

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»

«До захисту допущено»

Директор інституту(декан факультету)

Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

Інна КАРПОВИЧ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«___» _____ 2025 р.

«___» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(код та назва спеціальності)
освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія»
на тему: Проект технічного переоснащення продуктового відділення
ТОВ «Краєвид» Згурівського цукрового заводу з метою покращення якості
цукру та підвищення його виходу

Виконала: здобувачка 3 курсу, групи ЗТЦ-3-1ск

Бардіянова Ганна Вікторівна

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Карпович Інна Віталіївна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент _____

Юрій РЕЗНІЧЕНКО

(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 – 2025 р

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології цукру і підготовки води

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Харчові технології та інженерія»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри ТЦ і ПВ

Інна КАРПОВИЧ

“ 29 ” листопада 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Бардіянової Ганни Вікторівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Проект технічного переоснащення продуктового відділення ТОВ «Краєвид» Згурівського цукрового заводу з метою покращення якості цукру та підвищення його виходу

керівник роботи Карпович Інна Віталіївна, доцент, кандидат технічних наук

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 29.11.2024 року № 984-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 10 лютого 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи продуктивність 3000 т буряків/добу, технологічна схема – продуктове відділення, підвищиться вихід білого цукру-піску на 0,42% до маси буряків

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) розробити) Вступ. Розділ 1. Характеристика підприємства, техніко-економічне обґрунтування прийнятих заходів, вибір асортименту продукції. Розділ 2. Обґрунтування вибору технології та опис апаратурно-технологічних схем. Розділ 3. Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів, готової продукції. Розділ 4. Технологічні розрахунки. Розділ 5. Розрахунок площ виробничих і складських приміщень. Розділ 6. Розрахунок та підбір технологічного обладнання. Розділ 7. Контроль якості та безпеки у виробництві. Розділ 8. Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства. Розділ 9. Система екологічного управління та енерго-, ресурсозбереження. Розділ 10. Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу Апаратурно-технологічна схема продуктового відділення (А1), план першого поверху (А1), план другого поверху (А1), розріз 1-1 (А1), розріз 2-2 (А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

7. Дата видачі завдання 29 листопада 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з літературою, огляд літературних джерел	10.12.24	
2	Робота і опрацювання розділів кваліфікаційної роботи	16.12.24	
3	Удосконалення технологічної схеми продуктового відділення	26.12.24	
4	Консультація з приводу технологічної схеми	03.01.25	
5	Консультація з приводу розрізу і плану	12.01.25	
6	Затвердження технологічної схеми	25.01.25	
7	Затвердження кваліфікаційної роботи	07.02.25	

Здобувач _____
(підпис)

Ганна БАРДІЯНОВА
(ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Інна КАРПОВИЧ
(ім'я та прізвище)

ANNOTATION

The purpose of this qualification work is to increase the efficiency of the food department of LLC "Kraevyd" Zguriv Sugar Plant, through the implementation of the measures proposed in the diploma work, which ensure an increase in the yield of granulated sugar and an improvement in its quality.

The qualification work contains 79 pages, 18 tables, 7 figures, literature sources were used for writing.

The qualification work includes a graphic part consisting of 5 sheets of A1 format. The graphic part includes: a technological scheme of the Zguriv Sugar Plant, a plan of the first and second floors and a cross-section 1-1 and section 2-2.

The calculation and explanatory note includes a title page, tasks for the qualification work, an abstract, a table of contents and 10 sections. At the end of the note, conclusions are drawn and a list of used literature is given.

The work includes a number of activities: Boiling massif on a crystalline base of mother massif will allow to increase the productivity of vacuum apparatuses of the first stage by 20...30%; use of crystallization paste, which will allow to reduce boiling time and reduce steam consumption; installation of mechanical circulators on the second and third products, will allow to reduce time by 10...15%; carrying out affination of sugar of the last crystallization will allow to reduce the amount of non-sugars. Installation of a vertical crystallizer for carrying out the process of additional crystallization.

Keywords: massif, crystallization, crystallization paste, boiling, vacuum apparatus, granulated sugar, desugars, granulometric composition, circulators, bleaching.

					Annotation	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ЗМІСТ

Стор.

Вступ.....	7
Розділ 1. Характеристика підприємства та техніко-економічне обґрунтування технічного переоснащення прийнятих заходів.....	9
1.1. Господарчо-економічна характеристика підприємства.....	9
1.2. Характеристика сировинної бази.....	11
1.3. Обґрунтування необхідності технічного переоснащення кристалізаційного відділення заводу.....	13
1.4. Аналіз сучасних способів підвищення ефективності отримання цукру піску.....	14
Розділ 2. Обґрунтування вибору технології та опис апаратурно-технологічних схем.....	29
2.1. Заходи щодо удосконалення технології та обґрунтування підвищення їх ефективності.....	29
2.2. Опис удосконаленої технологічної схеми.....	31
Розділ 3. Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів, готової продукції.....	34
Розділ 4. Технологічні розрахунки.....	37
4.1. Вихідні дані до технологічних розрахунків.....	37
4.2. Продуктовий розрахунок кристалізаційного відділення.....	37
4.3. Розрахунок витрат основної і додаткової сировини.....	47
Розділ 5. Розрахунок площ виробничих і складських приміщень.....	48
Розділ 6. Розрахунок та підбір технологічного обладнання. Специфікація обраного обладнання.....	50
6.1. Перевірочний рахунок встановленого на заводі технологічного обладнання станції.....	50
6.2. Вибір і розрахунок нового обладнання.....	54
Розділ 7. Контроль якості та безпечності готової продукції.....	56
7.1. Основи системи управління безпекою харчової продукції НАССР.....	57
7.2. Основи системи управління якістю. Технохімічний контроль виробництва та метрологічне забезпечення.....	58
Розділ 8. Інженерні системи та енергетичне господарство підприємства.....	62
Розділ 9. Система екологічного управління та енерго-, ресурсозбереження.....	65
9.1. Оцінювання шкідливої дії на виробництві на навколишнє середовище.....	65

					«Проект технічного переоснащення продуктового відділення ТОВ «Краєвид» Згурівського цукрового заводу з метою покращення якості цукру та підвищення його виходу»						
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата							
Разраб		Бардіянова Г.В.			Зміст						
Перевір		Карпович І.В.			Зміст						
Н. Контр.					Зміст						
Затв.		Карпович І.В.			Зміст						
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; font-size: small;">Літ.</td> <td style="width: 33%; font-size: small;">Арк.</td> <td style="width: 33%; font-size: small;">Аркушів</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> </tr> </table>	Літ.	Арк.	Аркушів		5	
Літ.	Арк.	Аркушів									
	5										
					ЗТЦ- 3-1ск						

Розділ 10. Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві.....	68
Загальні висновки.....	74
Список джерел посилання.....	76
Додаток А.....	81
Додаток Б.....	83

Питна вода постачається із міського водоканалу артезіанських свердловин потужністю 22м³.

Теплом та електроенергією завод забезпечується від власної ТЕЦ обладнаною 3-ма паровими котлами типу ДКВР-20-23-370 на природному газі та торфі (3 шт.) реконструйованими в 2000 р.та 3-ма паровими турбінами ОР-1,5-3 (3 шт). Третю турбіну було встановлено в 2022р.

Основні види продукції, яка випускається завод – цукор–пісок. Відходами виробництва є меляса та сирий жом.

На даний час потужність заводу складає 3000 тонн переробки буряків на добу. Завод працює за три кристалізаційною схемою без афінації. ТОВ «Краєвид» відноситься до підприємства з сезонним характером виробництва, загальна чисельність працюючих становить майже 600 чоловік, з них постійно працюючих 450 чоловік. За сезон виробництва 2023 року було перероблено 207165 тонн буряків на добу, сезон тривав 90 діб, вироблено 34001 тонн цукру- піску. В 2024 році було перероблено 216292 тонн буряків на добу з цукристістю 17,04 %, вироблено 39003 тонн цукру-піску. Сезон тривав 92 доби.

На підприємстві впроваджено Корпоративну інтегровану систему менеджменту якості, безпечності харчової продукції, охорони праці, промислової безпеки, охорони навколишнього середовища і енергетичного менеджменту. Сертифіковані по міжнародним стандартам: Системи управління якістю у відповідності до вимог міжнародного стандарту ISO 9001:2015 та Системи екологічного управління у відповідності до вимог міжнародного стандарту ISO 14001:2015 і Системи менеджменту Харчової Безпеки згідно вимог міжнародної схеми сертифікації (НАССР) FSSC 22000.

Виробнича структура на Згурівському цукровому заводі має досить складний характер. Це пов'язано з тим, що для забезпечення процесу основного виробництва на заводі існує розгалужена структура виробництва. Земельна ділянка, на якій розташовані виробничі підрозділи та соціальна інфраструктура підприємства складає 256,6 га. Право на користування державними актами із загальної кількості 134,5 га відведено на під'їзні шляхи від станції Яготин до заводу, на 42,5 га розташовані виробничі та допоміжні підрозділи, 71,9 га займають відстійники для відведення технологічних стічних вод, 5,8 га відведено під кагатне поле, 1,9 га - прибудинкова територія.

Структура організації Згурівського цукрового заводу складається з основних цехів,які об'єднані в головний корпус, допоміжних – ТЕЦ,ремонтні, енергетичні цехи.

Основне виробництво пов'язане з переробкою сировини у готову продукцію і охоплює всі процеси,а саме : подача буряків на підприємство, подрібнення одержання соку зподальшим отриманням сиропу та його очищення, випаровування, варіння утфелів, центрифугування, сушіння та пакування.

До допоміжних підрозділів відноситься ТЕЦ, турбозал, електроцех – для забезпечення електроенергією заводу у виробництво. Вапнякове відділення, буряко-приймальний пункт, сировинна лабораторія, водне господарство та дільниця з ремонтно-будівельних робіт.

					Характеристика підприємства	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.3 Обґрунтування необхідності технічного переоснащення продуктового відділення цукрового заводу

Продуктове відділення на цукровому заводі ТОВ «Краєвид» працює за триступеневою кристалізаційною схемою.

Утфель I кристалізації уварюється із сиропу з клеровкою жовтого цукру II, III кристалізації і II відтоку (біла патока) I кристалізації у вакуум-апаратах. Для нагрівання утфелю в апаратах використовують вторинну пару III-A та II корпусу багатокорпусної випарної установки (БВУ). Управління процесом уварювання утфелю виконується за допомогою засобів автоматизації. Величина розрідження у вакуум-апаратах підтримується на рівні 0,85...0,87 кгс/см². Утфель уварюється при температурі 67...70 °С.

Готовий утфель спускають в приймальні утфелемішалки і через утфелерозподільувач надходить на центрифуги періодичної дії (всього встановлено дві центрифуги). Центрифугування ведеться з відбором двох відтоків. На заводі застосовується для пробілювання цукру в центрифугах: гаряча вода.

Цукор-пісок після центрифуг надходить на віброконвеєр і елеватором піднімається в сушильне відділення. Для висушування і охолодження цукор встановлено сушильно-охолоджувальну установку СПС. Після сушильного барабану цукор потрапляє на комковіддільувач. Комки цукру відводяться в клерувальну мішалку, а цукор поступає в елеватор сушильного відділення який подає його на стрічковий транспортер, що знаходиться над бункерами цукру. На транспортері цукру знаходяться магніти, які вловлюють феромагнітні домішки в цукрі та ваги, які дають можливість вести облік цукру з кожного звареного апарату I кристалізації. Цукор з бункерів зважується на вагах та поступає в цукровий бункер. Зважений цукор по 50 кг зашивається в мішки. Зберігання упакованого цукру в мішках проводиться в цукровому складі.

Утфель II кристалізації уварюється із першого відтоку утфелю I кристалізації також можливе використання II відтоку I кристалізації та клеровки III продукту з природною циркуляцією.

Для нагрівання утфелю II кристалізації використовують вторинну пару P,II,III корпусу БВУ. Величина розрідження у вакуум-апаратах підтримується на рівні 0,80...0,90 кгс/см². Утфель уварюється при температурі 66...70 °С. Готовий утфель спускають в приймальні утфелемішалки і поступає в центрифуги безперервної дії.

Жовтий цукор II кристалізації клерується соком з III-A корпусу випарної станції і поступає на сульфитацію та фільтрацію. Відтік після центрифуг II кристалізації подається на уварювання у вакуум-апарати III кристалізації.

Готовий утфель II кристалізації перед спуском в приймальні утфелемішалки, перетягують по окремій комунікації у вільний вакуум-апарат III кристалізації. Залишок утфелю II кристалізації направляють в центрифуги безперервної дії. Утфель II кристалізації служить кристалічною основою для уварювання утфелю III кристалізації.

					Обґрунтування необхідності технічного переоснащення продуктового відділення цукрового заводу	Аржуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Додаткова кристалізація утфелю III кристалізації при охолодженні проходить в горизонтальних мішалках-кристалізаторах. Центрифугування утфелю проводиться на центрифугах безперервної дії.

Проаналізувавши схему продуктового відділення виявлено такі недоліки:

- при переробці буряку погіршеної якості можна побачити уповільнене уварювання утфелів II та III кристалізації, що приводить до підвищення втрат цукрози за умов її теплового розкладання;
- нерівномірний гранулометричний склад білого цукру.
- збільшений вміст сахарози в мелясі;
- застосування у відділенні зношеного та застарілого устаткування мішалок-кристалізаторів горизонтального типу ПМК-30.

Приходимо до висновку, що ефективність проведення процесів кристалізації може бути досягнута вдосконаленням технології кристалізації, шляхом технічного переоснащення продуктового відділення з метою максимального вилучення цукрози з розчину при мінімальних витратах пари, палива та енергії, збільшення виходу цукру та покращення його якості.

1.4 Аналіз сучасних способів підвищення ефективності отримання цукру піску

Кристалотворювачі та способи для уварювання утфелю

Для циклу уварювання та гарної доброякісності готового утфелю важливим є вчасне заведення кристалів і припинення їх утворення. Менші розміри кристалів цукру будуть тоді, коли в момент заведення буде більше центрів кристалізації і навпаки, чим менше введено центрів кристалізації, тим крупніші кристали в готовому утфелі. Центри кристалізації створюються доведенням цукрового розчину до лабільного стану ($K_p=1,25...1,3$), вводять затравний матеріал (цукрову пудру), відбувається виникнення нових центрів кристалізації. Розчин переводять у другу стадію, для цього знижують коефіцієнт перенасичення до метастабільності ($K_p=1,1...1,2$), де відбувається нарощування кристалів без утворення нових центрів кристалізації, щоб утфель був високої якості з однорідними кристалами.

Для забезпечення рівномірного гранулометричного складу цукру-піску і зменшення вмісту конгломератів необхідний якісний затравний матеріал і зведення до мінімуму утворення вторинних центрів кристалізації протягом усього циклу уварювання утфелів [11]. Як затравний матеріал використовують подрібнену цукрову пудру, суспензії і пасти [12].

Застосування як затравки – цукрової пудри

Цукрову пудру стали вводити для швидкого і надійного формування центрів кристалізації цукрози в пересичений стан. Найпростіший спосіб для затравки вважається цукрова пудра. Цукрову пудру здобувають подрібненням на невеликі частинки (уламки) з готових кристалів цукру [13]. Потрапляння цих частинок у пересичений розчин насамперед відбувається добудовування кристалів цукру до первісної форми декаедра, і чим менше уламок кристала, тим більший час витрачається на добудовування і тим пізніше починається подальше

зростання кристала. У випадку застосування цукрової пудри як центрів кристалізації отримують різний гранулометричний склад кристалів цукру не лише за рахунок неоднакових частинок цукру, завдяки при введенні пудри у вакуум апарат, зароджуються ще й нові центри кристалізації [14]. Це все продовжує час кристалізації, утруднює перебіг варіння утфелю та їх центрифугування і підвищує не взяті до уваги втрати цукру завдяки перекристалізації.

Одержання утфелю I та II кристалізації з використанням маточного (затравочного) утфелю

Основна ідея роботи з маточним утфелем полягає у тому, що на додатковому обладнанні [15] одержують штучний (затравочний) утфель з високоякісними рівномірними кристалами. Потім необхідну кількість штучного (маточного) утфелю кристалічної основи - набирають у вакуум-апарат і продовжують процес уварювання під вакуумом.

Робота з затравочним утфелем у бурякоцукровому виробництві вперше впроваджена на цукровому заводі Бреда компанії CSM Suiker (Нідерланди) у 1976 році, а подальше вдосконалення способу уварювання утфелю кристалізації на кристалічній основі проводилося в Німеччині та інших країнах.

Метою впровадження способу уварювання з маточним утфелем є отримання рівномірних кристалів готової продукції, без конгломератів, що потребує особливо точного регулювання процесу на початковій стадії кристалізації. При заведенні кристалічних центрів суспензією, яку отримують шляхом розмелювання цукру в рідині, кристали з розмірами 10-20 мкм проходять через критичну фазу росту через можливість їх розчинення і/або конгломерації до тих пір, поки їх розміри не збільшаться до 50 мкм і вони не будуть мати достатньо велику площу поверхні. На цій стадії виникнення вторинних центрів кристалізації та пов'язане з цим утворення конгломератів можна попередити лише точним регулюванням пересичення міжкристального розчину у метастабільній зоні разом з достатньо інтенсивним перемішуванням.

Проте в промислових вакуум-апаратах управління пересиченням не може бути таким точним навіть за наявності механічного перемішування та відповідних вимірювальних приладів через нерівномірність температурного поля під і над гріючою камерою. Це особливо справедливо, коли для

первинного набору і підкачок використовують сироп з високим вмістом сухих речовин з метою економії енерговитрат. Спосіб уварювання з маточним утфелем був розроблений для усунення цих утруднень.

Для успішної роботи з маточним утфелем, його якість повинна відповідати певним вимогам. Важливими є такі показники, як середній розмір, коефіцієнт нерівномірності кристалів, мінімальний вміст конгломератів. Існує прямий зв'язок між технологічними показниками якості кристалів маточного утфелю та загальними характеристиками звареного утфелю (чистота, кольоровість, вміст золи та ін.). Вміст кристалів, температура пересичення міжкристального розчину є технологічними показниками, які, перш за все, впливають на проміжне

зберігання і наступне використання маточного утфелю в технологічному процесі.

					Аналіз сучасних способів підвищення ефективності отримання цукру піску	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Найбільш широко на закордонних цукрових заводах використовуються три способи роботи з маточним утфелем: спосіб компанії CSM Suiker (Нідерланди), Брауншвейгський процес і процес Регенсбург (Німеччина).

Схема роботи за Брауншвейгський способом наведена на рисунку 1.1.

