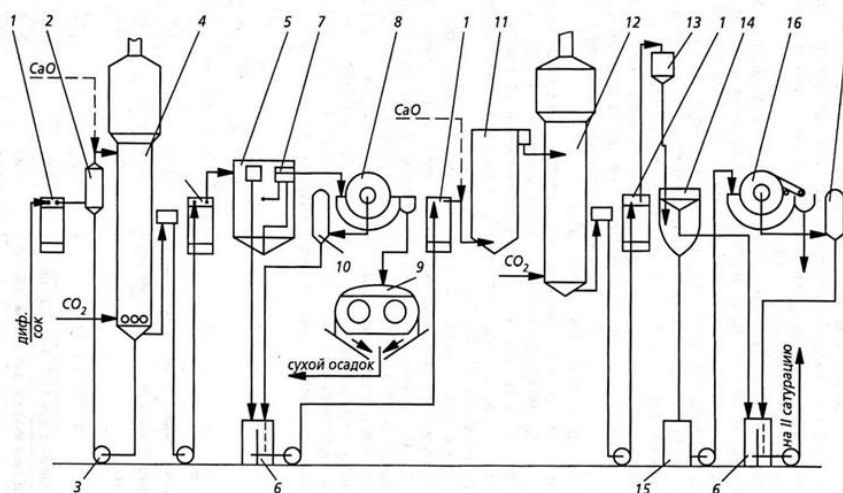


Рисунок 1.1.5 – Схема УкрНДЦП з видаленням та сушкою вапнокарбонізаційного осаду.

- 1 – підігрівник; 2 – збірник рециркулятор; 3 – насос; 4 – вапнокарбонізатор;
 5 – відстійник; 6 – збірник освітленого соку; 7 – мембранний насос;
 8 – вакуум – фільтр; 9 – ресивер; 10 – сушка вапно - карбонізаційного осаду;
 11 – апарат основного вапнування; 12 – апарат I карбонізації; 13 – напірний збірник;
 14 – фільтр ФИЛС; 15 – збірник суспензії; 16 – вакуум-апарат.

Фільтрація продуктів цукрового виробництва – одна з найважливіших стадій технологічної схеми отримання цукру, від ефективності якої залежать техніко-економічні показники роботи заводу, споживання допоміжних операцій, вихід і якісні показники цукру білого. Основні завдання фільтрувального устаткування – забезпечення необхідної продуктивності заводу, висока якість фільтрату, мінімальні втрати цукру у фільтраційному осаді при мінімально можливій витраті води на його промивання і мінімальна витрата фільтрувальної

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

тканини [15] .

Підвищені вимоги до якості фільтрування примушують до застосування більш сучасного фільтраційного обладнання. На даний час існує безліч варіантів фільтраційного устаткування як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, які цілком задовольняють вимоги до якості ведення процесу фільтрування. Процеси фільтрування рідких гетерогенних систем (суспензій, пульп) широко поширені в різних галузях промисловості і комунального господарства. У цілому ряді випадків реалізації зазначених процесів неможлива без застосування фільтр-пресів різної конструкції – камерний, мембранних, рамних. Фільтрування з утворенням осадів, які володіють високим гідравлічним опором, ефективна і економічна промивка відфільтрованого осаду безпосередньо на фільтрі, отримання осадів зі зниженою вологістю, обробка великих потоків рідин – всі перераховані задачі найбільш раціонально вирішувати зі застосуванням фільтр-пресів.

Аналізуючи роботу схеми фільтрування соку I карбонізації згущувачів П9 - УФЛ, МВЖ, фільтр-пресів РКО і ФКС-50, чеських фільтр-пресів, на цукровому заводі ім. Цюрупи було прийнято рішення про реконструкцію станції фільтрування соку першої сатурації з установкою двох мембранних фільтрів МЕКО – 1200

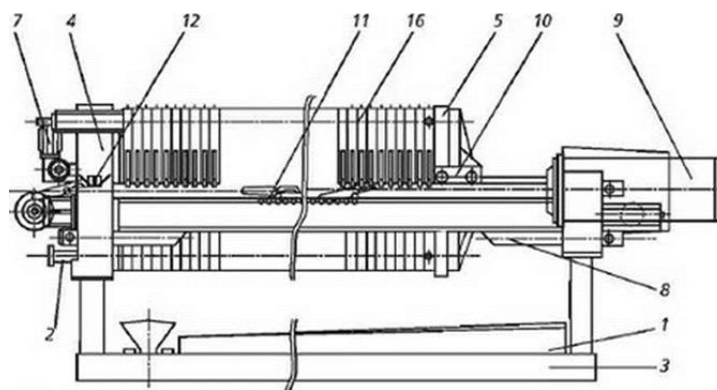


Рисунок 1.1.6 – Мембранний фільтр – прес МЕКО-1200

1 – перекидна ванна; 2 – трубопровідне з'єднання фільтра; 3 – рама; 4 – нерухомий торець; 5 – рухливість торець; 6 – пластина 1200x1200; 7 – електрична коробка передач; 8 – направляючі; 9 – гідравлічний циліндр; 10 – рухомим торець; 11 – ланцюг; 12 – розгін (спрацьовування).

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Перша фаза роботи мембранного фільтру аналогічна роботі камерного фільтру, але лише до тиску близько 0,8 МПа. Після утворення досить товстого шару осаду або після заповнення камер осаду насос подачі вимикається.

У другій фазі використовуються гнучкі мембрани.

При їх заповненні повітрям під тиском або водою відбувається витіснення рідини з "коржика" в результаті підвищеного тиску робочого середовища, без подачі суспензії. Тиск фільтрування може досягати 1,6 МПа. Об'єм товстого шару осаду залежить від стисливості осаду. Дана фаза допомагає також спростити вивантаження осаду, який після зняття тиску вже не так сильно прилипає до фільтрувального полотна [15]. Результати роботи фільтр - пресу свідчать про те, при прямому фільтруванні соку I сатурації досягається практично повне вихолодження осаду при фільтруванні соків з хорошими фільтраційно - седиментаційними властивостями.

В порівнянні з камерними фільтрами , продуктивність мембранних значно вища і процес фільтрування стає ефективнішим за рахунок скорочення часу допоміжних операцій. Можна з упевненістю стверджувати, що найбільш ефективне рішення при проведенні робіт по заміні застарілого фільтрувального устаткування цукрових заводів – використання сучасних фільтрів-пресів, основними показниками ефективності яких є: зменшення кількості води, що витрачається при проведенні операцій (показник розбавлення дифузійного соку перед ВУ зменшується у 1.5 -2.0 раза) ; зменшення вмісту цукру в осаді до 0,02-0,04% до маси сухих речовин; в порівнянні з використанням дискових фільтрів або вакуум-фільтрів , досягнення рівномірного знецукрення у всіх камерах і у всьому шарі осаду за площею перетину фільтру, отримання осаду з СР=65-75%.

Фірма «ТМА» розробила і налагодила виробництво фільтрів, які за своїм технічним і технологічним показниками є конкурентоспроможними порівняно із зарубіжними марками фільтрів. Результатом роботи творчого колективу Фірми «ТМА» став фільтр свічковий барометричний універсальний (ФСБУ - 110);

Конструктивні особливості фільтрів ФСБУ. Фільтр складається з корпусу,

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

кришки, фільтрувальних елементів і приймального колектора фільтрованого продукту. Корпус фільтра має циліндричну форму із конічним днищем. Зверху закривається еліптичною кришкою. Фільтрувальні елементи розташовані на відстані 110 мм один від одного. Відстань між найближчими фільтрувальними поверхнями складає 90 мм. Якщо фільтрувальні елементи розташовані на відстані 90 мм, то відстань між фільтрувальними поверхнями складе приблизно 67 мм. Слід зазначити, що продуктивність фільтра розраховується не тільки з отримання фільтрату, а й за кількістю виведеного осаду, що залежить від продукту, що фільтрується.

Під час регенерації фільтрувальний рукав роздувається. Відстань між фільтрувальними поверхнями зменшиться з 90 мм до 50 мм і відповідно з 67 мм до 27 мм. Зменшення відстані між фільтрувальними поверхнями змушує зменшувати товщину осаду на фільтрувальній поверхні за рахунок зменшення кількості соку, що проходить через фільтр за цикл. Інакше фільтр буде забитий осадом. Тому збільшення площі фільтрування за рахунок зменшення відстані між фільтрувальними елементами може привести до зменшення продуктивності фільтра.

Підтвердженням служить те, що фірма ТМА для фільтрування соку І карбонізації на європейських заводах встановлює фільтри з відстанню між фільтрувальними елементами 90 мм, а на вітчизняних заводах з відстанню 110 мм. І це, на наш погляд, правильно тому, що на європейських заводах витрата вапна становить близько 1% до маси буряків, а у нас від 2-3%.

Тонкошаровий відстійник працює наступним чином [15]. Карбонізаційний сік поступає у верхню підготовчу секцію, де від нього відділяються піна та газ, та через з'єднувальну трубу направляється у нижню частину апарату. Проходячи через вирівнювальні решітки, рівномірно розподіляється по довжині апарату і поступає у внутрішню частину тонкошарових секцій. В наклонних тонкошарових каналах відбувається осадження твердої фази соку І карбонізації.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Згущена суспензія переміщується по нижній частині тонкошарового елемента та за допомогою пристрою для її відведення направляється в зону накопичення. Радіальні напрямляючі, встановлені в між тарілковому просторі тонкошарового модуля, та заспокоюють рух потоку, повздовжнє та поперечне перемішування, запобігають утворенню застійних зон та каналотворень.

Розподілюючі полоси, встановлені в нижній частині апарату, також сприяють рівномірному розподіленню соку та згущеної суспензії, по довжині відстійника. Згущена суспензія із зони накопичення відбирається на фільтр-преси, а освітлений сік через контрольні ящики направляється у збірник соку.

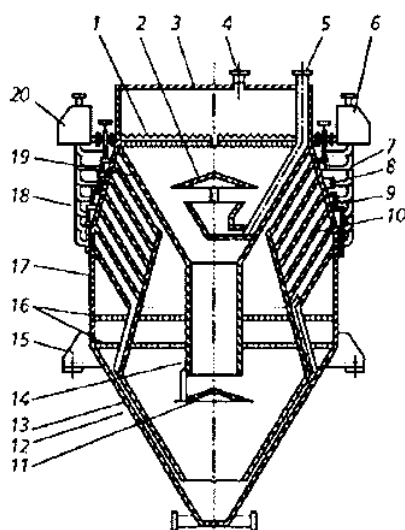


Рисунок 1.1.7 – Одноярусний тонкошаровий відстійник соку I карбонізації

1 – пристрій для відділення від соку піни та газ; 2, 11 – відбивачі; 3 – кришка; 4 – повітряна відтяжка; 5 – патрубок для підведення не фільтрованого соку I карбонізації; 6, 20 – контрольні ящики; 7, 18 – трубопроводи для відведення освітленого соку; 8 – кільцеві жолоби; 9 – посічений конус; 10 – тонкошаровий модуль; 12 – конічне дно; 13 – пристрій відведення згущеної суспензії; 14 – з'єднувальна труба; 15 – опорні лапи; 16 – ламінарний пристрій; 17 – вертикальний циліндричний корпус; 19 – верхня підготовча секція.

