

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

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад.
І.С.Гулого

Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

«До захисту в ЕК»

Директор інституту

Сергій БЛАЖЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«__» червень 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Валентин ПЕТРЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«__» червень 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 144 Теплоенергетика

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної

програми

Теплоенергетика та енергоефективні технології

на тему: Проект реконструкція цукрового заводу з метою зменшення витрати
палива на технологічний процес

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ТЕ-4-5

Наумук Роман Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Бойко Володимир Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

Наумук

(підпис та прізвище здобувача)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім.акад. І.С.Гулого
Кафедра теплоенергетики та холодильної техніки

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 144 Теплоенергетика
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Теплоенергетика та енергоефективні технології
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЕХТ

проф.Валентин ПЕТРЕНКО

“14” квітня 2023року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Наумук Роман Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект реконструкція цукрового заводу з метою зменшення витрати палива на технологічний процес

керівник роботи к.т.н.,доц. Бойко Володимир Олександрович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “14”04.2023 року № 233-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 06.06.2023 року

3. Вихідні дані до роботи потужність перероблення – $A = 3000$ тонн/добу,

відкачка – $W_c = 115\%$, температура дифузійного соку $t_n = 40^\circ C$, концентрація дифузійного соку – $CP_{\text{диф}}=16,2\%$, вакуум-апарати 1 кристалізації з механічними циркуляторами.

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

1. Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Розрахунок теплової схеми заводу

3. Охорона праці

4. Захист навколишнього середовища

5. Цивільна оборона

5. Перелік графічного матеріалу

1. Теплова схема.

2.Компановка обладнання. Випарна установка

3.Компановка обладнання. Вакуум-апарати

5. Консультанти розділів роботи

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

6. Дата видачі завдання 14.04.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	1.05-3.05.2023	Виконано
2	Аналіз літературних джерел	4.05-10.05.2023	Виконано
3	Виконання розділу №1 КР	11.05-18.05.2023	Виконано
4	Виконання розділу №2 КР	19.05-24.05.2023	Виконано
5	Виконання розділу №3 КР	25.05-27.05.2023	Виконано
6	Виконання розділу №4-5 КР	28.05-1.06.2023	Виконано
7	Оформлення ПЗ, креслень	02.06-06.06.2023	Виконано

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Роман Наумук
(ім'я та прізвище)

Володимир БОЙКО
(ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

Анотація	4
Вступ	5
1. Техніко-економічне обґрунтування проекту	7
2. Розрахунок теплової схеми заводу	10
3. Охорона праці	47
4. Захист навколишнього середовища	56
5. Цивільна оборона	69
Список використаної літератури	77

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Наумук Р.М.</i>			Проект реконструкція цукрового заводу з метою зменшення витрати палива на технологічний процес Зміст	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Бойко В.О.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Бойко В.О.</i>				НУХТ ТЕХТ ТЕ-4-5		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Петренко В.П.</i>						

Анотація

Научук Р.М. Проект реконструкція цукрового заводу з метою зменшення витрати палива на технологічний процес . Дипломний проект. - К.:НУХТ, 2023.

В проекті запропоновані заходи по реконструкції теплової схеми Юзефо-Миколаївського цукрового заводу з метою зменшення витрати палива і підвищення його продуктивності до 3000 тонн буряків за добу.

В проекті наведені розрахунки теплової схеми заводу з урахуванням раціонального використання теплової енергії споживачами заводу, використання теплоти вторинних енергоресурсів, а також встановлення нового випарного апарату для забезпечення необхідної продуктивності та кратності випаровування випарної установки метою зменшення витрат умовного палива.

В окремих розділах розроблені питання з автоматизації, електротехніки та електропостачання, охорони праці, захисту навколишнього середовища, цивільної оборони.

З графічного матеріалу представлено:

компоновка випарної установки (3 креслення);

компоновка вакуум-апаратів;

теплова схема;

схема автоматизації випарної установки (ВУ);

Дипломний проект виконаний з використанням ПЕОМ, оформлення виконано згідно ДСТУ 3008-95.

Ключові слова: цукровий завод, теплова схема, паливо, зниження собівартості

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		Научук Р.М.			Проект реконструкція цукрового заводу з метою зменшення витрати палива на технологічний процес Анотація	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		Бойко В.О.						
<i>Керівник</i>		Бойко В.О.						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		Петренко В.П.						
						НУХТ ТЕХТ ТЕ-4-5		

Вступ

Під час проектуванні підприємств керуються останніми досягненнями науки та техніки, що передбачає впровадження у виробництво оптимальні технологічні та теплові схеми, новітні системи обладнання, сучасну систему автоматичного контролю та регулювання процесом.

Але з плином часу обладнання як фізично так і морально старіє, тепло-технологічні схеми стають менш конкурентоспроможні, тому що передбачають більш енергоємну складову готової продукції.

Зрозуміло, що всі новинки неможливо реалізувати одночасно, тому підприємства повинні мати концепцію розвитку підприємства та як складову – план дій по зменшенню енергетичної складової собівартості продукції.

Тому згідно плану розвитку підприємства та сприятливої кон'юктури на ринку підприємству необхідно проводити реконструкцію хоча б певної тепло-технологічної ділянки заводу.

Реалізуючи заходи з енергозбереження, тобто економії використання паливно-енергетичних ресурсів, необхідно враховувати питання щодо зменшення кількості шкідливих викидів, максимального використання вторинних енергоресурсів.

В даній роботі представлено проект технічних та економічних заходів, щодо збільшення потужності та вдосконалення системи теплоспоживання Юзефо-Миколаївського цукрового заводу з метою зниження собівартості цукру та збільшення величини прибутку підприємства, як логічний та вчасний етап реалізації стратегії підприємства.

У цілому в Україні виробництво більшої частини продукції здійснюється за рахунок підвищення питомих втрат енергоресурсів. Це призводить до неконкурентоспроможності вітчизняної продукції на світовому ринку.

Слід відзначити обтяжливу залежність національної економіки від зовнішніх джерел енергопостачання, яка залишається високою (на рівні 50%).

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Наумук Р.М.</i>			<i>Проект реконструкція цукрового заводу з метою зменшення витрати палива на технологічний процес</i> Вступ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Бойко В.О.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Бойко В.О.</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Петренко В.П.</i>						
						НУХТ ТЕХТ ТЕ-4-5		

Це одна з причин дефіциту платіжного балансу, що веде до зростання зовнішньої заборгованості. Ситуація ускладнюється неефективним впровадженням заходів з енергозбереження.

Найбільш сприятливим з технічної та економічної точки зору для України є проведення політики енергозбереження, що має правовий статус державної політики.

Ринкові відносини диктують посилення політики енергозбереження, у тому числі і в теплопостачанні, підвищення ефективності використання палива. Ці принципи безпосередньо відносяться до теплового господарства.

Для максимально можливого зменшення енергетичної залежності України від імпорту енергоносіїв на ціни, які постійно зростають, необхідно визначити основні напрямки енергетичної політики в галузі розробки комплексу заходів для виходу з кризового стану.

В новій концепції по розвитку енергетики окреслені заходи, що забезпечують кардинальне зниження негативного впливу джерел теплоти на оточуюче середовище і забезпечення їх подальшого розвитку у відповідності з природоохоронним законодавством.

Аналіз факторів та межі зміни пропорцій між економічним зростанням та енергоспоживанням підтверджують, що зараз рушійною силою енергозбереження в Україні стає перехід до ресурсо- та енергозберігаючого типу економічного зростання.

Енергозбереження та зниження енергоємності бажано проводити у всіх сферах і галузях енергоспоживання навіть при збереженні постійних цін чи у випадку їх відносного зниження. Основа зниження енергоємності – оснащення сфери матеріального виробництва, послуг, будівель новітніми технологіями, обладнанням, які відповідатимуть сучасному науково-технічному рівню розвитку людства.

Враховуючи вищезазначене, можна констатувати, що енергетичну проблему в Україні неможливо вирішити відокремлено, без комплексного зменшення високої енергоємності.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Техніко-економічне обґрунтування

Наводимо характеристику ТЕПЛО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЗАВОДУ ТА ОСНОВНИХ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПО ВДОСКОНАЛЕННЮ ТЕПЛОВОЇ СХЕМИ ЗА УМОВИ ЗБІЛЬШЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ДО 3000 ТОНН ЗА ДОБУ

1.1. Випарна установка

Існуюча випарна установка сумарною поверхнею 6190 м^2 , ($1500 + 1800 + 1500 + 850 + 540$), питомою поверхнею - $206 \text{ м}^2 / 100$ тонн буряків, на продуктивність 3000 тонн за добу, недостатня по поверхні для реалізації стандартного температурного режиму і вимагає підвищеного тиску пари на 1 корпус ВУ.

Виходом із даної ситуації може бути встановлення додаткової поверхні теплообміну 3 корпусу ВУ, що забезпечить достатній рівень температури вторинної пари 3 корпусу для нагрівання соків та нормальної роботи вакуум апаратів 2 та 3 продуктів.

Додатковий випарний апарат поверхнею 1500 м^2 необхідний як у випадку збереження існуючої конфігурації ВУ та теплової схеми, так і у разі заміни вакуум-апаратів 1 кристалізації з природної циркуляції на апарати з механічними циркуляторами і переведенні їх на споживання вторинної пари 3 корпусу ВУ. У цьому випадку змінюється конфігурація випарної установки – попередньо нагрітий сік подається на окремо виділений «3о» корпус, а далі, після додаткового нагрівання, на 1 корпус ВУ. Пара із «3о» випарного апарата подається лише на вакуум-апарати, з метою запобігання надмірної концентрації соку на 1 та 2 корпусах ВУ та наростання колірності.

Варіант використання вакуум-апаратів з механічними циркуляторами є пріоритетним, оскільки перспектива розвитку підприємства неможлива без заміни існуючих вакуум апаратів на апарати з механічними циркуляторами.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	Проект реконструкція цукрового заводу з метою зменшення витрати палива на технологічний процес <i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Наумук Р.М.</i>						
<i>Перевірів</i>		<i>Бойко В.О.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Бойко В.О.</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Петренко В.П.</i>				НУХТ ТЕХТ ТЕ-4-5		

Впроваджена в 2014 році система клеровки жовтого цукру сиропом з ВУ дала можливість пониження концентрації з ВУ до рівня 60 – 62% , при концентрації сиропу з клеровкою на рівні 66 – 69 % , що вирішило проблему недостатньої поверхні теплообміну хвостової частини ВУ.

1.2. СТАНЦІЇ НАГРІВАННЯ СОКІВ

Існуючі підігрівачі мають як необхідні поверхні теплообміну, так і живі перерізи пучків труб для нагрівання соків до стандартних температур відповідно до технологічного регламенту на продуктивність 3000 тонн буряків за добу.

Існуючі паропроводи та запірні арматури на підігрівачах соків мають заужені перерізи (по 200 мм на усіх станціях).

Необхідно збільшити діаметри паропроводів та арматури на станціях нагрівання.

1. сік перед основним вапнуванням.

На підігрівачах ПДС-2 та ПДС-2б, що споживають пару 4 корпусу ВУ – до 325 мм з арматурою Ду300.

На підігрівачі ПДС-3, що споживає пару 3 корпусу ВУ – до 277мм з арматурою Ду 250.

2. сік перед випарною установкою.

На підігрівачі ПВУ-1, що споживає пару 3 корпусу ВУ – до 325 мм з арматурою Ду300.

На підігрівачі ПВУ-2, що споживає пару 2 корпусу ВУ – до 277 мм з арматурою Ду250.

На підігрівачі ПВУ-3, що споживає пару 1 корпусу ВУ – до 277 мм з арматурою Ду250.

1.3. ДИФУЗІЙНА УСТАНОВКА ТА ВОДНІ НАДХОДЖЕННЯ НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ВЕРСТАТ

Дифузійну установку при збільшенні продуктивності до 3000 тонн доцільно комплектувати жомопресами глибокого віджиму, що дало б можливість без збільшення втрат цукру зменшити відкачку до 106 – 110 % , відповідно, зменшити водні надходження на технологічний верстат і додатково зменшити витрати

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ					

палива на виробництво цукру.

Експлуатація існуючого дифапарата на продуктивність 3000 тонн з жомопресами ГХ-2 та догрівання стружки відкритою парою можлива за умови підвищених втрат цукру при відкачках на рівні 112 – 115 %.

Тепло-технологічна схема містить важливі з точки зору енергозбереження елементи – фільтрування соку 1 сатурації на камерних фільтрах та використання промоїв з фільтрів у суміші з очищеним соком на гасіння вапна, що дало можливість утримання розриву по концентрації між дифузійним соком та соком перед випарною установкою на рівні 0,3 – 0,4 %

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розрахунок теплової схеми заводу

Характеристика теплової схеми:

Дифапарат нагрівається парою 2 та 3 корпусів ВУ.

Нагрівання сирого (дифузійного) соку перед попереднім вапнуванням здійснюється в підігрівачі на утфільній парі.

Сік після попереднього вапнування нагрівається в існуючих решоферах послідовно - аміачними конденсатами, парою 4 та 3 корпусів ВУ.