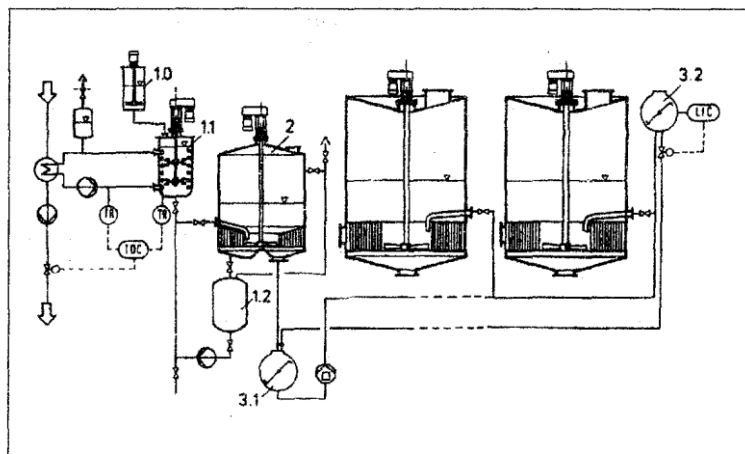


Рисунок 1.1 – Апаратурно-технологічна схема роботи за Брауншвейгським способом

Процес підготовки маточного утфелю включає три етапи:

- Попередня підготовка кристалічної затравочної суспензії у мішалці 1.0;
- Одержання кристалічної основи з середніми розмірами кристалів 100 ... 120 мкм (0,1...0,12 мм) при охолодженні (мішалка-кристалізатор 1.1);
- Нарощування кристалів основи при випарюванні в окремому вакуум-апараті (2) до середнього розміру кристалів 300 мкм (0,3 мм).

Для готового маточного утфелю є дві мішалки. Маточний утфель з прийомної мішалки (3.1) насосом подається в мішалку (3.2), встановлену на площадці вакуум-апаратів. Первинний набір у вакуум-апарати I кристалізації необхідної кількості кристалічної основи (маточного утфелю) проводиться з трубопроводу, що з'єднує ці дві мішалки.

Незважаючи на відносну складність одержання маточного утфелю, він має високі якісні показники (рівномірність кристалів, відсутність конгломератів), що дозволяє використовувати сироп високої концентрації, збільшити продуктивність вакуум-апаратів, зменшити споживання пари і збільшити вихід кристалічного цукру з утфелю за рахунок більшої рівномірності кристалів, що забезпечує менші витрати води на пробілювання. Одночасно зменшується кількість відтоків та експлуатаційні витрати на їх переробку [15].

Впровадження способу уварювання з маточним утфелем на цукровому заводі Carlow в Ірландії забезпечило збільшення виходу кристалічного цукру з утфелю від 42,9 до 51,8 %, зменшення загальної кількості утфелів від 58,5 до 41 % до маси буряків, зменшення витрат води на пробілювання цукру від 2,6 до 18 % до маси утфелю та зменшення витрат палива на 0,3 % до маси буряків.

Розрахунки показують, що використання вказаного способу дозволяє на 20...30 % збільшити продуктивність вакуум-апаратів I ступеня та на 10...15 % —

II та III ступеня кристалізації, зменшити витрати пари у кристалізаційному відділенні на 10...15 % і витрати електроенергії на 10...12 %, підвищити якість товарного цукру, зменшити втрати цукру від термічного розкладу та знизити вміст цукру в меясі [13].

В Україні вперше впроваджено уварювання утфелю I кристалізації на кристалічній основі (маточному утфелі) на Чортківському цукровому заводі.

Застосування кристалізаційної пасти та суспензії як затравки

В цукровій промисловості віддають перевагу для здійснення сприятливих умов кристалоутворення застосування як затравочний матеріал для перебігу процесу кристалізації особливі затравні суспензії та пасти. Як спеціальні затравні матеріали використовують: пасту «Магмас» у твердо-пластичному та м'яко-пластичному вигляді, суспензію ССС-Р, багато-композиційну рідкотекучу затравну суспензію «Кристал», затравні матеріали приготвлені цукровими заводами та ін.

Затравна паста «Магмас». Практика у використанні затравних паст при кристалізації цукру набутий в Українському науково-дослідницькому інституті цукрової промисловості, фахівцями якого розроблена затравна паста «Магмас». Затравна паста «Магмас» – трьохкомпонентна однорідна система, виготовлена на основі дрібно-дисперсного цукру, етилового спирту і поверхнево-активної речовини. Затравна паста «Магмас» випускається у вигляді сформованої дозованої твердо-пластичної палички масою 30 г. довжиною 120 мм і діаметром 25 мм, з розміром кристалічних центрів 1 – мікрон і у вигляді м'яко-пластичної сметано-подібної маси з розміром кристалічних центрів 1 ... 8 мікрон і 1 ... 12 мікрон. Одне з істотних переваг цієї пасти – наявність в її складі поверхнево-активної речовини, що володіє стабілізуючим і пластифікуючими властивостями. Завдяки стабілізуючій властивості поверхнево-активна речовина поліпшує умови зародження кристалів, зменшує в'язкість продукту в вакуум-апараті, збільшує швидкість кристалізації, запобігає вторинному кристалоутворенню [16].

Затравна суспензія «ССС-Р». Розробник ПП «Спеціальні Технології Інноваційна Діяльність», декламують її як каталізатор-ініціатор фізико-хімічних процесів за кристалізації цукру. Затравними центрами кристалізації виступають мікрокристали цукру, близькі за формою та розмірами, 95% яких мають величину 8 ± 2 мкм. Суспензія виготовляється шляхом змішування кристалів товарного цукру з рідиною, що їх не розчиняє до прикладу етиловим спиртом в певному співвідношенні, подрібнення кристалів цукру в пристрої для подрібнення, а також нових істотних ознак процес подрібнення і змішування здійснюють одночасно, втомлюючим методом, в режимі коливань подрібнюючого пристрою згідно із законом, близьким до гармонічного [17].

Багатокомпозиційна рідкоплинна затравна суспензія «Кристал». Спеціалістами ТОВ «Продтехін» створена багатокомпозиційна рідкотекуча затравна суспензія «Кристал», виготовляється у вигляді рідкого матеріалу із високим ступенем текучості. Дрібнодисперсні кристалики цукру мають розмір 2-4 мікрона. Як рідку основу використано поверхнево-активні речовини, густина яких відповідає густині кристалів цукру.

Використання багатокомпозиційної рідкотекучої затравної суспензії «Кристал» дозволяє забезпечити: зручність введення затравки у режимі автоматизованого вару, зниження до мінімуму часу кристалоутворення та часу уварювання утфелю, отримати цукор із більш-менш рівномірними і крупними кристалами, поліпшення центрифугуючих властивостей утфелю, зменшення витрат води на промивання цукру [18].

Препарат для заведення кристалів «Kebo Slurry». Препарат для заведення кристалів, що не містить ізопропанол «Kebo Slurry» застосовують для заведення кристалів у вакуум-апаратах. Це суміш поліетиленгліколю та дуже дрібних, рівномірно розмелених часточок сахарози середньою зернистістю 11 ± 1 мкм, препарат не гігроскопічний. Дисперсія частинок у рідині, враховуючи її поляризацію, настільки однорідна, що практично не утворюються агломерати. Дозування «Kebo Slurry» відбувається безпосередньо із спеціальної упаковки, без додаткової витрати гліцерину. Витрата препарату залежить від заданої кінцевої величини кристалів, а також від продуктової схеми заводу [19].

Кристалоутворювач «Естер К01». За створення кристалоутворювача «Естер К 01» НВП «Електрогазохім» були враховані всі вище перелічені моменти, які ускладнюють процес кристалізації і не можуть забезпечити високий відсоток однорідності кристалів готової продукції. Кристалоутворювач для цукрової промисловості марки «Естер К 01» [20,21], є суспензією однорідних кристалів цукру розміром близько 10-12 мкм, отриманих за спеціальною технологією осаджування з перенасиченого розчину та стабілізованих спеціально підбраною харчовою поверхнево активною речовиною. Така технологія виключає подрібнення кристалів і тим самим скорочує тривалість кристалоутворення за рахунок відсутності процесу добудовування кристалів затравки. Це дозволяє зберегти цілісність форми кристалів та забезпечує однорідність їх розмірів. Витрата кристалоутворювача (суспензії) становить 1,0...1,5 мл на 10 т утфелю І-ї кристалізації. Застосування кристалоутворювача дозволяє отримати цукор-пісок однорідний за величиною кристалів і значно знизити вміст конгломератів в цукрі-піску, підвищити ефективність роботи кристалізаційних відділень і якість готової продукції, а також збільшити вихід готової продукції [22].

Низькотемпературний режим уварювання утфелю II кристалізації

Відділом кристалізації ВНДЦП розроблено режим уварювання утфелів, при якому температура уварювання знижена порівняно із звичайними режимами на бурякоцукрових заводах на $10...15^{\circ}\text{C}$.

Суть способу уварювання полягає в тому, що по мірі падіння чистоти рекомендується знижувати температуру уварювання від $74...76^{\circ}\text{C}$ для утфелю кристалізації до $58...60^{\circ}\text{C}$ на кінець уварювання утфелю III кристалізації відповідно до встановленої залежності змащення мінімуму в'язкості (табл. 1.3.).

					Аналіз сучасних способів підвищення ефективності отримання цукру піску	Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Таблиця 1.3.

Низькотемпературний режим уварювання утфелів, °С

Ступінь кристалізації	Стадії уварювання утфелю		
	Кристалотворення	Нарощування кристалів	Остаточне уварювання утфелю
I	74 – 76	73 – 74	70 – 73
II проміжна	71 – 73	68 – 70	60 – 63
II остання	71 – 73	68 – 70	60 – 62
III остання	71 - 73	66 - 68	58 - 60

Для реалізації запропонованого режиму (табл.1.3) необхідно проводити згущення цукрового розчину до і після заведення кристалів при максимальному розрідженні у вакуум-апараті [23].

Після утворення кристалів з метою зменшення підкачки води для зниження пересичення температуру кипіння утфелю підвищують на 4...5 °С відповідним зниженням розрідження у вакуум-апараті.

Після заведення кристалів і закріплення їх двома-трьома підкачками сиропу, постійно відкривають регулюючу заслінку, підвищуючи розрідження в апараті і приводять температуру уварювання у відповідність до температури мінімальної в'язкості.

Для впровадження рекомендованого технологічного режиму необхідно створити максимальне розрідження у вакуум-апаратах. Повітряно-конденсаційна система повинна забезпечувати розрідження у вакуум-апаратах не нижче 0,085 МПа (0,85 кгс/см²).

З цією метою на цукровому заводі необхідно мати роздільні барометричні конденсатори і підключити до однієї конденсаційної установки вакуум-апарати I кристалізації, а до іншої вакуум-апарати II та III кристалізації.

Для регулювання температури у вакуум-апаратах II та III кристалізації їх слід оснастити клапанами і регулюючими заслінками з дистанційним управлінням, а також приладами контролю регулювання розрідження в апаратах та засобами дистанційного управління [33].

Переваги за низькотемпературного режиму уварювання утфелів:

- збільшується швидкість, скорочується тривалість кристалізації, зменшується розклад цукрози й утворення забарвлених речовин, тому, що процес проходить в області мінімальної в'язкості насичених цукрових розчинів;
- підвищується якість і збільшується вихід цукру за рахунок зниження розкладу зменшення вмісту цукру в мелясі до 0,1% домаси буряків;
- скорочується тривалість кристалізації утфелю в мішалках-кристалізаторах приблизно на 30 % тому, що температура утфелю при спуску на 10...15 °С нижче порівняно з традиційним способом уварювання; через це необхідний діапазон охолодження складає не 35...

40 °С, а лише 20...25 °С. Це дозволяє для заводу з продуктивністю 3000 т переробки цукрових буряків за добу зменшити кількість мішалок-кристалізаторів з 8 до 5 штук;

- знижується витрата палива на 0,2 % до маси буряків за рахунок нагріву вакуум-апаратів вторинною парою II і III корпусів випарної установки.

Низькотемпературний режим уварювання утфелів вперше був запроваджений на Яготинському цукровому заводі і поступово набуває все ширшого застосування.

Уварювання утфелю III продукту на кристалічній основі утфелю II продукту.

Спосіб отримання утфелю III кристалізації на кристалічній основі утфелю II кристалізації полягає у наступному. Перед спуском готовий туфель II продукту перетягується із апарата по спеціальній комунікації (діаметр 200-250 мм) у вільний вакуум-апарат III продукту у кількості, що відповідає первинному набору (близько 1/3 цього об'єму). На центрифуги відправляється остача утфелю II кристалізації. При такому способі розміри кристалів приблизно однакові, центрифугування утфелю II продукту здійснюють разом з афінаційним утфелем III кристалізації, це полегшує роботу кристалізаційного відділення. Одержаний загальний відтік при центрифугуванні спрямовується на отримання утфелю III продукту.

Готові кристали перетягнутого утфелю II продукту служать кристалічною основою для їх подальшого нарощування.

Переваги цього способу:

- скорочення тривалості уварювання утфелю III кристалізації за рахунок створення оптимальних умов росту кристалів з початку уварювання;
- отримання більш пружних і рівномірних кристалів;
- можливість підтримати чистоту утфелю III кристалізації на оптимальному рівні при переробці буряків різної якості;
- покращення якості жовтого цукру і клеровки;
- підвищення ефекту афінації жовтого цукру III кристалізації, покращення якості афінованого цукру і клеровки;
- зменшення тривалості центрифугування утфелю на центрифугах періодичної дії на 30...40%;
- зменшення вмісту цукру в мелясі на 0,2...0,3% до маси буряків;
- підвищення ефективності експлуатації центрифуг безперервної дії та утфелів останньої кристалізації.

Очищення жовтого цукру утфелю III кристалізації від нецукрів за допомогою афінації.

Жовтий цукор утфелю останньої кристалізації - це суміш кристалів цукру з налиплою на їх поверхню плівкою меляси. Нецукри, що залишилися в плівці на кристалах цукру, звичайно направляються разом з клеровкою в утфель I кристалізації. Нецукор, що повертається, зазнає багаторазового нагріву в вакуум-апаратах та збірниках, через що є джерелом додаткових втрат цукру і мелясоутворення.

					Аналіз сучасних способів підвищення ефективності отримання цукру піску	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Нецукри з поверхнево-активними властивостями, зокрема, забарвлені речовини, в процесі кристалізації адсорбуються

поверхнею кристалів, які ростуть або включаються в кристалічну решітку та погіршують якість товарного цукру. Щоб попередити це явище, в типовій схемі передбачено афінацію жовтого цукру, яка являє собою процес механічної очистки поверхні кристалів від нецукрів.

Мета афінації – зменшення кількості нецукрів, що повертається в утфель I кристалізації, і відповідно, підвищення його чистоти [23].

Афінацію жовтого цукру утфелю III кристалізації проводять 1-м відтоком утфелю I кристалізації, розбавленим до вмісту СР 74...76 %. Змішується приблизно 40 % жовтого цукру III кристалізації і 60 % 1-го відтоку утфелю I кристалізації. Афінаційний утфель протягом 20 хв. перемішується в афінаційній мішалці і направляється на центрифуги безперервної дії. В результаті афінації чистота цукру-афінаду на 3...4 одиниці вища, а кольоровість на 5...10 одиниць нижча, ніж жовтого цукру.

Афінація жовтого цукру останньої кристалізації є одним ефективним факторів підвищення якості готової продукції (застосовується на Гнідавському бурякоцукровому заводі) [24].

Технологічна схема кристалізації з афінацією жовтого цукру III продукту II відтоком I утфелю

Передбачає спрямування афінаційного відтоку, зважаючи на його високу чистоту (81,0 %), на уварювання утфелю II продукту. Таким чином, на уварювання утфелю II кристалізації буде надходити весь I відтік I утфелю і весь II відтік I утфелю, частину якого буде складати афінаційний відтік. Кількість продукції III кристалізації зменшиться на величину афінаційного відтоку [25], що призведе до зменшення виходу меляси, відповідно, цукру в ній. Якісний склад клеровки жовтого цукру III утфеля афінованого II відтоком I утфелю, показав, що чистота цукру-афінаду збільшилась на 4 од. порівняно з неафінованим жовтим цукром, або на 1 од. порівняно з цукром-афінадом, одержаним при проведенні афінації I відтоком I утфелю. Чистота афінаційного розчину білої потоки I утфеля знизилась з 88 % до 81 % в афінаційному відтоці за рахунок очищення неафінованого цукру з вмістом нецукрів міжкристального відтоку 35,23 % до 14,16 % в афінаційному відтоці при застосуванні даної схеми. Отже, відтік з такими показниками доцільніше направляти на уварювання утфелю II продукту. Згідно схеми кристалізації I утфель уварюють з наступних продуктів: сиропу, клеровки жовтого цукру II продукту, клеровки жовтого цукру III продукту, афінованого II відтоком I утфелю. Аналіз показників якості клеровок жовтого цукру III продукту в залежності від схеми кристалізації показав, що найвищі показники очищення від плівки меляси кристалів жовтого цукру III утфелю одержані при афінації білим відтоком I утфелю. При цьому чистота клеровки складає 97,33 % в порівнянні з 92,86 % у випадку неафінованого цукру III продукту білим відтоком I утфелю значно покращує якісні показники продуктів з яких уварюють утфель I кристалізації і дає

можливість повернення на уварювання I кристалізації зеленого відтоку I утфелю [26].

Використання вакуум-апаратів періодичної дії з механічним циркулятором

При уварюванні утфелів як наслідком значного збільшення в'язкості швидкість природної циркуляції особливо на останніх етапах уварювання знижується в 20...30 разів. Водночас зменшується інтенсивність масообміну і теплообміну у вакуум-апараті, якість та органолептичний склад утфелю знижується, здійснюється пригорання та карамелізація цукрози. За ради продуктивного перебігу процесу потрібно щоб циркуляційна швидкість [27] утфелю складала не менше 1,5 м/с. Це можливо досягти завдяки механічному перемішуванню.

Вакуум-апарати з механічним циркулятором варто застосовувати для уварювання утфелів. На відміну від вакуум-апаратів з природною циркуляцією, механічна циркуляція має ряд переваг: перебіг кристалізації цукрози з цукрових розчинів прискорюється через дотримання різниці концентрацій сахарози на поверхні кристалів і в між кристальному розчині. Циркуляція утфелю завдяки механічному перемішуванню прискорюється у паровій камері вакуум апарату, скорочується час уварювання утфелів на 1/3 години, зменшується витрати пари, розклад сахарози, поліпшується гранулометричний склад.

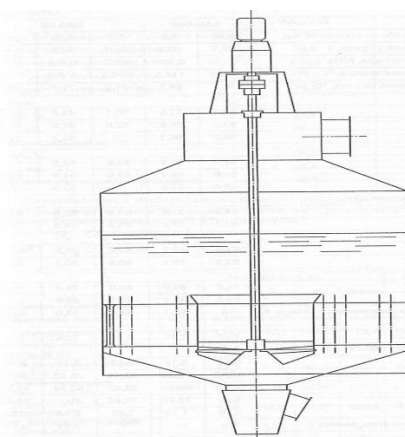


Рисунок 1.2 – Вакуум-апарат з циркуля тором ВАВ-60

Вакуум-апарат ВАВ-60 відрізняється від нинішніх відомих конструкцій наявністю лопатевого циркуля тора. Вал циркулятора вакуум-апарату ВАВ-60 приводиться в рух приводом, що складається з двоступінчастого редуктора і електродвигуна змінного струму потужністю 50 кВт. Завдяки такому приводу є можливість згущення кристалізаційної маси, зменшувати кількість оборотів вала циркуля тора. Турбіна циркуля тора являє собою конус з лопатями і розташована на рівні нижньої циркуляційної труби. Апарат обладнаний вбудованою паровою камерою циліндричної форми з вертикальними трубками.