Наразі існує ряд способів інтенсифікації технологічних процесів очищення дифузійного соку із застосуванням додаткових реагентів: коагулянтів, флокулянтів [16-21]. Особливої уваги потребує застосування додаткових реагентів у разі перероблення цукрових буряків погіршеної якості [22-23].

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Авторами [19, 21] запропоновано спосіб очищення дифузійного соку передбачає попереднє вапнування гідроксидом кальцію, введення під час попереднього вапнування 10-20 % дифузійного соку, обробленого коагулянт, основне вапнування гідроксидом кальцію, першу карбонізацію, фільтрування, другу карбонізацію та фільтрування. Згідно з корисною моделлю як коагулянт використовують основний сульфат алюмінію в кількості 0,010-0,025 % та полігексаметиленгуанідину гідрохлорид (ПГМГХ) у кількості 0,0005-0,0040 % до маси соку.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та технічним результатом полягає в наступному. У разі додавання основного сульфату алюмінію до дифузійного соку бурякоцукрового виробництва відбувається коагуляція та осадження високомолекулярних сполук, а саме - білків, пектинових речовин, барвних сполук, органічних кислот, з утворенням осаду.

Полігексаметиленгуанідину гідрохлорид є катіонним поліелектролітом, що зумовлює його флокуляційні та коагуляційні властивості щодо високомолекулярних сполук, які містяться у клітинному соку та буряку. При введенні полімерних сполук, а саме ПГМГХ до дисперсної системи дифузійного соку в процесі попереднього вапнування, одна макромолекула може зв'язуватись різними своїми частинами одночасно на декількох часточках дисперсної фази, утворюючи між ними "містки". При флокуляції зв'язок між часточками дисперсної фази відбувається через макромолекули флокулянтів, що призводить до утворення об'ємного осаду з розгалуженою структурою, який добре фільтрується та відстоюється.

Наслідком є: менші витрати коагулянта основного сульфату алюмінію для очищення дифузійного соку; збільшення повноти осадження речовин колоїдної дисперсності, підвищення чистоти очищеного соку, збільшення виходу цукру та покращення його якості. Спосіб здійснюється наступним чином. Дифузійний сік розділяється на дві частини: основна частина дифузійного соку,

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

що становить 80-90 %, надходить у апарат прогресивної попередньої дефекації. Як реагент для очищення використовують гідроксид кальцію в кількості 0,2-0,3 %CaO до маси буряків. Розчин основного сульфату алюмінію у кількості 0,010-0,025 до маси соку,60 спрямовують у змішувач з другою частиною 10-20 % дифузійного соку.

У дифузійний сік, оброблений коагулянтном основним сульфатом алюмінію, вводиться розчин ПГМГХ у кількості0,0005-0,0040 %, після чого дифузійний сік надходить до апарата попередньої дефекації у зону з рН 20 соку 9,0-10,2. На виході з апарата попередньої дефекації рН20 соку становить 10,8-11,2.Далі сік надходить в апарат основної дефекації, де обробляється гідроксидом кальцію у кількості 1,2-1,8 % CaO до маси буряків за типовою схемою очищення 5 соку. З дефекатора сік надходить до апарата І сатурації, де обробляється вуглекислим газом до лужності 0,1 % CaO. Після фільтрування сік І сатурації обробляють гідроксидом кальцію у кількості 0,3-0,5 % CaO до маси буряків та вуглекислим газом на ІІ сатурації до лужності 0,02-0,03 % CaO та фільтрують.

1.2 Об'єкти і методи дослідження

Експериментальні результати роботи отримані за допомогою традиційних та сучасних фізико-хімічних, технологічних та статичних методів, були використані типові методики визначення якісних показників соків цукрового виробництва.

Вміст сухих речовин (СР, % до маси продукту) визначали за допомогою рефрактометра РПЛ-3.

Хід визначення масової частки сухих речовин дифузійного соку:

Масову частку сухих речовин визначають лабораторним або прецензійним рефрактометром після звільнення проби від бульбашок повітря відстоюванням протягом 3 хв. та збирання піни ложкою.

Визначення вмісту сахарози в досліджуваних продуктах проводили

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

поляриметрично.

Хід визначення масової частки сахарози дифузійного соку:

Дві нормальні наважки охолодженого дифузійного соку переводять без втрат у колбу місткістю 100 см³, додають 4-5 см³ ацетату свинцю, доливають до мітки дистильованою водою, перемішують, фільтрують, фільтрат заливають у поляриметричну кювету на 400 мм і визначають його поляризацію за допомогою цукрометра. Масова частка цукрози в соку у відсотках дорівнює показанню цукрометра, поділеному на 4.

Хід визначення рН дифузійного соку:

Визначення проводять в окремо взятій пробі, рН дифузійного соку визначають лабораторним рН-метром.

Хід визначення масової частки сахарози в соку II сатурації:

52 г охолодженого до 200С соку II сатурації зважують і переводять в колбу місткістю 100 см³, додають 1-2 краплі фенолфталеїну та кілька крапель фосфорної кислоти до зникнення рожевого забарвлення при обертанні колби між долонями. Потім додають 1-3см³ ацетату свинцю та доводять вміст колби дистильованою водою до мітки.

Вміст колби енергійно перемішують, фільтрують через паперовий фільтр, визначають поляризацію фільтрату на цукрометрі в кюветі завдовжки 400мм. Розділивши показання цукрометра на 4 дізнаємося масову частку цукрози.

Хід визначення лужності соку I та II сатурації:

10 см³ фільтрованого через паперовий фільтр соку I або II сатурації переводять у фарфорову чашку, додають 2-3 краплі розчину фенолфталеїну і титрують 0.1 н. розчином сірчаної кислоти з бюретки Каппуса або 1/28 н. із метричної бюретки до знебарвлення рожевого кольору.

$$\text{Лужність, \% СаО} = (0,001 \cdot 100A) / 10 = 0,01A,$$

де А - кількість поділок бюретки Каппуса 0,1 н. розчину сірчаної кислоти витрачених на титрування 10 см³ соку.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Хід визначення забарвленості соку II сатурації в одиницях оптичної густини (ICUMSA):

Оптичну густину соку II сатурації визначають за допомогою фотометра КФК-3 або іншого типу при довжині хвилі 560 нм, попередньо довівши рН соку до 0,1-7+0,1 та відфільтрувавши через подвійний паперовий фільтр з додаванням кізельгуру чи перліту (2 % до маси СР). Сухі речовини соку визначають рефрактометром .

Кольоровість соку в умовних одиницях обчислюється за формулою:

$$ЗБ = (D560 * 100 * 1000) / CP * d * l_{\text{кювети}} ,$$

де D560 – оптична густина проби, сухі речовини, %, густина г/ см³, l_{кювети} – довжина кювети, см, ЗБ – забарвленість, ICUMSA.

Хід визначення солей кальцію в соку II сатурації:

Відбирають 20 см³ соку II сатурації переводять в конічну колбу місткістю 300 см³ додають 100 мл дистильованої води, 5 мл аміачного буферного розчину, 7-8 крапель індикатору і проводять пряме тригонометричне титрування.

Загальний вміст аніонів у фільтрованому лужному соку визначають за формулою:

$$A = 10(a-b) * K / VdCP,$$

де а, b – кількість 1/28 н. трилону Б, витраченого на титрування відповідно робочої та контрольної проб, см³; К – титр 1/28 трилону Б, V – кількість фільтрованого соку II сатурації, см³; d, CP – густина соку, см³ і сухі речовини, % відповідно.

Хід визначення вмісту білкових речовин в попередньо вапнованому соку та соку II сатурації:

Переводять 20 см³ фільтрату соку попередньої дефекації у мірну колбу на 100 мл, доводять до позначки дистильованою водою і дорбе перемішують. Із

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

колби відбирають 4 см³ досліджуваного розчину, переводять у пробірку і додають в неї 16 см³ біуретового реактиву. Одержану таким чином біуретову суміш перемішують і залишають при кімнатній температурі на 30 хв для розвитку і стабілізації забарвлення. Після цього вимірюють її оптичну густину в кюветі з робочою довжиною 50 мм на фотоколориметрі при довжині хвилі $\lambda = 600$ нм

Концентрацію білка у біуретовій суміші, мг/см³, визначають за формулою

$$b = (y - 0,31) / 0,9$$

де y – оптична густина біуретової суміші.

Вміст білків, % до маси аналізованого соку, підраховують за формулою

$$q = 10^{-3} * K * (V_x / (V_1 * d)) * V_{заг} * b$$

де K – коефіцієнт розбавлення аналізованого соку, $K = 5$;

V_x – об'єм біуретової суміші (20 см³)

V_1 – об'єм розбавленого соку, взятий для приготування біуретової суміші,

$V_1 = 4$ см³;

d – густина аналізованого соку, г/см³;

$V_{заг}$ – загальний об'єм аналізованого розчину (100 см³)

b – концентрація білка у біуретовій суміші, мг/см³.

Хід визначення аніонів кислот у попередньо вапнованому соку

Потенціометрично титрують 20 см³ досліджуваного фільтрату соку попередньої дефекації з метричної бюретки 0.1н НСІ до рН = 9.25 для визначення вапняної лужності соку, % СаО. Вміст склянки кількісно переводять в конічну колбу об'ємом 300 см³ і проводять пряме трилонометричне титрування для визначення загального вмісту кальцію в пробі, % СаО.

Загальний вміст аніонів кислот, % СаО на 100 г СР, у лужних соках

визначають за формулою:

$$A = (10(a - b) - 28 * c) / VdCP$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

де a, b – кількість $1/28n$. трилону B, витраченого на титрування відповідно робочої та контрольної проби, см³;

d – густина аналізованого соку, г/см³;

c – кількість $0,1n$ HCl витраченої на титрування проби до $pH = 9,25$, см³;

V – кількість фільтрованого лужного соку, $V = 20$ см³

1.2.1. Методика одержання буряків, уражених слизистим бактеріозом

В лабораторних умовах для одержання буряків, уражених слизистим бактеріозом, використовували коренеплоди здорових буряків. З цією метою їх після очищення заморозували при температурі $-15^{\circ}C$ протягом 2 діб, після чого розморозували за температури $5-10^{\circ}C$ протягом 2-3 діб. За цей час на поверхні коренеплодів з'явився слиз, що є свідченням досягнення поставленої мети. Далі уражені буряки подрібнювали та одержували з нього уражений дифузійний сік.

1.3. Вплав імпульсного магнітного поля на ефективність очищення дифузійного соку

При переробці некондиційних буряків на ПВ відбувається неповна дегідратація і недостатнє видалення ВМС і РКД з соку і, як наслідок, невисокий ефект очищення. По цій причині вказані знецукри осаджуються не повністю, знижується сорбційна здатність частинок коагуляту, що призводить до утворення осаду зі значною розчинністю в умовах високої лужності основного вапнування. Один з способів підвищення ефективності очищення – обробка попередньо вапнованого соку імпульсним магнітним полем [9]. Можливість використання імпульсного магнітного поля пояснюється тим, що продукти переробки рослинної сировини являють собою системи з наявністю в молекулах вільних електронів, які ефективно утворюють радикальну пару при зовнішньому впливі.