Сік перед першою фільтрацією та перед 2 сатурацією нагрівається в існуючих решоферах парою 3 корпусу ВУ.

Сік перед ВУ нагрівається у 2 ступені:

- перед «3о» корпусом ВУ послідовно парою 3 та 2 корпусів ВУ;

- перед 1 корпусом ВУ послідовно парою 1 корпусу та ретурною парою.

Нагрівання зеленої першої та білої патоки – конденсатами зі збірника конденсатів вторинної пари 2 корпусу ВУ.

Нагрівання сиропу з клеровкою – парою 3 корпусу ВУ у виносному підігрівачі.

Нагрівання барометричної води – парою 5 корпусу ВУ.

Нагрівання жомопресової води – парою 3 корпусу ВУ.

Встановлюються вакуум-апарати 1 кристалізації з механічними циркуляторами. Споживання пари вакуум-апаратами здійснюється із додатково встановленого «3о» корпусу ВУ поверхнею 1500 м².

Дані розрахунку продуктів скореговані відповідно до фактичних показників роботи технологічного верстату

Потужність переробки – **3000** тонн/добу

Дигестія – 17,0%

Відкачка – **115%**, концентрація дифузійного соку – $CP_{\text{диф}} = 16,2\%$

Повернення нефільтрованого соку на попереднє вапнування – 40%

Гасіння вапна – промії з пресфільтрів з додаванням соку.

Витрата соку перед гарячим вапнування – 158,6%

Витрата соку перед 1 фільтрацією – 120%

Витрата соку перед 2 сатурацією – 119%

Витрата сульфітованого соку – 118% - $CP_{\text{ПВУ}} = 15,9\%$

Витрата сиропу з ВУ – 30,88% $CP_{\text{сирВУ}} = 60,75\%$

Витрата сиропу з ВУ з клеровкою – 38,33% $CP_{\text{сир}} = 68,5\%$

Витрата 1 зеленої патоки – 8%; $CP = 81,7\%$

Витрата білої патоки – 5,6%; $CP = 78,3\%$

Витрата 2 зеленої патоки – 4%; $CP = 79,5\%$

Температура стружки – + 5 °С

Температура соку після дифапарата – 40 °С

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Наумук Р.М.</i>			Проект реконструкція цукрового заводу з метою зменшення витрати палива на технологічний процес <i>Розрахунок теплової схеми заводу</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Бойко В.О.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Бойко В.О.</i>				НУХТ ТЕХТ ТЕ-4-5		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Петренко В.П.</i>						

2.1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОСПОЖИВАННЯ ТЕПЛООБМІННИМИ АПАРАТАМИ

РОЗРАХУНОК ПОВЕРХНІ ТЕПЛООБМІНУ ПІДІГРІВАЧА ДИФУЗІЙНОГО СОКУ НА УТФІЛЬНІЙ ПАРІ

Вихідні дані до розрахунку:

Температура нагрівної утфільної пари $t_{zp} = 57,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (розрідження 0,82 бар)

Температура дифузійного соку $t_n = 40 \text{ }^\circ\text{C}$

Довжина труб – 4,0 м

Діаметр труб – 33 x 1,5

Потужність перероблення – $A = 3000$ тонн/добу

Відкачка – $W_c = 115\%$

Витрата соку

$$G = \frac{A W_c}{24 \cdot 100} = \frac{3000 \cdot 115}{2400} = 143,7 \text{ тонн / год} = 40 \text{ кг / с}$$

Таблиця 2.1

Розрахунок кінцевої температури соку після горизонтального підігрівача на утфільній парі

№	Найменування	Позн	Розм	Формула	Чисельне значення
1	2	3	4	5	6
1	Поверхня теплообміну	F	м ²	$\pi \bar{d} L n_z Z$	$3,14 \cdot 0,0315 \cdot 4,0 \cdot 24 \cdot 8 = 76$
2	Витрата соку	G	кг / с	$\frac{A W_c}{24 \cdot 100}$	$\frac{3000 \cdot 120}{2400 \cdot 3,6} = 40,0$
3	Швидкість соку в трубах	w	м/с	$\frac{4G}{\rho \pi d^2 n_z}$	$\frac{4 \cdot 40,0}{1047 \cdot 3,14 \cdot 0,03^2 \cdot 24} = 2,25$
4	Середній температурний напір	Δt_{cp}	°C	$\frac{t_k - t_n}{\ln \frac{t_{zp} - t_n}{t_{zp} - t_k}}$	$\frac{53,0 - 40}{\ln \frac{57,8 - 40}{57,8 - 53,0}} = 9,92$
5	Середня температура соку	t_c	°C	$t_{zp} - \Delta t_{cp}$	$57,8 - 9,92 = 48,9$
6	Теплофізичні властивості конденсату, відповідно: теплопровідність, густина, кінематична в'язкість, теплота конденсації			$\lambda = 0,656 \frac{\text{Вт}}{\text{м К}}; C \rho = 983 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$ $\nu = 0,476 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; r = 2358 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	
7	Теплофізичні властивості соку, відповідно: теплопровідність, теплоємність, густина, кінематична в'язкість, число Прандтля			$\lambda = 0,59 \frac{\text{Вт}}{\text{м К}}; C = 3,71 \frac{\text{кДж}}{\text{кг К}}; \rho = 1053 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ $\nu = 0,856 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}; Pr = 5,68$	
8	Тепловидатність	Q	кВт	$GC(t_k - t_n)$	$40,0 \cdot 3,71(53 - 40) = 1930$
	Тепловий потік	q	кВт/м ²	Q / F	$1930 / 76 = 25,4$
9					

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ				

	Число труб по вертикалі	N	-	$\frac{-3 + \sqrt{12 \cdot n - 3}}{6} 2 + 1$	$\frac{-3 + \sqrt{12 \cdot 24 - 3}}{6} 2 + 1 = 6$
10	Коефіцієнт тепловіддачі при конденсації	α_{o1}	Вт/м ² К	$0,655 \left(\frac{\lambda^3 \rho r g}{\nu q d} \right)^{1/3} N^{-1/6}$	$0,925 \left(\frac{0,656^3 983 2358 9,8}{0,476 10^{-6} 25,4 0,033} \right)^{1/3} = 12200$
11	Коефіцієнт тепловіддачі при конденсації врахув. Газів	α_1	Вт/м ² К	$\alpha_{1o} U$	12200 0,95 = 11600
12	Число Рейнольдса для соку	Re	-	$\frac{w d}{\nu}$	$\frac{2,25 0,03}{0,856 10^{-6}} = 78855$
13	Коефіцієнт тепловіддачі до соку	α_2	Вт/м ² К	$0,023 \frac{\lambda}{d} Re^{0,8} Pr^{0,4}$	$0,023 \frac{0,59}{0,03} 78855^{0,8} 5,68^{0,4} = 7493$
14	Коефіцієнт теплопередачі на чисту поверхню	K_o	Вт/м ² К	$\left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^{-1}$	$\left(\frac{1}{11600} + \frac{0,0015}{17} + \frac{1}{743} \right)^{-1} = 3238$
15	Коефіцієнт теплопередачі на частково забруднену поверхню	K	Вт/м ² К	$\left(\frac{1}{K_o} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right)^{-1}$	$\left(\frac{1}{3238} + \frac{0,0002}{3} \right)^{-1} = 2663$
16	Число одиниць перенесення	NTU	-	$\frac{K F}{G C}$	$\frac{2663 76}{40 3710} = 1,344$
17	Ефективність теплообмінника	E	-	$1 - \exp(-NTU)$	$1 - \exp(-1,344) = 0,739$
18	Розрахункова температура на виході із теплообмінник	t_k	°C	$t_n + (t_{zp} - t_n) E$	$40 + (57,8 - 40) 0,739 = 53,1$

2.2. НАВАНТАЖУВАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛООБМІННИКА на утфільній парі

Залежність розрахункової вихідної температури дифузійного соку від товщини шару відкладень наведена рис.1, а степінь нагрівання соку за тих самих умов – на рис.2.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	

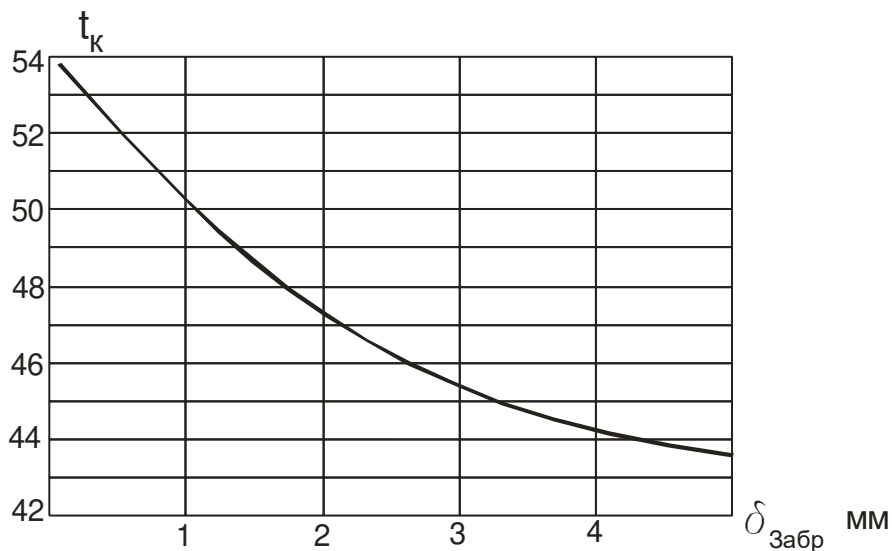


Рис. 1.1. Залежність вихідної температури соку на виході із підігрівача від товщини забруднень на поверхні теплообміну при температурі соку на вході 40 С, витраті соку 40,0 кг/с (відкачка 115%) температурі нагрівної пари 57,8 С.

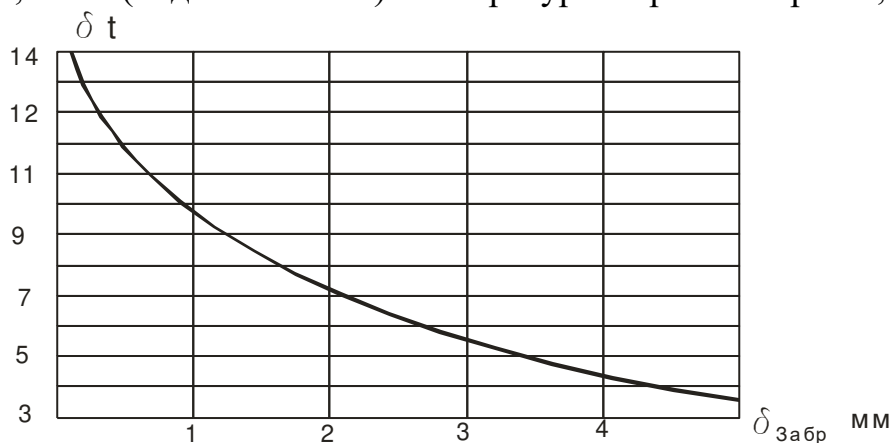


Рис. 1.2. Залежність степеню нагрівання соку в підігрівачі від товщини забруднень на поверхні теплообміну при температурі соку на вході 40 С, витраті соку 40,0 кг/с (відкачка 115%) температурі нагрівної пари 57,8 С.