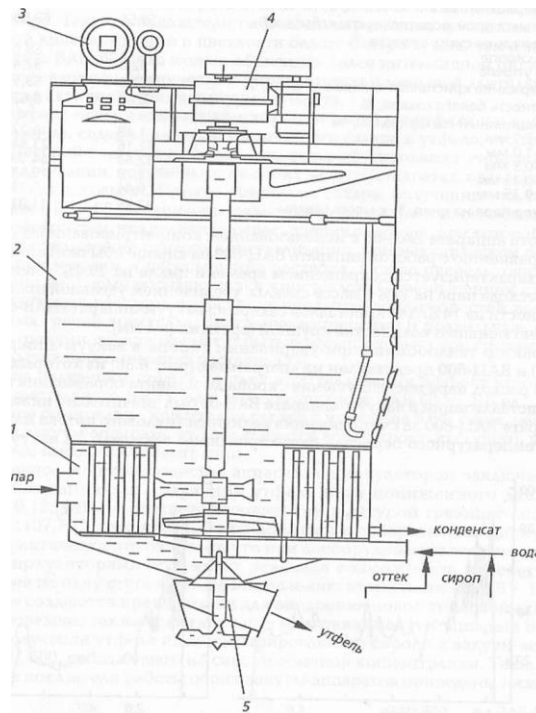


Рисунок 1.3 – Вакуум-апарат з механічним циркулятором ВА2-В-60
1– парова камера; 2 – корпус; 3 – затвор; 4 – перемішуючий пристрій; 5 –
спускний шибер

Фахівцями УкрНІСП і НВО розроблено і прийнято до виготовлення вакуум-апарат ВА2-В-60 з механічним циркулятором, призначений для отримання утфелей I, II і III кристалізацій. Вакуум-апарат являє собою вертикальну посудину з розширеним надутфельним простором, вбудованою паровою камерою і циркулятором для перемішування утфелю.

Вакуум-апарат з механічною циркуляцією ДДС рисунок 1.4. являє собою вертикальний циліндр з конічним днищем, в нижній частині якого знаходиться вбудована парова камера з горизонтальними трубними решітками та вертикальними трубами. По осі апарату вмонтований вертикальний вал, в нижній частині якого кріпиться турбіна циркулятора, що складається з шести лопатей. Під верхньою опорою валу знаходиться ущільнюючий пристрій, що запобігає засмоктування повітря всередину вакуум-апарату.

Вал циркулятора приводить в рух привід, що складається з електродвигуна змінного струму. Підведена в апарат продукту при отриманні утфелю здійснюється під турбіну циркулятора круговим колектором з трьома штуцерами, спрямованими по ходу обертання лопатевого циркулятора. Це сприяє кращому змішуванню утфелю.

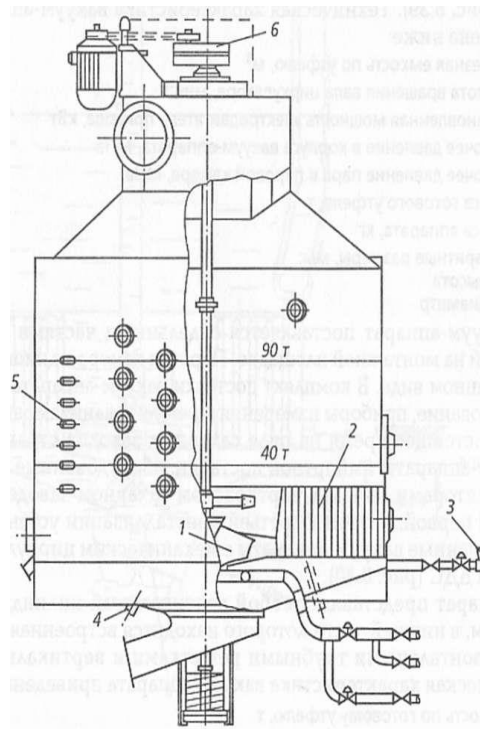


Рисунок 1.4 – Вакуум-апарат з механічною циркуляцією фірми ДДС
1 – циркуля тор; 2 – грюча камера; 3 – патрубок для введення затравочної пасти; 4 – датчик електропровідності; 5 – датчик рівню; 6 – привід

Кристалізація сахарози III продукту охолодженням

Спосіб проведення процесу кристалізації має вагоме значення [28]. Практика показує, що процес промислової кристалізації складається в основному з двох етапів:

- кристалізації за рахунок випаровування води в вакуум- апаратах періодичної чи безперервної дії під вакуумом з використанням теплоносія з ВУ;
- кристалізація утфелю при його охолодженні утфелемішалках-кристалізаторах з метою збільшення в ньому вмісту кристалів.

Від продуктивності цих процесів обумовлюється величина втрат цукрози у побічному продукті (мелясі), який є відходом цукроварень.

Контроль температури та пересичення є одним із засобів контролю розподілу кристалічних частинок за рахунок процесу кристалізації періодичного охолодження [29].

Пересичення цукрози, яке потрібне для кристалізації отримується охолодженням за рахунок кристалізації в мішалках-кристалізаторах, при цьому масо-обмінні та тепло-обмінні процеси на поверхні кристалів залежить від багатьох чинників взаємопов'язаних між собою [30].

Результативність допоміжної кристалізації підвищується при використанні водних розкачок, але потрібно чітко виконувати без відхилень режим розкачування та здійснювати математичні складні розрахунки для визначення величин величин розкачки при неоднакових якісних даних утфелю. За умов

виробництва не завжди такі виконуються і бажані результати ефекту кристалізації не досягаються [12].

Останнім часом найбільшого розповсюдження набули схеми оснащені перемішувачами-кристалізаторами ємністю 150...800 м³. Серед них вітчизняні Ш1-ПКВ, ТМА-КВ, ТКВ.

Охолодження утфелю ШІ продукту можна здійснювати за допомогою горизонтальних, вертикальних та комбінованих схем.

Горизонтальні мішалки-кристалізатори

У наш час більшість цукроварень України застосовують мішалки-кристалізатори горизонтального типу, переважно ПМК-30 і ПМК-45 місткістю 30 і 45 м³ відповідно. Ці мішалки мають ряд недоліків, що негативно впливають на ефективність кристалізації [24]. Основними з них є:

- неможливість забезпечення режиму охолодження, що відповідає змінним кристалізаційним здатностям міжкристального розчину від початку процесу до його завершення;
- відсутність рівномірного потоку утфелю через періодичність його випуску з приймальної мішалки або вакуум-апарата;
- змішування в процесі проходження по мішалках туфельних мас різного ступеня обробки;
- наявність значних застійних зон;
- нерівномірність температурних полів – біля поверхні теплообміну величина коефіцієнта пересичення міжкристального розчину в 1,5...2 рази вища, ніж в основній масі утфелю, що призводить до появи нових центрів кристалізації;
- низька ефективність змішування утфелю з водою при проведенні розкачок.

До того ж, мішалки-кристалізатори горизонтального типу мають ряд конструктивних недоліків. А саме течі води, які виникають у сальникових ущільненнях та дисках поверхні охолодження, нерідко є приводом відключення їх від системи охолодження. Ці всі недоліки, та низький рівень керованості процесу більш за все зумовлюють низький ефект виснаження міжкристального розчину утфелю (частіше всього 2...4 од.). Це зумовлює підвищений вміст цукру в мелясі [24].

Вертикальні змішувачі-кристалізатори

Співробітниками УкрНДЦП розроблена і серійно випускається вертикальна утфелемішалка-кристалізатор Ш1-ПКВ корисним об'ємом 150 м³ [31,32,33]. Корпус кристалізатора складається із 7 царг, у кожній з яких міститься по два теплообмінні елементи, що являють собою паралельні ряди труб діаметром 57 мм. Теплообмінні елементи розміщені горизонтально один над іншим на відстані 750 мм. По центру апарата розміщений вал з перемішувальними пристроями.

Схема установки для охолодження утфулю останньої кристалізації для заводу виробничою потужністю 3 тис. тонн перероблення буряків на добу показана на рис.1.5[34]. Вона складається з двох утфелемішалок-кристалізаторів,

					Аналіз сучасних способів підвищення ефективності отримання цукру піску	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

утфелю насоса з регульованою частотою обертання змішувача, внутрішньої оборотної водної системи для охолодження утфелю (збірник, насоси, теплообмінники), збірника конденсату для підігрівання утфелю перед центрифугуванням.

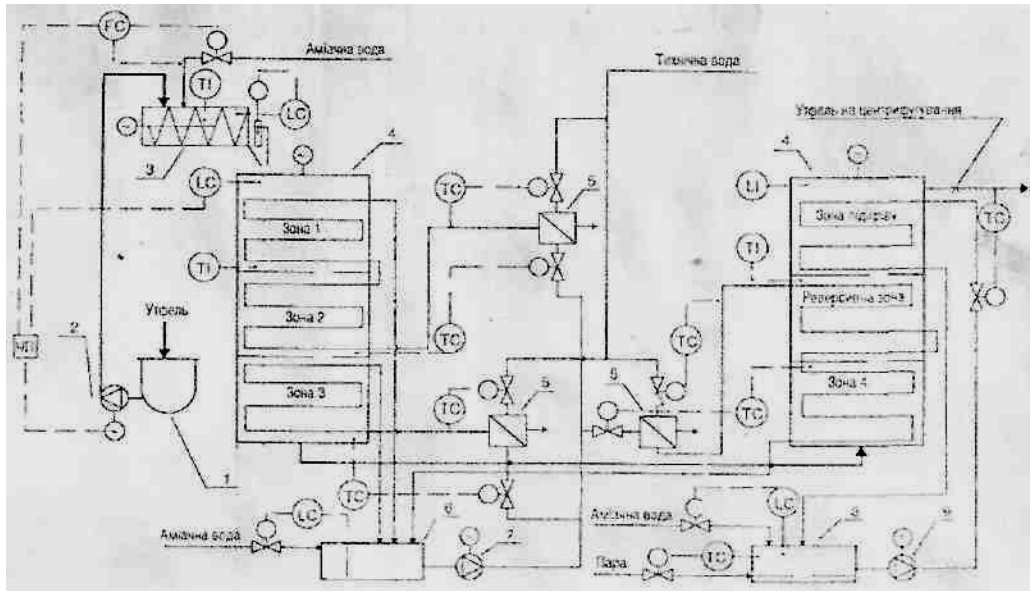


Рисунок 1.5 – Схема установки для охолодження утфелю останньої кристалізації:

1 – приймальна утфелемішалка; 2 – насос подавання утфелю в змішувач; 3 – змішувач; 4 – вертикальний кристалізатор; 5 – теплообмінники; 6 – збірник охолоджувальної води (конденсату); 7, 9 – насоси; 8 – збірник води для підігрівання конденсату

Утфель останньої кристалізації подається афінаційним насосом 2 в змішувач 3, куди подається конденсат для доведення ступеня пересичення міжкристального розчину до заданої величини. Після цього утфель самопливом надходить в перший кристалізатор, де охолоджується за протитечійного руху утфелю і води (зони 1, 2, 3). Після цього утфель відбирається в нижній частині кристалізатора і надходить у другий кристалізатор, де продовжується процес його охолодження. Перед поданням на центрифугування утфель підігрівається в останній зоні кристалізатора на 8...10 °С. Температура конденсату для підігрівання утфелю не повинна перевищувати 65 °С.

Така установка дозволяє підвищити ефект кристалізації до 7...8 %, що забезпечує зниження вмісту сахарози в мелясі і підвищення виходу товарного цукру-піску [34]. Одночасно покращується гранулометричний склад кристалів, що полегшує процес центрифугування.

Переваги вертикальних мішалок-кристалізаторів:

- при скороченій тривалості процесу (на 25...30%), більш повне вилучення сахарози з між кристального розчину;
- легкість управління та простота обслуговування;

- економія виробничих площ;
- можливість встановлення за межами заводської будівлі на бетонному фундаменті;
- автоматизація;
- постійність процесу та покращення роботи продуктового відділення;
- можливість роботи із горизонтальними мішалками-кристалізаторами [24].

Комбіновані схеми кристалізації утфелю III продукту

Схема установки батареї вертикальних кристалізаторів фірми Yougu зображено на рисунку 1.6.

За цією схемою утфель насосом подається в кристалізатор, де відбувається його охолодження і кристалізація сахарози. Кінцева температура охолодження 35...37°C, тривалість процесу 40 годин. Перед центрифугуванням утфель в мішалці нагрівається до 45...47°C. Мішалка для нагрівання утфелю з'єднана з попереднім кристалізатором перехідним коробом, що дозволяє утфелю рухатись за рахунок ефекту поєднаних посудин.

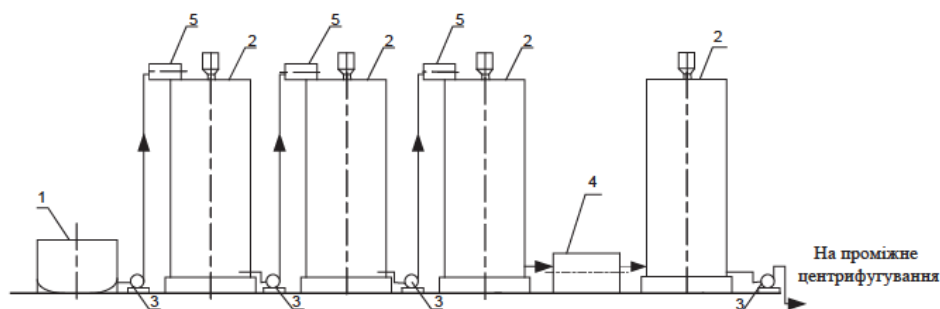


Рисунок 1.6 – Схема установки батареї кристалізаторів фірми Yougu: 1 – приймальна мішалка; 2 – кристалізатори; 3 – утфельні насоси; 4 – мішалка для підігріву; 5 – змішувачі

У вертикальних кристалізаторах забезпечується ефективний рух утфеля в режимі ідеального витіснення, при цьому можна змінювати режим охолодження.

Експлуатація батареї із чотирьох кристалізаторів вітчизняного виробництва дозволяє знизити чистоту меляси на 5,4%.

Миرونчук В.Г. [35] та співавтори запропонували спосіб проміжного нагрівання утфелю, що дозволяє не лише зменшити коефіцієнт динамічної в'язкості і прискорити швидкість кристалізації, а й розчинити дрібні кристали, що утворилися в утфелі під час його охолодження. Найбільш раціональним темпом охолодження утфелю до температури 50..55°C є швидкість охолодження 0,95...1,0 °C/год. Проміжне нагрівання слід проводити на 7...10 °C, якомога швидше, близько 1°C/хв, після чого слід продовжувати охолодження з темпом 0,8...0,95°C/год. Якщо швидкість охолодження буде вищою це може спричинити інтенсивне повторне зародкоутворення, тобто, висипання «муки».

Для цукрових заводів в яких використовується комбінована машинно-апаратурна схема кристалізації утфелю останнього продукту з вертикальними та горизонтальними перемішувачами-кристалізаторами пропонується використовувати нагрівач для проміжного нагрівання утфелю після вертикального перемішувача-кристалізатора. В якості нагрівачів утфелю доцільно використовувати електрофізичні нагрівачі. Такі нагрівачі знайшли широке застосування в цукровій промисловості для нагрівання утфелю перед центрифугуванням. Іншим способом проміжного нагрівання утфелю може бути застосування теплообмінника типу «труба в трубі».

В якості теплоносія в цьому випадку можуть бути використані конденсати останніх корпусів випарної станції цукрового заводу, що мають температуру з третього корпусу – 113°C, з четвертого - 99°C та з концентратора - 85°C.

					Аналіз сучасних способів підвищення ефективності отримання цукру піску	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

РОЗДІЛ 2. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОПИС АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ

2.1 Заходи щодо удосконалення технології та обґрунтування підвищення їх ефективності

Метою кваліфікаційної роботи є технічне переоснащення продуктового відділення ТОВ «Краєвид» Згурівського цукрового заводу з метою покращення якості цукру та підвищення його виходу.

-Для вирішення поставленої мети передбачаються наступні заходи:

Використання способу уварювання утфелю I та II кристалізації на маточному утфелі.

- Уварювання утфелів із застосуванням затравочної пасти.

- На вакуум-апарати II та III продуктів, задля зменшення витрати палива, споживання технологічної пари, а також кращого перемішування утфелю, що призведе до підвищення однорідності кристалів в утфелі і знизити вміст конгломератів – встановлення механічних циркуляторів.

- Встановлення вертикальної мішалки-кристалізатора для додаткової кристалізації.

- Проведення афінації цукру останньої кристалізації.

Уварювання утфелю I та II кристалізації на маточному утфелі:

Головний принцип роботи з маточним утфелем полягає в тому, що на допоміжному устаткуванні [15], отримують штучний (затравочний) утфель з добротними, рівномірними кристалами. Згодом набирають необхідну масу штучного (маточного) утфелю у вакуум-апарат і продовжують цикл уварювання під вакуумом.

Ціль запропонованого способу – одержання рівномірних кристалів готової продукції, без конгломератів.

Уварювання утфелю I та II кристалізації на маточному утфелі – метод складний, і вимагає особливої підготовки та установки, але цей спосіб дозволяє: на 20...30 % збільшити продуктивність вакуум-апаратів I ступеня та на 10...15% – II ступеня кристалізації, зменшення витрати пари у кристалізаційному відділенні на 10...15% і витрати електроенергії на 10...12%, підвищити якість товарного цукру, зменшити втрати цукру від термічного розкладу та знизити вміст цукру в мелясі і збільшення виходу цукру на 0,1% до маси буряків.

Завдяки цьому способу зменшуються витрати води на пробілювання цукру від 2,6 до 18 % до маси буряків та зменшення витрат палива на 0,3 % до маси буряків.

Уварювання утфелів із застосуванням затравочних паст:

Затравочна паста складається із 80 % кристалів з розмірами від 10 до 20 мкм. Суспензія чи паста готується з використанням гліцерину, етилового спирту, ПАР, рослинних олій. Таке середовище запобігає утворенню агрегатів кристалів і кожен кристалик у вакуум-апараті після введення виступає як центр кристалізації [10].

					Заходи щодо удосконалення технології та обґрунтування підвищення їх ефективності	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

При введенні готових центрів кристалізації значно простішим стає процес одержання необхідної кількості центрів кристалізації. Введення готових центрів кристалізації забезпечує повну автоматизацію процесу одержання центрів кристалізації. При цьому зменшуються витрати пари на ту кількість, що необхідна для згущення сиропу від коефіцієнта перенасичення 1,1 до 1,25.

Також скорочується тривалість одержання утфелів, покращується гранулометричний склад [11] цукру (рівномірність кристалів).

Практично це здійснюється так:

Сироп згущується до коефіцієнта перенасичення 1.08...1.1, вводиться суспензія чи паста у необхідній кількості для одержання кристалів заданих розмірів і починається нарощування кристалів.

Цей спосіб заведення кристалів – найбільш раціональний і придатний при автоматизованому уварюванні утфелів [9], та прогнозує:

- збільшення виходу цукру на 1 % до маси утфелю;
- поліпшення та можливість регулювання гранулометричного складу товарного цукру;
- скорочення тривалості уварювання утфелів;
- утворення меншої кількості друз і конгломератів;
- зниження кольоровості та зольності цукру;
- економія пари та енергії.