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

При подачі зовнішнього імпульсу магнітного поля відбувається радикальна реакція (утворення радикальної пари), яка можлива тільки із синглетного стану спінів радикалів молекул, які входять до складу дифузійного соку. До зовнішнього впливу спіни молекул знаходяться в триплетному стані і утворення радикальної пари не можливе по теорії спінової заборони. Магнітне поле, впливаючи на спін однієї з молекул, приводить її до переорієнтації у просторі і дає можливість утворенню нового зв'язку між двома молекулами. Таким чином, молекули ВМС з'єднуються в більші агрегати, коагулюють і утворюють часточки осаду. Крім того, електрична складова імпульсного електромагнітного поля поляризує молекули тих нецукрів, поверхня яких була електрично нейтральна. Поляризацією молекул інтенсифікується здатність молекул активно реагувати на вплив зовнішнього магнітного поля.

Експериментальні дані показали, що збільшення швидкості седиментації частинок осаду попередньо вапнованого соку спостерігається в інтервалі магнітної індукції від 0,1 до 0,25 Тл.

При тривалості магнітної обробки до 10 с швидкість седиментації соку ПВ збільшується, а більше 10 с – зменшується.

Перевищення оптимальної тривалості впливу зовнішнього магнітного поля призводить до нового перерозподілу спінів в молекулі, який сприяє розриву зв'язку і утворенню продуктів розкладу, які гірше видаляють при наступному вапнокарбонізаційному очищенні, що призводить до зниження ефекту очищення, погіршує фільтрування, сприяє утворенню нецукрів (оптично активних і барвних речовин).

Таким чином, обробка цукровмісних розчинів в імпульсному магнітному полі підвищує ефективність подальшої вапно карбонізаційного очищення, що сприяє зменшенню накипоутворення на випарній станції, покращенню кристалізації сахарози в продуктовому відділенні і збільшенню

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

виходу цукру-піску за рахунок зниження вмісту у виробничих розчинах нецукрів-мелясоутворювачів.

1.4. Використання хімічних реагентів в процесі проведення попереднього вапнування

Дифузійний сік представляє собою складну систему сахарози і комплексу нецукрів. Одним з реальних шляхів покращення технології очищення дифузійного соку – попередній вплав на комплекс високомолекулярних нецукрів новими високоефективними реагентами з метою підвищення ефективності їх видалення [12].

Раніше було досліджено і показано доцільність використання флокулянта КО-3 [13] для очищення соку.

Дослідження показали, що додавання флокулянта КО-3 в метастабільну зону на попередньому вапнуванні сприяє більш повному видаленню нецукрів і дозволяє поліпшити седиментаційно-фільтраційні властивості соку.

Авторами [14] проведені дослідження по вдосконаленню очищення дифузійного соку від ВМС і РКД з використанням флокулянтів серії HENGFLOC і АК, які являють собою речовини, в основі яких лежить поліелектроліт – поліакриламід, який містить амідні і карбоксильні групи у відповідних співвідношеннях.

Препарати серії HENGFLOC і АК ефективно використовуються для видалення ВМС та РКД, в тому числі при очищенні природних і стічних вод.

Проведені дослідження показали, що кращі результати по чистоті і ефекту очищення мав сік II сатурації при введені на попереднє вапнування 0,001% флокулянта. Потрібно відмітити, що витрати флокулянта більше 0,001% до маси соку призводять до зниження його позитивної дії і погіршенню якісних показників очищеного соку. Це може бути пов'язано з руйнуванням полімерних зв'язків, скоагульованих ВМС і переходом їх назад осаду у розчин.

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таким чином, рекомендовані витрати флокулянта становлять 0,001% до маси соку. При таких витратах флокулянтів всі представлені проби покращують процес коагуляції нецукрів і видалення їх з сатураційним осадом: флокулянт HENGFLOC 62424 підвищує ефект очищення на 12,6%, HENGFLOC 61418 – на 11,57, HENGFLOC 63226 - 12,20%, HENGFLOC АК – на 9,7% . Результати лабораторних досліджень представлені в таблиці 1.

Результати лабораторних досліджень свідчать про те, що ефективність використання флокулянтів збільшується при роботі заводу на некондиційних буряках (при підвищеному вмісті ВМС у соку).

Від недавня на російському ринку з'явився флокулянт зарубіжної марки TALOSEP A5 (сополімер акриламіда та акрилата натрію), завдяки якому швидкість осадження частинок осаду ПВ досягає 4,6 см/хв.

Оптимальні витрати флокулянта становлять 0,005-0,01% маси соку [4].

На кафедрі технології цукру та полісахаридів НУХТ проведено дослідження можливості використання композитного флокулянта "Полідез". Цей препарат розроблено ЗАТ "Українські екологічні технології" на основі солі полігексаметиленганідину і має молекулярну масу близько 10 000, високу антимікробну активність і флокулюючу здатність.

Встановлено [15], що коагулююча здатність препарату у поєднанні із властивостями іона Ca^{2+} в умовах попереднього вапнування підвищує глибину коагуляції РКД і забезпечує високу стійкість осаду в умовах основного вапнування. Це пояснюється утворенням кальцієвих солей високомолекулярних сполук та виникненням додаткових зв'язків між частинками соку і молекулами полімеру.

Витрати препарату "Полідез" складають біля 0,0042 % до маси соку. Він додається до соку безпосередньо в апарат попереднього вапнування в зону з рН 9,2...9,5.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Якісні показники очищеного соку II сатурації з використанням флокулянтів

Схема очищення	Витрати флокулянта, % до маси соку	Сік II сатурації			
		СР, %	Цк, %	Ч, %	Ефект очищення, %
Типова	0	10,2	9,20	90,20	40,20
Типова+флокулянт HENGFLOC 62424	0,0005	11,6	10,50	90,52	42,40
	0,001	11,4	10,50	92,10	52,80
	0,002	11,9	10,80	90,76	44,00
Типова+флокулянт HENGFLOC 61418	0,0005	12,0	10,90	90,83	44,50
	0,001	12,4	11,40	91,94	51,77
	0,002	11,4	10,35	90,79	44,20
Типова+флокулянт HENGFLOC 63226	0,0005	11,0	9,95	90,45	41,90
	0,001	11,3	10,40	92,03	52,40
	0,002	11,0	10,00	90,90	45,00
Типова+флокулянт HENGFLOC АК	0,0005	10,9	9,80	89,91	38,30
	0,001	10,8	9,90	91,66	49,90
	0,002	11,2	10,00	89,29	34,01

Збільшення ефекту очищення дифузійного соку на станції вапкокарбонізаційного очищення, седиментаційно – фільтраційних властивостей соку попереднього вапнування можна досягти при використанні коагуляційних властивостей солей алюмінію – сульфата алюмінію (СА) та основного сульфату алюмінію (ОСА).

За результатами досліджень [16] була встановлено, що використання ОСА є ефективнішим у порівнянні з СА. З метою покращення дії коагулянту ОСА був розроблений спосіб, який заключається в поділі дифузійного соку на дві частини: Основна частина дифузійного соку поступає в апарат

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

попереднього вапнування, 10 – 20 % його обробляється розчином коагулянту і направляється в зону апарата попереднього вапнування, яка відповідає оптимальній точці рН вводу коагулянту.

Отримані експериментальні дані свідчили про те, що використання ОСА на попередньому вапнуванні сприяло покращенню технологічних показників очищеного соку.

ВИСНОВКИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ознайомившись з науковими розробками щодо інтенсифікації процесу очищення дифузійного соку, поданими у розглянутій літературі, можна зробити наступні висновки:

- при виборі оптимального технологічного режиму очищення необхідно враховувати якість сировини;
- попереднє вапнування є важливою стадією в процесі очищення дифузійного соку, так як впливає на покращення седиментаційних та фільтраційних показників осаду соків та якість очищеного соку;
- використання додаткових хімічних реагентів на попередньому вапнуванні сприяє підвищенню ступеня видалення речовин колоїдної дисперсності із розчину, утворенню осаду, стійкого до пептизації в умовах основного вапнування, призводить до значного поліпшення седиментаційно-фільтраційних властивостей соків попереднього вапнування та І сатурації, завдяки чому покращуються показники очищеного соку та підвищується загальний вихід цукру.

Беручи до уваги проаналізовану інформації щодо проблем можливості використання додаткових реагентів для очищення дифузійного соку, було сформульовано мету дослідження – розробити ефективний спосіб очищення дифузійного соку, одержаного з буряків, уражених слизистим бактеріозом, з метою покращення якості очищеного соку, збільшення виходу цукру з одиниці сировини.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Для вирішення поставленої мети було сформульовано наступні завдання досліджень:

- розглянути теоретичні питання щодо сучасних способів інтенсифікації процесу очищення дифузійного соку із застосуванням додаткових хімічних реагентів;
- провести експериментальні дослідження з метою визначення оптимальних витрат та способу введення коагулянту основного сульфату алюмінію у разі очищення дифузійного соку, одержаного з буряків, уражених слизистим бактеріозом;
- провести експериментальні дослідження з метою визначення оптимальних тривалості та температури попереднього вапнування при переробленні буряків погіршеної якості із застосуванням основного сульфату алюмінію;
- дослідити вплив основного сульфату алюмінію на технологічні показники соків і сиропу.

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	

2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

2.1 Техніко-економічне обґрунтування удосконалення технології очищення дифузійного соку із застосуванням фізико-хімічних способів на ТОВ «Олександрійський цукровий завод»

Розрахунки виконано в цінах 2018 року за середніми даними по галузі для цукрового заводу потужністю 3000 т/добу, оскільки в Україні більшість цукрових заводів саме такої потужності.

1. Розрахунок капітальних витрат.

Впровадження планується без будівельних робіт. Устаткування встановлюється додатково.

Вартість всього устаткування з урахуванням витрат на трубопроводи і КВП 149 800 грн.

До суми капітальних витрат входить, грн:

$$K = K_{\text{пер.}} + M + T.,$$

де K – сума капітальних витрат;

$K_{\text{пер.}}$ – первісна вартість нового устаткування;

T – витрати на транспортування

M – витрати на монтаж

Отже, капітальні витрати, необхідні для впровадження способу очищення дифузійного соку погіршеної якості із використанням основного сульфату алюмінію становлять:

$$K = 149\,800 \text{ грн.}$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

2. Виробнича програма заводу.