2.3. Розрахунок витрати тепла та пари на дифапарат

Т-ра стружки + 5 °С; Т-ра жому 70 °С;

Т-ра нагрітої жомпресової води 72 °С;

Т-ра конденсату 68 °С; Т-ра барометричної води 65 °С;

Витрата барометричної води на дифузійну установку

$$S_{\text{бар.вод}} = S_{\text{диф.сік}} - S_{\text{спр}} - S_{\text{жом.прес}} - S_{\text{конд}} + S_{\text{жом}} = 115 - 100 - 30 - 50 + 80 = 15 \%$$

Вхід тепла в дифузійну установку

										00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

$$Q_{\text{вихід}} = S_{\text{спр}} C_{\text{спр}} t_{\text{спр}} + S_{\text{ж.ом.пр}} C_{\text{ж.ом.пр}} t_{\text{ж.ом.пр}} + S_{\text{конд}} C_{\text{конд}} t_{\text{конд}} + S_{\text{бар.вод}} C_{\text{бар.вод}} t_{\text{бар.вод}} + Q_{\text{пара}} =$$

$$= 100 \cdot 3,75 \cdot 5 + 30 \cdot 3,73 \cdot 72 + 50 \cdot 4,2 \cdot 68 + 15 \cdot 4,2 \cdot 65 = 2,815 \cdot 10^4 + Q$$

Вихід тепла з дифузійної установки

$$Q_{\text{вихід}} = S_{\text{диф.сік}} C_{\text{диф.сік}} t_{\text{диф.сік}} + S_{\text{ж.ом}} C_{\text{ж.ом}} t_{\text{ж.ом}} = 115 \cdot 3,75 \cdot 40 + 80 \cdot 3,7 \cdot 70 = 3,797 \cdot 10^4$$

Витрата тепла на дифузійну установку

$$Q_{\text{диф}} = Q_{\text{вихід}} - Q_{\text{вихід}} = 3,797 \cdot 10^4 - 2,815 \cdot 10^4 = 9,823 \cdot 10^3 \text{ кДж / тонн}$$

Загальна витрата пари на дифапарат

$$D_{\text{диф}} = \frac{Q_{\text{диф}}}{r} = \frac{9823 \cdot 1,2}{2216} = 5,319\%$$

Витрата пари 2 корпусу ВУ на дифапарат

$$D_{\text{диф}2} = 0,6 D_{\text{диф}} = 5,319 \cdot 0,6 = 3,19\%$$

Витрата пари 3 корпусу ВУ на дифапарат

$$D_{\text{диф}3} = 0,4 D_{\text{диф}} = 5,319 \cdot 0,4 = 2,13\%$$

Температура соку перед дефекацією

$$t_{\text{pd}} := \frac{S_{\text{ds}} \cdot t_{\text{ds}} \cdot C_{\text{ds}}(t_{\text{ds}}) + (S_{\text{v}2}) \cdot t_{\text{cp}2} \cdot C_{\text{susp}} + S_{\text{cv}} \cdot C_{\text{ds}}(t_{\text{cv}}) \cdot t_{\text{cv}}}{(S_{\text{ds}} \cdot C_{\text{ds}}(t_{\text{ds}}) + S_{\text{v}2} \cdot C_{\text{susp}}) + S_{\text{cv}} \cdot C_{\text{ds}}(t_{\text{cv}})} =$$

$$= \frac{115 \cdot 3,75 \cdot 53,5 + 2,5 \cdot 3,6 \cdot 82 + 40 \cdot 3,75 \cdot 84}{115 \cdot 3,75 + 2,5 \cdot 3,6 + 40 \cdot 3,75} = 61,67 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Витрата соку перед гарячим вапнуванням

$$S_{\text{pd}} = S_{\text{ds}} + S_{\text{v}2} + S_{\text{cv}} = 115 + 2,5 + 40 = 158,6 \%$$

						00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Теплообмінник нагрівання соку перед гарячим вапнуванням аміачним конденсатом

Режимні параметри гарячого конденсату та соку

Витрата конденсату, $G1, m/год, SkondTO, \%$ $SkondTO = 60$ $G1 := SkondTO \cdot \frac{A}{24 \cdot 100}$ $G1 = 75$

Витрата соку, $G2, m/год, Spd, \%$ $G2 := Spd \cdot \frac{A}{24 \cdot 100}$ $G2 = 198.3$

Початкова температура конденсату, $t1p, C$ $t1p = 93.5$

Початкова температура дифузійного соку, $t2p, C$ $t2p = 61.669$

Геометричні параметри теплообмінника

Число секцій теплообмінника, Z $z := 10$

Число труб в одному ході теплообмінника, nZ $nz := 46$

Довжина труби, $L, м$ $L := 3.5$

Діаметр корпусу, $Dvn, м$ $Dvn := 1.2$

внутрішній діаметр т-ної труби, $dv, м$ $dv := 0.032$ $dz := 0.032$

зовн. діаметр т-ної труби, $dz, м$ $dz := 0.032$

товщина стінки труби, $s, м$ $s := 0.001$

середній діаметр т-ної труби, $dc, м$ $dc := (dv + dz) \cdot 0.5$ $dc = 0.032$

коефіцієнт використання поверхні теплообміну $\phi := 0.9$

Живий переріз трубного простору, m $fz2 := 3.14 \cdot dv^2 \cdot \frac{nz}{4}$ $fz2 = 0.032$

Живий переріз міжтрубного простору, m $fz1 := 3.14 \cdot \frac{Dvn^2 - dz^2 \cdot nz \cdot z}{4 \cdot z}$ $fz1 = 0.074$

Еквівалентний діаметр міжтрубного простору $dek := 4 \cdot \frac{fz1}{3.14 \cdot (Dvn + dz \cdot nz)}$ $dek = 0.035$

Розрахунок кінцевих температур теплоносіїв

Задаємося температурою соку на виході із ТО $t2k := 73$

Температура конденсату на виході із ТО $t1k := t1p - G2 \cdot \frac{(t2k - t2p) \cdot 0.89}{G1}$ $t1k = 66.836$

Середні температури конденсату та соку $t1c := \frac{t1p + t1k}{2}$ $t2c := \frac{t2p + t2k}{2}$ $t1c = 80.168$ $t2c = 67.334$

Теплофізичні властивості конденсату

$$v(t) := \begin{cases} 1.43558 \cdot 10^{-6} - 2.7906 \cdot 10^{-8} \cdot t + 2.492 \cdot 10^{-10} \cdot t^2 - 8.437 \cdot 10^{-13} \cdot t^3 & \text{if } t \leq 100 \\ 0.4451 \cdot 10^{-6} + 1.147 \cdot 10^{-10} \cdot t - 2.585 \cdot 10^{-11} \cdot t^2 + 9.56 \cdot 10^{-14} \cdot t^3 & \text{otherwise} \end{cases}$$
 $v(t1c) = 3.653 \times 10^{-7}$

$$\lambda(t) := \begin{cases} 0.603 + 3.986 \cdot 10^{-6} \cdot t + 2.467 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 - 1.68 \cdot 10^{-7} \cdot t^3 & \text{if } t \leq 100 \\ 0.61618 + 1.1062 \cdot 10^{-3} \cdot t - 4.375 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 & \text{otherwise} \end{cases}$$
 $\lambda(t1c) = 0.675$

$$Pr(t) := (9.175 - 0.154 \cdot t + 1.044 \cdot 10^{-3} \cdot t^2) - 2.467 \cdot 10^{-6} \cdot t^3$$
 $Pr(t1c) = 2.268$

$$Cp(t) := \begin{cases} 4.2083 - 1.852 \cdot 10^{-3} \cdot t + 2.703 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 - 7.29 \cdot 10^{-8} \cdot t^3 & \text{if } t \leq 100 \\ 4.1676 - 8.286 \cdot 10^{-5} \cdot t + 4.643 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 + 1.428 \cdot 10^{-8} \cdot t^3 & \text{otherwise} \end{cases}$$
 $Cp(t1c) = 4.196$

$$\rho1(t) := 1004.7 - 0.206 \cdot t - 2.608 \cdot 10^{-3} \cdot t^2$$
 $\mu(t) := v(t) \cdot \rho1(t)$ $\rho1(t1c) = 971.424$

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплофізичні властивості соку

$$J(t) := \log(\mu(t) \cdot 1000) + C_p \cdot (0.0157 - 7 \cdot 10^{-5} \cdot t) \quad \mu_c(t) := 10^{J(t)} \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda_c(t) := \lambda(t) - 0.0033 \cdot C_f \quad \rho_c(t) := \rho_1(t) + 4 \cdot C_f \quad \mu_c(t2c) = 6.325 \times 10^{-4}$$

$$C_{pc}(t) := C_p(t) - C_p \cdot \frac{25 + 0.08 \cdot t2c}{1000} \quad \lambda_c(t2c) = 0.61$$

$$v_c(t) := \frac{\mu_c(t)}{\rho_c(t)} \quad Pr_c(t) := \mu_c(t) \cdot \frac{C_{pc}(t) \cdot 1000}{\lambda_c(t)} \quad \rho_c(t2c) = 1.044 \times 10^3$$

$$C_{pc}(t2c) = 3.692$$

$$v_c(t2c) = 6.059 \times 10^{-7}$$

$$Pr_c(t2c) = 3.825$$

Швидкості соку w_2 в трубах та конденсату w_1 в міжтрубному просторі

$$w_1 := \frac{G_1}{\rho_1(t1c) \cdot fz_1 \cdot 3.6} \quad w_2 := \frac{G_2}{\rho_c(t2c) \cdot fz_2 \cdot 3.6}$$

$$w_1 = 0.291 \quad w_2 = 1.624$$

Числа Рейнольдса в трубах та міжтр. прост.

$$Re_2 := w_2 \cdot \frac{dv}{v_c(t2c)} \quad Re_1 := w_1 \cdot \frac{dek}{v(t1c)}$$

$$Re_1 = 2.752 \times 10^4$$

$$Re_2 = 8.039 \times 10^4$$

Коефіцієнти тепловіддачі від конденсату

$$\xi_1 := (1.82 \cdot \log(Re_1) - 1.64)^{-2}$$

$$\alpha_1 := \begin{cases} 0.023 \cdot Re_1^{0.8} \cdot Pr(t1c)^{0.4} \cdot \frac{\lambda(t1c)}{dek} & \text{if } Re_1 \geq 10000 \\ \frac{\left[(Re_1 - 1000) \cdot Pr(t1c) \cdot \frac{\xi_1}{8} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{dek}{L} \right)^{0.666} \right]}{1 + 12.7 \cdot \left(Pr(t1c)^{0.666} - 1 \right) \cdot \left(\frac{\xi_1}{8} \right)^{0.5}} \cdot \frac{\lambda(t1c)}{dek} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\xi_1 = 0.024$$

$$\alpha_1 = 2.222 \times 10^3$$

Коефіцієнти тепловіддачі до соку

$$\xi_2 := (1.82 \cdot \log(Re_2) - 1.64)^{-2}$$

$$\alpha_2 := \begin{cases} 0.023 \cdot Re_2^{0.8} \cdot Pr_c(t2c)^{0.4} \cdot \frac{\lambda_c(t2c)}{dv} & \text{if } Re_2 \geq 10000 \\ \frac{\left[(Re_2 - 1000) \cdot Pr_c(t2c) \cdot \frac{\xi_2}{8} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{dv}{L} \right)^{0.666} \right]}{1 + 12.7 \cdot \left(Pr_c(t2c)^{0.666} - 1 \right) \cdot \left(\frac{\xi_2}{8} \right)^{0.5}} \cdot \frac{\lambda_c(t2c)}{dv} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\xi_2 = 0.019$$

$$\alpha_2 = 6.721 \times 10^3$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$Ko := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta s}{\lambda s} \right)^{-1}$$

$$K_{\text{ww}} := \begin{cases} \left(Ko^{-1} + \frac{\delta n}{\lambda n} \right)^{-1} & \text{if } \delta n > 0 \\ Ko \cdot \phi & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Ko = 1.541 \times 10^3$$

$$K = 1.387 \times 10^3$$

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Число одиниць перенесення тепла

$$NTU1 := K \cdot \frac{(F \cdot 10^{-3}) \cdot 3.6}{G1 \cdot Cp(t1c)}$$

$$NTU2 := K \cdot F \cdot \frac{10^{-3} \cdot 3.6}{G2 \cdot Cp(t2c)}$$

$$\Delta N := NTU1 - NTU2$$

$$NTU := \begin{cases} NTU1 & \text{if } \Delta N \geq 0 \\ NTU2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$C1 := G1 \cdot Cp(t1c) \quad C2 := G2 \cdot Cp(t2c)$$

$$\Delta C := C1 - C2$$

$$C_{min} := \begin{cases} C1 & \text{if } \Delta C < 0 \\ C2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$C_{max} := \begin{cases} C1 & \text{if } \Delta C > 0 \\ C2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$NTU2 = 0.958$$

$$NTU1 = 2.527$$

$$NTU = 2.527$$

$$C2 = 732.05$$

$$C1 = 314.699$$

$$C_{min} = 314.699$$

$$C_{max} = 732.05$$

Ефективність теплообмінника

$$\varepsilon := \frac{1 - \exp\left[-NTU \cdot \left(1 - \frac{C_{min}}{C_{max}}\right)\right]}{1 - \left(\frac{C_{min}}{C_{max}}\right) \cdot \left[\exp\left[-NTU \cdot \left(1 - \frac{C_{min}}{C_{max}}\right)\right]\right]}$$

$$\varepsilon = 0.85$$

Температура конденсату на виході із теплообмінника

$$t1k := t1p - (t1p - t2p) \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{C_{min}}{C1}\right)$$

$$t1k = 66.453$$

Температура соку на виході із теплообмінника

$$t2k := t2p + (t1p - t2p) \cdot \varepsilon \cdot \left(\frac{C_{min}}{C2}\right)$$

$$t2k = 73.296$$

Зміна температур теплоносіїв

$$\Delta t1 := t1p - t1k \quad \Delta t2 := t2k - t2p$$

Тепловидатність

$$Q := G1 \cdot Cp(t1c) \cdot \frac{t1p - t1k}{3.6}$$

$$\Delta t1 = 27.047$$

$$\Delta t2 = 11.627$$

Гідравлічний опір ТО (соковий простір)

$$\xi_g := 0.11 \cdot \left(\frac{68}{Re2} + \frac{\Delta e}{dv}\right)^{0.25}$$

$$\Delta P := \left[\xi_g \cdot L \cdot \frac{z}{dv} + (z - 1) \cdot 2.5 + 3\right] \cdot \rho c(t2c) \cdot \frac{w2^2}{2 \cdot 100000}$$

$$\xi_g = 0.038$$

$$\Delta P = 0.96$$

Основні показники роботи ТО ПДС-1

0. Витрата конденсату, т/год
1. Витрата соку, т/год
2. Швидкість конденс. в міжтрубн. прост., м/с
3. Швидкість соку в трубах, м/с
4. коефіц. викор.
5. Коефіц. теплопередачі, Вт/м² К
6. Ефективність ТО
7. Початков. т-ра конденсату, С
8. Початков. т-ра соку, С
9. Кінцева т-ра конденсату, С
10. Кінцева т-ра соку, С
11. Гідравлічн. опір, Бар
12. Степінь нагрівання соку, С

$\left(\begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{array} \right)$	$\left(\begin{array}{l} G1 \\ G2 \\ w1 \\ w2 \\ \phi \\ K \\ \varepsilon \\ t1p \\ t2p \\ t1k \\ t2k \\ \Delta P1 \\ \Delta T dif2 \end{array} \right)$	=		0	1
			0	0	75
			1	1	198.3
			2	2	0.291
			3	3	1.624
			4	4	0.9
			5	5	1.387·10 ³
			6	6	0.85
			7	7	93.5
			8	8	61.669
			9	9	66.453
			10	10	73.296
11	11	0.96			
12	12	11.627			

Арк.