Встановлення механічних циркуляторів:

Вакуум-апарати з механічною циркуляцією для уварювання утфелів варто використовувати на відмінну від вакуум-апаратів з природною циркуляцією. Тому що вакуум-апарати з механічною циркуляцією мають ряд переваг:

- завдяки дотриманню різниці концентрацій сахарози на поверхні кристалів і в між кристальному розчині прискорюється процес кристалізації сахарози з цукрових розчинів;

- у паровій камері вакуум-апарату прискорюється циркуляція утфелю;
- на 1/3 години скорочується тривалість уварювання утфелів;
- витрати пари зменшується;
- знижується розклад сахарози;
- покращується гранулометричний склад.

Заміна горизонтальних мішалок-кристалізаторів на вертикальний кристалізатор:

Встановлення вертикальної мішалки-кристалізатора для додаткової кристалізації. Мета якої є знецукрення міжкристального розчину при охолодженні утфелю. В процесі охолодження утфелю підвищується коефіцієнт пересичення міжкристального розчину і частина сахарози із нього викристалізовується на поверхні тих кристалів, які є в утфелі.

Вертикальні мішалки-кристалізатори займають значно меншу площу, і значно більшу площу поверхні теплопередачі. То відповідно в одній установці підтримується температурний режим, що дуже зручніше, аніж в чотирьох.

Впровадження цих мішалок пояснюється низкою переваг, а саме:

- Глибоке виснаження міжкристалевого розчину при значному скороченні тривалості процесу (25...30%).

					Заходи щодо удосконалення технології та обґрунтування підвищення їх ефективності	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- Економія виробничих площ.
- Можливість монтажу на бетонному фундаменті поза -межами будівлі заводу.
- Безперервність процесу та поліпшення роботи кристалізаційного відділення.
- Високий ступінь автоматизації
- Простота обслуговування і легкість управління процесом кристалізації [33].

Проведення афінації цукру III кристалізації:

Метою проведення афінації є зменшення кількості нецукрів, що повертаються в утфель I кристалізації та підвищення його чистоти. Її проводять першим відтоком утфелю I кристалізації 60% зі вмістом СР 74...76% [24]. Додаючи близько 40% жовтого цукру III кристалізації. Афінаційний утфель в афінаційній мішалці протягом 20 хвилин перемішується і направляється на центрифуги безперервної дії.

Проведення афінації дасть змогу підвищити чистоту цукру останнього ступеня кристалізації, скоротити майже вдвічі процес отримання утфелю II кристалізації, покращити гранулометричний склад кристалів жовтого цукру.

В результаті афінації чистота цукру-афінаду на 3...4 одиниці вища, а кольоровість на 5...10 одиниць нижча, ніж жовтого цукру.

Впровадження запропонованих заходів в кваліфікаційній роботі дасть змогу знизити вміст цукру в мелясі, скоротити тривалість уварювання утфелів, покращити якість цукру піску та збільшити вихід цукру на 0.42 %.

2.2 Опис удосконаленої технологічної схеми

Для проведення технічного переоснащення продуктового відділення планується встановлення нового продуктивного обладнання та використання нових технологій.

Уварювання утфелю I кристалізації планується проводити з використанням «маточного» утфелю.

«Маточний» утфель вариться з сиропу з клеровкою. Затравочна доза пасти складає приблизно 1 л. Утфель вариться до розмірів кристалу -100 мкм, по заданій програмі у вакуум-апараті – поз.2 -. Наварюється приблизно 70%, випускається в приймальну мішалку – поз.3 - маточного утфелю. З мішалки насосом подається на напірну дозуючу мішалку – поз.5-, яка змонтована на площадці вакуум-апаратів на рівні, який на 2 м перевищує рівень парових камер вакуум-апаратів. Напірний трубопровід прокладений вздовж вакуум-апаратів I продукту, з нього є врізки в апарат з заслінкою.

За цією схемою «маточний» утфель із мішалки поступає в вакуум-апарати –поз. 7 - і уварюється до вмісту сухих речовин 92,5%. Готовий утфель I кристалізації спускають в приймальну утфелемішалку -поз.8 -, де до нього додають воду температурою 75°C для зниження коефіцієнта пересичення міжкристалевого розчину до 1,03...1,06 .

						Опис удосконаленої технологічної схеми	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			31

Звільнений вакуум-апарат пропарюють парою із I корпусу випарної установки і утворений розчин цукру приєднують до утфелю.

Із утфелемішалки утфель поступає через утфелерозподілювач -поз.9 - в центрифуги- поз.10- , де його центрифугують з відбором двох витоків : першого (міжкристальний розчин утфелю) і другого, отриманого в результаті промивання кристалів цукру-піску артезіанською водою температурою 70...95°C. Різниця по чистоті витоків повинна бути 5...7%. Для пробілювання використовують сироп. Сироп поступає із збірника сиропу перед вакуум-апаратами з температурою 80-90°C і подається додатково встановленими високонапінними насосами (тиск 5-6 ати) через уловлювач на окрему форсунку;

Пробілений цукор-пісок вологістю 0,8...1% вивантажують на віброконвеєр -поз.11 - і елеватором -поз.12 - підіймають в сушильне відділення, в сушильно-охолоджувальну установку СПС– поз.49 , де його висушують до вологості 0,14% гарячим повітрям, яке нагрівається в калорифері – поз.54 -, а потім охолоджують холодним повітрям.

Відпрацьоване повітря очищається в циклонах та надходить у атмосферу. Із сушильного барабану системою транспортерів – поз.50 - та елеваторів направляють на відділення феромагнітних домішок, комків, цукрової пудри та розділяють на фракції. Після цього цукор-пісок поступає до бункерів – поз.61 - і на упаковку – поз.62 - в мішки вагою 50 кг, а потім спрямовують в склад.

Витоки, отримані при центрифугуванні утфелю I продукту, перекачують у збірник -поз.13 - для першого витоків і збірник -поз.14 - для другого витоків.

Утфель II кристалізації уварюють із другого і першого витоків утфелю в вакуум-апаратах - поз.18 - до вмісту сухих речовин 93%, спускають в приймальну утфелемішалку - поз.19 - і збризкують гарячою водою. Пропарку із вакуум-апаратів відводять в ту ж утфелемішалку. Через утфелерозподілювач - поз.20 - утфель спрямовують в центрифуги –поз.21 -.

При центрифугуванні утфелю II продукту відбирають загальний виток який спрямовують в збірник -поз.27- і використовують для уварювання утфелю III кристалізації . На пробілювання витрачається 1% до маси утфелю гарячої води.

Для уварювання утфелю III кристалізації в вакуум-апарати –поз.28- забирають загальний витоків утфелю II продукту разом із афінаційним витоків.

Вміст сухих речовин в готовому утфелі доводять до 93,5...94 %, далі утфель направляє в вертикальний кристалізатор -поз.32- .Тут відбувається додаткова кристалізація цукру при охолодженні утфелю від 70...75 до 35...40°C.

В утфелерозподілювачі –поз.34 - утфель підігрівають до 45...50 °C і центрифугують в центрифугах -поз.35- без пробілювання цукру водою. Виток, який відбирається (меляса) насосом подають на ваги –поз.47- , зважують і перекачують в ємність на зберігання.

Цукор III кристалізації спрямовують на афінацію -поз.39- , де змішують з першим витоків утфелю, розбавленим аміачною водою в мішалці до 74...76 % сухих речовин, отримуючи афінаційний утфель із вмістом сухих речовин 89...90 %. В процесі перемішування утфелю в афінаторі частина нецукрів із плівки на кристалах цукру переходить в більш чистий міжкристальний розчин. Такий спосіб підвищення чистоти цукру III кристалізації називають афінацією.

					Опис удосконаленої технологічної схеми	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Із афіатора утфель подають в утфелерозподілювач –поз.40- центрифугують в центрифугах –поз.41- разом з утфелем II кристалізації. Афінаційний виток і виток отриманий після пробілювання цукру-афінаду водою, разом подають в збірник афінаційного виток. Після центрифуг цукор II і III кристалізації подають шнеком в клерувальний апарат -поз. 23 - , де розчинюють в соці II сатурації до вмісту сухих речовин 65...70%. Клеровка разом із сиропом із випарної установки подається на сульфитацію.

					Опис удосконаленої технологічної схеми	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

ТОВ «Краєвид» цукровий завод, який для виготовлення цукру використовує сировину – цукровий буряк. В залежності від потужності підприємства розраховується кількість сировини. Потужність нашого заводу становить 3000 т переробки буряків за добу, то наприклад на 70 діб роботи заводу потрібно:

$$3000 \cdot 70 = 210000 \text{ т буряків}$$

Цукрові заводи приймають цукрові буряки на перероблення та зберігання згідно з вимогами ДСТУ 4327: 2004 “Коренеплоди цукрових буряків для промислового перероблення”, договорами контрактації та “Інструкцією по прийманню, зберіганню і обліку цукрових буряків”.

Технічні вимоги до якості коренеплодів цукрових буряків при заготівлі для промислової переробки приведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

Технічні вимоги до якості коренеплодів цукрових буряків

Показники	Норма
Фізичний стан	Такі, що не втратили тургор
Цвітушні коренеплоди, %	не більше 1,0
Підв’ялені коренеплоди, %	не більше 5,0
Коренеплоди сильно механічно пошкоджені, %	не більше 12,0
Муміфіковані коренеплоди	Не дозволено
Підморожені коренеплоди із склоподібними відшаруванням або почорнілими тканинами	Не дозволено
Загнилі коренеплоди	
Масова частка зеленої маси, % , не більше ніж	Не дозволено
Цукристість, % , не менше ніж	3,0
	12,0

Буряки кожної транспортної одиниці до зважування у двох-трьох місцях [36] (у верхньому шарі та на глибині 30–40 см) проходять огляд контролером, який установлює відповідність їх вимогам ДСТУ. Контролер для цього повинен використовувати спеціальні пристрої-трафаретники, ніж-гільйотину, а також (у перспективі) пристрої для виявлення вмісту зеленої маси та прилади для встановлення фізико-механічних властивостей коренеплодів [37].

Залежно від способу вироблення цукор поділяють на кристалічний, сахарозу для шампанського, цукрову пудру і пресований.

Кристалічний цукор виробляють з розмірами кристалів від 0,2 мм до 2,5 мм [38], сахарозу для шампанського – розмірами від 1,0 мм до 2,5 мм. Дозволяється виробляти із кристалічного цукру і сахарози для шампанського допустимі відхили від мінімального і максимального граничних розмірів до 5% від маси кристалів. Цукрову пудру виробляють у вигляді подрібнених кристалів розмірами не більше ніж 0,2 мм. Пресований цукор виробляють у вигляді окремих кусочків різної форми і розмірів. Пресований цукор залежно від

асортименту поділяють на:

- пресований колотий;
- пресований швидкорозчинний;
- пресований дорожній.

За фізико-хімічними показниками кристалічний цукор повинен відповідати нормам ДСТУ 4623:2023 [38], зазначеними у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Фізико-хімічні показники кристалічного цукру

Назва показника	Значення за категоріями кристалічного цукру, сахарози для шампанського і цукрової пудри			
	1	2	3	4
Масова частка сахарози (поляризація) %, не менше ніж	99,7	99,7	99,61	99,5
Масова частка редукувальних речовин (в перерахуванні на суху речовину), %	0,04	0,04	0,05	0,065
Масова частка вологи, %, не більше ніж:				
кристалічного цукру	0,1	0,1	0,14	0,15
сахарози для шампанського	0,1	0,1	-	-
цукрової пудри	0,2	0,2	0,2	-
Масова частка золи 9(в перерахуванні на суху речовину), не більше ніж %				
балів	0,027	0,04	0,04	0,06
	15,0	-	-	-
Кольоровість в розчині, не більше ніж:				
одиниць ICUMSA	45,0	60,0	104,0	195,0
балів	6	8	-	-
умовних одиниць	-	-	0,8	1,5
Масова частка феродомішок, %, не більше ніж	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
Величина окремих частинок феродомішок, в найбільшому лінійному вимірі, мм, не більше ніж	0,5	0,5	0,5	0,5

Поліпропіленові мішки цілком відповідають ДСТУ 3748-98.

Мішки поліпропіленові – білого кольору, стійкі до вологи та впливу зовнішнього середовища.

Кристалічний цукор пакують в поліпропіленові мішки з поліетиленовими мішками укладками масою нетто 50 кг.

В залежності від кількості виробленого цукру розраховується кількість пакувальної тари. Наприклад на 2000 т виробленого цукру-піску потрібно 30000 мішків. Тобто, $2000 \text{ т} * 2000 / 50 \text{ кг} = 30000 \text{ мішків}$.

					Характеристика сировини, основних і допоміжних матеріалів, готової продукції	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

«Вапняк технологічний 20-50 ТУ У 08.1-00292623-001:2015»

Хороший вапняк характеризується таким складом у відсотках:

- вуглекислий кальцій (CaCO_3) – не менше 95;
- гіпс (CaSO_4) – не більше 0,2;
- лугу (Na_2O , K_2O) – не більше 0,2;
- вуглекислий магній (MgCO_3) – не більше 1,5;
- діоксид кремнія (SiO_2) – не більше 2,0;
- вода (H_2O) – не більше 0,5...1,0%.

Густина вапняку коливається від 2,4 до 2,9 г/см³, а об'ємна маса 1м³ вапняка в кусках складає приблизно 1,5 т. Міцність на стиск вихідної сировини - (40...60) МПа ((400...600) кг/см).

Вапняк із вмістом CaCO_3 менше 92% вважають низькоякісним. Домішки не тільки знижують вміст CaCO_3 , але й деякі з них здійснюють специфічний шкідливий вплив у виробництві.

Сірка технічна повністю відповідає ДСТУ 2781-93.

За фізико-хімічними показниками технічна сірка повинна відповідати нормам, які наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3.

Фізико-хімічні показники технічної сірки

Назва показника	Норма, сорт				
	9998	9995	9990	9950	9920
Масова частка сірки, %, не менше	99,98	99,95	99,90	99,50	99,20
Масова частка золи, %, не менше	0,02	0,03	0,05	0,2	0,4
Масова частка органічних речовин, %, не більше	0,01	0,03	0,06	0,25	0,5
Масова частка кислот в перерахунку на сірчану кислоту, %, не більше	0,0015	0,003	0,004	0,01	0,02
Масова частка миш'яку, %, не більше	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Масова частка селену, %, не більше	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Масова частка води, %, не більше	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані до технологічних розрахунків

Для виконання розрахунку візьмемо середні величини взяті за останні роки виробництва.

Назва величини	% до м.б.
1. Дигестія	18,1
2. Склад клітинного соку:	
2.1.Сухі речовини	22,6
2.2 Цукристість	19,61
2.3.Нецукри	2,99

Соковий коефіцієнт: 92,3 % до м.б.

4.2 Продуктовий розрахунок кристалізаційного відділення

Дифузійне відділення

З буряком вводиться у виробництво:

$СР_{розчинні} = (СР_{к.с.} * С_{к}) / 100 = (22,6 * 92,3) / 100 = 20,9\%$ до м. б.;

Цукру 17,65% до м. б.;

$Н_{ц} = (Н_{ц} * С_{к}) / 100 = (2,99 * 92,3) / 100 = 2,76\%$ до м. б.

Приймаємо втрати Цк на дифузії:

в жомі 0,33% до м. б.;

невраховані втрати 0,12% до м. б.

Загальні втрати Цк на дифузії 0,45% до м. б.

В дифузійний сік переходить Цк:

$17,65 - 0,45 = 17,2\%$ до м. б.

Приймаємо ефект очистки на дифузії – 19,5%.

При цьому в дифузійний сік перейде:

$Н_{ц} = 2,76 * (100 - 19,5) / 100 = 2,22\%$ до м. б.;

$СР = 17,65 + 2,22 = 19,87\%$ до м.б. ^

Приймаємо відкачку 115 % до м. б.

Склад дифузійного соку (аналіз):

$СР = (19,87 * 100) / 115 = 17,27\%$ до м. б.;

$Ц_{к} = (17,65 * 100) / 115 = 15,35\%$ до м. б.;

$Н_{ц} = 17,27 - 15,35 = 1,92\%$ до м. б.;

$Ч = (15,35 / 17,27) * 100 = 88,88\%$ до м.б.;

Сокоочисне відділення

Попередня дефекація.

На попередню дефекацію до дифузійного соку додано 59% неф. соку I сатурації + вапно 0,2% СаО% до м. б. + 7% суспензії соку II сатурації. Вапно додають у вигляді вапняного молока густиною 1,19 т/м3. В 1 л вапняного молока міститься 0,26 кг СаО.

Отже кількість доданого вапняного молока:

$(0,2 * 1,19) / 0,26 = 0,915\%$

Кількість соку після попередньої дефекації складе :

$115 + 59 + 7 + 0,915 = 181,915\%$ до м. б

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Основна дефекація.

Прийmemo витрату вапна 2 % CaO до м.б.

Отже буде додаватися вапняне молоко:

$$(2 * 1,19) / 0,26 = 9,154\% \text{ до м. б.}$$

Кількість дефекованого соку складе:

$$181,915 + 9,154 = 191,05\% \text{ до м. б.}$$

I сатурація.

В сатураторі сік відгазовується до лужності 0,09 % до м. б.

Залишається вапно:

$$(0,04 * 115) / 100 + (191,05 - 59) * 0,09 / 100 = 0,165\%$$

0,04 - кислотність дифузійного соку.

У відгазованому соці, який після фільтрації необхідний на II сатурацію залишилось вапно

$$0,165 - (59 * 0,09) / 100 = 0,112$$

З 2,2% CaO при сатурації в осад перейде $2,2 - 0,165 = 2,035$.

Для осадження цієї кількості вапна необхідно CO_2 $2,035 * 44 / 56 = 1,6\%$.

Кількість утвореного CaCO_3 $2,035 + 1,6 = 3,635$.

Всього СР у сатураційному осаді $3,635 + 0,71 + 0,04 = 4,385$.

Приймаємо витрати вапна на II сат. 0,2% CaO.

Кількість солей Ca, яка залишиться в соці II сат. 0,015% CaO.

Отже, із всієї кількості вапна введеного раніше при сатурації перейде в осад CaCO_3 :

$$0,2 + 0,165 - 0,015 = 0,35\% \text{ CaO}$$

Для осадження вапна потрібно CO_2 :

$$(0,35 * 44) / 56 = 0,275\% \text{ до м. б.}$$

При цьому утвориться CaCO_3 $0,35 + 0,275 = 0,625\%$

Приймаємо ефект очищення на II диф.-сат. 7%

Отже, видалиться Нц в осад $2,22 * 7 / 100 = 0,155\%$

Всього утворюється сатур. осаду II $0,625 + 0,155 = 0,78\%$

Загальна кількість СР осаду утвориться на I і II сатур. $4,385 + 0,78 = 5,165\%$

Кількість соку I сатурації, який надходить на фільтрацію складає:

$$191,05 + 1,6 - 2 - 59 = 131,65\% \text{ до м. б.}$$

Фільтрація соку I сатурації.

Прийmemo, що згущена суспензія після фільтрів ФіЛС містить 23 % осаду до м. соку.

Приймаємо ефект очищення на I дефекосатурації 32% до маси нецукрів нормального соку.