Потужність заводу	3000 т/добу
Коефіцієнт використання потужності	0,93
Середня кількість буряків, що переробляються заводом	167400 т
Добова переробка	$3000 \cdot 0,93 = 2790$ т
Тривалість сокодобування	$167400 / 2790 = 60$ діб
Кількість діб переробки з урахуванням часу:	
- заповнення верстату	1,5 доби
- виварка випарки	1 доба
- час попередньо запобіжних робіт	$0,5 \cdot 60/100 = 0,3$ доби
- час фуговки наприкінці сезону	1,5 доби
$60 + 1,5 + 1 + 0,3 + 1,5 = 64,3$ доби	
Середній вміст цукрози в буряках	15,09 %
Втрати цукрози при транспортуванні та зберіганні	0,25 %
Втрати цукрози у виробництві	0,75 %
Вміст цукрози в мелясі	2,40 %
Вихід цукру до впровадження	$15,09 - 0,25 - 0,75 - 2,4 = 11,69$ %

Кількість продукції до впровадження:

Цукру	$167400 \cdot 11,69 / 100 = 19569$ т
Меляси	$167400 \cdot (2,4 \cdot 2) \cdot 1,08 / 100 = 8678$ т
Жому	$167400 \cdot 80 / 100 = 133920$ т

Кількість продукції після впровадження:

В результаті впровадження вихід цукру збільшився на 0,35 %	
Після реконструкції вихід цукру	$11,69 + 0,35 = 12,04$ %
Цукру	$167400 \cdot 12,04 / 100 = 20155$ т
Меляси	$167400 \cdot (2,25 \cdot 2) \cdot 1,08 / 100 = 8135,6$ т

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Жому

$$167400 \cdot 80 / 100 = 133920 \text{ т}$$

Вироблено жому 133920 т на суму $133920 \cdot 60 = 8035,2$ тис. грн

Вироблено меляси 8135,6 т на суму $8135,6 \cdot 800 / 1000 = 6508,5$ тис. грн

Планування повних витрат на продукцію

Таблиця 2.6

Повні витрати на виробництво цукру до впровадження

Калькуляція собівартості цукру 167400 т			
Шифр	Найменування статей витрат	Витрати на виробництво цукру	
		сума, тис. грн	на 1 т цукру, грн
1	2	3	4
1	Витрати на буряки:		
	Кількість буряків 167400 т Ціна 1 тони – 330 грн Сукупні витрати на сировину: $167400 \cdot 330 = 55242000$ грн	55242	2822,9
1а	Витрати, пов'язані із сировиною	3866	197,6
	Разом витрати на буряки	59109	3020,5
2	Допоміжні матеріали на технологічні цілі:		
2а	Вапняковий камінь Норма витрат 7,4 % до м.б. Кількість ваянку $167400 \cdot 7,4 / 100 = 12387,6$ т Ціна 1 тони (враховуючи витрати на доставку) – 150 грн $12387,6 \cdot 150 = 1858140$ грн На 1 т цукрових буряків $1858140 / 167400 = 11,1$	1858,1	94,95

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

2б	Полотно фільтрувальне Норма витрат 4,48 м ² на 100 т буряків Потреба 167400 · 4,48 / 100 = 7499,52 м ² Ціна 1 м ² – 50 грн 50 · 7499,52 = 374976 грн На 1 т цукрових буряків 374976 / 167400 = 2,24	375	19,16
2г	Інші допоміжні матеріали (170 % від 2а і 2б): (1858,1 + 375) · 1,70 = 3796,3 тис. грн	3796,3	194
1	2	3	4
	Разом допоміжні матеріали:	6029,4	308,1
3	Попутна продукція:		
3а	Жом Вихід жому 80 % до м.б. 167400 · 80 / 100 = 133920 т Вартість 1 т 60 грн 133920 · 60 = 8035,2 тис. грн	– 8035,2	– 410,6
3б	Меяса Вихід меяси 167400 · (2,4 · 2) · 1,08 / 100 = 8678 т Вартість 1 т 800 грн 8678 · 800 = 6942,4 тис. грн	– 6942,4	– 354,8
	Разом попутна продукція:	– 14977,6	– 765,4
4	Паливо та енергія на технологічні цілі Норма витрат умовного палива – 6,48 % до м.б. Потреба в умовному паливі: 167400 · 6,48 / 100 = 10847,52 т Коефіцієнт 1 тони (враховуючи витрати на доставку) в ум. паливо Потреба в газі 10847,52 / 1,17 = 9271,38 тис. м ³ Ціна 1 тис. м ³ газ 2200 грн	20397,01	1042,3

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

5	Основна і додаткова заробітна плата робітників: Явочна чисельність на добу 202 чол. Кількість робочих днів 64,3 Витрати праці $202 \cdot 64,3 = 12988,6$ людино-днів Сер. Заробітна плата за 1 людино-день 28,5 грн Потреба в зарплаті $28,5 \cdot 12988,6 = 370175,1$ грн	370,2	18,9
6	Відрахування на соціальне страхування і в пенсійний фонд: $373629,3 \cdot 37,08 / 100 = 137260,9$	137,3	7,01
7	Підготовка на освоєння виробництва	—	—
8	Утримання та експлуатація устаткування	3874,7	198
9	Загальновиробничі витрати	2583,1	132
1	2	3	4
10	Виробнича собівартість цукру	77523,025	3961,5
11	Адміністративні витрати	2325,7	118,8
12	Витрати на реалізацію	3876,2	198,1
13	Повні витрати на виробництво цукру	83724,867	4278,4

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

**Обсяг виробництва продукції в натуральному та вартісному виразах
до і після впровадження**

№ п/п	Назва продукції	План на рік, т	Оптово – відпускна ціна 1 т без ПДВ, грн	Обсяг продукції, тис. грн, в оптово – відпускних цінах
До впровадження				
1	цукор	19569	7000	136983
2	меляса	8678	800	6942,4
3	жом	133920	60	8035,2
всього				151960,6
Після впровадження				
1	цукор	20155	7000	141085
2	меляса	8135,6	800	6508,5
3	жом	133920	60	8035,2
всього				155628,7

Згідно калькуляції повних витрат на продукцію (табл. 3.7):

Повні витрати на 19569 т цукру складають 83724867 тис. грн

Повні витрати на 1 т цукру-піску 4278,4 грн

Середня оптово – відпускна ціна заводу (без ПДВ) 7000 грн

До впровадження прибуток складає:

$(7000 - 4278,2) \cdot 19569 / 1000 = 53259$ тис. грн

1. Розрахунок витрат по змінних статтях

Витрати зростуть:

- 1) допоміжні матеріали.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Впровадженням передбачено витрати на придбання необхідного реагенту. Витрати реагенту (основного сульфату алюмінію) згідно даного впровадження – 0,04 % до маси перероблених коренеплодів, що відповідає $167400 \cdot 0,04 / 100 = 66,96$ т. Вартість однієї тони основного сульфату алюмінію 2100 грн.

Затрати на придбання реагенту складуть $2100 \cdot 66,96 = 140616$ грн.

2) електроенергія на технологічні цілі.

В запропонованій схемі передбачено додатковий насос, який потребуватиме додаткового споживання електроенергії, а саме:

$3 \text{ кВт} \cdot 24 \text{ год} \cdot 60 \text{ діб} = 4320 \text{ кВт-год}$, що в перерахунку на витрати палива (газу) складе: $4320 \cdot 860 / 8000 = 464 \text{ м}^3$, де 860 – кал., що витрачаються на 1 кВт-год електроенергії на суму:

$2200 \cdot 0,464 = 1020,8$ грн, де 2200 – ціна 1 тис. м³ газу.

3) витрати на утримання і експлуатацію додаткового устаткування. Вартість схеми 140000 тис. грн. Приймаємо амортизаційні відрахування 20 %, а витрати на поточний ремонт 6 %.

Отже, витрати на утримання і експлуатацію складуть:

$90 \cdot (20 + 6) / 100 = 36,4$ тис. грн

4) витрати на збут.

$3876151,3 / 19659 \cdot (20155 - 19569) / 1000 = 116,1$ грн

5) зменшення виручки, пов'язані із зменшенням виходу меляси:

$8678 \cdot 800 / 1000 - 8135,6 \cdot 800 / 100 = 433,9$ тис. грн

Витрати зменшаться:

2) витрати на вапняковий камінь:

Економія СаО за рахунок підвищення чистоти очищеного соку складає 0,2 % до маси буряків. Витрати вапняку зменшаться на:

$167400 \cdot (0,2 \cdot 2) / 100 = 669,6$ т

на суму: $669,6 \cdot 150 = 100440$ грн, де 150 грн – ціна 1 тони вапняку із врахуванням витрат на доставку;

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

3) витрати палива на випал вапнякового каменю:

економія палива на випал вапняку складає:

$669,6 \cdot 8 / 100 = 53,57$ т ум. палива, що в перерахунку на газ складе:

$53,57 / 1,17 = 45,79$ тис. м³ на суму:

$45,79 \cdot 2200 = 100738$ грн, де 2200 грн – ціна 1 тис. м³ газу.

Після впровадження повні витрати на продукцію складуть:

$83724,9 + 140,6 + 1,0208 + 36,4 + 116,1 + 433920 - 100440 - 100738 =$
 $84251,8$ тис. грн

Повні витрати на 1 т цукру складуть: $84251778,8 / 20155 = 4180,2$ грн

Після впровадження прибуток складе:

$(7000 - 4180,2) \cdot 20155 / 1000 = 56833,1$ тис. грн

Додатковий прибуток складе: $56833,1 - 53259 = 3574,1$ тис. грн

Чистий прибуток (враховуючи 25 % податок на прибуток) складатиме

$\Delta \text{ЧП} = 2824 - (2824 \cdot 25 / 100) = 2680,6$ тис. грн

Термін окупності капіталовкладень: $T = 140000 / 2118000 = 0,052$ роки

Коефіцієнт економічної ефективності капітальних витрат складає:

$E = 2680600 / 140000 = 19,2$

Проект є ефективним, так як: $T < T_n$ ($0,052 < 6$), $E > E_n$ ($19,2 > 0,15$)

Витрати на 1 грн обсягу продукції, коп.:

До впровадження $4278,4 / 7000 = 61,12$

Після впровадження $4180,2 / 7000 = 59,7$

Рентабельність продукції:

До впровадження $53259 \cdot 100 / 83725 = 63,6$ %

Після впровадження $56083 \cdot 100 / 85002 = 67,5$ %

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

2.2 Структура ТОВ «Олександрійський цукровий завод», опис сокоочисного відділення до впровадження

Потужність цукрового заводу 3 000 тон/добу. До комплексу будівель входить: виробничий корпус, адміністративні споруди, підсобні приміщення, допоміжні будівлі, споруди. На території будівництва не спостерігається різких змін температури. Будівля заводу відноситься до II ступеня вогнестійкості. Сітка колон сокоочисного відділення складає 6х6 м. Будівля цегляна, двоповерхова.

В місцях, де закладається фундамент, роблять підсипку з піску і шлаку щоб запобігти здиманню і промерзанню ґрунту. Щільні і масивні залізобетонні плити розташовані в місцях знаходження важкого обладнання. Легке обладнання розміщують на підлозі. Стіни стоять на стрічкових фундаментах із монолітного залізобетону. Фундамент під колони стаканного типу. Несучі конструкції даного корпусу це сталеві двогілкові колони, на яких, зверху, розташований металевий настил. Покриття складається із несучих сталевих ферм з підшивкою із дощок.