00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Підігрівач соку перед гарячим вапнуванням ПДС2

Гріюча пара - пара із 4 корпусу ВУ F = 200 м²

Режимні параметри

Витрата соку, G, т/год, Spd, %	$G := Spd \cdot \frac{A}{24 \cdot 100}$	G = 198.3
Температура нагрівної пари, tgr, C	tgr := t4 - 2	tgr = 91
Початкова температура дифузійного соку, tp, C	tp := t2k	tp = 73.296

Геометричні параметри теплообмінника

Число секцій теплообмінника, Z	Z := 10	
Число труб в одному ході теплообмінника, nZ	nZ := 57	
Довжина труби, L, м	L := 3.5	
внутрішній діаметр т-ної труби, dv, м	dv := 0.03	dz := 0.03
зовн. діаметр т-ної труби, dz, м	dz := 0.03	
товщина стінки труби, δs, м	δs := 0.001	
середній діаметр т-ної труби, dc, м	dc := (dv + dz) · 0.5	dc = 0.032

коефіцієнт використання поверхні теплообмінника, α₀ := 0.8

Розрахунок кінцевої температури соку на виході із ТО

Задаємося температурою соку на виході із ТО tk := 88.5

Температурний напір

$$\Delta t := \frac{tk - tp}{\ln\left(\frac{tgr - tp}{tgr - tk}\right)}$$

Δt = 7.767

Середня температура соку

$$tc := tgr - \Delta t$$

tc = 83.233

Теплофізичні властивості конденсату

$$v(tgr) = 3.24 \times 10^{-7} \quad \rho_1(tgr) = 964.357 \quad \lambda(tgr) = 0.681 \quad r(tgr) = 2.28 \times 10^3 \quad Pr(tgr) = 1.947$$

Теплофізичні властивості соку

$$vc(tc) = 4.779 \times 10^{-7} \quad \rho_c(tc) = 1.034 \times 10^3 \quad \lambda_c(tc) = 0.624 \quad Pr_c(tc) = 2.937$$

Тепловидатгісті $Q := \frac{G \cdot C_{pc}(tc) \cdot (tk - tp)}{3.6}$ Q = 3.105 × 10³

Тепловий потік $q := \frac{Q}{F}$ q = 15.734

Тепловіддача від пари до труб $Rek := q \cdot \frac{L}{r(tgr) \cdot \rho_1(tgr) \cdot v(tgr)}$ Rek = 77.308

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left[\frac{\lambda(tgr)^3 \cdot \rho_1(tgr) \cdot r(tgr) \cdot 9.81}{v(tgr) \cdot L \cdot q} \right]^{0.3333} \cdot Rek^{0.05} & \text{if } Rek \leq 400 \\ \frac{Rek}{2300 + 41 \cdot Pr(tgr)^{-0.5} \cdot (Rek^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(tgr) \cdot \left(\frac{9.81}{v(tgr)^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases}$$

α₁₀ = 8.333 × 10³

Арк.

00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Коефіцієнт, що враховує вплив газів на тепловіддачу при конденсації. U

$$U := 0.7$$

$$\alpha_1 := \alpha_{10} \cdot U$$

$$\alpha_1 = 5.833 \times 10^3$$

Швидкість соку в трубах

$$w := \frac{4 \cdot G}{\rho c(tc) \cdot 3.141 \cdot dv \cdot dz \cdot 3.6}$$

$$Re := w \cdot \frac{dv}{\nu c(tc)}$$

$$w = 1.322$$

Коефіцієнти тепловідачі до соку

$$Re = 8.299 \times 10^4$$

$$\xi_t := (1.82 \cdot \log(Re) - 1.64)^{-2}$$

$$\alpha_2 := \begin{cases} 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Prc(tc)^{0.4} \cdot \frac{\lambda c(tc)}{dv} & \text{if } Re \geq 10000 \\ \frac{\left[\frac{(Re - 1000) \cdot Prc(tc) \cdot \frac{\xi_t}{8}}{1 + \left(\frac{dv}{L}\right)^{0.666}} \right]}{1 + 12.7 \cdot \left(Prc(tc)^{0.666} - 1 \right) \cdot \left(\frac{\xi_t}{8}\right)^{0.5}} \cdot \frac{\lambda c(tc)}{dv} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\alpha_2 = 6.34 \times 10^3$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$K_o := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta s}{\lambda s} \right)^{-1}$$

$$K := \begin{cases} \left(K_o^{-1} + \frac{\delta n}{\lambda n} \right)^{-1} & \text{if } \delta n > 0 \\ K_o \cdot \phi & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$K_o = 2.637 \times 10^3$$

$$K = 2.11 \times 10^3$$

Число одиниць перенесення тепла

$$NTU := K \cdot \frac{F \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}}{G \cdot Cpc(tc)}$$

$$NTU = 2.039$$

Ефективність теплообмінника

$$\varepsilon := 1 - e^{-NTU}$$

$$\varepsilon = 0.87$$

Температура соку на виході із теплообмінника

$$t_k := t_p + (t_{gr} - t_p) \cdot \varepsilon$$

$$t_k = 88.696$$

Гідравлічний опір ТО (соковий простір)

$$\xi_g := 0.11 \cdot \left(\frac{68}{Re_2} + \frac{\Delta e}{dv} \right)^{0.25} \quad \Delta P := \left[\xi_g \cdot L \cdot \frac{z}{dv} + (z - 1) \cdot 2.5 + 3 \right] \cdot \rho c(t_2c) \cdot \frac{w^2}{2 \cdot 10000c}$$

$$\xi_g = 0.038$$

$$\Delta P = 0.637$$

Витрата пари

$$D_4 := 1.01 \cdot Spd \cdot Cpc(tc) \cdot \frac{t_k - t_p}{r(t_{gr})}$$

$$D_4 = 4.012$$

Основні показники підігрівача ПДС-2

1. Ефективність ТО
2. Т-ра гріюч. пари, С
3. Початков. т-ра соку, С
4. Кінцева т-ра соку,

$$\begin{pmatrix} 1 & \varepsilon \\ 2 & t_{gr} \\ 3 & t_p \\ 4 & t_k \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0.87 \\ 2 & 91 \\ 3 & 73.296 \\ 4 & 88.696 \end{pmatrix}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ

Арк.

Підігрівач соку перед гарячим вапнуванням ПДС26

Гріюча пара - пара із 4 корпусу ВУ F = 160 м²

Режимні параметри

Витрата соку, G, т/год, Spd, % $G := \text{Spd} \cdot \frac{A}{24 \cdot 100}$ G = 198.3

Температура нагрівної пари, tgr, C $tgr := t4 - 2$ tgr = 91

Початкова температура дифузійного соку, tp, C $tp := tk$ tp = 88.696

Геометричні параметри теплообмінника

Число секцій теплообмінника, Z $Z := 10$

Число труб в одному ході теплообмінника, nZ $nZ := 46$

Довжина труби, L, м $L := 3.5$

внутрішній діаметр т-ної труби, dv, м $dv := 0.03$ $dz := 0.03$

зовн. діаметр т-ної труби, dz, м

товщина стінки труби, δs, м $\delta s := 0.001$

середній діаметр т-ної труби, dc, м $dc := (dv + dz) \cdot 0.5$ dc = 0.032

коефіцієнт використання поверхні теплообмінника $\phi := 0.8$

Задаємося температурою соку на виході із ТО $tk := 90.7$

$$\Delta t := \frac{tk - tp}{\ln\left(\frac{tgr - tp}{tgr - tk}\right)}$$

$tc := tgr - \Delta t$ $\Delta t = 0.925$

$$Q := \frac{G \cdot C_{pc}(tc) \cdot (tk - tp)}{3.6}$$

$q := \frac{Q}{F}$ $Rek := q \cdot \frac{L}{r(tgr) \cdot \rho l(tgr) \cdot v(tgr)}$ $\Delta t = 0.925$
 $F = 159.245$
 $tc = 90.075$
 $Rek = 12.973$
 $q = 2.64$

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left[\left(\frac{\lambda(tgr)^3 \cdot \rho l(tgr) \cdot r(tgr) \cdot 9.81}{v(tgr) \cdot L \cdot q} \right)^{0.3333} \right] \cdot Re_k^{0.057} & \text{if } Re_k \leq 400 \\ \frac{Re_k}{2300 + 41 \cdot Pr(tgr)^{-0.5} \cdot (Re_k^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(tgr) \cdot \left(\frac{9.81}{v(tgr)^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$\alpha_{10} = 1.407 \times 10^4$

Коефіцієнт, що враховує вплив газів на тепловіддачу при конденсації. U $U := 0.7$ $\alpha_1 := \alpha_{10} \cdot U$ $\alpha_1 = 9.848 \times 10^3$

$$w := \frac{4 \cdot G}{\rho c(tc) \cdot 3.141 \cdot dv \cdot dv \cdot nZ \cdot 3.6}$$

$Re := w \cdot \frac{dv}{\nu c(tc)}$ $w = 1.645$

$$\xi_t := (1.82 \cdot \log(Re) - 1.64)^{-2}$$

$Re = 1.134 \times 10^5$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ				

$$\alpha_2 := \begin{cases} 0.023 \cdot \text{Re}^{0.8} \cdot \text{Pr}(tc)^{0.4} \cdot \frac{\lambda_c(tc)}{dv} & \text{if } \text{Re} \geq 10000 \\ \left[\frac{[(\text{Re} - 1000) \cdot \text{Pr}(tc) \cdot \frac{\xi t}{8}] \cdot \left[1 + \left(\frac{dv}{L}\right)^{0.666}\right]}{1 + 12.7 \cdot (\text{Pr}(tc)^{0.666} - 1) \cdot \left(\frac{\xi t}{8}\right)^{0.5}} \right] \cdot \frac{\lambda_c(tc)}{dv} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Коефіцієнт теплопередачі

$$K_o := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta s}{\lambda_s} \right)^{-1} \quad K_w := \begin{cases} \left(K_o^{-1} + \frac{\delta n}{\lambda_n} \right)^{-1} & \text{if } \delta n > 0 \\ K_o \cdot \phi & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\alpha_2 = 7.859 \times 10^3$$

$$K_o = 3.587 \times 10^3$$

$$NTU := K \cdot \frac{F \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}}{G \cdot C_{pc}(tc)}$$

$$\varepsilon_w := 1 - e^{-NTU}$$

$$K = 2.869 \times 10^3$$

$$NTU = 2.233$$

$$\varepsilon = 0.893$$

Температура соку на виході із теплообмінника $t_k := t_p + (t_{gr} - t_p) \cdot \varepsilon$

$$t_k = 90.753$$

Витрата пари $E_{4pd} := 1.01 \cdot Spd \cdot C_{pc}(tc) \cdot \frac{t_k - t_p}{r(t_{gr})}$

$$E_{4pd} = 0.537$$

Гідравлічний опір ТО

Основні показники підігрівача ПДС-2b

$$\xi_g := 0.11 \cdot \left(\frac{68}{\text{Re}2} + \frac{\Delta e}{dv} \right)^{0.25}$$

$$\Delta P := \left[\xi_g \cdot L \cdot \frac{z}{dv} + (z - 1) \cdot 2.5 + 3 \right] \cdot \rho_c(t_{2c}) \cdot \frac{w^2}{2 \cdot 100000}$$

$$\xi_g = 0.038$$

$$\Delta P = 0.986$$

1. Коефіц. теплопередачі, Вт/м² К
2. Ефективність ТО
3. Т-ра гріюч. пари, С
4. Початков. т-ра соку, С
5. Кінцева т-ра соку, С
6. Гідравлічн. опір, Бар
7. Витрата пари, %

$$\begin{pmatrix} 1 & K \\ 2 & \varepsilon \\ 3 & t_{gr} \\ 4 & t_p \\ 5 & t_k \\ 6 & \Delta P \\ 7 & PDC3bv4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2.869 \times 10^3 \\ 2 & 0.893 \\ 3 & 91 \\ 4 & 88.696 \\ 5 & 90.753 \\ 6 & 0.986 \\ 7 & 0.537 \end{pmatrix}$$

Арк.