Кількість суспензії, яка надходить на фільтпреси:

$$(5,165 * 100) / 23 = 22,46\% \text{ до м. б.}$$

Кількість освітленого соку I сатур. складає $131,65 - 22,46 = 109,19\%$

На промивку осаду витрачається 100% води до маси осаду, з них 25% потрапляє в сік. 75% - на гасіння вапна.

Кількість фільтрованого соку після фільтпресів складе

$$22,46 - 1 - 5,165 + 5,165 * 0,25 = 17,586$$

					Продуктовий розрахунок кристалізаційного відділення	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Всього фільтраційного соку I сатур. $109,19+17,586=126,776\%$

В цій кількості міститься сік II сатур. $7-0,78=6,22\%$

Отже, кількість соку I сатур. $126,776-6,22=120,556\%$

У фільтрований сік переходить:

Цк $17,65-0,04 = 17,61\%$ до м.б.;

Нц $2,22 - 0,71 = 1,51\%$ до м. б.;

СР $17,61+1,51 = 19,12\%$ до м. б.

Склад фільтрованого соку I сатурації (аналіз):

Цк $= (17,61 * 100) / 120,556 = 14,607\%$;

СР $= (19,12 * 100) / 120,556 = 15,859\%$;

Нц $= 1,51 * 100 / 120,556 = 1,252\%$;

Ч $= (14,607 / 15,859) * 100 = 92,105\%$

II сатурація

На II дефекосатурацію додаємо вапно $0,2\%$ СаО до м. б. При густині вапняного молока $1,19$ т/м³, його кількість для II сатурації складе:

$(0,2 * 1,19) / 0,26 = 0,915\%$.

Загальна кількість соку в котлі II сатурації:

$126,776+0,915+0,275-0,5= 127,466\%$.

Кількість фільтрованого соку II сатурації:

$127,466 - 7 = 120,466\%$.

Фільтрований сік містить

Цк $17,61 - 0,1 = 17,51\%$ до м. б.;

Нц $1,51 - 0,155 = 1,355\%$ до м. б.;

СР $= 17,51 + 1,355 = 18,865\%$ до м. б.

Склад фільтрованого соку II сатурації (аналіз):

Цк $= (17,51 * 100) / 120,466 = 14,535\%$;

СР $= (18,865 * 100) / 120,466 = 15,660\%$;

Нц $= 1,355 * 100 / 120,466 = 1,125\%$;

Ч $= 92,816\%$.

Сульфитація соку та контрольна фільтрація

$120,466-0,5=119,966\%$

Баланс цукрози:

Надійшло цукру з буряком – $18,1\%$

Одержано цукрози в очищеному соці – $17,51\%$

Втрачено цукрози, %

На дифузії – $0,45$

При очищенні – $0,14$

Баланс Цк. $= 17,51+0,45+0,14=18,1\%$

Баланс Нц

Надійшло Нц з буряком – $2,76\%$

В очищеному соці – $1,355\%$

Видалено:

На дифузії – $0,54\%$

При очищенні – $0,865\%$

					Продуктовий розрахунок кристалізаційного відділення	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Баланс Нц = $1,355+0,54+0,865=2,76\%$

Випарювання соку

СР сиропу=67%

Кількість сиропу складе $119,966*15,660/67=28,04\%$

Кількість випареної води $119,966-28,04=91,926\%$

Склад сиропу

СР = 67%

Ч=92,816%

Цк=62,186%

Нц=4,814%

Продуктове відділення

I кристалізація

Для утфелю I крист. $K_p=1,1$ при t фуговки 70°C

Приймаємо чистоту міжкристалічної патоки 81,4%

Розчинність Цк за $t = 70^\circ\text{C}$ становить 3,2.

Цк в патоці $\text{кг}/1\text{кг}$ води= $3,2*1,1=3,52$

Нц=0,804%

Знайдемо вміст СР в утфелі I:

$\text{СР}=100*100*0,804/100+100*0,804-92,816=91,797\%$

Кількість утфелю I кристалізації складе $18,865*100/91,797=20,550\%$

Склад утфелю I кристалізації, %

СР=91,797%

Ч=92,816

Цк=85,202%

Нц=6,595%

В утфелі I кристалізації міститься міжкристалічної патоки

$M_{\text{кр}}=(1+3,52+0,804)*(100-91,797)=43,672\%$

Маса кристалічного цукру

$100-43,672 = 56,328\%$

Склад міжкристалічної патоки, % (аналіз)

Ч=81,4

$\text{ЦК}=(3,52(100-91,797)/43,672)*100=66,117\%$

$\text{СР}=(0,804+3,52)*(100-91,797)/43,672*100=81,218\%$

При спуску утфелю апарат пропарюють. Пропарки виходить 3,0% до маси утфелю. В ній міститься біля 60% СР.

Витрачається утфелю, %:

в пропарку $(3*60)/91,797=1,960\%$

на фуговку $100-1,960=98,039\%$

Приймаємо, що при фуговці 75% міжкристалічної патоки переходить в зелену патоку, а 25% - в білу патоку.

Кількість утфелю, який надходить на фуговку, складає:

$(20,550*98,039)/100=20,147\%$ до м. б.

Кількість зеленої патоки:

$(20,147*43,672*75)/(100*100)=6,599\%$ до м. б.

									Аркуш
									40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Продуктовий розрахунок кристалізаційного відділення				

В ній міститься, % до м.б.:

$$Цк=(6,599*66,117)/100=4,363 \text{ \% до м. б}$$

$$СР=(6,599*81,218)/100=5,359 \text{ \% до м. б}$$

Склад зеленої патоки, тієї, що і міжкристальної патоки. Пробілювання утфелю проводять водою в кількості 2,8% до маси утфелю. З них 2% потрапляє в білу патоку, а 0,8% - з білим цукром на сушку.

Розчиниться цукру

$$(20,147*2*3,2)/100=1,289\%$$

Кількість між кристальної патоки, яка переходить в білу патоку складає:
 $(20,147*43.672*25)/(100*100)=2,2$

В ній міститься:

$$Цк=(2,2*66,117)/100=1,45\%$$

$$СР=(2,2*81,218)/100= 1,79\%$$

Всього в білу патоку перейде:

$$Цк=1,45+1,289=2,739\%$$

$$СР=1,79+1,289=3,079\%$$

Кількість білої патоки до маси буряків складає:

$$2,2+(20,147*0,02)+1,289=3,89\%$$

Склад білої патоки, % до м. б.

$$ЦК=(2,739*100)/ 3,89=70,357\%$$

$$СР=(3,079*100)/ 3,89=79,151\%$$

$$Ч=2,739*100/3,079=88,889\%$$

Вихід цукрози відповідає кількості кристалічного цукру у фугованому утфелі І кристалізації за мінусом частини цукру, розчиненого при пробілюванні:

$$(20,147*56,328)/100-1,289=10,06\%$$

Невраховані втрати у продуктовому відділенні - 0,1%

$$\text{вихід цукру в І оберті } 10,06-0,1=9,96$$

II кристалізація

На уварювання утфелю II кристалізації в оберті надходить суміш білої та зеленої патоки.

$$\text{Всього паток: } 6,599+3,89=10,489$$

$$\text{В ній міститься цукру: } 4,363+2,739=7,102$$

$$СР: 5,359+3,079=8,438$$

Чистота суміші відтоків: чистота утфелю II продукту

$$Ч_{\text{утф}}=(7,102*100)/8,438=84,167$$

Утфель II продукту уварюється до такого вмісту СР, щоб при температурі фуговки 70 °С і коефіцієнті пересичення $K_p=1,3$ міжкристальна патока $Ч_2=71,0\%$.

Робимо розрахунок, аналогічний зробленому на I кристалізації. Знаходимо:

$$Н_{\text{ц}}=(3,2*1,3*(100-71))/100=1,699$$

$$СР=(100*100*1,699)/(100+100*1,699-84,167)=91,475$$

При цьому отримуємо туфель II продукту

$$(8,438*100)/91,475=9,226$$

При спуску утфелю апарат пропарюють. Отримуємо біля 3% пропарки з вмістом СР=60,0.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продуктовий розрахунок кристалізаційного відділення

Аржуш

41

В пропарку потрапляє утфелю:

$$(3 \cdot 60) / 91,475 = 1,967 \text{ до м. утф.}, \text{ або}$$

$$(1,967 \cdot 9,226) / 100 = 0,182\% \text{ до м. б.}$$

На фуговку надходить утфель $9,226 - 0,182 = 9,044\%$

В утфелі міститься міжкристальної патоки, % до м. утф.:

$$M_{кр} = (1 + 3,2 \cdot 1,3 + 1,699) \cdot (100 - 91,475) = 58,47$$

$$\text{кристалічного цукру} \quad 100 - 58,47 = 41,53$$

Склад міжкристальної патоки, % (аналіз)

$$Ч = 71,0\%$$

$$Ц_{к} = ((3,2 \cdot 1,3 + 1,699) / 58,47) \cdot 100 = 60,66\%$$

$$СР = (60,66 \cdot 100) / 71 = 85,437$$

$$\text{Її кількість, \% до м. б., складе: } (9,046 \cdot 58,47) / 100 = 5,288$$

В ній міститься, % до м. б.:

$$Ц_{к} = (5,288 \cdot 60,66) / 100 = 3,208$$

$$СР = (5,288 \cdot 85,437) / 100 = 4,518$$

Приймаємо, що при фуговці утфелю 75% міжкристальної патоки відходить в зелену патоку II, а 25% залишається на кристалах. Потім при пробілюванні ця кількість патоки переходить в білу II. Кількість зеленої патоки II складе: $5,288 \cdot 0,75 = 3,966$. В ній міститься:

$$Ц_{к} \text{ (у \% до м. б.)} \quad 3,208 \cdot 0,75 = 2,406$$

$$СР \quad 4,518 \cdot 0,75 = 3,38$$

Кількість міжкристальної патоки, яка переходить в білу патоку II складе: $5,228 - 3,966 = 1,322$

В ній міститься:

$$Ц_{к} = 3,208 - 2,406 = 0,802\%$$

$$СР = 4,518 - 3,38 = 1,129\%$$

Приймаємо, що на пробілювання утфелю II кристалізації витрачається 3% води.

$$\text{Отже, розчиняється цукру } (9,044 \cdot 3 \cdot 3,2) / 100 = 0,868\%$$

$$\text{Всього утвориться білої патоки II: } 1,322 + 9,044 \cdot 0,03 + 0,868 = 2,46\%$$

В ній міститься, % до м. б.:

$$Ц_{к} = 0,802 + 0,868 = 1,67\%$$

$$СР = 1,129 + 0,868 = 1,997\%$$

Склад білої патоки II (аналіз), \% до м. б.

$$Ц_{к} = (1,67 \cdot 100) / 2,46 = 67,886\%$$

$$СР = (1,997 \cdot 100) / 2,46 = 81,179\%$$

$$Ч = (67,886 / 81,179) \cdot 100 = 83,625\%$$

Приймаємо, що при центрифугуванні 80% білої патоки відходить у вигляді відтоку, а 20% залишається на кристалічному цукрі.

Кількість білої патоки, яка відійшла складе $2,46 \cdot 0,8 = 1,968$ до м. б, а на кристалах залишається білої патоки $2,46 - 1,968 = 0,492$

Ця патока разом з кристалічною цукрозою в кількості:

$$(41,53 \cdot 9,044) / 100 - 0,868 = 2,888\% \text{ складає масу цукру II продукту.}$$

					Продуктовий розрахунок кристалізаційного відділення	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Кількість цукру II продукту складе:

$$2,888+0,492=3,38\% \text{ до м. б.}$$

В ньому міститься, % до м. б.:

$$Цк=2,888+1,67*0,2=3,222\%$$

$$СР=2,888+1,997*0,2=3,287\%$$

Склад цукру II (аналіз), %

$$Цк=(3,222*100)/3,38=95,325\%$$

$$СР=(3,287*100)/3,38=97,249\%$$

$$Ч=(3,222*100)/3,287=98,022\%$$

III кристалізація

Утфель III продукту уварюють з зеленою патокою II і білою патокою II. їх загальна кількість:

$$3,966+1,968=5,934$$

В них міститься, % до м. б.

$$Цк=2,406+1,67*0,8=3,742\%$$

$$СР=3,389+1,997*0,8=4,987\%$$

$$\text{Чистота утфелю III продукту } (3,742*100)/4,987=75,035\%$$

Утфель III продукту уварюємо до такого вмісту сухих речовин, щоб кристалізацію в мішалках вести без розкачувань. Знайдемо СРутф., виходячи з температури фуговки 40°C, Кп=1,4, Чутф.=75,035 перед фуговкою бажана чистота міжкристалічної патоки наприклад, Ч₂=57,5:

$$Нц=(2,38*1,4*(100-57,5))/57,5=2,463\%$$

$$СР=(100*100*2,463)/(100+100*2,463-75,035)=90,797\%$$

З таким вмістом СР отримаємо утфель III кристалізації:

$$(4,987*100)/90,797=5,493\%$$

При спуску і пропарці утфелю в пропарку витрачається біля 2% утфелю, що складає: 5,493*0,02=0,11% до м. б.

На кристалізацію і фуговку надходить утфель III кристалізації

$$5,493-0,11=5,383\% \text{ до м. утф.}$$

В утфелі III кристалізації перед фуговкою міститься міжкристалічної патоки:

$$Мкр=(1+2,38*1,4+2,463)*(100-90,797)=62,534$$

$$\text{Кількість кристалічної цукрози } 100-62,534=37,466$$

Склад міжкристалічної патоки (аналіз), % до м. б.

$$Ч=57,5\%$$

$$Цк=((2,38*1,4*(100-90,797))/62,534)*100=49,04\%$$

$$СР=(49,04*100)/57,5=85,287\%$$

Її кількість в утфелі, який надходить на фуговку, складає (5,383*62,534)/100=3,366% до м. б.

В ній міститься, % до м. б.:

$$Цк=(3,366*49,04)/100=1,65\%$$

$$СР=(3,366*85,287)/100=2,87\%$$

Фуговка утфелю III продукту ведеться при T=40°C без пробілювання Н₂О.

Приймаємо, що при фуговці утфелю 85% між кристалічної патоки переходить у

					Продуктовий розрахунок кристалізаційного відділення	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

відтік мелясу, а 15% залишається на кристалах утворюючи з ними неафінований цукор III.

Кількість відтоку меляси складе:

$$3,366 * 0,85 = 2,86\%$$

В ній міститься, % до м. б.:

$$Цк = 1,65 * 0,85 = 1,402$$

$$СР = 2,87 * 0,85 = 2,439$$

Кількість неафінованого жовтого цукру III дорівнює

$$5,383 - 2,86 = 2,523\%$$

В ньому міститься, % до м.б.

$$Цк = ((5,838 * 37,436) / 100) + 1,65 * 0,15 = 2,26\%$$

$$СР = ((5,838 * 37,466) / 100) + 2,87 * 0,15 = 2,45\%$$

Склад неафінованого цукру III (аналіз), %

$$Цк = (2,26 * 100) / 2,523 = 89,58\%$$

$$СР = (2,45 * 100) / 2,523 = 97,107\%$$

$$Ч = (89,58 * 100) / 97,107 = 92,25\%$$

Баланс цукру

Надійшло цукру з сиропом, % 17,51

Отримано цукру, %

білий цукор	9,96
пропарка утфелю I крист.	0,334
II крист.	0,118
III крист.	0,0749
жовтий цукор II	3,222
жовтий цукор III	2,26
меляса	1,402
невраховані втрати	0,1
Всього	17,4709

Розбіжність – 0,0391

Розрахунок виходу цукру і меляси у встановленому обороті.

В I оберті в білий цукор і мелясу перейшло цукру $9,96 + 1,402 = 11,362\%$. У встановленому обороті в білому цукрі і мелясі повинно бути 17,51% цукрози. Отже, у встановленому обороті в результаті переварки всіх продуктів їх кількість повинна збільшитись в $17,51 / 11,362 = 1,5411$.

На цей коефіцієнт потрібно помножити кількість всіх продуктів, починаючи з утфелю I кристалізації.

У встановленому обороті вихід цукрози $9,96 * 1,5411 = 15,349\%$ до м.б.

Втрати цукрози в мелясі складають $1,402 * 1,5411 = 2,161\%$ до м.б.

						Продуктовий розрахунок кристалізаційного відділення	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			44

Афінація цукру III продукту.

У встановленому обороті нерафінованого жовтого цукру III буде $2,523 * 1,5411 = 3,888\%$. В ньому кристалічного цукру $2,26 * 1,5411 = 3,483\%$ і меляси $3,888 - 3,483 = 0,405\%$.

В мелясі міститься цукру $(0,405 * 49,04) / 100 = 0,199\%$

Сухих речовин $(0,405 * 85,287) / 100 = 0,345\%$

Визначимо кількість зеленої патоки I продукту необхідної для афінації цукру III з балансу

$$(3,888 * 97,107) / 100 + (x * 81,218) / 100 = ((3,888 + x) * 90) / 100$$

$$x = 3,143$$

В цій кількості зеленої патоки I міститься, %:

Цукру $(3,143 * 66,177) / 100 = 2,08\%$

СР $(3,143 * 81,218) / 100 = 2,553\%$

Всього в міжкристальній патоці афінаційної маси міститься:

Цукру $0,199 + 2,08 = 2,279\%$

сухих речовин $0,345 + 2,553 = 2,898\%$

Загальна кількість міжкристальної патоки афінаційної маси складе:

$$0,405 + 3,143 = 3,548\%$$

Кількість афінаційного відтоку дорівнює :

$$3,548 - 0,405 = 3,143\%$$

Склад афінаційного відтоку (аналіз), %

$$Ц_k = (2,279 * 100) / 3,548 = 64,233\%$$

$$СР = (2,898 * 100) / 3,548 = 81,68\%$$

$$Ч = (2,279 * 100) / 2,898 = 78,640\%$$

В афінованому жовтому цукрі III міститься (у % до м. б.)

$$Ц_k = 3,483 + (0,405 * 64,233) / 100 = 3,743\%$$

$$СР = 3,483 + (0,405 * 81,68) / 100 = 3,814\%$$

Склад афінованого цукру III (аналіз), %

$$Ц_k = (3,743 * 100) / 3,888 = 96,271\%$$

$$СР = (3,814 * 100) / 3,888 = 98,097\%$$

$$Ч = (3,743 * 100) / 3,814 = 98,138\%$$

Клеровка жовтих цукрів II і III

На клеровку надходить цукор II в кількості $3,38 * 1,5411 = 5,209$ до м. б. і цукор III в кількості $3,888\%$ до м. б.

Цукор клерують очищеним соком до вмісту СР=65,0. Необхідну кількість соку знайдемо з балансу :

$$(3,888 * 98,097 / 100 + (5,209 * 97,249) / 100 + (x * 15,560) / 100 = (3,888 + 5,209 + x) * 65 / 100$$

$$x = 6,001\%$$

На цю величину зменшується кількість соку що йде на випарну станцію.

З цією кількістю соку в клеровку надходить :

цукру $(6,001 * 14,535) / 100 = 0,872\%$

сухих речовин $(6,001 * 15,560) / 100 = 0,934\%$

Всього клеровки буде $3,888 + 5,209 + 6,001 = 15,098\%$

					Продуктовий розрахунок кристалізаційного відділення	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

В ній міститься, % до м. б.