Дане приміщення має природне освітлення, яке здійснюється через вікна в зовнішніх стінах та аерацію. Освітлення на першому поверсі переважно штучне за допомогою люмінесцентних ламп.

На другому поверсі освітлення комбіноване, здійснюється як через вікна так і штучне, за допомогою люмінесцентних ламп. Віконні рами – дерев'яні з подвійними рамами.

Підлога наливна - 30, бетон-150, щебінь-150, ущільнений ґрунт.

В лабораторії заводу підлога виконана з керамічної плитки, покладеної на бетонній основі на цементному розчині.

Стік води на виробництві складається зі зливних, господарське - побутових та виробничих каналізацій. Каналізація на заводі відокремлена, що складається з двох окремих колекторів.

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	

Вентиляція на заводі застосовується для підтримання мікрокліматичних умов у приміщенні. Також чистоти повітря, що задовольняє санітарні-гігієнічні вимоги. Система вентиляції– припливно-втяжна.

Допоміжні та побутові приміщення опалюються за допомогою центральної системи опалення.

Товариство з обмеженою відповідальністю «Олександрійський цукровий завод» - це велике, добре оснащене технікою підприємство, яке працює по схемі безперервного технологічного процесу, що розташоване на території смт. Приютівка, Кіровоградської обл., Олександрійського району. Основний вид продукції на заводі є білий цукор-пісок. Крім цього, на підприємстві виробляється побічна продукція – жом висушений, що реалізується в сільськогосподарські підприємства і меляса, яку закупають спиртові заводи.

Будівництво заводу було розпочато в 1957 році. В 1961 році цукровий завод було введено в експлуатацію з проектною потужністю 2500 тонн перероблення цукрових буряків на добу. Для нього було відведено зону сіяння цукрових коренеплодів у 76 господарствах Кіровоградської та Дніпропетровської областей.

Для забезпечення заводу технічною водою, його побудовано біля річки Інгулець. Вапнякове каміння використовують з Балаклавського родовища, газ – з газопроводу «Кременчук – Кіровоград». Приймання, зберігання буряків проводиться на Призаводському бурякопункті. На підприємстві доводилось прикладати багато ручної праці, тому за роки роботи заводу безперервно велись пошуки шляхів підвищення ефективності і росту виробництва, удосконалення технологічного процесу, збільшення потужності заводу та покращення умов праці.

<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	

Велику увагу приділено питанню очищення буряків від сторонніх домішок при подаванні і підготовці їх до перероблення. Для цього на гідротранспортері подавання буряків у завод встановлено п'ять гичкосоломовловлювачів, один піскоуловлювач системи Владиченка і два каменевловлювачі Павлюка-Соколова. Зроблена велика робота по впровадженню і освоєнню нових видів обладнання, автоматизації і механізації трудових процесів. Введена в експлуатацію нова вапняно-газова піч ИПШ-100. В 1977 році замінені два дифузійні апарати РДА -57 на один більш потужний ДС – 12, потужністю 3000 т буряків на добу.

В 1987 році був змонтований центральний диспетчерський пункт, який відслідковує показники роботи різок буряків і дифузійного апарату.

Майже всі станції виробництва оснащено відеокамерами, які дозволяють відслідковувати процес від надходження сировини в завод до передачі готової продукції на склад. Замінені дискові фільтри соку I, II карбонізації і контрольної фільтрації на нові фільтри типу ФИЛС, які працюють в автоматичному режимі. Замінені I і II корпуса випарної установки на більш потужні ВАГ-3000.

Удосконалені теплова і конденсатна схеми. Для забезпечення високопродуктивної роботи заводу, зменшення витрат ручної праці замінені центрифуги I кристалізації на ФПН-1251, центрифуги II, III кристалізації і афінаційної маси на безперервно діючі FKNO-1250 і FKNO-1400.

В 2007 році завод увійшов в склад групи компаній «УкрАгроКом». Вивчаючи світовий досвід, використовуючи сучасні технології в усіх галузях господарства «УкрАгроКом» по такому принципу підійшов до цукрового заводу.

В 2008 році зроблена нова реконструкція станції вапно - карбонізації по системі Баракаєва, яка дозволяє при мінімальних витратах вапнякового каменю, понижених витрат тепла і палива значно підвищити ефект очистки дифузійного соку.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

В 2009-2010 роках виконані рекомендації по удосконаленню роботи дифузійного апарату, модернізовано відцентрові бурякорізки з 12-ти рамних на 24-х рамні.

В 2011 році проведена модернізація бурякомийного відділення із заміною бурякомийки КМЗ - 57 на дві Ш1- ПМД – 3,0. Середньодобова потужність заводу зросла до 3,4 тис. т буряків за добу.

Замінені фільтри I карбонізації П9 – УФЛ на більш модернізовані ФСБУ – 110, проведена автоматизація вакуум-фільтрів I кристалізації.

В 2012 році змонтовані центрифуги безперервної дії фірми ВМА II, III кристалізацій з клеруванням жовтого цукру в центрифугах, додана ступінь фільтрації сиропу та клеровки. Впроваджені системи управління якістю та безпечністю за стандартами ДСТУ ISO 9001:2008, ISO 22000:2005.

Для забезпечення виробничих потреб основного виробництва на заводі функціонують допоміжні підрозділи – теплоенергетичний, цех вантажо - розвантажувальних механізмів, цех залізничного транспорту, механічна майстерня, складське господарство.

Крім основного виробництва та обслуговуючих його допоміжних виробництв на заводі утримуються підрозділи, які обслуговують соціальну сферу підприємства – громадського харчування, житлового господарства.

Очистка соку на ТОВ «Олександрійський цукровий завод» проводиться за технологічною схемою очищення дифузійного соку по системі Баракаєва, із застосуванням способу обробки парою вапнованого соку в кавітаторі, та холодно-гарячим вапнуванням, вапнуванням перед II карбонізацією.

Дифузійний сік з температурою 35-48 °С після мезговловлювача, де очищується від мезги самопливом надходить у збірник - кавітатор. В кавітаторі сік обробляється згущеною суспензією соку II карбонізації з використанням пари для створення гідродинамічного режиму руху кавітації, сік витримується протягом 5 хв і далі надходить у апарат попереднього

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

прогресивного вапнування.

Для посилення ефекту видалення розчинних нецукрів на прогресивному попередньому вапнуванні сік обробляється згущеною суспензією соку II карбонізації та вапняним молоком протягом 20-30 хв.

Вапняне молоко, очищене та підготовлене до густини 1,18-1,20 г/см, подається з вапняного відділення заводу через дозатор в кількості 0,2-0,3% CaO до м.б. в VI секцію преддефекатора, рН становить 10,8-11,2. Після проведення попереднього вапнування сік самопливом надходить до вапно - карбонізатора, де обробляється вапняним молоком, яке подається в сік перед апаратом та діоксидом карбону (CO₂) з метою конгломерації осаду нецукрів та надання йому більш стійкого та дегідратованого стану.

Вапно-карбонізований сік через переливний ящик, куди подається основна частина вапняного молока надходить до апарату холодного ступеню основного вапнування, де обробляється вапняним молоком в кількості 1,2-1,8 % CaO до м.б. при цьому рН зростає до 12-12,5. Далі насосами вапнований сік подається на підігрівники і підігрівається до температури 85-88 °C і направляється на гарячу ступінь основного вапнування. Для проведення процесу розкладу амідів кислот, солей амонію та редукувальних речовин з метою забезпечення високої термостійкості соку на верстаті заводу, тривалість процесу 10-15 хв, залежно від якості перероблюваних цукрових буряків.

Сік після основного вапнування самопливом надходить до прямоотечійного - протитечійного карбонізатора, де здійснюється часткове відгазування соку карбонізаційним газом з метою створення умов для отримання максимального ефекту адсорбції нецукрів на поверхні утвореного осаду карбонату кальцію (CaCO₃) та досягнення високих седиментаційно - фільтраційних властивостей.

В апараті I карбонізації спостерігається поступове зниження лужності.

Тривалість процесу - 10хв, рН вапнованого соку - 10,8-11,6.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Далі сік I карбонізації із котла через переливну коробку надходить в збірник нефільтрованого соку I карбонізації. Продувка з апарату здійснюється в автоматичному режимі продувок і відводиться у мішалку продувок. Із збірника нефільтрованого соку сік насосом подається на підігрівники, де нагрівається до температури 85-90 °С і надходить на фільтри – згущувачі ФСБУ – 110.

Згущена суспензія направляються в мішалку згущеної суспензії соку I карбонізації, із неї насосом подається на фільтр-прес ЧМ-1000. Фільтраційний осад з вологість 45 – 55% промивається водою та відводиться у збірник, де розбавляється аміачною водою та насосами виводиться із заводу, промий використовують для гасіння вапна, а фільтрат направляється в збірник фільтрованого соку I карбонізації.

Підігрітий до температури 92-94 °С сік I карбонізації надходить на вапнування перед II карбонізацією, де обробляється сік вапняним молоком в кількості 0,2-0,50 СаО до м.б. з метою додаткового розкладу редукувальних речовин, утворення осаду на II карбонізації, тривалість – 2 - 5 хв. Оброблений вапном сік самопливом поступає в апарат II карбонізації. Оптимальний режим карбонізації проводиться в автоматичному режимі. Відкарбонізований сік до лужності 0,02-0,03 % СаО до м.б., що відповідає рН 9,2 - 9,5 надходить у збірник нефільтрованого соку II карбонізації. Продувка направляється у мішалку продувок. Сік із збірника подається насосом у тонкошаровий відстійник II карбонізації. Декантат соку II карбонізації поступає на напірний збірник декантату і направляється на контрольне фільтрування на фільтрах типу МВЖ-70.

Згущена суспензія соку густиною $\rho=1,15-1,18$ г/см³ накопичується знизу відстійника в його днищі і через спеціальний патрубок піднімається ввєрх до переливного ящика суспензії. Через заданий проміжок часу відстійник через спеціальний клапан, розташований з самого низу відстійника автоматично по програмі продувок продувається.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Суспензія направляється у мішалку продувок.

З контрольних фільтрів фільтрований сік II карбонізації викачується у збірник фільтрованого соку II карбонізації. Із збірника перекачується на підігрівники де нагрівається до температури 126-128 °С і подається у випарну установку, де відбувається процес подальшого згущення від соку до сиропу із сухими речовинами не менше 65 %. Випарна станція типова чотирикорпусна з концентратором з природньою циркуляцією соку. Із концентратора сироп поступає у збірник сиропу і направляється на сульфитацію та подальше фільтрування на дискових фільтрах.

Вапняне молоко і карбонізаційний газ отримують шляхом випалювання вапняку у вапно-випалювальній печі. У верхню частину печі завантажують шихту (суміш вапняку та вугілля, переважно кокс). В нижню частину подають повітря для кращого процесу згорання твердого палива. Для гасіння випалене вапно, що вивантажують з нижньої частини печі, подають у вапно-гасильний барабан, куди подають промий, отриманий з вакуум - фільтрів. З вапно-гасильного барабану виходить вапняне молоко, що представляє собою суспензію з високим вмістом піску та інших сторонніх домішок. Тому вапняне молоко поступає у пісковловлювачі для очищення від важких домішок.