00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Підігрівач соку перед гарячим вапнуванням ПДСЗ

Гріюча пара - пара із 3 корпусу ВУ F = 160 м²

Режимні параметри

Витрата соку, G, т/год, Spd, % $G := Spd \cdot \frac{A}{24 \cdot 100}$ G = 198.3

Температура нагрівної пари, tgr, C $tgr := t3 - 13.0$ tgr = 92

Початкова температура дифузійного соку, tp, C $tp := tk$ tp = 90.753

Геометричні параметри теплообмінника

Число секцій теплообмінника, Z $Z := 10$

Число труб в одному ході теплообмінника, nz $nz := 46$

Довжина труби, L, м $L := 3.5$

внутрішній діаметр т-ної труби, dv, м $dv := 0.03$ $dz := 0.03$

зовн. діаметр т-ної труби, dz, м $\delta s := 0.001$

товщина стінки труби, δs , м

середній діаметр т-ної труби, dc, м $dc := (dv + dz) \cdot 0.5$ dc = 0.032

коефіцієнт використання поверхні теплообміну $\phi := 0.5$

Задаємося температурою соку на виході із ТО $tk := 91.6$

$$\Delta t := \frac{tk - tp}{\ln\left(\frac{tgr - tp}{tgr - tk}\right)}$$

$t_c := tgr - \Delta t$ $\Delta t = 0.69$
 $t_c = 91.31$

$$Q := \frac{G \cdot C_{pc}(t_c) \cdot (tk - tp)}{3.6}$$

$q := \frac{Q}{F}$ $Re_k := q \cdot \frac{L}{r(tgr) \cdot \rho_l(tgr) \cdot v(tgr)}$ Q = 187.757
 $q = 1.179$

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left[\frac{\lambda(tgr)^3 \cdot \rho_l(tgr) \cdot r(tgr) \cdot 9.81}{v(tgr) \cdot L \cdot q} \right]^{0.3333} \cdot Re_k^{0.057} & \text{if } Re_k \leq 400 \\ \frac{Re_k}{2300 + 41 \cdot Pr(tgr)^{-0.5} \cdot (Re_k^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(tgr) \cdot \left(\frac{9.81}{v(tgr)^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$\alpha_{10} = 1.765 \times 10^4$

Коефіцієнт, що враховує вплив газів на тепловіддачу при конденсації. U

$U := 0.5$ $\alpha_1 := \alpha_{10} \cdot U$ $\alpha_1 = 8.826 \times 10^3$

$$w := \frac{4 \cdot G}{\rho_c(t_c) \cdot 3.141 \cdot dv^2 \cdot nz \cdot 3.6}$$

$Re := w \cdot \frac{dv}{vc(t_c)}$ $\xi_t := (1.82 \cdot \log(Re) - 1.64)^{-2}$

w = 1.647

$$\alpha_2 := \begin{cases} 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr_c(t_c)^{0.4} \cdot \frac{\lambda_c(t_c)}{dv} & \text{if } Re \geq 10000 \end{cases}$$

Re = 1.154 × 10⁵

$$\frac{\left[(Re - 1000) \cdot Pr_c(t_c) \cdot \frac{\xi_t}{8} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{dv}{L} \right)^{0.666} \right]}{1 + 12.7 \cdot (Pr_c(t_c)^{0.666} - 1) \cdot \left(\frac{\xi_t}{8} \right)^{0.5}} \cdot \frac{\lambda_c(t_c)}{dv} \quad \text{otherwise}$$

$\alpha_2 = 7.918 \times 10^3$

Арк.

00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

$$\underline{K_o} := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta_s}{\lambda_s} \right)^{-1} \quad \underline{K} := \begin{cases} \left(K_o^{-1} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right)^{-1} & \text{if } \delta_n > 0 \\ K_o \cdot \phi & \text{otherwise} \end{cases} \quad \begin{aligned} K_o &= 3.453 \times 10^3 \\ K &= 1.727 \times 10^3 \end{aligned}$$

$$\underline{NTU} := K \cdot \frac{F \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}}{G \cdot C_{pc}(tc)} \quad \underline{\varepsilon} := 1 - e^{-NTU} \quad \begin{aligned} NTU &= 1.343 \\ \varepsilon &= 0.739 \end{aligned}$$

Температура соку на виході із ТО

$$\underline{t_k} := t_p + (t_{gr} - t_p) \cdot \varepsilon \quad t_k = 91.67$$

Витрата пари на підігрівник $E_{3pd} := 1.01 \cdot Spd \cdot C_{pc}(tc) \cdot \frac{t_k - t_p}{r(t_{gr})}$ $E_{3pd} = 0.241$

Гідравлічний опір

$$\underline{\xi_g} := 0.11 \cdot \left(\frac{68}{Re_2} + \frac{\Delta e}{dv} \right)^{0.25} \quad \underline{\Delta P} := \left[\xi_g \cdot L \cdot \frac{z}{dv} + (z-1) \cdot 2.5 + 3 \right] \cdot \rho_c(t_{2c}) \cdot \frac{w^2}{2 \cdot 100000} \quad \begin{aligned} \xi_g &= 0.038 \\ \Delta P &= 0.988 \end{aligned}$$

Основні показники роботи ТО ПДС-3

1. Коефіц. теплопередачі, Вт/м² К
2. Ефективність ТО
3. Т-ра гріюч. пари, С
4. Початков. т-ра соку, С
5. Кінцева т-ра соку, С
6. Гідравлічн. опір, Бар
7. Витрата пари, %

$$\begin{pmatrix} 1 & K \\ 2 & \varepsilon \\ 3 & t_{gr} \\ 4 & t_p \\ 5 & t_k \\ 6 & \Delta P \\ 7 & PDC4v3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1.727 \times 10^3 \\ 2 & 0.739 \\ 3 & 92 \\ 4 & 90.753 \\ 5 & 91.674 \\ 6 & 0.988 \\ 7 & 0.241 \end{pmatrix}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ					

Підігрівач перед 1 фільтрацією ПП1Ф

Гріюча пара - пара із 3 корпусу ВУ F = 160 м²

Режимні параметри

Витрата соку, G, т/год, Sp1f, % $G := Sp1f \cdot \frac{A}{24 \cdot 100}$ G = 150 Sp1f = 120

Температура нагрівної пари, tgr, C $tgr := t3 - 13.5$ tgr = 91.5

Початкова температура дифузійного соку, tp, C $tp := t1sat - \epsilon$ tp = 85.674

Геометричні параметри теплообмінника

Число секцій теплообмінника, Z Z := 10

Число труб в одному ході теплообмінника, nZ nZ := 46

Довжина труби, L, м L := 3.5

внутрішній діаметр т-ної труби, dv, м dv := 0.03 dz := 0.03

зовн. діаметр т-ної труби, dz, м ds := 0.001

товщина стінки труби, ds, м

середній діаметр т-ної труби, dc, м $dc := (dv + dz) \cdot 0.5$ dc = 0.032

коефіцієнт використання поверхні теплообміну, $\phi := 0.8$

Задаємося температурою соку на виході із ТО tk := 91

$$\Delta t := \frac{tk - tp}{\ln\left(\frac{tgr - tp}{tgr - tk}\right)} \quad tc := tgr - \Delta t \quad \Delta t = 2.169$$

F = 159.245

$$Q := \frac{G \cdot Cpc(tc) \cdot (tk - tp)}{3.6} \quad q := \frac{Q}{F} \quad Re_k := q \cdot \frac{L}{r(tgr) \cdot \rho1(tgr) \cdot v(tgr)}$$

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left[\frac{\lambda(tgr)^3 \cdot \rho1(tgr) \cdot r(tgr) \cdot 9.81}{v(tgr) \cdot L \cdot q} \right]^{0.3333} \cdot Re_k^{0.057} & \text{if } Re_k \leq 400 \\ \frac{Re_k}{2300 + 41 \cdot Pr(tgr)^{-0.5} \cdot (Re_k^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(tgr) \cdot \left(\frac{9.81}{v(tgr)^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases}$$

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт, що враховує вплив газів на тепловіддачу при конденсації. U

$$U := 0.5$$

$$\alpha_1 := \alpha_{10} \cdot U$$

$$\alpha_{10} = 1.17 \times 10^4$$

$$\alpha_1 = 5.852 \times 10^3$$

$$w := \frac{4 \cdot G}{\rho c(tc) \cdot 3.141 \cdot dv \cdot dz \cdot 3.6}$$

$$Re := w \cdot \frac{dv}{\nu c(tc)}$$

$$w = 1.244$$

$$Re = 8.487 \times 10^4$$

$$\xi_t := (1.82 \cdot \log(Re) - 1.64)^{-2}$$

$$\alpha_2 := \begin{cases} 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Prc(tc)^{0.4} \cdot \frac{\lambda c(tc)}{dv} & \text{if } Re \geq 10000 \\ \frac{\left[(Re - 1000) \cdot Prc(tc) \cdot \frac{\xi_t}{8} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{dv}{L} \right)^{0.666} \right]}{1 + 12.7 \cdot (Prc(tc)^{0.666} - 1) \cdot \left(\frac{\xi_t}{8} \right)^{0.5}} \cdot \frac{\lambda c(tc)}{dv} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\alpha_2 = 6.257 \times 10^3$$

$$Ko := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta_s}{\lambda_s} \right)^{-1}$$

$$K := \begin{cases} \left(Ko^{-1} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right)^{-1} & \text{if } \delta_n > 0 \\ Ko \cdot \phi & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Ko = 2.627 \times 10^3$$

$$K = 2.101 \times 10^3$$

Основні показники роботи ТО ПП1Ф

$$NTU := K \cdot \frac{F \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}}{G \cdot Cpc(tc)}$$

$$\xi_w := 1 - e^{-NTU}$$

$$NTU = 2.162$$

$$\xi = 0.885$$

Температура соку на виході із ТО

$$tk := tp + (tgr - tp) \cdot \xi$$

$$tk = 90.83$$

Витрата пари на підігрівник перед 1 фільтрац

$$E4p1f := 1.01 \cdot Sp1f \cdot Cpc(tc) \cdot \frac{tk - tp}{r(tgr)}$$

$$E4p1f = 1.018$$

1. Коефіц. теплопередачі, Вт/м² К
2. Ефективність ТО
3. Т-ра гріюч. пари, С
4. Початков. т-ра соку, С
5. Кінцева т-ра соку, С
6. Тепловидптність, кВт
7. Витрата пари, %

$$\begin{pmatrix} 1 & K \\ 2 & \xi \\ 3 & tgr \\ 4 & tp \\ 5 & tk \\ 6 & Q \\ 7 & PP1Fv3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2.101 \times 10^3 \\ 2 & 0.885 \\ 3 & 91.5 \\ 4 & 85.674 \\ 5 & 90.83 \\ 6 & 824.207 \\ 7 & 1.018 \end{pmatrix}$$

Підігрівач перед 2 сатурацією П2Сат

Гріюча пара - пара із 3 корпусу ВУ F = 160 м²

Режимні параметри

Витрата соку, G, т/год, Spd, % $G := S2s \cdot \frac{A}{24 \cdot 100}$ S2s = 119
 Температура нагрівної пари, tgr, C $tgr := t3 - 8.5$ G = 148.75 Sp1f = 120
 Початкова температура дифузійного соку, tp, C $tp := 87$ tgr = 96.5
tp = 87

Геометричні параметри теплообмінника

Число секцій теплообмінника, Z $Z := 10$
 Число труб в одному ході теплообмінника, nZ $nZ := 46$
 Довжина труби, L, м $L := 3.5$
 внутрішній діаметр т-ної труби, dv, м $dv := 0.03$ $dz := 0.03$
 зовн. діаметр т-ної труби, dz, м $ds := 0.001$
 товщина стінки труби, ds, м $dc := (dv + dz) \cdot 0.5$ $dc = 0.032$
 середній діаметр т-ної труби, dc, м
 коефіцієнт використання поверхні теплообмінника $\eta := 0.8$

Задаємося температурою соку на виході із ТО $tk := 95.7$

$$\Delta t := \frac{tk - tp}{\ln\left(\frac{tgr - tp}{tgr - tk}\right)} \quad tc := tgr - \Delta t \quad tc = 93.04$$

$$Q := \frac{G \cdot Cpc(tc) \cdot (tk - tp)}{3.6} \quad q := \frac{Q}{F} \quad Re_k := q \cdot \frac{L}{r(tgr) \cdot \rho l(tgr) \cdot v(tgr)} \quad q = 8.434$$

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left[\frac{\lambda(tgr)^3 \cdot \rho l(tgr) \cdot r(tgr) \cdot 9.81}{v(tgr) \cdot L \cdot q} \right]^{0.3333} \cdot Re_k^{0.05} & \text{if } Re_k \leq 400 \\ \frac{Re_k}{2300 + 41 \cdot Pr(tgr)^{-0.5} \cdot (Re_k^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(tgr) \cdot \left(\frac{9.81}{v(tgr)^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \alpha_{10} = 1.016 \times 10^4$$