цукру $3,743+3,222*1,5411+0,872=9,580\%$

сухих речовин $3,814+ 3,287*1,5411+0,934=9,814\%$

Склад клеровки(аналіз) ,%

$Цк=(9,580*100)/15,098=63,45\%$

$СР=(9,814*100)/15,098=65,00\%$

$Ч=(9,580*100)/9,814=97,616\%$

Всього сироп з клеровкою складе

$28,04+15,097-(6,001*15,560)/65=41,7\%$

В ньому міститься , % до м. б.

цукру $17,51+3,743+3,222=24,475\%$

сухих речовин $18,865+3,814+ 3,827=26,506\%$

чистота суміші сиропу з клеровкою :

$Ч=(24,475*100)/26,506=92, 338\%$

Виходячи із прийнятих раніше даних варіння утфеля І продукту

(t фуговки=70°C, Кп=1,1, Нс=0,826, Ч=81,4%), знаходимо

$СР (100*100*0,826)/(100+100*0,826-92,338)=91,511\%$

Таблиця 4.1.

Зведення розрахунку продуктів

Продукт	Кількість,% до м.б.	Склад		
		СР	Цк	Ч
1	2	3	4	5
Буряк	100	–	18,1	–
Нормальний сік	92,3	22,6	19,61	86,8
Дифузійний сік	115	17,27	15,35	88,88
Переддефекований сік	181,9	–	-	-
Сік після основної defeкації	191,05	-	-	-
Нефільтрований сік I сатурації	131,65	-	-	-
Фільтрований сік I сатурації	126,776	15,859	14,607	92,105
Нефільтрований сік II сатурації	127,466	-	-	-
Фільтрований сік II сатурації	120,466	15,660	14,535	92,816
Сульфітований сік II сатурації	119,966	-	-	-
Сироп	28,04	67,0	62,186	92,816
Очищений сироп з клеровкою	41,7	26,506	24,475	92,338

Продовження таблиці 4.1.

1	2	3	4	5
Утфель I кристалізації	31.67	91,797	85,202	92,816
Цукроза	15.35	100	100	100
Товарний цукор-пісок	15.37	99,86	99,7	99,8
Біла патока I	5.995	79,151	70,357	88,889
Зелена патока I	10.170	81,218	66,117	81,4
Утфель II крист.	14.218	91,475	-	84,167
Цукор II	5.209	97,249	95,325	98,022
Біла патока II	2.037	81,179	67,886	83,625
Зелена патока III	6.158	85,437	60,66	71,0
Утфель III кристалізації	8.465	90,797	-	75,035
Цукор III неафінований	3.888	97,107	89,58	92,25
Меляса	4.408	85,287	49,04	57,5
Афінаційна маса	7.031	90,0	-	-
Афінаційний цукор III	3,888	98,097	96,271	98,138
Афінаційний відтік	3,143	81,68	64,233	78,640
Клеровка	15,098	65,0	63,45	97,616

4.3 Розрахунок витрат основної і додаткової сировини

В продуктовому відділенні застосовуються такі допоміжні матеріали:

- перліт для фільтрування сиропу: на 1000 т буряків – 300 кг, на 10000 т буряків – 3000 кг;
- перліт для фільтрування клеровки: на 1000 т буряків – 2 кг, на 10000 т буряків – 20 кг;
- гідросульфат натрію технічний: на 1000 т буряків – 25 кг, на 10000 т буряків – 250 кг, (застосовується для зменшення кольоровості утфелів);
- ультрамарин УС для зменшення кольоровості утфелів: на 1000 т буряків – 30 кг;

Також використовується затравочна паста в кількості 0,00003% до маси буряків.

Для зберігання цукру-піску запакованого в мішки на ТОВ «Краєвид» є три цукрових склади, що вміщують 14530 тис. тон цукру, та мають площу 3025 м². Цукрові склади не забезпеченні дерев'яними піддонами для укладання цукру. Натомість за умови зберігання якості цукру мішки розміщують на поліетиленовій плівці, яка загортається на два нижні ряди після завершення укладання. Для контролю за відносною вологою та температурою у складах є психрометри і термометри.

Склад мішкотари

Приміщення для зберігання мішків повинно бути сухе, провітрюване відповідно до правил пожежної безпеки. Матеріал розміщують на піддонах чи стелажах в горизонтальному положенні не менше 20 см від відстані підлоги.

Поліпропіленові мішки упаковані у пачки по 500 штук.

Склад вапнякового каменю

Вапняковий камінь знаходиться в складі з ґрунтовим покриттям із загальною площею 3964 м².

Зберігання меляси

Зберігання меляси відбувається у двох резервуарах об'єм яких 9400 т.

Жомова яма

Жомова яма : місткість – 45000т, довжина – 120 м, ширина – 70 м, глибина – 7 м.

Бурякоприймальні пункти

Місткість бурякоприймального пункту за даними технічного паспорту – 180 тис. т буряків. Добова потужність по прийманню складає 7,5 тис. т. Загальна площа кагатних полів – 140,0 тис. м². Така місткість бурякоприймального пункту забезпечує зберігання біля 80 % загальної кількості сировини, яка необхідна для повного завантаження цукрового заводу на 90 діб сокодобування і забезпечує зберігання цукрових буряків протягом 60 діб. Місткість кагатного поля, що має тверде покриття становить 70 тис. т, або 45 % загальної кількості. Площа полів з твердим покриттям становить 35,3 тис. м², або 34,3 %, в тому числі сплавна площадка.

					Розрахунок площ виробничих і складських приміщень	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ. СПЕЦИФІКАЦІЯ ОБРАНОГО ОБЛАДНЕННЯ

6.1 Перевірочний рахунок встановленого на заводі технологічного обладнання станції

Вакуум – апарати I кристалізації

Технічну продуктивність вакуум-апаратів I кристалізації розраховують за формулою, т/добу

$$A = \frac{1440 \cdot M}{10a \cdot \tau}, \quad (6.1.)$$

де M – маса однієї варі утфелю всіх апаратів даного продукту, т
 $M=150$ т.

a – вихід утфелю даного продукту, % до маси буряку,
 $a=28.43$

τ – тривалість повного оберту апарата даного продукту, хв.
 $\tau=180$

$$A = \frac{1440 \times 150}{10 \times 28.43 \times 180} = 4221 \text{ т/добу}$$

Отже продуктивність вакуум-апарата I кристалізації забезпечує потужність заводу

Вакуум – апарати II кристалізації

Технічну продуктивність вакуум-апаратів II кристалізації розраховують за формулою, т/добу

$$A = \frac{1440 \cdot M}{10a \cdot \tau},$$

де M – маса однієї варі утфелю всіх апаратів даного продукту, т
 $M=120$ т.

a – вихід утфелю даного продукту, % до маси буряку,
 $a=12.747$

τ – тривалість повного оберту апарата даного продукту, хв.
 $\tau=440$

$$A = \frac{1440 \times 120}{10 \times 12.747 \times 440} = 4081 \text{ т/добу}$$

Отже продуктивність вакуум-апарата II кристалізації забезпечує потужність заводу

Вакуум – апарати III кристалізації

Технічну продуктивність вакуум-апаратів III кристалізації розраховують за формулою, т/добу

$$A = \frac{1440 \cdot M}{10a \cdot \tau},$$

де M – маса однієї варі утфелю всіх апаратів даного продукту, т
 $M=120$ т.

a – вихід утфелю даного продукту, % до маси буряку,
 $a=8,1$

					Перевірочний рахунок встановленого на заводі технологічного обладнання станції	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

τ – тривалість повного оберту апарата даного продукту, хв.

$$\tau = 720$$

$$A = \frac{1440 \times 120}{10 \times 8,1 \times 720} = 2963 \text{ т/добу}$$

Отже продуктивність вакуум-апарата III кристалізації забезпечує потужність заводу.

Утфелемішалки

Повний об'єм приймальних утфелемішалок розруховують за формулою, м³

$$V = V_1 \cdot \varphi, \text{ м}^3, \quad (6.2.)$$

де V_1 – корисний об'єм найбільшого вакуум-апарата утфелю відповідної кристалізації, м³

φ – коефіцієнт запасу = 1.2

Утфелемішалка I кристалізації

$$V = 35 \cdot 1.2 = 42 \text{ м}^3$$

Утфелемішалка II кристалізації

$$V = 27.6 \cdot 1.2 = 33,12 \text{ м}^3$$

Утфелемішалка III кристалізації

$$V = 28 \cdot 1.2 = 33,6 \text{ м}^3$$

Центрифуги I продукту

Технічну продуктивність центрифуг I продукту визначають за формулою, т/добу.

Максимальне завантаження 13т/год

$$A = \frac{24 \times 100 \times 5,2}{2.592} = 3200 \text{ т/добу}$$

Отже продуктивність центрифуг III продукту забезпечує потужність заводу

Сушильна установка

Встановлено сушильний комплекс «FIVES sail» потужністю 50т/год

Утфелерозподілювачі:

I кристалізації, корисний об'єм 7м³

II кристалізації, корисний об'єм 6м³

III останньої кристалізації, корисний об'єм 4м³

Отже продуктивність утфелерозподілювачів забезпечує потужність заводу.

Збірник сиропу на вакуум – апаратах.

Технічну продуктивність збірників визначають за формулою, т/добу

$$A = \frac{1440 \cdot V_n \rho}{10 a \tau}, \text{ т на добу} \quad (6.3.)$$

V_n – корисний об'єм збірників, м³

ρ – густина продукту, кг/м³

a – кількість продукту, % до маси буряків

τ – розрахункова тривалість перебування продукту в збірнику

$$V_n = 68,6 \text{ м}^3$$

$$A = \frac{1440 \cdot 68,6 \cdot 1,34}{10 \cdot 40,357 \cdot 60} = 5467 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм збірника сиропу забезпечує потужність заводу.

					Перевірочний рахунок встановленого на заводі технологічного обладнання станції	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Збірник першого відтоку утфелю I кристалізації після центрифуг

$$V_n = 7,57 \text{ м}^3$$

$$A = \frac{1440 \cdot 7.47 \cdot 1.426}{10 \cdot 8.953 \cdot 30} = 5787 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм збірника першого відтоку утфелю I кристалізації забезпечує потужність заводу

Збірник другого відтоку I кристалізації після центрифуг

$$V_n = 4,97^3$$

$$A = \frac{1440 \cdot 4.97 \cdot 1.390}{10 \cdot 6.107 \cdot 30} = 5430 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм збірника другого відтоку I забезпечує потужність заводу

Збірник першого відтоку I кристалізації перед вакуум – апаратами

$$V_n = 19,8 \text{ м}^3$$

$$A = \frac{1440 \cdot 19.8 \cdot 1.426}{10 \cdot 8.953 \cdot 30} = 5787 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм збірника зеленої патоки I забезпечує потужність заводу

Збірник другого відтоку I кристалізації перед вакуум – апаратами.

$$V_n = 17,9 \text{ м}^3$$

$$A = \frac{1440 \cdot 17,9 \cdot 1.390}{10 \cdot 6.107 \cdot 30} = 5768 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм збірника білої патоки I забезпечує потужність заводу.

Збірник першого відтоку II кристалізації після центрифуг

$$V_n = 9,6 \text{ м}^3$$

$$A = \frac{1440 \cdot 9.6 \cdot 1.420}{10 \cdot 3.791 \cdot 20} = 8589 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм збірника першого відтоку II кристалізації забезпечує потужність заводу.

Збірник першого відтоку II кристалізації перед вакуум - апаратами

$$V = 17,9 \text{ м}^3$$

$$A = \frac{1440 \cdot 17,9 \cdot 1.420}{10 \cdot 3.791 \cdot 20} = 4827 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм збірника забезпечує потужність заводу.

Збірник меляси після центрифуг

$$V = 2,73 \text{ м}^3$$

$$A = \frac{1440 \cdot 2.73 \cdot 1.35}{10 \cdot 3.616 \cdot 30} = 4892 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм збірника забезпечує потужність заводу.

Збірник меляси перед вагами

$$V = 4,94 \text{ м}^3$$

$$A = \frac{1440 \cdot 4.94 \cdot 1.35}{10 \cdot 3.616 \cdot 30} = 8853 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм збірника забезпечує потужність заводу.

Утфелемішалки – кристалізатори

$$A = \frac{24 \cdot 100 \cdot V \cdot \rho \cdot \varphi}{a \cdot z}, \quad (6.4.)$$

					Перевірочний рахунок встановленого на заводі технологічного обладнання станції	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

де V – об'єм кристалізатора, м^3
 a – кількість утфелю, % до маси буряка
 ρ – густина утфелю, $\text{т}/\text{м}^3$
 ϕ – коефіцієнт заповнення
 Z - тривалість кристалізації, год

$$A = \frac{24 * 100 * 240 * 0.9 * 1.45}{5.947 * 34} = 3718 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм мішалок кристалізаторів не забезпечує потужність заводу.

Клерувальна мішалка

Технічну продуктивність клерувальної мішалки визначають за формулою, т/добу

$$A = \frac{1440 * 8.23 * 1.35}{10 * 13.902 * 20} = 5754 \text{ т/добу}$$

Отже об'єм клерувальної мішалки забезпечує потужність заводу

Віброконвеєр

Технічну продуктивність віброконвеєру визначають за формулою, т/добу

$$A = \frac{1440 \cdot 60B \cdot h \cdot v \cdot \gamma}{10 \cdot a} \quad (6.5.)$$

B -ширина жолоба конвеєра, $\text{м} = 1.1\text{м}$

h -середня товщина шару цукру в жолобі= 0.05м

a = кількість цукру, % до маси цукру= 27.57%

v =швидкість руху цукру $\text{м}/\text{с} = 0.21 \text{ м}/\text{с}$

γ =об'ємна маса цукру $\text{кг}/\text{м}^3 = 800 \text{ кг}/\text{м}^3$

$$A = \frac{1440 \cdot 60 \cdot 1.1 \cdot 0.05 \cdot 0.32 \cdot 800}{10 \cdot 27.57} = 4425 \text{ т/добу}$$

Отже продуктивність віброконвеєра забезпечує потужність заводу

Елеватор вологого цукру

Технічну продуктивність елеватору вологого цукру визначають за формулою, т/добу

$$A = \frac{86400 \cdot V \cdot \phi \cdot \gamma \cdot u}{10 \cdot a \cdot s} \quad (6.6.)$$

Де V =повний об'єм кармана

ϕ -коефіцієнт заповнення= 0.75

γ =об'ємна маса цукру= $800 \text{ кг}/\text{м}^3$

u =швидкість руху карманів $1.25 \text{ м}/\text{с}$

s =крок карманів= 300м

a = 14.224% кількість цукру

$$A = \frac{86400 * 3.2 * 10^{-3} * 0.75 * 800 * 125}{10 * 14.224 * 300} = 4635 \text{ т/добу}$$

Отже продуктивність елеватору забезпечує потужність заводу.

6.2 Вибір і розрахунок нового обладнання

З метою технічного переоснащення станції уварювання та кристалізації на ТОВ «Краєвид» Згурівський цукровий завод проектом передбачено довшановлення 1 вакуум-апарат ВАЦМ-40, у зв'язку з тим, що уварювання утфелю I продукту буде проводитися на кристалічній основі маточного утфелю, а також, приймальну мішалку маточного утфелю типу ТПМ 40/50 в кількості 1 од.

Приймальна мішалка маточного утфелю

Знаходимо повний об'єм приймальної мішалки маточного утфелю:

$$V = V_k \cdot \gamma, \text{ м}^3 \quad (6.7.)$$

де $V_k = 50 \text{ м}^3$ – корисний об'єм найбільшого вакуум-апарата утфелю відповідної кристалізації;

$\gamma = 1,2$ – коефіцієнт запасу.

$$V = 50 \cdot 1,2 = 60 \text{ м}^3$$

Технічна характеристика приймальної мішалки маточного утфелю типу ТПМ 40/50

Повний об'єм, м ³	40
Корисний об'єм, м ³	30
Маса утфелю, т	120
Чистота обертання валу, об/хв.	0,8
Потужність, кВт	11
Маса апарату при повному завантаженні, т	142

До того ж, передбачено встановлення на вакуум-апарати II та III продукту механічних циркуляторів. Завдяки такому нововведенню в проекті, знижуються витрати вторинної пари на 8-10% до маси буряків.

Задля зменшення витрат цукрози у мелясі, поліпшення атмосфери для кристалізації утфелю III кристалізації передбачено виконувати допоміжну кристалізацію в вертикальному кристалізаторі типу Ш1-ПКВ.

Вертикальний кристалізатор типу Ш1-ПКВ

Технічну продуктивність мішалок розраховують за формулою:

$$A = \frac{24 \cdot V \cdot \varphi \cdot \rho}{10 \cdot a \cdot \tau} ; \frac{t}{\text{добу}} \quad (6.8.)$$

де $V = 150 \text{ м}^3$, загальний повний об'єм;

$\varphi = 0,9$, коефіцієнт заповнення;

$\rho = 1505 \text{ кг/м}^3$, густина утфелю при t кристалізації;

$a = 5,77 \%$ до м.б. кількість утфелю;

$\tau = 28$, загальна тривалість охолодження утфелю і його підігрівання перед центрифугування;

$A = 3000 \text{ т/добу}$ – потужність заводу

$$A = \frac{24 \cdot 150 \cdot 0,9 \cdot 1505}{10 \cdot 5,77 \cdot 28} = 3018 \frac{t}{\text{добу}}$$

Технічна характеристика вертикально кристалізатора типу Ш1-ПКВ

Продуктивність по утфелю, т/год	8,5-11,5
Корисний об'єм, м ³	150
Площа поверхні теплообміну, м ²	170
Встановлена потужність, кВт.:	
- привода перемішуючого пристрою	20,0
- привода змішувача	3,0
- привода тупельного насоса	7,5
Частота обертання перемішуючого пристрою, хв. ⁻¹	
- кристалізатора	0,3-0,9
- змішувача	10
Габаритні розміри кристалізатора, м:	
- діаметр	4500
- висота	15000
Температура утфелю на вході, °С	35

У зв'язку із запропонованими діями проекту, для очищення жовтого цукру утфелю Ш кристалізації від нецукрів прийнято встановити афінаційну мішалку.

Афінаційна мішалка АМД-6

Технічну продуктивність мішалки розраховують за формулою:

$$A = \frac{1440 \cdot 100 \cdot V \cdot \varphi \cdot \rho}{a \cdot \tau}; \frac{т}{добу}, \quad (6.9.)$$

де V=5,3 м³, повен об'єм мішалки;

φ=0,9, коефіцієнт заповнення;

ρ=1,45 кг/м², густина продукту;

a=8,31 % до м.б., кількість продукту;

τ=20 хв, тривалість процесу.

$$A = \frac{1440 * 100 * 5,3 * 0,9 * 1,45}{8,31 * 20} = 5993 \frac{т}{добу}$$

Технічна характеристика афінаційної мішалки АМД-6

Продуктивність по буряку, $\frac{т}{добу}$	6000
Корисна вмісткість, м ³	5,3
Частота обертання вала, об/хв	6,5
Тривалість афінації, хв	20
Габаритні розміри, мм	
довжина	5870
ширина	2280
висота	1500
Маса, кг	5500

Опис специфікації встановленого обладнання та специфікація допоміжного технологічного обладнання наведено у Додатку А

РОЗДІЛ 7. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Система НАССР (англійською мовою Hazard Analysis and Critical Control Point) – це дієвий інструмент управління безпекою харчових продуктів, в основі якого лежить аналіз небезпечних чинників та контроль у критичних точках. Ця система ідентифікує, оцінює і контролює небезпечні чинники, що є 16 визначальними для безпеки харчових продуктів. Вона використовується для забезпечення безпеки харчових продуктів протягом усього ланцюга виробництва й реалізації харчового продукту

У першу чергу, на кожній потужності рекомендовано створити групу з безпеки продукції (група НАССР), призначену керівництвом, відповідно до наказу по потужності [39].