Очищене вапняне молоко з пісковловлювачів повертається в мішалку, а з гідро циклонів - у мішалку-дозрівач, де набуває потрібної густини $\rho=1,19-1,21$ г/см³, звідки молоко надходить в завод на технологічні потреби. Карбонізаційний газ після печі підлягає очищенню в сухому циклоні.

Потім його промивають та охолоджують до температури 30 °С водою у газовому лавері.

З газового лавера газ поступає в гідроциклон для додаткового доочищення від крапель лаверної води. Очищений та охолоджений карбонізаційний газ надходить в збірник - компресор і поступає в апарати I та II карбонізації.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Недоліком схеми відділення заводу є підвищенні втрати сахарози у фільтраційному осаді за рахунок недосконалості технології очищення дифузійного соку, що в свою чергу, призводить до отримання готової продукції з погіршеними якісними показниками.

2.3 Вимоги до сировини, що використовується для виробництва і якості продукції

Цукровий буряк (*Betavulgaris*) – це рослина, що належить до родини маревих. Це дворічна, посухостійка рослина. В перший рік із насіння вирощують коренеплід з масивною кореневою системою. В наступному році із висаджених в ґрунт коренеплодів виростає стебло, квітки та насіння. Для виробництва цукру використовують коренеплоди першого року розвитку. Коренеплід уявляє собою м'ясисту, щільну частину кореневої системи. Маса коренеплодів у середньому складає 200-500 г.

Основні технологічні вимоги до цукрових буряків як сировини для виробництва цукру, регламентуються національним стандартом України на коренеплоди цукрових буряків для промислового перероблення ДСТУ 4327:2007. За технічними вимогами повинен відповідати таким показникам: Коренеплоди цукрових буряків для промислового перероблення ДСТУ 4327:2007[5]:

1. Фізичний стан коренеплодів..... такі, що не втратили тургор
2. Масова частка коренеплодів «цвітушних», %..... не більше 1,0
3. Масова частка коренеплодів підв'ялених з втратою вологи 6-12 % не більше 5,0
4. Масова частка коренеплодів із значними механічними ушкодженнями, % ... не більше 13,0
5. Коренеплоди муміфіковані втрата вологи більше 20 %..... не допускається
6. Коренеплоди підморожені із скловидними почорнілими тканинами..... не допускається

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

7. Масова частка зеленої маси..... не більше 3,0 %
8. Цукристість, % не менше..... 13 %

В промисловості вапно одержують шляхом випалу кальцій-магній вміщуючи гірських порід органічного походження – вапняків. Вапняки мають відповідати Державному стандарту України ДСТУ 1451-96 «Камінь вапняковий для цукрової промисловості. Технічні умови»[6].

1. Масова частка вуглекислого кальцію, %, не менше ніж 93,00
2. Масова частка речовин, не розчинних в соляній кислоті, %,не більше ніж 3,00
3. Масова частка полоторних оксидів алюмінію і заліза в сумі, %,не більше ніж 1,50
4. Масова частка вуглекислого магнію, %,не більше ніж 2,50
5. Масова частка сірчаноокислого кальцію, %,не більше ніж 0,40
6. Масова частка оксидів лужних металів калію і натрію в сумі, %,не більше ніж 0,25
7. Масова частка сторонніх домішок (глина та інші), %,не більше ніж 3,00

Стандарт регламентує хімічний, фракційний склад вапняку та опір на стискання. Але сьогодні вимоги до вапняків повинні бути технологічно ув'язні з вимогами нашого виробництва до вапна. А вони зводяться до вимог швидкої реакції вапна з водою під час гасіння та утворення вапняного молока за густини 1,18-1,20 г/см³ із задовільними реологічними властивостями.

Першою вимогою до вапняків, які використовує цукрова промисловість, є якомога більший вміст карбонату кальцію. Крім цих вимог, слід звертати увагу на кристалічну зернистість вапняків, тобто на розміри кристалів карбонату кальцію в породі. Їх легко побачити неозброєним оком. Вапняки, які випалюють в цукровій промисловості, поділяють за зернистістю на крупнокристалічні (мармури), середньозернисті (металургійні вапняки),

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

полікристалічні (черепашники та мармуроподібні) та дрібнокристалічні (крейдоподібні).

2.4 Вибір і обґрунтування технологічних режимів виробництва продуктів з впровадженням інноваційної розробки

Згідно розробленої технологічної схеми передбачено додавання 0,02% до м.с. ОСА при підготовці живильної води та додавання суміші 15 % дифузійного соку до м.с. і 0,02 % основного сульфату алюмінію до м.с. під час проведення попереднього вапнування в зону рН = 9,7 – 10,3

Запропонована схема (рис. 3.12) передбачає використання наступного обладнання: відцентровий насос (1), похилий дифузійний апарат (2), пульпоуловлювачі (3), збірник живильної води (4), збірник-змішувач живильної води та розчину ОСА (5), мішалка для приготування розчину ОСА (6); збірник дифузійного соку на очищення (7); апарат попереднього вапнування системи Брігель – Мюллера (8), змішувач дифузійного соку з коагулянтном (9); збірник – дозатор розчину ОСА (10).

Очищення дифузійного соку погіршеної якості згідно розробленої схеми проводиться наступним чином. Основний сульфат алюмінію надходить у мішалку (6), в якій розчиняється аміачною водою. Концентрований розчин коагулянту за допомогою насосу (1) подається в збірник – дозатор (10). Зі збірника – дозатора через витратомір розчин основного сульфату алюмінію подається в збірник – змішувач дифузійного соку з коагулянтном ОСА (9) та збірник-змішувач живильної води та розчину ОСА (5) . Далі після збірника (9) отримана суміш надходить у апарат попереднього вапнування системи Брігель – Мюллера (8), а з збірника (5) в дифузійний апарат (2). Оскільки рН20 концентрованого розчину основного сульфату алюмінію становить близько 4,2 – 4,4 од., при монтажі схеми для його транспортування передбачено використовувати трубопроводи з нержавіючої сталі, також рекомендовано використовувати з нержавіючої сталі збірники розчинення та дозування коагулянту.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

2.5 Технологічні розрахунки

2.5.1 Таблиця вихідних даних для розрахунку продуктів

Таблиця 2.5.1 ВИХІДНІ ДАНІ

	Найменування	% до м.б.
1.	Вміст цукру в буряці	17,40
2.	Відкачка дифузійного соку	120,40
3.	Втрати цукру:	
3.1.	визначені:	
3.1.1.	в жомі	0,380
3.1.2.	в фільтраційному осаді I карбонізації	0,175
3.1.3.	в фільтраційному осаді II карбонізації	0,010
3.2.	невизначені:	
3.2.1.	на дифузії	0,150
3.2.2.	при фільтруванні соку I карбонізації	0,020
3.2.3.	при фільтруванні соку II карбонізації	0,010
3.2.4.	в піску вапнякових відходів	0,010
3.2.5.	на випарній установці	0,100
3.2.6.	в аміачній воді	0,010
3.2.7.	у варочно-кристапізаційному відділенні	0,100
3.2.8.	інші	0,050
4.	Витрати СаО:	
4.1.	на попереднє вапнування	0,25
4.2.	на холодне основне вапнування	1,50
4.3.	після гарячої вапнування	0,50
4.4.	на дефекацію перед II карбонізацією	0,25
5.	Ефект очистки:	
5.1.	на I вапно-карбонізації	26,00
5.2.	на II вапно-карбонізації	9,00
6.	Випарювання води:	
6.1.	на I вапно-карбонізацію	3,00
6.2.	на фільтрах ФІЛС (відстійниках)	0,50
6.3.	на вакуум-фільтрах	1,20
6.4.	при контр.фільтр.соку II карбонізації	0,50
6.5.	на сульфитації	0,25
6.6.	при фільтруванні після сульфитації	0,25

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.5.2 Розрахунок продуктів для запроєктованого відділення

	Продукт	СР	Чистота	кислотність лужність
1.	Дифузійний сік		86,70	0,03
2.	Сік I карбонізації			0,09
3.	Утфель I кристалізації	92,00		
4.	I відток I кристалізації	82,20	84,50	
5.	II відток I кристалізації	76,80	90,50	
6.	Утфель II кристалізації (зварений)	93,00		
7.	Утфель II кристалізації (при центрифугуванні)	91,00		
8.	Жовтий цукор II кристалізації	98,00	97,50	
9.	I відтік II кристалізації	83,70	73,50	
10.	II відтік II кристалізації	80,00	77,90	
11.	Утфель III кристалізації (зварений)	93,50	77,30	
12.	Утфель III кристалізації (при центрифугуванні)	91,00	77,30	
13.	Жовтий цукор III кристалізації	97,00	93,70	
14.	Афінаційний утфель	90,00	89,80	
15.	Цукор-афінад	98,00	96,00	
16.	Афінаційний відток	82,00	81,00	
17.	Меляса заводська	83,50	56,80	

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Таблиця 2.5.3 ЗВЕДЕНА ТАБЛИЦЯ ПРОДУКТІВ

	Продукт	Кількість % до м.б.	АНАЛІЗ		
			СР	Сх	Чистота
1.	Буряк	100,00		17,40	
2.	Дифузійний сік	120,40	16,16	14,01	86,70
3.	Сік попереднього вапнування	131,63			
4.	Сік основного хол. вапнування	139,02			
5.	Сік після гарячого вапнування	141,48			
6.	Сік I карбон. нефільтрований	140,14			
7.	Сік I карбон. фільтрований	128,44	14,47	12,98	89,69
8.	Сік перед I карбонізацією	129,67			
9.	Сік II карбон. нефільтрований	129,45			
10.	Сік II карбон. фільтрований	128,95	14,21	12,91	90,82
11.	Сульфітований сік фільтрований	128,45	14,27	12,96	90,82
12.	Сульфітований сік на ВУ	121,27	14,27	12,96	90,82
13.	Сироп з ВУ	26,45	65,00	59,00	90,76
14.	Загальний сироп	44,07	65,00	60,42	92,96
15.	Утфель I кристалізації	31,00	92,00	85,41	92,84
16.	I відток I кристалізації	13,13	82,20	69,46	84,50
17.	II відток I кристалізації	4,56	76,80	69,50	90,50
18.	Вміст цукрози в білому цукрі-піску	14,24	99,86	99,61	99,75
19.	Білий цукор-пісок товарний	11,42	93,00	80,42	86,48
20.	Утфель II кристалізації (зварений)	11,67	91,00	78,69	86,48
21.	Утфель II крист. при центриф.	5,59	98,00	95,55	97,50
22.	Жовтий цукор II кристалізації	4,42	83,70	61,52	73,50
23.	I відток II кристалізації	1,81	80,00	62,32	77,90
24.	II відток II кристалізації	9,31	93,50	72,28	77,30
25.	Утфель III кристалізації (зварений)	9,56	91,00	70,34	77,30
26.	Утфель III крист. При центриф.	4,98	97,00	90,89	93,70
27.	Жовтий цукор III кристалізації	9,46	90,00	80,82	89,80
28.	Афінаційний утфель	4,85	98,00	94,08	96,00
29.	Цукор-афінад	100,00		17,40	
30.	Афінаційний відток	4,34	82,00	66,42	81,00
31.	Меляса заводська	4,63	83,50	47,43	56,80
32.	Меляса умовна	4,55	85,00	48,28	56,80
33.	Клеровка	17,62	65,00	62,57	96,25

Коефіцієнт заводу

81,54

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

2.6 Вибір і розрахунок нового технологічного обладнання

На ТОВ «Олександрійський цукровий завод» на станції очищення дифузійного соку встановлене технологічне обладнання, яке наведено в таблиці 2.6.1.