Коефіцієнт, що враховує вплив газів на тепловіддачу при конденсації. U

$$U := 0.8 \quad \alpha_1 := \alpha_{10} \cdot U \quad \alpha_1 = 8.13 \times 10^3$$

$$w := \frac{4 \cdot G}{\rho c(tc) \cdot 3.141 \cdot dv \cdot dv \cdot nZ \cdot 3.6} \quad Re := w \cdot \frac{dv}{\nu c(tc)} \quad w = 1.237$$

$$\xi_t := (1.82 \cdot \log(Re) - 1.64)^{-2} \quad Re = 8.87 \times 10^4$$

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\alpha_2 := \begin{cases} 0.023 \cdot \text{Re}^{0.8} \cdot \text{Pr}(\text{tc})^{0.4} \cdot \frac{\lambda_c(\text{tc})}{d_v} & \text{if } \text{Re} \geq 10000 \\ \left[\frac{\left[(\text{Re} - 1000) \cdot \text{Pr}(\text{tc}) \cdot \frac{\xi t}{8} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{d_v}{L} \right)^{0.666} \right]}{1 + 12.7 \cdot (\text{Pr}(\text{tc})^{0.666} - 1) \cdot \left(\frac{\xi t}{8} \right)^{0.5}} \right] \cdot \frac{\lambda_c(\text{tc})}{d_v} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$K_o := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta_s}{\lambda_s} \right)^{-1} \quad K_{\text{ww}} := \begin{cases} \left(K_o^{-1} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right)^{-1} & \text{if } \delta_n > 0 \\ K_o \cdot \phi & \text{otherwise} \end{cases}$$

$\alpha_2 = 6.358 \times 10^3$
 $K_o = 3.028 \times 10^3$
 $K = 2.422 \times 10^3$

$$NTU := K \cdot \frac{F \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}}{G \cdot C_{pc}(\text{tc})} \quad \varepsilon_{\text{ww}} := 1 - e^{-NTU}$$

$NTU = 2.51$
 $\varepsilon = 0.919$

Температура соку на виході із ТО $t_{k_{\text{ww}}} := t_p + (t_{gr} - t_p) \cdot \varepsilon$ $t_k = 95.728$

Витрата пари на підігрівник соку перед 2 сатур.

$$E_{32s} := 1.01 \cdot S_{2s} \cdot C_{pc}(\text{tc}) \cdot \frac{t_k - t_p}{r(t_{gr})}$$

$E_{32s} = 1.722$

$\delta_{tn} := t_{gr} - t_k$

Початкова та кінцева температура соку, відповідно $t_p = 87$ $t_k = 95.728$

$T_{c2p} := t_p$ $T_{c2k} := t_k$ $\Delta T_{c2} := t_k - t_p$ $P_{2Cv3} := E_{32s} \Delta T_{c2} = 8.728$

Основні показники роботи ТО перед 2 сатурацією ПП2С

1. Коефіц. теплопередачі, Вт/м ² К)	=	(1	K)	1	2.422×10^3
2. Ефективність ТО				2	ε		2	0.919
3. Т-ра грюч. пари, С				3	tgr		3	96.5
4. Початков. т-ра соку, С				4	t _p		4	87
5. Кінцева т-ра соку, С				5	t _k		5	95.728
6. Тепловидптність, кВт				6	Q		6	1.343×10^3
7. Витрата пари, %				7	P _{2Cv3}		7	1.722

2.5. Система підігрівачів перед випарною установкою

Підігрівачі соку перед 3⁰ корпусом ВУ

Підігрівач перед ВУ 1 групи ПВУ1

Гріюча пара - пара із 3 корпусу ВУ $F = 160 \text{ м}^2$

Режимні параметри

Витрата соку, $G, \text{ т/год}, \text{ Spd}, \%$

$$G := \text{Spvu} \cdot \frac{A}{24 \cdot 100}$$

$$\text{Spvu} = 118$$

$$G = 147.5$$

Температура нагрівної пари, $\text{tgr}, \text{ }^\circ\text{C}$

$$\text{tgr} := \text{t3} - 2$$

$$\text{tgr} = 103$$

Початкова температура дифузійного соку, $\text{tp}, \text{ }^\circ\text{C}$

$$\text{tp} := 89$$

$$\text{tp} = 89$$

Геометричні параметри теплообмінника

Число секцій теплообмінника, Z

$$Z := 10$$

Число труб в одному ході теплообмінника, nZ

$$nZ := 46$$

Довжина труби, $L, \text{ м}$

$$L := 3.5$$

внутрішній діаметр т-ної труби, $\text{dv}, \text{ м}$

$$\text{dv} := 0.03$$

$$\text{dz} := 0.032$$

зовн. діаметр т-ної труби, $\text{dz}, \text{ м}$

$$\delta_s := 0.001$$

товщина стінки труби, $\delta_s, \text{ м}$

середній діаметр т-ної труби, $\text{dc}, \text{ м}$

$$\text{dc} := (\text{dv} + \text{dz}) \cdot 0.5$$

$$\text{dc} = 0.032$$

коефіцієнт використання поверхні теплообмінника, $\eta := 0.8$

Задаємося температурою соку на виході із ТО

$$\text{tk} := 101.8$$

$$\Delta t := \frac{\text{tk} - \text{tp}}{\ln\left(\frac{\text{tgr} - \text{tp}}{\text{tgr} - \text{tk}}\right)}$$

$$\text{tc} := \text{tgr} - \Delta t$$

$$\text{tc} = 97.79$$

$$Q := \frac{G \cdot \text{Cpc}(\text{tc}) \cdot (\text{tk} - \text{tp})}{3.6}$$

$$q := \frac{Q}{F}$$

$$\text{Rek} := q \cdot \frac{L}{r(\text{tgr}) \cdot \rho_1(\text{tgr}) \cdot v(\text{tgr})}$$

$$q = 12.268$$

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left[\frac{\lambda(\text{tgr})^3 \cdot \rho_1(\text{tgr}) \cdot r(\text{tgr}) \cdot 9.81}{v(\text{tgr}) \cdot L \cdot q} \right]^{0.3333} \cdot \text{Rek}^{0.05} & \text{if } \text{Rek} \leq 400 \\ \frac{\text{Rek}}{2300 + 41 \cdot \text{Pr}(\text{tgr})^{-0.5} \cdot (\text{Rek}^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(\text{tgr}) \cdot \left(\frac{9.81}{v(\text{tgr})^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\alpha_{10} = 9.341 \times 10^3$$

Коефіцієнт, що враховує вплив газів на тепловіддачу при конденсації. U

$$U := 0.7$$

$$\alpha_1 := \alpha_{10} \cdot U$$

$$\alpha_1 = 6.539 \times 10^3$$

$$w := \frac{4 \cdot G}{\rho_c(\text{tc}) \cdot 3.141 \cdot \text{dv} \cdot \text{dc} \cdot nZ \cdot 3.6}$$

$$\text{Re} := w \cdot \frac{\text{dv}}{v_c(\text{tc})}$$

$$\xi_t := (1.82 \cdot \log(\text{Re}) - 1.64)^{-2}$$

$$w = 1.23$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ					

коефіцієнт використання поверхні теплообмінника $\alpha_{\text{max}} := 0.8$

Задаємося температурою соку на виході із ТО

$$t_k := 105.7$$

$$\Delta t := \frac{t_k - t_p}{\ln\left(\frac{t_{gr} - t_p}{t_{gr} - t_k}\right)} \quad t_c := t_{gr} - \Delta t$$

$$t_c = 104.53$$

$$Q := \frac{G \cdot C_{pc}(t_c) \cdot (t_k - t_p)}{3.6} \quad q := \frac{Q}{F} \quad Re_k := q \cdot \frac{L}{r(t_{gr}) \cdot \rho_l(t_{gr}) \cdot v(t_{gr})} \quad q = 3.714$$

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left[\frac{\lambda(t_{gr})^3 \cdot \rho_l(t_{gr}) \cdot r(t_{gr}) \cdot 9.81}{v(t_{gr}) \cdot L \cdot q} \right]^{0.3333} \cdot Re_k^{0.05} & \text{if } Re_k \leq 400 \\ \frac{Re_k}{2300 + 41 \cdot Pr(t_{gr})^{-0.5} \cdot (Re_k^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(t_{gr}) \cdot \left(\frac{9.81}{v(t_{gr})^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\alpha_{10} = 1.321 \times 10^4$$

Коефіцієнт, що враховує вплив газів на тепловіддачу при конденсації. U

$$U := 0.7 \quad \alpha_1 := \alpha_{10} \cdot U$$

$$\alpha_1 = 9.246 \times 10^3$$

$$w := \frac{4 \cdot G}{\rho_c(t_c) \cdot 3.141 \cdot dv \cdot dz \cdot 3.6} \quad Re := w \cdot \frac{dv}{vc(t_c)} \quad \xi_t := (1.82 \cdot \log(Re) - 1.64)^{-2}$$

$$w = 1.236$$

$$\alpha_2 := \begin{cases} 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr_c(t_c)^{0.4} \cdot \frac{\lambda_c(t_c)}{dv} & \text{if } Re \geq 10000 \\ \frac{\left[(Re - 1000) \cdot Pr_c(t_c) \cdot \frac{\xi_t}{8} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{dv}{L} \right)^{0.666} \right]}{1 + 12.7 \cdot (Pr_c(t_c)^{0.666} - 1) \cdot \left(\frac{\xi_t}{8} \right)^{0.5}} \cdot \frac{\lambda_c(t_c)}{dv} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Re = 1.021 \times 10^5$$

$$\alpha_2 = 6.728 \times 10^3$$

$$Ko := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta s}{\lambda s} \right)^{-1} \quad K := \begin{cases} \left(Ko^{-1} + \frac{\delta n}{\lambda n} \right)^{-1} & \text{if } \delta n > 0 \\ Ko \cdot \phi & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Ko = 3.26 \times 10^3$$

$$K = 2.608 \times 10^3$$

$$NTU := K \cdot \frac{F \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}}{G \cdot C_{pc}(t_c)}$$

$$\varepsilon := 1 - e^{-NTU}$$

$$t_k := t_p + (t_{gr} - t_p) \cdot \varepsilon$$

$$NTU = 2.715$$

$$\varepsilon = 0.934$$

$$t_k = 105.724$$

Витрата пари на підігрівник соку перед ВУ2 групи

$$E_{2pvu} := 1.01 \cdot Sp_{vu} \cdot C_{pc}(t_c) \cdot \frac{t_k - t_p}{r(t_{gr})}$$

$$E_{2pvu} = 0.773$$

Основні показники підігрівача ПВУ-2

1. Т-ра гріюч. пари, С
2. Початков. т-ра соку, С
3. Кінцева т-ра соку, С
4. Витрата пари, %

$$\begin{pmatrix} 1 & t_{gr} \\ 2 & t_p \\ 3 & t_k \\ 4 & PVU2v2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 106 \\ 2 & 101.834 \\ 3 & 105.724 \\ 4 & 0.773 \end{pmatrix}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ				

Підігрівачі соку перед 1 корпусом ВУ

Підігрівач перед ВУ 3 групи ПВУЗ

Гріюча пара - пара із 1 корпусу ВУ $F = 160 \text{ м}^2$

Режимні параметри

Витрата соку, %, $Spvu1$ $Spvu1 := Spvu - 13.9\%$ $Spvu1 = 104.04$

Витрата соку, $G, \text{ т/год}$, $G := Spvu1 \cdot \frac{A}{24 \cdot 100}$ $G = 130.05$

Температура нагрівної пари, $tgr, \text{ }^\circ\text{C}$ $tgr := t1 - 1$ $tgr = 122$

Початкова температура дифузійного соку, $tp, \text{ }^\circ\text{C}$ $tp := t3o + 1$ $tp = 107$

Геометричні параметри теплообмінника

Число секцій теплообмінника, Z $Z := 10$

Число труб в одному ході теплообмінника, nz $nz := 4\%$

Довжина труби, $L, \text{ м}$ $L := 3.5$

внутрішній діаметр т-ної труби, $dv, \text{ м}$ $dv := 0.03$ $dz := 0.03$

зовн. діаметр т-ної труби, $dz, \text{ м}$ $\delta s := 0.001$

товщина стінки труби, $\delta s, \text{ м}$

середній діаметр т-ної труби, $dc, \text{ м}$ $dc := (dv + dz) \cdot 0.5$ $dc = 0.032$ $\phi := 0.8$

Задаємося температурою соку на виході із ТО $tk := 121.4$

$$\Delta t := \frac{tk - tp}{\ln\left(\frac{tgr - tp}{tgr - tk}\right)} \quad tc := tgr - \Delta t \quad tc = 117.526$$

$$Q := \frac{G \cdot Cpc(tc) \cdot (tk - tp)}{3.6} \quad q := \frac{Q}{F} \quad Re_k := q \cdot \frac{L}{r(tgr) \cdot \rho l(tgr) \cdot v(tgr)} \quad q = 12.259$$

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left[\frac{\lambda(tgr)^3 \cdot \rho l(tgr) \cdot r(tgr) \cdot 9.81}{v(tgr) \cdot L \cdot q} \right]^{0.3333} \cdot Re_k^{0.05} & \text{if } Re_k \leq 400 \\ \frac{Re_k}{2300 + 41 \cdot Pr(tgr)^{-0.5} \cdot (Re_k^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(tgr) \cdot \left(\frac{9.81}{v(tgr)^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \alpha_{10} = 9.808 \times 10^3$$

Коефіцієнт, що враховує вплив газів на тепловіддачу при конденсації. U $U := 0.7$ $\alpha_1 := \alpha_{10} \cdot U$ $\alpha_1 = 6.866 \times 10^3$

$$w := \frac{4 \cdot G}{\rho c(tc) \cdot 3.141 \cdot dv \cdot \pi \cdot nz \cdot 3.6} \quad Re := w \cdot \frac{dv}{\nu c(tc)} \quad \xi_t := (1.82 \cdot \log(Re) - 1.64)^{-2} \quad w = 1.101$$

$$\alpha_2 := \begin{cases} 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Prc(tc)^{0.4} \cdot \frac{\lambda c(tc)}{dv} & \text{if } Re \geq 10000 \\ \frac{\left[(Re - 1000) \cdot Prc(tc) \cdot \frac{\xi_t}{8} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{dv}{L} \right)^{0.666} \right]}{1 + 12.7 \cdot (Prc(tc)^{0.666} - 1) \cdot \left(\frac{\xi_t}{8} \right)^{0.5}} \cdot \frac{\lambda c(tc)}{dv} & \text{otherwise} \end{cases} \quad Re = 1.04 \times 10^5$$

$$\alpha_2 = 6.471 \times 10^3$$

Арк.