Система НАССР на потужності повинна, щонайменше, включати:

- Затверджену групу НАССР (група з безпеки продукції).
- Опис продукту, сировини та допоміжних матеріалів, що використовуються на потужності.

- Ідентифіковане цільове призначення продукту.

- Розроблену блок-схему технологічного процесу.

- Перевірену блок-схему технологічного процесу на місці.

- Принцип 1: Аналіз небезпечних факторів.

- Принцип 2: Встановлення критичних контрольних точок.

- Принцип 3: Встановлення критичних меж.

- Принцип 4: Встановлення процедур моніторингу.

- Принцип 5: Встановлення процедур коригувальних дій.

- Принцип 6: Встановлення процедур верифікації.

- Принцип 7. Впровадження документування всіх процедур та протоколів [40].

Впровадження системи НАССР надає підприємствам харчової промисловості України низку суттєвих переваг та допомагає офіційному інспектуванню і розвитку міжнародної торгівлі, оскільки посилює впевненість у безпеці харчових продуктів.

Переваг від використання системи НАССР багато. Нижче перерахуємо найважливіші з них:

- НАССР є систематичним підходом до забезпечення безпеки харчових продуктів;

- акцентування уваги на забезпечення безпеки при виробництві і реалізації продукції;

- оптимізація внутрішніх ресурсів підприємства;

- покращує планування і сприяє зниженню кількості подальших перевірок;

- правильно проведений аналіз небезпечних чинників дозволяє виявити приховані небезпеки і направити відповідні ресурси в критичні точки процесу;

- підвищення довіри споживача до наданої продукції або послуги;

- зменшення втрат, пов'язаних із відкликанням продукції, штрафними санкціями і судовими позовами;
- поліпшення документації;
- НАССР може інтегруватися в загальну систему менеджменту якості у відповідності зі стандартами серії ISO 9000; підвищення інвестиційної привабливості;
- підвищення конкурентоспроможності продукції підприємства;
- застосування НАССР є найбільш ефективним засобом попередження захворювань, що викликаються харчовими продуктами;
- використання системи НАССР дозволяє розширити коло клієнтів і ділових партнерів.

Щодо недоліків від застосування НАССР, то їх, порівнюючи з перевагами, досить небагато. Основні недоліки НАССР:

- потребує технічних, людських та матеріальних ресурсів, які не завжди є доступними для організації;
- вимагає високих зусиль із залучення усіх елементів організації;
- потребує дуже багато часу;
- залучає зміни у відношенні;
- вимагає деталізованих технічних даних та їх постійного оновлення;
- потребує сконцентрованої дії усіх учасників харчового ланцюга;
- потребує збереження інформації для простого шляху впровадження [41, 42].

7.1 Основи системи управління безпекою харчової продукції НАССР

Програми-передумови – це базові умови та комплекс дій, необхідні для підтримання у всьому харчовому ланцюгу гігієнічного навколишнього середовища, придатного для виробництва, оперування та постачання безпечних кінцевих продуктів і безпечних харчових продуктів для споживання людиною [41].

Опис загальних програм передумов наведено у Додатку Б.

Надзвичайно значним етапом у виробництві є захист кінцевого виробу від вторинної інфекції, яка суттєво впливає на кінцеву якість цукру. Кількість патогенних мікроорганізмів у готовому виробі, котрі появляються у виробничому цеху, цукрі, що виходить із центрифуг – повинно дорівнювати визначеним європейським нормам.

Рекомендується постійне проведення знезараження приміщень виробничого цеху вслід за миттям використовують препарати, які без специфічного запаху, до того ж не містять сполук хлору, формальдегіну та азоту. На даний час для знезараження технологічного процесу використовують найновіші дезінфікуючі препарати, в них широкий спектр дії на патогенну мікрофлору з інгібіторами корозії, що оберігають обладнання [40] від корозії. Потрібно щоб ці препарати на 100% підлягали біологічній деградації, без жодних побічних продуктів, котрі могли б вплинути на погіршення характерних ознак цукру. До таких препаратів відноситься «Гігієнізер», який застосовують шляхом аерозолуванням стін, підлоги, поверхонь машин та пристроїв

					Контроль якості та безпеки готової продукції	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

виробничого цеху, зокрема: люків під центрифугами, вібраційного конвеєра, клапанів та внутрішньої поверхні збірників і змішувачів. Також препарат можна використовувати для забезпечення потрібної колірності цукру. Концентрат препарату «Гігієнізер» додають безпосередньо в клеровку. А також насосом-дозатором концентрат безперервно або імпульсно можна добавляти у воду, котра застосовується для вибілювання цукру.

7.2 Основи системи управління якістю. Технохімічний контроль виробництва та метрологічне забезпечення

Важливе значення в підвищенні якості білого цукру, зменшення втрат у виробництві відіграє технологічний режим встановлений відповідно до якості сировини, що переробляється. Оптимальний технологічний режим встановлює заводська лабораторія на кожній дільниці технологічного процесу.

Технохімічний контроль - це наука про фізичні, хімічні, фізико-хімічні методи дослідження, які дають можливість визначати якість сировини, напівпродуктів і готової продукції. Ці визначення проводять за допомогою контрольно - вимірних приладів з якими працює штат лабораторії. Основними завданнями технохімічного контролю є:

- встановлення оптимального технологічного режиму на основних станціях заводу;
- аналіз всіх продуктів від сировини до готової продукції;
- визначення втрат сахарози виробництва;
- облік виробництва;

Кожен етап технохімічного контролю: вхідний, технологічний, вихідний – передбачає свій набір критеріїв тих чи інших показників, які у результаті дають змогу забезпечити ефективний моніторинг якості готової продукції [43].

За виконання аналізів відповідає хімічна лабораторія, котра також зазначає оптимальний технологічний режим в залежності від якості буряків, що поступили на переробку.

Найважливіша задача лабораторії – визначення якісних показників цукрових буряків, а саме забрудненості та цукристості. Для цього застосовується спеціалізоване устаткування, в тому числі, роботизовано [44].

Використовують основні методи визначення показників якості продуктів:

Денсиметричний ($\rho/\text{см}^2$); Рефрактометричний (% СР); поляриметричний (% Сх); колориметричний (Е-кольоровість); потенціометричний (рН); кондуктометричний (% золи); тетриметричний.

Денсиметричний метод заснований на визначенні густин продуктів, застосовують прилади аерометри.

Рефрактометричний базується на визначенні показника заломлення від густини (концентрації) сухих речовин. Використовується для визначення сухих речовин в продуктах, застосовують прилад рефрактометр типу УРЛ-1, УПЛ-2; 3

Поляриметричний метод базується на властивості оптично активних речовин обертати площину поляризованого світла на певний кут, який залежить від процентного вмісту сахарози. Використовується для визначення вмісту

					Контроль якості та безпечності готової продукції	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

сахарози в продуктах, застосовують поляриметри типу СУ-3; СУ-4.

Колориметричний метод базується на законі Ламберта –Бера в основі лежить порівняння світопоглинання , а значить і забарвленості стандартного розчину із аналізуючим. Використовують для визначення забарвленості продуктів колориметри типу КСМ-3.

Потенціометрія призначена для вимірювання рН середовища в продуктах і включає два методи:

- колориметричний (індикаторний) . Для цього використовують індикатор фенолфталеїн рН 8,2...10, крезол – червоний рН 7,2...8,8, метилоранж рН 3,1...4,4.

- електрометричний метод базується на вимірюванні електрорушійної сили, що виникає між двома електродами, які погружені в досліджувальний розчин .

Кондуктометричний метод використовують для визначення вмісту золи в продуктах.

Тетриметричним методом визначають лужність і кислотність в присутності індикатора. Титрування з метричної бюретки дає точні виміри, але не завжди зручні у поточному контролі. Для поточного контролю використовують або кислоту в 2...3 рази слабшу, або бюретку в якій 1 поділка по об'єму 2...8 разів менша ніж у метричній. Такою є бюретка Каппуса.

Чистота продуктів визначається за таблицею професора Архиповича Н.О. або за формулою:

$$C = \frac{C_x}{C_p} \cdot 100\%$$

де Сх - вміст сахарози в розчині;

СР - вміст сухих речовин в розчині.

Таблиця 7.2

Перелік місць контролю технологічного процесу

Стадія технологічного процесу	Об'єкт контролю	Параметр, що контролюється	Метод контролю	Періодичність контролю
1	2	3	4	5
З мішалки при фугуванні: при безперервній крист., при періодичній крист. з кожної мішалки	Міжкристальний розчин утфелю III кристалізації при фугуванні	вміст сухих речовин	рефрактометричний	2
		вміст сахарози	поляриметричний	2
		чистота	таблиці Архиповича	2

перед фугуванням. З усіх утфелемішалок на початку зміни, в кінці охолодження і після підігріву		температура	термометричний	2
		вміст сухих речовин без розбавлення	рефрактометричний	2
Із шнеку або із 2-3 центрифуг через кожні 2 год., зі складанням середньої проби за зміну	Жовтий цукор	вміст сухих речовин	рефрактометричний	1
		вміст сахарози	поляриметричний	1
		чистота	таблиці Архиповича	1
		pH	потенціометричний	1
		кольоровість	калориметричний	1
Клеровка	Із кранику на напірному трубопроводі	вміст сухих речовин	рефрактометричний	8
		pH	потенціометричний	8
		вміст сахарози	поляриметричний	2
		чистота	таблиці Архиповича	1
		кольоровість	калориметричний	1
При пакуванні в мішки	Білий цукор	кольоровість	калориметричний	1
		pH	потенціометричний	1
		вміст сахарози	поляриметричний	1

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 7.3.

Метрологічне забезпечення технологічного процесу

Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю	Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування (позначення, стандарт або технічні умови)	Межі вимірювання	Клас точності, допустимі похибки
Визначення вмісту СР	Видимі сухі речовини визначають рефрактометром УРЛ-1, РПЛ -3,2, РДУ	Від 0 до 50%	$\pm 0,1\%$, $\pm 0,04\%$
Визначення процентного вмісту сахарози	Прилад цифровий автоматичний сахариметр типу МСРСUCROMAT Поляриметри СУ-3,4,5	-40-100, -40-120	$\pm 0,05$
Визначення рН	рН метри 121, 340, 150м, ЕВ-74	Від 0 до +14	$\pm 0,02$
Визначення кольоровості	Колориметр КСМ Фотометри КФК- 2 ГОСТ 15150- 69	100-5%	До 20% $\pm 1\%$
Визначення температури	Термометр	0-150 °С	$\pm 1^{\circ}\text{C}$

РОЗДІЛ 8. ІНЖЕНЕРНІ СИСТЕМИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНЕ ГОСПОДАРСТВО ПІДПРИЄМСТВА

При проектуванні цукрового заводу площі приміщень основного виробничого призначення визначали виходячи з умов розміщення обладнання, що забезпечує потоковість технологічних процесів, габаритних розмірів і відстаней між обладнанням, стінами і колонами будівель з урахуванням проходів і проїздів. Площа цехів та інших виробничих приміщень виражена в будівельних квадратах ($6 \times 6 = 36 \text{ м}^2$) і в будівельних прямокутниках $6 \times 12 \text{ м}^2$. Площа будівельного прямокутника дорівнює 72 м^2 . Площі й об'єми виробничих приміщень приймали з урахуванням вимог СНіП, норм технологічного проектування, техніко-економічних показників підприємств цукрової промисловості і санітарних норм проектування промислових підприємств.

Фундамент виробничого цеху запропонований у вигляді суцільних масивних плит. Колони використовують металеві. Вони складаються із стержня і бази, яка служить для передачі навантаження від стержня на фундамент.

Конструкції стін і перегородок

Стіни виконані із звичайної цегли на цементному розчині. Так, як завод старої забудови, то стіни мають товщину до 500 мм.

Вікна та світло-аераційні ліхтарі

Виробниче приміщення має природню аерацію та освітлення. Природнє освітлення здійснюється через вікна. Вікна розташовані у два яруси, віконні блоки кріпляться до дерев'яних коробок, закладених у цегляних стінах. Двері металеві, двохкрилаві. Дверні пройми перекриваються залізобетонних перемичками, що опираються на кладку. В цехах заводу підлога бетонна. В роздягалках, санітарних вузлах та лабораторії виконана з керамічної плитки, покладеній на бетонній основі, на цементному розчині. Покрівля продуктового цеху: стальна ферма, підшивка із дощок, пароізоляція, утеплювач пінобетону. Стяжка цементного розчину, чотири шари руберойду.

Всі площадки і перекриття мають між собою сполучення за допомогою сходів. По корпусу сходи металеві.

Система водопостачання

Водопостачання цукрового заводу ТОВ «Краєвид» поверхневою водою технічної якості відбувається з р.Супій. З насосної станції, яка знаходиться на березі р.Супій насосами ЗВ-200х2 потужністю $500 \text{ м}^3 / \text{год}$ вода трубопроводом Ду-400мм, довжиною 3 км перекачується в приймальний збірник, який знаходиться біля насосної станції водопостачання заводу. Лишки води з р.Супій, яка не використовується в технологічному процесі, переливається в збірник річкової води (технічний став) і використовується для потреб заводу в міжсезонний період.

Кількість поданої води з р.Супій становить 420000 м^3 за сезон.

Кількість спожитої води на технологічні потреби $268,5 \text{ тис. м}^3$.

Кількість спожитої води на допоміжні потреби (бурякопункт, поливка доріг) становить $23,5 \text{ тис. м}^3$.

					Аркуш
					Інженерні системи та енергетичне господарство підприємство
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	62

Кількість використання води на гідро випробування і замивку заводу становить 128 тис. м³. Стан трубопроводів задовільний.

Питна вода постачається із міського водоканалу артезіанських свердловин потужністю 22м³, яка розташована за адресою вул. Залізнична 42.

Для виробничих потреб, вода що використовується повинна відповідати вимогам державних санітарних норм та правилам ГСанПіН 2.2.4- 171-10, «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Система вентиляції

Для підтримання у виробничих приміщеннях метрологічних умов і чистоти повітря, які задовольняють санітарно-гігієнічні норми, в приміщеннях здійснюється повітрообмін за допомогою припливно-витяжної вентиляції з механічним примусом, місцевої витяжки, осьових вентиляторів, а також через віконні отвори.

На підприємстві стік води відбувається за допомогою каналізації (двох виробничих колекторів): виробничих і господарчо-побутових.

Теплова схема заводу

Для забезпечення тепловою та енергетичною енергією завод має власну теплоелектроцентрально (ТЕЦ).

Принципова теплова схема ТЕЦ Згурівського цукрового заводу (реконструйована в 2000 р.) і базується на стандартних технічних рішеннях та типах обладнання.

Парові котли – типу ДКВР - 20 – 23 – 370 на природному газі та торфі (3 шт.). ККД котла – 92 % (згідно режимної карти налагодочної організації). Проектом парогенератори обладнані лише економайзером (1 сталевий, 1 чавунний), повітропідігрівники.

Редукційно – охолоджувальна установка – РОУ – 2,3/0,3 – 20 стандартна з підводом на охолодження пари живильної води.

Розширювач безперервної продукції – стандартний. Теплота безперервної продукції використовується на опалення службових приміщень ТЕЦ.

Для живлення котлів основним обладнанням є станція підготовки води, яка включає в себе: два механічні фільтри діаметри яких 2000 мм, робочий тиск Р = 3,0 кгс/см², а також три Na-катионові фільтри I та II ступінь діаметр 2000 мм, робочий тиск Р = 3,0 кгс/см, солерозчинник діаметр – 1000 мм.

Збір живильної води відбувається в деаераторі атмосферного тиску (2 шт.). Без утилізації надлишкового випару. Випар відводиться в атмосферу.

Надлишок конденсату із заводу накопичується у конденсатному баку (1500м³), а також повертається в завод на технологічні потреби.

Тепловою енергією постачання здійснюється за допомогою трьох парових турбін ОР-1,5-3.

Енергетичне господарство

Використання енергоресурсів на цукровому заводі показує що втрати енергоресурсів бувають в основному через неповне згорання палива, незадовільного стану електричних мереж і електрообладнання, технічної відсталості енергетичного обладнання. Необхідно періодично перевіряти співвідношення потужності двигунів, навантаження на них та здійснюючи

					Інженерні системи та енергетичне господарство підприємство	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

перестановку двигунів з одного обладнання на інше, досягаючи їх повного використання.

Дані щодо норм використання енергоресурсів на перероблення буряків наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Використання енергоресурсів

Показник	Одиниця виміру	Норма
Питома витрата електроенергії на перероблення буряків	кВт год/т	28,8
Питома витрата теплоенергії на перероблення буряків	м кал/т	300
Комплексна питома витрата умовного палива на перероблення буряків	% до м. б.	6,5

РОЗДІЛ 9. СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ЕНЕРГО-РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

9.1 Оцінювання шкідливої дії виробництва на навколишнє середовище

Питання екологічної безпеки бурякоцукрового виробництва завжди були актуальними і сьогодні його актуальність для України значно зросла.

Екологічна небезпека цукрового виробництва проявляється в:

- Забрудненні поверхневих водойм зворотними водами;
- Виснаженні водними ресурсами;
- Забрудненні підземних вод;
- Забрудненні атмосферного повітря внаслідок процесів розкладу відходів в місцях їх накопичування (на полях фільтрації, очисних спорудах, жомової ями);
- Забрудненні атмосферного повітря газопиловими викидами від технологічних процесів та енергетичних установок;
- Деградації біоресурсів і підвищеної кількості хвороб риби.

З метою вирішення проблем навколишнього середовища на Згурівському цукровому заводі створена служба охорони природи. В своїй діяльності служба охорони природи керується нормативними актами та посадовими інструкціями.

Однією з головних екологічних проблем цукрових підприємств є водоспоживання. Це пов'язано з складною технологією виробництва цукру із цукрових коренеплодів, яка передбачає використання великої кількості води. Наприклад, для виробництва цукру-піску необхідно використати приблизно 60 м³ води, порівняно з м'ясокомбінатами на 1 т м'яса потрібно 6,9-8,9 м³ стічної води, на 1000 л переробленого молока – 1-2 м³ [44].

Джерелом водопостачання на Згурівському цукровому заводі є:

- технічної води – ставки- накопичувачі;
- питної води – артезіанські свердловини.

Облік використання технічної води здійснюється розрахунковим методом по продуктивності насосів. Насосні станції і напорні колектори знаходяться в роботі в задовільному стані. Ремонт їх здійснюється у відповідності з графіком.

Облік використаної питної води здійснюється лічильниками.