Таблиця 2.6.1 – Перелік встановленого обладнання

Назва технологічного процесу	Назва обладнання	Тип, марка	Рік встановлення	Кількість, шт.
Попереднє вапнування	Апарат попереднього вапнування	РЗ-ППД-3,0 Б-М	2008	1
Основне тепле вапнування	Апарат основного вапнування	ОД-3,0	2008	2
Основне гаряче вапнування		ОД-3,0	2008	1
I карбонізація	Апарат I карбонізації	Ш1-ПАС-3,0	2008	1
Фільтрування	Фільтр свічковий барометричний універсальний	ФСБУ-110	2011	5
	Вакуум - фільтр	БОУ-40-3-10	1961	5
	Тонкошаровий відстійник II карбонізації	«ПАСС»	2001	1
	Фільтр контрольної фільтрації соку II карбонізації	П9-УФЛ	1961	4

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Продовження таблиці 2.6.1

Назва технологічного процесу	Назва обладнання	Тип, марка	Рік встановлення	Кількість шт.
Апарат вапнування перед II карбонізацією	ОД-1,5	2008	2008	1
II карбонізація	Апарат II карбонізації	Ш1-ПСВ-3,0	2008	1

Апарати вапно-карбонізації

Технічна продуктивність апаратів вапно-карбонізації A , т/ добу розраховується за формулою (2.6.1)

$$A = \frac{24 \cdot 60 \cdot V_k \cdot \rho \cdot 100}{1000 a \tau}, \text{ т}$$

де V_k – корисний об'єм, м^3 ;

ρ – густина соку, $\text{кг}/\text{м}^3$;

a – кількість соку, % до м. б.;

τ – тривалість процесу, хв.

Дані для розрахунку апаратів вапно-карбонізації наведені у таблиці 2.6.2.

Таблиця 2.6.2 – Розрахункові дані для апаратів вапно-карбонізації

Назва апарату	$V_k, \text{м}^3$	$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	$a, \%$ до м. б.	$T, \text{хв}$
Апарат попереднього вапнування	76,25	1070	134,23	20
Апарат основного теплового вапнування	52,2	1080	141,62	15
Апарат основного гарячого вапнування	45,2	1080	144,08	10
Апарат I карбонізації	47,2	1090	142,73	10

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Дефекатор перед II карбонізацією	18	1055	132,26	5
Апарат II карбонізації	39	1060	132,05	10

Апарат попереднього вапнування

$$A_{n.d.} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 76,25 \cdot 1070 \cdot 100}{1000 \cdot 134,23 \cdot 20} = 4376,3 \frac{m}{добу}$$

Технічна характеристика апарата попередньої дефекації РЗ-ППД-3,0

- | | |
|-----------------------------------------------------|-------|
| 1. Продуктивність, т/добу | 3000 |
| 2. Кількість секції, шт. | 6 |
| 3. Частота обертання вала, об/хв | 14,6 |
| 4. Габаритні розміри (LxВxН), мм
12330x3000x4600 | |
| 5. Маса, кг | 19800 |

Апарат холодного вапнування

$$A_{x.d.} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 52,2 \cdot 1080 \cdot 100}{1000 \cdot 141,62 \cdot 20} = 2866 \frac{m}{добу}$$

Апарат гарячого вапнування

$$A_{г.д.} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 45,2 \cdot 1080 \cdot 100}{1000 \cdot 144,08 \cdot 15} = 3253 \frac{m}{добу}$$

Апарат I карбонізації

$$A_{I.c.} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 47,2 \cdot 1090 \cdot 100}{1000 \cdot 142,73 \cdot 10} = 5190,5 \frac{m}{добу}$$

Дефекатор перед II карбонізацією

$$A_{д.лс.} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 18 \cdot 1055 \cdot 100}{1000 \cdot 132,26 \cdot 5} = 4135,1 \frac{m}{добу}$$

Апарат II карбонізації

$$A_{II.c.} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 39 \cdot 1060 \cdot 100}{1000 \cdot 132,05 \cdot 10} = 4508,1 \frac{m}{добу}$$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Апарат вапно-карбонізації

$$A_{x.d.} = \frac{24 \cdot 60 \cdot 52,2 \cdot 1080 \cdot 100}{1000 \cdot 141,02 \cdot 20} = 3198 \frac{t}{добу}$$

Технічна характеристика апаратів основного вапнування наведена в таблиці 2.6.3.

Таблиця 2.6.3 Технічна характеристика апаратів основного вапнування та вапнування перед II карбонізацією

Назва обладнання; тип, марка	Робоча ємність, м	Повна ємність, м	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Діаметр, мм	Маса, кг
ОД – 1,5	12,5	18,5	2720	2710	6760	2400	3350
ОД – 3,0	27,4	41,9	3340	3710	7760	3400	5300

Парокавітаційна установка

Технічна характеристика змішувача кавітаційного ТМА-ПСК-6

- | | |
|------------------------------------|----------------|
| 1. Корисний об'єм, не менше, м | 1,2 |
| 2. Повний об'єм, не менше, м | 1,9 |
| 3. Частота обертання вала, об/ хв | 60 |
| 4. Потужність електродвигуна , кВт | 7,5 |
| 5. Габаритні розміри(Н Вd), мм. | 4328 1660 1000 |
| 6. Маса, кг | 1370 кг |

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічна характеристика апаратів I та II карбонізації наведена в таблиці 2.6

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика апаратів I та II карбонізації

Назва обладнання тип, марка	Внутрішній діаметр, мм	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм	Маса, кг
Ш1-ПАС-3,0	3400	6380	4710	1200	21000
Ш1-ПСВ-3,0					

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

2.7 Екологічні аспекти впровадження удосконаленого способу

Діяльність цукрових заводів в галузі захисту навколишнього природного середовища повинна регламентуватися вимогами Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», ГОСТ 17.2.3.02-88, СН 245-71 «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий», «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами». Воду для потреб на ТОВ «Олександрійський цукровий завод» використовують з річки, яка йде на виробничі потреби, а для потреб працівників заводу питну воду з артезіанської свердловини завозять спеціальною цистерною.

Земляні відстійники вод III категорії, II категорії та ставки-накопичувачі мають протифільтраційні екрани.

Для зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на заводі переведено котли ТЕЦ на природній газ. Підприємство має «Дозвіл на утворення та розміщення відходів». Екологічна безпека при експлуатації об'єктів водопостачання, каналізації, очисних та інших споруд водного господарства на цукрових заводах повинна забезпечуватися відповідно до вимог «Інструкції з питань водного господарства»

З метою вирішення проблем захисту навколишнього природного середовища на цукровому заводі повинна бути створена служба охорони природи.

На підприємстві розроблені нормативи гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферу (ГДВ).

Заходи з досягнення нормативів ГДВ підлягають включенню в перспективні та річні плани економічного та соціального розвитку підприємства. Підприємство, одержавши повідомлення про затвердження проекту нормативів ГДВ, одержує в регіональній інспекції з охорони атмосферного повітря дозвіл на викид забруднюючих речовин в атмосферу.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ОСНОВНОГО СУЛЬФАТУ АЛЮМІНІЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ

3.1. Визначення оптимальних витрат вапна на попереднє вапнування при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом

Вже на початку ХХ ст. було помічено, що при попередній обробці дифузійного соку невеликою кількістю вапна якісні показники його покращуються, проявляється коагулююча здатність вапна на більшість речовин колоїдної дисперсності та ВМС. З підвищенням лужності осад, який утворюється, стає щільнішим, а сік – прозорішим [9].

Таким чином, ефективність очищення в значній мірі залежить від проведення попереднього вапнування, метою якого є забезпечення при мінімальних витратах вапна максимального осадження ВМС, РКД, аніонів кислот, які утворюють з іонами кальцію малорозчинні солі, формування осаду, стійкого до пептизації на основній дефекації.

Відомо, що витрати вапна на стадії попереднього вапнування становлять 0,2 - 0,3% до маси буряків. Цікаво було дослідити, яка його кількість піде на проведення процесу за умови переробки буряків, уражених слизистим бактеріозом.

Нами проведено ряд експериментів по встановленню оптимальних витрат вапна та рН соку попереднього вапнування при переробці некондиційних буряків. У якості досліджуваного матеріалу було взято проби дифузійного соку, одержаного з буряків, уражених слизистим бактеріозом (ступінь ураження складає 5% до маси буряків).

Методика полягала в наступному: дифузійний сік, одержаний з буряків, уражених слизистим бактеріозом, поміщали в посудину для проведення процесу очищення. Сік нагрівали до температури 60°C і проводили прогресивне попереднє вапнування з витратами вапна у кількості 0.13, 0.18,

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Наведені вище діаграми вказують на те, що зниження забарвленості і найповніше осадження білкових речовин спостерігається при витратах вапна у кількості 0,25 % CaO до маси соку.

Таким чином, було встановлено, що для досягнення оптимальних технологічних параметрів при очищенні соку, отриманого з буряків, уражених слизистим бактеріозом, витрати вапна на стадії попереднього вапнування дифузійного соку складають в середньому 0,25% до маси соку.

3.2. Дослідження ефективності застосування основного сульфату алюмінію для очищення дифузійного соку при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом

Дифузійний сік являє собою складну систему сахарози і комплексу нецукрів. Універсального методу очищення дифузійного соку від нецукрів поки що не існує. Одним з реальних шляхів покращення технології очищення дифузійного соку є попередня обробка на комплекс високомолекулярних нецукрів нових високоефективних реагентів з метою підвищення ефективності їх видалення [14].

Коагуляційні властивості основного сульфату алюмінію зумовлені його здатністю при гідролізі утворювати полімерні гідроксокомплекси, що мають високий позитивний заряд. Утворюються різні полімерні форми, такі, як: $[Al_6(OH)_{15}]^{3+}$, $[Al_8(OH)_{20}]^{4+}$, $[Al_{13}(OH)_{34}]^{5+}$ [33]. При гідролізі ОСА полімеризація проходить шляхом утворення діолових містків між атомами металу. При цьому зміщення електронної густини від іону гідроксилу однієї молекули до атому металу другої призводить до утворення в полімерних сполуках зв'язку ковалентного типу [34]. Після утворення продуктів гідролізу основного сульфату алюмінію, які мають розвинену поверхню і позитивний заряд, відбуваються процеси гетерокоагуляції найбільш високодисперсних частинок і адсорбція на поверхні гідроксиду алюмінію розчинних органічних речовин [35;36].