00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

$$K_o := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta_s}{\lambda_s} \right)^{-1} \quad K := \begin{cases} \left(K_o^{-1} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right)^{-1} & \text{if } \delta_n > 0 \\ K_o \cdot \phi & \text{otherwise} \end{cases} \quad \begin{aligned} K_o &= 2.856 \times 10^3 \\ K &= 2.427 \times 10^3 \end{aligned}$$

$$NTU := K \cdot \frac{F \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}}{G \cdot C_{pc}(tc)} \quad \varepsilon := 1 - e^{-NTU} \quad tk := tp + (tgr - tp) \cdot \varepsilon \quad \begin{aligned} NTU &= 2.851 \quad \varepsilon = 0.942 \\ tk &= 121.133 \end{aligned}$$

Витрата пари на підігрівник соку перед ВУ4 групи $E1_{pvu} := 1.01 \cdot Spvu \cdot C_{pc}(tc) \cdot \frac{tk - tp}{r(tgr)}$
 $E1_{pvu} = 2.877$

Основні показники підігрівача ПВУ-3

1. Поверхня теплообміну, м ²	1	F	1	159.245
2. Витрата соку, т/год	2	G	2	130.05
3. Швидкість соку в трубах, м/с	3	w	3	1.101
4. Коефіц. теплопередачі, Вт/м ² К	4	K	4	2.427 × 10 ³
5. Ефективність ТО	5	ε	5	0.942
6. Т-ра грюоч. пари, С	6	tgr	6	122
7. Початков. т-ра соку, С	7	tp	7	107
8. Кінцева т-ра соку, С	8	tk	8	121.133
9. Витрата пари, %	9	PVU3v1	9	2.877

Підігрівач перед ВУ 4 групи ПВУ4

Гріюча пара - пара ретурна F = 160 м²

Режимні параметри

Витрата соку, %, Spvu1 $Spvu1 := Spvu - 13.9\%$ $Spvu1 = 104.04$

Витрата соку, G, т/год, $G := Spvu1 \cdot \frac{A}{24 \cdot 100}$ $G = 130.05$

Температура нагрівної пари, tgr, С $tgr := tret - 10$ $tgr = 123$

Початкова температура дифузійного соку, tp, С $tp := tk$ $tp = 121.133$

Геометричні параметри теплообмінника

Число секцій теплообмінника, Z $Z := 10$

Число труб в одному ході теплообмінника, nZ $nZ := 46$

Довжина труби, L, м $L := 3.5$

внутрішній діаметр т-ної труби, dv, м $dv := 0.03$ $dz := 0.03$

зовн. діаметр т-ної труби, dz, м $\delta_s := 0.001$

товщина стінки труби, δs, м $dc := (dv + dz) \cdot 0.5$ $dc = 0.032$ $\phi := 0.7$

середній діаметр т-ної труби, dc, м $dc = 0.032$ $\phi := 0.7$

Задаємося температурою соку на виході із ТО $tk := 122.0$

									Арк.
					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$\Delta t := \frac{t_k - t_p}{\ln\left(\frac{t_{gr} - t_p}{t_{gr} - t_k}\right)} \quad t_c := t_{gr} - \Delta t \quad t_c = 121.611$$

$$Q := \frac{G \cdot C_{pc}(t_c) \cdot (t_k - t_p)}{3.6} \quad q := \frac{Q}{F} \quad Re_k := q \cdot \frac{L}{r(t_{gr}) \cdot \rho_1(t_{gr}) \cdot v(t_{gr})} \quad q = 0.739$$

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left[\frac{\lambda(t_{gr})^3 \cdot \rho_1(t_{gr}) \cdot r(t_{gr}) \cdot 9.81}{v(t_{gr}) \cdot L \cdot q} \right]^{0.3333} \cdot Re_k^{0.05} & \text{if } Re_k \leq 400 \\ \frac{Re_k}{2300 + 41 \cdot Pr(t_{gr})^{-0.5} \cdot (Re_k^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(t_{gr}) \cdot \left(\frac{9.81}{v(t_{gr})^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \alpha_{10} = 2.179 \times 10^4$$

Коефіцієнт, що враховує вплив газів на тепловіддачу при конденсації. $U := 0.5 \quad \alpha_1 := \alpha_{10} \cdot U \quad \alpha_1 = 1.089 \times 10^4$

$$w := \frac{4 \cdot G}{\rho_c(t_c) \cdot 3.141 \cdot dv \cdot dz \cdot 3.6} \quad Re := w \cdot \frac{dv}{\nu_c(t_c)} \quad \xi_t := (1.82 \cdot \log(Re) - 1.64)^{-2} \quad w = 1.105$$

$$Re = 1.089 \times 10^5$$

$$\alpha_2 := \begin{cases} 0.023 \cdot Re^{0.8} \cdot Pr_c(t_c)^{0.4} \cdot \frac{\lambda_c(t_c)}{dv} & \text{if } Re \geq 10000 \\ \frac{\left[(Re - 1000) \cdot Pr_c(t_c) \cdot \frac{\xi_t}{8} \right] \cdot \left[1 + \left(\frac{dv}{L} \right)^{0.666} \right]}{1 + 12.7 \cdot (Pr_c(t_c)^{0.666} - 1) \cdot \left(\frac{\xi_t}{8} \right)^{0.5}} \cdot \frac{\lambda_c(t_c)}{dv} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$K_o := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta_s}{\lambda_s} \right)^{-1} \quad K := \begin{cases} \left(K_o^{-1} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \right)^{-1} & \text{if } \delta_n > 0 \\ K_o \cdot \phi & \text{otherwise} \end{cases} \quad \alpha_2 = 6.597 \times 10^3$$

$$K_o = 3.409 \times 10^3$$

$$K = 2.556 \times 10^3$$

$$NTU := K \cdot \frac{F \cdot 3.6 \cdot 10^{-3}}{G \cdot C_{pc}(t_c)} \quad \varepsilon := 1 - e^{-NTU} \quad t_k := t_p + (t_{gr} - t_p) \cdot \varepsilon \quad NTU = 2.997$$

$$t_k = 122.907 \quad \varepsilon = 0.95$$

Витрата пари на підігрівник соку перед ВУ4

$$ER_{pvu} = 0.362 \quad ER_{pvu} := 1.01 \cdot Sp_{vu} \cdot C_{pc}(t_c) \cdot \frac{t_k - t_p}{r(t_{gr})}$$

Основні показники підігрівача ПВУ-4

1. Т-ра гріюч. пари, С	$\begin{pmatrix} 1 & t_{gr} \\ 2 & t_p \\ 3 & t_k \\ 4 & ER_{pvu} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 123 \\ 2 & 121.133 \\ 3 & 122.907 \\ 4 & 0.362 \end{pmatrix}$
2. Початков. т-ра соку, С	
3. Кінцева т-ра соку, С	
4. Витрата пари, %	

Результуюча таблиця СПОЖИВАННЯ ПАРИ

Підігрівачами соків

Таблиця 2.2.

	Найменування споживача пари	№ корп. ВУ	Витрата соку, %	Початкова т-ра	Кінцева т-ра	Різниця т-тур	Витрата пари, %
1	Підігрівач на утфільній парі.	В/А	115	40	53,1	13,1	0
2	Теплообмінник ПДС 1 гр.	Конденс	158,64	61,67	73,3	11,63	0
3	Підігрівач ПДС 2 гр.	4	158,64	73,3	88,7	15,4	4,012
4	Підігрівач ПДС 26 гр	4	158,64	88,7	90,75	2,057	0,241
5	Підігрівач ПДС 3 гр.	3	158,64	90,75	91,67	0,92	0,247
6	Підігрівач ПП1Ф	3	120	85,67	90,83	5,155	1,018
7	Підігрівач ПП2Сат	3	119	87	95,73	8,73	1,722
8	Підігрівач ПВУ-1	3	118	89	101,83	12,83	2,534
9	Підігрівач ПВУ-2	2	118	101,83	105,72	3,89	0,773
10	Підігрівач ПВУ-3	1	103,4	107	121,13	14,13	2,877
11	Підігрівач ПВУ-4	р	103,4	121,13	122,91	1,77	0,362
12	Підігрівач жомопрес. води	3	30	58	72	14	0,68
13	Підігрівач сиропу з клеровк	3	39	78	85	7	0,348

Витрата пари на вакуум-апарати

Концентрація сиропу (задеться з подальшим уточненням) CPsir := 69.0

Витрата сиропу з ВУ після 5 корпусу, % $Ssir := Spvu \cdot \frac{CPpvu}{CPsir}$ Ssir = 27.191

Витрата сиропу з ВУ після 5 корпусу з клеровкою жовтого цукру, % Ssiro := 38.0

Концентрація сиропу з ВУ після клерування сиропом (задеться з подальшим уточненням) CPsiro := 69.1

Сокові (водні) підкачки

$wvp1 := 0.1; \quad wvp2 := 0.2; \quad wvp3 := 0.5$

Витрата пари на В/А 1 продукту:

$Wva1 := \left[Ssiro \cdot \left(1 - \frac{CPsiro}{92.5} \right) + Spb1 \cdot \left(1 - \frac{CPpb1}{92.5} \right) \right] \cdot 1.07 + wvp1$ Wva1 = 11.356

Витрата пари на В/А 2 продукту

$Wva2 := \left[Spz1 \cdot \left(1 - \frac{CPzp1}{93.5} \right) \right] \cdot 1.07 + wvp2$ Wva2 = 1.33

Витрата пари на В/А 3 продукту (відсутн)

$Wva3 := \left[Spz2 \cdot \left(1 - \frac{CPpz2}{94} \right) \right] \cdot 1.07 + wvp3$ Wva3 = 1.16

Вихід пари на конденсатор

Вихід пари на конденсатор - Dk Dk := 0.21

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відбори вторинної пари з корпусів випарної установки без врахування пари самовипаровування

$$\begin{aligned}
 E1 &:= PVU3v1 + Dks & E1 &= 3.177 \\
 E2 &:= PVU2v2 + E2dif & E2 &= 3.964 \\
 E3 &:= E3dif + PP1Fv3 + PDC4v3 + Dzpr + PVU1v3 + Esirop + P2Cv3 & E3 &= 8.67 \\
 E3o &:= Wva1 + (Wva3 + Wva2) & E3o &= 13.846 \\
 E4 &:= PDC3v4 + PDC3bv4 & E4 &= 4.549 \\
 E5 &:= Dk + Dpkp & E5 &= 0.294
 \end{aligned}$$

величини парів самовипаровування
(уточнюються після перерахунку)

$$e1 := 0.5; \quad e2 := 0.103; \quad e3 := 1.0; \quad e4 := 1.3; \quad e5 := 0 \quad (\text{Задані значення})$$

Навантаження корпусів випарної установки

$$\begin{aligned}
 W5 &:= E5 & W5 &= 0.294 \\
 W4 &:= (W5 + E4) - e4 & W4 &= 3.543 \\
 W3 &:= (W4 + E3) - e3 & W3 &= 11.194 \\
 W3o &:= E3o & W3o &= 13.846 \\
 W2 &:= (W3 + E2 + W3o) - e2 & W2 &= 28.9 \\
 W1 &:= (W2 + E1) - e1 & W1 &= 31.508
 \end{aligned}$$

Фактичні (розрахункові уточнені) значення парів самовипаровування

$$\begin{aligned}
 e1 &:= e1p & e1 &= 0.568 \\
 e2 &:= e2p + e21 & e2 &= 1.036 \\
 e3 &:= e32 + e3p + e31 & e3 &= 1.019 \\
 e4 &:= e42 + e43 + e4v & e4 &= 1.3
 \end{aligned}$$