Значні труднощі на цукрових заводах виникають з очищенням стічних вод. Найбільш забрудненими є дифузійні і жомотресові води, кількість яких може сягати відповідно 140 і 40% за масою перероблюваного буряку. Вони містять значну кількість органічних речовин у розчиненому стані та у вигляді завислих часточок. До складу забруднення входять сахароза і продукти її розкладання, білки та інші азотисті речовини, пектин, сапонін, пентози, солі калію, магнію, фосфорної, соляної кислот. Ці води є добрим живильним середовищем для мікроорганізмів і легко піддаються процесам бродіння та загнивання. Також, виникають труднощі із ліквідацією та утилізацією жому . У процесі тривалого зберігання він загниває забруднюючи навколишній світ [45].

На Згурівському цукровому заводі ТОВ «Краєвид» в процесі виробництва з'являються промислові води, які поділяються на три категорії, тому у

					Оцінювання шкідливої дії виробництва на навколишнє середовище	Аркуш
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

відповідності до викидами цих категорій відбувається їх очищення.

На проектуваному підприємстві розміщені організовані і неорганізовані джерела забруднення атмосфери. В атмосферу підприємства викидається багато різних забруднюючих речовин. Ефект сумації мають сірчаний ангідрид, диоксид азоту, сірководень, аміак.

Склад димових газів залежить від виду використовуваного палива. Так, при спалюванні торфу і твердого палива разом з диоксидом вуглецю, парами води і азотом в атмосферу викидаються такі токсичні речовини як оксиди сірки, азоту, вуглецю, сажі та ін. При спалюванні природного газу шкідливі домішки представлені, в основному, оксидами азоту і в меншій мірі сажі.

До організованих джерел викидів в атмосферу відносяться:

- викиди ТЕЦ. Тут викидаються оксид вуглецю, сірчаний ангідрид, сажа, диоксид азоту, ванадію п`ятиоксид;
- викиди зі станції карбонізації соку: оксид вуглецю;
- викиди зі станції сульфатації соку та сиропу: сірчаний ангідрид;
- викиди із сушильного відділення заводу: пил цукру;
- викиди з вапняного відділення заводу: пил вапняку.

До складу викидів в атмосферу входять також такі шкідливі хімічні речовини: аміак, зважені речовини, оцтова кислота, пропіонова кислота, мурашина кислота, сірчана кислота, марганець та його сполуки, сірководень, пил вугільного концентрату, пил абразивно-металевий, пил абразивно-дерев`яний.

Через це для зменшення газоподібних викидів від енергетичних установок, потрібно розробити заходи спрямовані на використання мало сірчистого палива і режиму його спалювання. Транспортно – мийний осад за складом біологічних речовин має цінність як добриво для сільського госпо-дарства і може використовуватися для рекультивації земель.

Для уловлювання пилових викидів технічних установок і технічних процесів на Згурівському цукровому заводі встановлені циклони.

На Згурівському цукровому заводі для покращення стану навколишнього середовища передбачено:

- Озеленення території;
- Впровадження схем і комплексу, що забезпечуватимуть штучну біологічну очистку вод на менших площах з більшим ступенем їх знешкодження;
- Використовувати для рекультивації земель транспортно – мийний осад як добрива для сільського господарства.

Охорона праці, природи і раціональне використання природних ресурсів в умовах швидкого розвитку промисловості транспорту, сільського господарства є однією з економічних завдань держави. Охорона праці набула особливої актуальності. В 1995 році вийшло «Законодавство України про охорону праці». В законодавстві викладені основні положення, щодо реалізації конструктивного права громадян на охорону життя і здоров`я в процесі трудової діяльності,

регулює за участю відповідних державних органів відношення між власниками підприємства, установи, організації або впровадження органами і працівниками з питань безпеки, гігієни праці, виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

9.2 Заходи щодо енерго-ресурсозбереження

Цукрова промисловість – особливо значний та складний споживач паливо-енергетичних ресурсів (ПЕР) поміж галузей харчової промисловості. Зростання цін на пальне змінило співвідношення цукор/пальне.

На Згурівському цукровому заводі проведено поглиблене обстеження тепло – технологічного комплексу цукрового заводу, за результатами якого складено існуючі технологічну та теплову схеми роботи підприємства. Порівняно з результатами обстеження попереднього аудиту теплова схема заводу зазнала значних змін.

Відомо, що стандартним рішенням по зменшенню собівартості готової продукції є збільшення обсягів виробництва та зниження затрат на основне виробництво. Тому одним із пріоритетів розвитку Згурівського цукрового заводу є збільшення його одиничної потужності та зменшення використання паливно – енергетичних ресурсів. На час попереднього аудиту базова потужність заводу становила 1700 т/добу. Як проектний варіант була розглянута продуктивність заводу 2000 т/добу із деякою зміною теплотехнічної схеми. Згідно розрахунків, витрата пари мала становити 42,36 т/годину, або 50,83% до маси буряків, витрата тепла – 23,01 Гкал/год.

Фактично за виробничий сезон 2024 р. середньодобова переробка буряків становить 3000 т/добу, витрата пари на виробництво – 130 т/добу, витрата тепла – 22,9 Гкал/год. Ці дані говорять про результати ефективності проведених заходів.

					Оцінювання шкідливої дії виробництва на навколишнє середовище	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

РОЗДІЛ 10. ЗАХОДИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Охорона праці служить для підтримання здоров'я працівників та підтримання екологічного рівню навколишнього середовища. Правовою основою законодавства щодо охорони праці є Конституція України, Закони України: «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про охорону навколишнього середовища», «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», а також Кодекс законів України про працю. На ТОВ «Краєвид» Згурівський цукровий завод» створена служба охорони праці, яка прирівнюється до основних виробничо-технічних служб.

Інженер з техніки безпеки та охорони праці має право видавати керівникам структурних підрозділів обов'язкові для виконання приписки, щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні пояснення та документацію, вимагати усунення від роботи осіб, які не пройшли медичний огляд, навчання, інструктаж, перевірку знань і не мають допуску до відповідних робіт. Зупиняти роботу машин, механізмів, устаткування у разі порушення, які створюють загрозу життю працюючих у відділенні. Надсилати керівникові підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників щодо охорони праці. Проте рішення спеціаліста з охорони праці може скасувати лише керівник підприємства або довірена йому особа.

Інженер з техніки безпеки має виконувати таку роботу:

- здійснювати контроль за дотриманням діючого законодавства - постанов, інструкцій, правил і норм з техніки безпеки керівниками цехів, відділів;
- організовувати заходи по створенню безпечних умов праці, проводить інструктаж працюючих і навчання на курсах з техніки безпеки;
- вести облік потерпілих при аваріях і нещасних випадках, пов'язаних з виробництвом;
- проводити аналіз причин надзвичайних ситуацій, нещасних випадків, які стаються на виробництві, складати по них звіти;
- організовувати та обладнувати навчальні кабінети з техніки безпеки.

Мікроклімат

Згідно ДСН 3.3.6.042-99

Мікроклімат виробничих приміщень — це метеорологічні умови внутрішнього середовища цих приміщень, які визначаються спільною дією на організм людини температури, вологості, швидкості руху повітря та теплового випромінювання. Продуктивність праці та самопочуття працюючих залежать від стану довкілля і передусім від змін температури, швидкості руху повітря, атмосферного тиску, теплового випромінювання.

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря регулюються із врахуванням пори року. Контроль здійснюється один раз в два місяці. Норми цих значень наведені в таблиці 10.1 та 10.2.

					Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві	Аркуш 68
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 10.1.

Норми регулювання температури, вологість, швидкість руху

Виробничі приміщення	Холодний період року, t=10°C					
	Температура приміщення, °C		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	оптимальні	дійсні	оптимальні	дійсні	оптимальні	дійсні
Продуктове відділення вакуум апарати кристалізатори центрифуги клеровочні котли	17-20	26-29	75	40	0,3	0,5
	18-22	27-30	75	45	0,3	0,5
	15-18	18-20	75	38	0,3	0,5
	22-25	25-27	75	42	0,3	0,5
Сушильне відділення	17-22	21-24	75	56	0,3	0,5

Таблиця 10.2.

Норми регулювання температури, вологість, швидкість руху

Виробничі приміщення	Теплий період року		
	T, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Продуктове відділення			
вакуум-апарати	<28	75	1,0
клеровочні котли	<28	75	0,7
кристалізатори	<28	75	0,8
центрифуги	<28	75	1,0 1

Шум і вібрація

Згідно ДСН 3.3.6.037-99

Шум — це сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю необхідних для людини сигналів.

Згідно ГОСТ 12.1.003 – 83 ССБТ нормою виробничого шуму є рівень звуку до 80 дБ.

Основним джерелом шуму продуктового відділення яляються центрифуги. Незалежно від типу центрифуг, які застосовують на заводах, рівень шуму дуже перевищує норму (5-20дБ переважно в середньо-частотному діапазоні).

Норми шуму основного обладнання продуктового відділення наведено в таблиці 10. 3.

Таблиця 10.3.

Норми шуму обладнання продуктового відділення

Найменування обладнання	Середньо-геометричні частоти активних смуг, Гц			
	500	1000	4000	8000
Вакуум-апарати	90/77	88/74	86/70	85/68
Утфелемішалки	89/77	87/74	85/70	84/68
Центрифуги	86/72	84/69	82/65	81/63
Віброконвеєр для цуцукру-піску	88/80	86/77	84/73	83/71
Клерувальні котли	83/75	81/7 2	79/68	78/66
Машини упаковки цукру-піску	84/76	82/73	80/69	79/67
Сушильна установка	89/80	87/77	85/73	84/71

Згідно ДСН 3.3.6.039-99

Вібрація — це механічні коливання твердих тіл. З фізичної точки зору між шумом і вібрацією принципової відмінності немає, але людина сприймає їх по-різному: вібрація сприймається вестибулярним апаратом та дотиком, а шум — органом слуху.

Джерелами вібрації робочих місць на цукровому заводі є центрифуги. Досліди показали, що вібрації, які спостерігались в процесі роботи, як правило не досягли величин, що перевищують гранично допустимі.

Якщо вони перевищують, то це є наслідком невиконання технічних вимог при монтажі або є порушенням режиму експлуатації (невірний планово-попереджувальний ремонт). Вібрації можуть мати місце при пошкодженні чи

					Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

розриві сита центрифуг, а також внаслідок поганого очищення сита від цукру.

В таблиці 10.4. зазначені середньо-геометричні частоти в продуктовому відділенні.

Таблиця 10.4

Середньо-геометричні частоти в продуктовому відділенні

Найменування обладнання	Середньо-геометричні частоти, Гц				
	2-4	8	16	31,5	63
Утфелемішалка	2,2	0,06	0,07	0,46	0,36
Центрифуга	3,8	2,4	2,2	2	
Елеватор цукру-піску	2	0,09	0,26	0,48	1,8
Вентилятори	4	3,2	3	3,4	0,6
Насоси СОТ-30	1,2	1	0,51	0,13	2,2

Освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2018 [4]

Надзвичайно важливим фактором для правильної організації умов праці є освітлення. Правильне виконання системи освітлення відіграє значну роль у зниженні виробничого травматизму та потенціальної небезпеки від багатьох виробничих чинників.

Освітлення для робочих місць здійснюється природним і штучним світлом. Штучне освітлення нормується за освітленістю, вимірювання відбувається в Люксах, а природне освітлення нормується за КПО (коефіцієнтом природної освітленості).

Коефіцієнти природної освітленості наведені у таблиці 10.5

Таблиця 10.5

Коефіцієнт природної освітленості

Устаткування, ділянка і робоче місце	Розряд роботи	КПО, %	
		При верхньому комбінованому освітленні, 1ср	При боковому освітленні, 1 min
Вакуум-апарати	II	7	2
Центрифуги	III	5	1,5

Забезпечення санітарно-побутовими приміщеннями

Санітарно-побутові приміщення включають до свого складу: туалети, душові, кімнати для відпочинку та місця для паління, кімнати для ремонту і починки спецодягу, медпункти, роздягальні, місця для миття рук.

Максимально близько до робочого місця повинні бути побутові приміщення (туалети, місця для миття рук).

факторів, оскільки вони встановлюються в самому продуктовому відділенні, але при правильній експлуатації обладнання вони не повинні завдавати шкоди працівникам.

Застосування затравочної пасти та встановлення механічних циркуля торів у вакуум-апарати для II і III продукту не впливають на появу шкідливих і небезпечних факторів.

Якщо дотримуватися зазначених правил безпеки та правил по експлуатації обладнання, аварійних ситуацій та нещасних випадків на заводі бути не повинно.

					Заходи щодо організації безпечних умов праці на виробництві	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

буряків. В зв'язку з інтенсифікацією теплопередачі при використанні механічних циркуляторів можна застосовувати для обігріву вакуум-апаратів пару більш низького потенціалу з температурою до 100°C. завдяки цьому зменшиться витрата пари на технологічні потреби на 6... 9% до маси буряків.

5. Встановлення вертикального кристалізатора для додаткового проміжного нагрівання утфелю, дозволяє зменшити коефіцієнт динамічної в'язкості і прискорює швидкість кристалізації на 25...30%.

					Висновки	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Цукор – найефективніше джерело енергії для організму [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrsugar.com>post>
2. Поточна кон'юнктура та цінова ситуація на ринку цукру в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://economics.net.ua>fillies>archive>
3. Цукрова промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс]: наук.-допом. бібліогр. покажч./[упоряд. О.В. Олабоді]; Нац. Ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2018. – 92 с.
4. Щербакова Т.А. Шипнівська А.О. Діагностика стану конкурентного середовища на ринку цукру. *Економіка та суспільство*, 2024. №62. С. 1-9.
5. Сучасний стан та тенденції розвитку цукробурякового виробництва України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://lip osau.edu.ua>
6. Офіційний сайт Національної асоціації цукровиків України «Укрцукор». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukrsugar.com>
7. Кернасюк Ю. Ринок цукру у 2023/24 маркетинговому сезоні. URL: <https://www.growth.in.ua/rynok-tsukru-v-2023-24-marketynhovomu-sezoni/>
8. Красняк О. П., Амонс С. Е. Ринок цукру: проблеми та перспективи. *Ефективна економіка*. 2020. № 1. С. 1-8.
9. Красняк О. П., Амонс С. Е. Ринок цукру: проблеми та перспективи. *Ефективна економіка*. 2020. № 1. С. 1-8.
10. ТОВ «Краєвид» (ЗАТ «Згурівський цукровий завод»). URL: <https://agrarii-razom.com.ua/sugar-mills/tov-kraevid-zat-zgurivskiy-cukroviy-zavod>
11. Скорик К.Д. Деякі аспекти роботи кристалізаційних відділень. *Цукор України*, 2006. № 1-2. С. 41-43.
12. Мирончук В.Г. Теорія і практика масового зародження кристалів цукрози. *Вісник СУНУ ім. Володимира Даля*, 2005. № 11 (93). С. 126-128.
13. Zinab J.M., Alamolhoda A.A., Moghaddam F.M., Nayeri S. Application of Rosin-Rammler model for analysis of CSD in sugar crystallization. *Crystal Research And Technology*, 2015. 50(11). P.873-878. URL: <https://doi.org/10.1002/crat.201500062>
14. Srisanga S., Flood A.E. crystal growth rate dispersion versus size-dependent crystal growth: appropriate modeling for crystallization processes. *Crystal Growth & Design*, 2015. 15(5). P. 2330-2336. URL: <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.5b00126>.
15. Сіденко С.М., Сотниченко М.І., Овчинніков П.П., Станіславський Л.П. Патент № 55611А Україна, МПК (2006) C13F3/00
Спосіб виготовлення затравки для кристалізації цукру у вигляді затравочної суспензії. заявник і патентовласник приватне підприємство «Спеціальні технології. Інноваційна діяльність» №2001128808; заявл. 19.12.2001; опуб. 15.04.2003. Бюл. №4. 4 с.
16. Затравлювальна паста «Магмас». URL: <https://magmas.com.ua/pasta.php>

17. Ткаченко С.В., Шейко Т.В., Анісімова О.М., Кузнєцова І.В. Класифікація та вибір найбільш поширених типів кристалоутворювачів для уварювання утфелів. *Продовольчі ресурси*, 2022. Т. 10, № 19. С. 131-140.
18. Хомічак Л.М., Анісімова О.М., Ткаченко С.В. Вплив затравочних матеріалів на ефективність кристалізації та якість цукру. *Цукрова галузь, науково-інформаційний вісник*, 2021. №2(43). С. 9–12.
19. Seed suspension for the sugar crystallization Kebo Slurry. URL: <https://cukrotex.com.pl/other-chemicals>
20. Krystaloutvoriuvach ESTER K 01 URL: <https://egh-ingredients.com/catalog/vspomogatelnye-veschestva-dlya-sahara/ester-k01/>
21. Srisanga S., Flood A.E., Galbraith S.C., Rugmai S., Soontaranon S., Ulrich J. Crystal Growth rate dispersion versus size-dependent crystal growth: appropriate modeling for crystallization processes. *Crystal growth and design*, 2015. № 15(5). P.2330-2336.
22. Tkachenko S., Sheiko T., Petrenko V., Anisimova O., Kuznietsova I., Khomichak L., Obodovych O. Influence of crystallizing agent on sugar quality. *Acta scientiarum polonorum technologia alimentaria*, 2020. № 19(4). P.457-465.
23. Соколова П.Л. Оптимальні умови роботи кристалізаційного відділення: Кристалізація охолодженням. - К.:1991.
24. Т.З: Кристалізація/ А.А. Ліпец, В.М. Логвін, К.Д. Скорик, А.І. Українець, М.П. Купчик. – 2015. – 208 с.
25. Ліпец А.А. Про доцільність афінації жовтого цукру другого продукту трьох кристалізаційної схеми/ А.А. Ліпец, Д.В. Біблік// Цукор України. – 2007. - №3. – С. 21-22.
26. Ліпец А.А. Аналіз кристалізаційних схем буря цукрового виробництва з афінацією жовтих цукрі / А.А. Ліпец, Д.В. Біблік// Цукор України. – 2007. - № 4. – С.19-22.
27. Дмитренко І.М. Погорілий Т.М., Мирончук В.Г. Моделювання теплообміну в процесі рекристалізації сахарози при уварюванні цукрового утфеля//Харчова промисловість. Науковий журнал. – Київ.: НУХТ, 2012 - № 12 – С. 232-236.
28. Kim S., Lee S.Y, Ji C., Ji W., Yang D.R. Evaluation of the kinetics of unseeded batch cooling crystallization using population balance modeling: Sucrose and KNO₃ case studies. *Journal of industrial and engineering chemistry*, (2023). № 118. P. 544-554.
29. Samad N.A.F.A., Sin G., Gernaey K.V., Gani R.. A systematic framework for design of process monitoring and control (PAT) systems for crystallization processes. *Computers and Chemical Engineering*, 2013. № 54. P. 8-23.
30. Самілік М.М. Удосконалений спосіб отримання меляси низької частоти з метою підвищення ефекту кристалізації сахарози. *Продовольчі ресурси*, 2018. № 11. С. 148-154.
31. Штангєєв В.О., Кобер В.Т., Білостоцький Л.Г. та ін.; Під ред. Штангєєва В.О. Сучасні технології і обладнання бурякоцукрового виробництва. В 2-х ч. Ч 2. К.: Цукор України, 2004. 320 с.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

щодо визначення енергоефективних та екологічно безпечних режимів роботи випарних установок у системі автоматизованого управління цукрових заводів. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка технічні науки випуск 198 «Механізація сільськогосподарського виробництва». - Харків: Вип. 198, 2019. – С. 107-117.

					Список джерел посилання	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79