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

3.4. Визначення оптимальних значень тривалості і температури попереднього вапнування при переробленні буряків, уражених слизистим бактеріозом.

Під час проведення ряду досліджень викладених у пункті 3.4 було доведено, що оптимальна кількість коагулянту становить 0,035...0,045% м.б., а співвідношення витрат ОСА на дифузію і попереднє вапнування відповідає значенню 50:50. На разі постало питання про визначення оптимальних параметрів проведення процесу попереднього вапнування, а саме тривалості та температури. Був розроблений план експерименту, зазначений у пункті 3.4 з деякими поправками. Як основні фактори впливу на ефективність проведення процесу попереднього вапнування були прийняті:

x_1 – тривалість проведення попереднього вапнування, хв;

x_2 – температура проведення попереднього вапнування, °С.

Критерії оптимальності аналогічні до критеріїв, представлених у пункті 3.4.

Числові значення обраних рівнів факторів та інтервалів варіювання представлені в таблиці 3.8. Матриця планування експерименту наведена в таблиці 3.9.

Таблиця 3.8 Рівні факторів та інтервали варіювання

Рівні факторів	X_1	X_2
Верхній рівень	20	80
Основний рівень	12	60
Нижній рівень	4	40
Інтервал варіювання	8	20
Рівень + α	25,5	94
Рівень – α	1,5	27

оптимізації (в натуральних значеннях факторів).

Залежність вмісту аніонів кислот у соку попереднього вапнування від витрат ОСА:

$$f1(x1, x2) := 1.22 - 5.06 \cdot 10^{-2} \cdot x1 - 2.17 \cdot 10^{-2} \cdot x2 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot x1 \cdot x2 + 9.06 \cdot 10^{-4} \cdot x1^2 + 1.33 \cdot 10^{-4} \cdot x2^2$$

Таблиця 3.10

Технологічні показники соків

п/п	Параметри оптимізації		Критерії оптимізації			
	Тривалість, хв.	Температура, t, °C	Забарвленість, од. опт.густ.	Вміст, солей кальцію,	Вміст білків, % до м. С.	Чистота, %
	4	40	683,5	0,384	0,349	85,2
	4	60	731,3	0,400	0,471	84,9
	4	80	788,8	0,283	0,324	86,2
	20	40	760,2	0,254	0,330	86,8
	20	60	768,9	0,480	0,572	83,4
	20	80	532,1	0,474	0,345	85,4
	12	40	677,2	0,421	0,405	85,8
	12	60	492,1	0,269	0,313	86,7
	12	80	695,2	0,302	0,426	85,9
	1,5	60	973,7	0,438	0,501	87,1
1	25,5	60	805,7	0,443	0,540	84,3
2	12	27	839,6	0,457	0,488	84,6

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

Залежність вмісту білків у соку попереднього вапнування від витрат ОСА:

$$f_2(x_1, x_2) := 0.93 - 2.04 \cdot 10^{-2} \cdot x_1 - 1.64 \cdot 10^{-2} \cdot x_2 + 6.25 \cdot 10^{-5} \cdot x_1 \cdot x_2 + 7.03 \cdot 10^{-4} \cdot x_1^2 + 1.35 \cdot 10^{-4} \cdot x_2^2$$

Залежність забарвленості у соку попереднього вапнування від витрат ОСА:

$$f_3(x_1, x_2) := 1551.8 - 31.99 \cdot x_1 - 25.3 \cdot x_2 - 0.5 \cdot x_1 \cdot x_2 + 2.36 \cdot x_1^2 + 0.25 \cdot x_2^2$$

Залежність чистоти соку попереднього вапнування від витрат ОСА:

$$f_4(x_1, x_2) := 58.05 + 1.4 \cdot x_1 + 0.85 \cdot x_2 - 1.18 \cdot 10^{-2} \cdot x_1 \cdot x_2 - 2.97 \cdot 10^{-2} \cdot x_1^2 - 5.5 \cdot 10^{-3} \cdot x_2^2$$

Відносна похибка отриманих рівнянь знаходиться в межах допустимих значень.

Для вирішення задачі оптимізації процесу очищення клітинного соку буряків на стадіях екстрагування цукрози та попереднього вапнування дифузійного соку при застосуванні коагулянту ОСА був обраний узагальнений критерій оптимізації, який дозволяє єдиним кількісним показником узагальнити обрані локальні критерії оптимальності.

$$F = \prod_{i=1}^n f_i'(x)^{\lambda_i} \rightarrow \max$$

де $f_i(x)$ - локальні критерії оптимальності в безрозмірній формі;

λ_i - вагові коефіцієнти.

Перетворення локальних критеріїв оптимальності з натуральної в безрозмірну форму здійснювали методом Харрінгтона. На рис. 10 зображені лінії рівня узагальненого критерію оптимізації.

									Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

ВИСНОВКИ

В ході проведених експериментальних досліджень та математичних розрахунків розроблено спосіб очищення дифузійного соку, одержаного з буряків, уражених слизистим бактеріозом, з використанням коагулянту основного сульфату алюмінію. Комплексна реалізація запропонованих заходів сприяє покращенню якості очищеного соку, підвищенню виходу цукру та зниженню втрат сахарози від розкладання.

- Доведено, що застосування основного сульфату алюмінію для очищення дифузійного соку, одержаного з уражених слизистим бактеріозом коренеплодів, сприяє більш повному видаленню білків, аніонів кислот та забарвленості в залежності від співвідношення витрат коагулянту на підготовку живильної води й попереднє вапнування, та його раціональних витрат в процесі очищення дифузійного соку. За допомогою сучасних методів математичного оброблення експериментальних даних визначено, що оптимальні витрати реагенту становлять 0,04% до маси буряків, 50% з яких додається на стадії екстрагування, а решта 50% - на попереднє вапнування.

- Встановлено оптимальні технологічні режими проведення попереднього вапнування при переробленні некондиційної сировини з використанням основного сульфату алюмінію. На основі математичного оброблення експериментально одержаних даних визначено оптимальну температуру, що становить 60°C та тривалість проведення процесу 12 хв.

- Експериментально підтверджено ефективність запропонованого способу під час проведення аналізу очищених соків та сиропу, який показав, що в результаті введення ОСА на стадії підготовки живильної води та попереднього вапнування технологічні показники соків I та II сатурацій а також сиропу кращі порівняно з контрольним дослідом. Зокрема, масова частка солей кальцію у соку II сатурації знизилась на

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

0,04%, а забарвленість очищеного соку на 135 од. Та ж аналогія прослідковується в отриманих технологічних показниках сиропу, де в результаті додавання ОСА забарвленість знизилась майже на 300 од., а масова частка солей кальцію на 0,015%. Вміст барвних речовин у сиропі, а саме карамелей, зменшився на $13 \cdot 10^{-3}$ % на 100 СР, продуктів лужного розкладу цукрози на $112 \cdot 10^{-3}$ % на 100 СР.

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологія цукру: підручник: в 3 т. / А.А.Ліпец та ін.; за ред. В. М. Логвіна, А. І. Українця. Київ: Експрес-об'ява, 2015. 288 с.
2. Рева Л.П. Удосконалення технологічної схеми очищення дифузійного соку // Матеріали семінару «Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва». – К.: – 2001. – С. 86 – 88.
3. Рева Л.П. Фізико-хімічні основи технологічних процесів очищення дифузійного соку у виробництві цукру. Монографія. Київ. НУХТ. 2012. 371с.
4. Рева Л.П., Шульга С. А. Оптимізація загальних витрат вапна на очищення дифузійного соку при додатковому використанні активованої кремнієвої кислоти та фільтроперліту// Цукор України, 2015, №10(118), С. 14–18.
5. Усовершенствование аппаратов прогрессивной предварительной дефекации / В.А. Голыбин, Ю.И. Зелепукин, А.В. Пономарев // Сахар. – 2007. – №2. – С. 32 – 33.
6. Фізико-хімічні основи процесів очищення дифузійного соку від нецукрів[Електронний ресурс]. –Режим доступу: https://www.slideshare.net/shulga_sa/4-72588912
7. Резніченко Ю.М.Удосконалення попередньої вапнокарбонізаціїдифузійного соку – Автореф. дис. док. техн. наук. – Київ. – 2010. 24 с.
8. Інтенсифікація процесу очищення дифузійного соку з використанням пари на Шепетівському цукровому комбінаті / Л.М. Хомічак, М.М. Жеплінська, А.М. Матіяшук та ін. // Цукор України. – 2001. – № 1 – 2. – С. 24 – 25.
9. Визначення оптимальних умов проведення прогресивного попереднього вапнування з вапнокарбонізацією в циркуляційному контурі. / В.М. Логвін, С.О. Авдієнко // Цукор України – 2011. – №15. – С. 40-44.

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Братюк Д.В. Удосконалення технології очищення дифузійного соку із застосуванням додаткових хімічних реагентів : дис. ...канд. тех. наук; Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості. –К. 2013р. -165 с.

20. Теоретичні і практичні аспекти застосування флокулянтів у технологічних процесах виробництва цукру / Л.Черноус, Л.М.Хомічак // Цукор України Науково-практичний галузевий журнал. – К. – 2017. –№6 (12) С. 4-13.

21. Ефективність застосування додаткових хімічних реагентів під час попереднього вапнування дифузійного соку / Н.А. Гусятинская, А.А. Ліпец, Богданов Є.С., Братюк Д.В., Адаменко О.В. // Наукові праці НУХТ. – 2011. – № 37-38. – С. 62 – 68.

22. Гусятинська Н.А. Використання додаткових реагентів при вапно-вуглекислотному очищенні дифузійного соку / Н.А. Гусятинська, А.А. Ліпец, Д.В. Братюк // Цукор України. – 2012. – № 12 (84). – С. 41 – 46.

23. Пат. № 42418, МПК(2009) С13D3/00. Спосіб очищення дифузійного соку / А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, М.В. Гусятинський, Д.В. Братюк; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій, заявл. 25.11.2008; Опубл. 10.07.2009, Бюл. № 13.

24. Пат. № 68296. UA, МПК(20012.01) С13В20/00. Спосіб очищення дифузійного соку / А.А. Ліпец, Л.М. Хомічак, Н.А. Гусятинська, Т.М. Чорна, Д.В. Братюк, О.В. Матияшук; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій, № у 2011 09420; заявл. 27.07.2011; Опубл. 26.03.2012, Бюл. № 16.

25. Нагорна В.О. Якість буряків, оптимальні режими переробки буряків різної якості : навчальний посібник. – Київ : ІПК Держхарчпрому України, 1998. – 98с.

26. Технологічні аспекти перероблення буряків, уражених слизистим бактеріозом / Н.А. Гусятинська, Т.М. Нечипор // Цукор України

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

27. Науково-практичний галузевий журнал. – К. – 2016. – №11-12 (131-132). – С.41-47.

28. Штангєєва Н.І., Чернявська Л.І., Рева Л.П. та ін. Методи контролю харчових виробництв: Лабораторний практикум. Київ : УДУХТ, 2000. 240с.

29. ДСТУ 4623:2006 "Цукор білий. Технічні умови"

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						