Продуктивність випарної установки по випареній волозі

$$W := (E1 - e1) + 2 \cdot (E2 - e2) + 3 \cdot (E3 - e3) + 4 \cdot (E4 - e4) + 5 \cdot (E5) + 3 \cdot E3o \quad W = 87.427$$

Фактичні навантаження корпусів випарної установки

$$\begin{aligned}
 W3o &:= E3o \\
 W5 &:= E5 & W5 &= 0.294 \\
 W4 &:= (W5 + E4) - e4 & W4 &= 3.544 \\
 W3 &:= (W4 + E3) - e3 & W3 &= 11.195 \\
 W2 &:= (W3 + E2 + W3o) - e2 & W2 &= 27.969 \\
 W1 &:= (W2 + E1) - e1 & W1 &= 30.578
 \end{aligned}$$

$$SsirVU := Spvu - W \quad CPsirVU := CPpvu \cdot \frac{Spvu}{Spvu - W}$$

$$\text{Витрата сиропу з ВУ на клерування} \quad SsirVU = 30.573$$

$$\text{Концентрація сиропу з ВУ на клерування} \quad CPsirVU = 61.368$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ					

Клеровка жовтого цукру сиропом

Концентрація сиропу з клеровкою

$$Sz_{cax} = 7.6$$

$$CP_{sir} := \frac{\left[Sp_{vu} \cdot \left(\frac{CP_{pvu}}{100} \right) + Sz_{cax} \right] \cdot 100}{Sp_{vu} \cdot \left(\frac{CP_{pvu}}{100} \right) + Sz_{cax} + \left[Sp_{vu} \cdot \left(\frac{CP_{pvu}}{CP_{sirVU}} \right) \cdot \left[1 - \left(\frac{CP_{sirVU}}{100} \right) \right] \right]}$$

$$CP_{sir} = 69.06$$

сироп з клеровкою після ВУ

$$S_{sir} := Sp_{vu} \cdot \left(\frac{CP_{pvu}}{CP_{sirVU}} \right) + Sz_{cax} \cdot 0.98$$

$$S_{sir} = 38.021$$

Таблиця 2.3. РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ ПО КОРПУСАМ ВУ

	Найменування споживача пари	Розм	Вторинна пара № корпусу ВУ				
			1	2	3	4	5
1	Підігрівач ПДС 2 гр.	%				4,012	
2	Підігрівач ПДС 2b гр.	%				0,241	
3	Підігрівач ПДС 3 гр.	%			0,247		
4	Підігрівач ПП1Ф	%			1,018		
5	Підігрівач ПП2Сат	%			1,722		
6	Підігрівач ПВУ-1	%			2,534		
7	Підігрівач ПВУ-2	%		0,773			
8	Підігрівач ПВУ-3	%	2,877				
9	Підігрівач жомопрес. води	%			0.68		
10	ПКП	%					0,084
11	Дифустановка	%		3,19	2,13		
12	Підігрівач сироп+клер	%			0,348		
13	Вакуум апарати 1 прод	%			11,356		
14	Вакуум апарати 2 прод	%			1,33		
15	Вакуум апарати 3 прод	%			1,16		
16	Калор. сушарки	%	0,3				
17	Пара самовипаровування	%	0,568	1,036	1,02	1,3	0
18	Конденсатор (на 5 корп)	%					0,21

Таблиця 2.4. РОЗПОДІЛУ ПОТОКІВ, КОНЦЕНТРАЦІЙ ТА НАВАНТАЖЕННЯ ПО КОРПУСАМ ВУ

№	Найменування	Позн	Розм	№ корпусу випарної установки					
				1	2	3	4	5	3о
1	Витрата соку на ВУ	С_{ВХ}		104,15	73,57	45,61	34,41	30,87	118
2	Витрата соку із ВУ	С_{ВНХ}		73,57	45,61	34,41	30,87	30,57	104,15
3	Конц.соку на ВУ	С_{РВХ}		18,01	25,5	41,14	54,52	60,78	15,9
4	Конц.соку із ВУ	С_{РВНХ}		25,5	41,14	54,52	60,78	61,37	18,01
5	Випарена волога	W		30,58	27,97	11,195	3,544	0,294	13,846

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6. Розподіл конденсатів по збірникам

Надходження конденсату

Кількість конденс, % із споживачів Загальна кільк. конденс % Велич. пари самовипаров..

1. Збірник конденсату ретурної пари (ЗК-Р)

1. Із грійучої камери 1 корп. ВУ $(W1 \quad \Sigma_{kp} \quad 0) = (30.578 \quad 30.956 \quad 0)$
 2. Із підігрівача ПВУ-4 $ER_{pvu} = 0.362$

В ТЕЦ із збірника ЗК-Р поступає конденсату $G_{kp} := \Sigma_{kp} - e_p$ $G_{kp} = 29.391$

2. Збірник конденсатів сокової пари 1 корп. ВУ (ЗК-1)

1. Із грійучої камери 2 корп. ВУ $(W2 \quad \Sigma_{k1} \quad 0)$
 2. Із підігрівача ПВУ 3 групи $PVU_{3v1} \quad 0 \quad 0$
 3. Із калориферів сушильн.устан. $(D_{ks} \quad 0 \quad 0)$ $= \begin{pmatrix} 27.969 & 30.578 & 0 \\ 2.877 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

В ТЕЦ із збірника ЗК-1 поступає конденсату $G_{k1} := \Sigma_{k1} - e_{31}$ $G_{k1} = 30.053$

3. Збірник конденсатів сокової пари 2 корп. ВУ (ЗК-2)

1. Із грійучої камери 3 корп. ВУ $(W3 \quad \Sigma_{k2} \quad e2)$
 2. Із підігрівача ПВУ2 групи $E2_{pvu} \quad 0 \quad 0$
 3. Із гр. кам 3о корп. ВУ $(W3o \quad 0 \quad 0)$ $= \begin{pmatrix} 11.195 & 25.814 & 1.036 \\ 0.773 & 0 & 0 \\ 13.846 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

4. Збірник конденсатів сокової пари 3 корп. ВУ (ЗК-3)

$\Sigma_{k3} := W3 + G_{v3} + \Sigma_{k2} + W3o$

1. Із грійучої камери 4 корп. ВУ $(W4 \quad \Sigma_{k3} \quad e3)$
 2. Із гр. кам ВА $W3o \quad 0 \quad 0$
 3. Із підігр. 2 сатур $P2C_{v3} \quad 0 \quad 0$
 4. Із парових камер дифузії $D_{dif} \quad 0 \quad 0$
 5. Із збірника конденс ЗК-2 $\Sigma_{k2} \quad 0 \quad 0$
 6. Із підігрівача перед 1 фільтр. $PP1F_{v3} \quad 0 \quad 0$
 7. Із підігр. дифсоку 3 групи $PDC4_{v3} \quad 0 \quad 0$
 8. Надлишки конденс. із ТЕЦ $(G_v \quad 0 \quad 0)$ $= \begin{pmatrix} 3.544 & 69.76 & 1.019 \\ 13.846 & 0 & 0 \\ 1.722 & 0 & 0 \\ 5.319 & 0 & 0 \\ 25.814 & 0 & 0 \\ 1.018 & 0 & 0 \\ 0.241 & 0 & 0 \\ 18.905 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

5. Збірник конденсатів сокової пари 4 корп. ВУ (ЗК-4)

$\Sigma_{k4} := W4 + \Sigma_{k3} - e3$

1. Із грійучої камери 5 корп. ВУ $(W5 \quad \Sigma_{k4} \quad e4)$
 2. Із підігрівача PDC2 $PDC3_{v4} \quad 0 \quad 0$
 3. Із збірника конденс ЗК-3 $(\Sigma_{k3} \quad 0 \quad 0)$ $= \begin{pmatrix} 0.294 & 72.285 & 1.3 \\ 4.012 & 0 & 0 \\ 69.76 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

Із збірника ЗК-4 насос відкачує конденсату $G_{k4} := \Sigma_{k4} - e4$ $G_{k4} = 70.985$

2.7. Розрахунок температурного режиму ВУ

з антинакипіном) (відкачка - 115%)
Сік подається на 3о корпус ВУ

1 корпус ВУ

Задано:

Потужність заводу, т/добу

Навантаження (випарена волога), %

Температура гріючої пари (початок сезону)

Початкова концентрація соку, %

Витрата соку, %

Поверхня теплообміну, м²

Довжина труб, м

Висота п"езометричного рівня, %

Т-ра соку на вході в апарат, С

Товщина стінки труб, м

Теплопровідність матеріала труб, Вт/м К

Доброякісність соку, %

$$A := 3000$$

$$W := 30.578$$

$$tgr := 133$$

$$CpP := 18.014$$

$$S := 104.154$$

$$F := 1500$$

$$L := 4.3$$

$$hp := 40$$

$$tp := 120$$

$$\delta_s := 1.5 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda_{st} := 17$$

$$Db := 92$$

Задані значення (попередньо) :

Температура вторинної пари початок сезон.

$$tv := 124.7$$

$$F1 := F$$

Кратність циркуляції.

$$Nzr := 2$$

$$CpK := S \cdot \frac{CpP}{S - W} \quad CpO := \frac{CpP}{Nzr} + CpK \cdot \left(1 - \frac{1}{Nzr}\right) \quad CpCp := \frac{CpO + CpK}{2}$$

$$CpK = 25.501$$

$$CpO = 21.757$$

ТФВ конденсату при

$$t1 := tgr - 2$$

$$CpCp = 23.629$$

$$v(t) := \begin{cases} 1.43558 \cdot 10^{-6} - 2.7906 \cdot 10^{-8} \cdot t + 2.492 \cdot 10^{-10} \cdot t^2 - 8.437 \cdot 10^{-13} \cdot t^3 & \text{if } t \leq 100 \\ 0.4451 \cdot 10^{-6} + 1.147 \cdot 10^{-10} \cdot t - 2.585 \cdot 10^{-11} \cdot t^2 + 9.56 \cdot 10^{-14} \cdot t^3 & \text{otherwise} \end{cases} \quad v(t1) = 2.314 \times 10^{-7}$$

$$\lambda(t) := \begin{cases} 0.603 + 3.986 \cdot 10^{-6} \cdot t + 2.467 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 - 1.68 \cdot 10^{-7} \cdot t^3 & \text{if } t \leq 100 \\ 0.61618 + 1.1062 \cdot 10^{-3} \cdot t - 4.375 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\lambda(t1) = 0.686$$

$$Cp(t) := \begin{cases} 4.2083 - 1.852 \cdot 10^{-3} \cdot t + 2.703 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 - 7.29 \cdot 10^{-8} \cdot t^3 & \text{if } t \leq 100 \\ 4.1676 - 8.286 \cdot 10^{-5} \cdot t + 4.643 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 + 1.428 \cdot 10^{-8} \cdot t^3 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\rho1(t) := 1004.7 - 0.206 \cdot t - 2.608 \cdot 10^{-3} \cdot t^2$$

$$\rho1(t1) = 932.958$$

$$r(t) := 2503.91 - 2.498 \cdot t + 2.07 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 - 1.823 \cdot 10^{-5} \cdot t^3$$

$$r(t1) = 2.171 \times 10^3$$

$$Pr(t) := \left(9.175 - 0.154 \cdot t + 1.044 \cdot 10^{-3} \cdot t^2\right) - 2.467 \cdot 10^{-6} \cdot t^3$$

$$q := W \cdot \frac{r(tv) \cdot A}{(3.6 \cdot F) \cdot 2400}$$

$$Rek := q \cdot \frac{L}{r(tgr) \cdot \rho1(t1) \cdot v(t1)}$$

$$q = 15.496$$

$$\alpha10 := \begin{cases} 0.925 \cdot \left(\frac{\lambda(t1)^3 \cdot \rho1(t1) \cdot r(tgr) \cdot 9.81}{v(t1) \cdot L \cdot q}\right)^{0.3333} \cdot Rek^{0.05} & \text{if } Rek \leq 400 \\ \frac{Rek}{2300 + 41 \cdot Pr(tgr)^{-0.5} \cdot (Rek^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(t1) \cdot \left(\frac{9.81}{v(t1)^2}\right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\alpha10 = 8.833 \times 10^3$$

$$U := 0.5 \quad \alpha1 := U \cdot \alpha10$$

$$\alpha1 = 7.95 \times 10^3$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ

Арк.

$$LA(t) := \left[(t + 100)^2 \cdot (7.5 \cdot 10^{-8} - 1.97 \cdot 10^{-9} \cdot CP_{cp}) + (t + 100) \cdot (4.8 \cdot 10^{-9} \cdot CP_{cp} - 2.3 \cdot 10^{-5}) \right]$$

$$\lambda_s(t) := \left(0.603 - \frac{28.73}{t + 100} \right)^{0.5} + CP_{cp} \cdot \left[(LA(t) - 3.5 \cdot 10^{-5} \cdot CP_{cp}) - 1.4 \cdot 10^{-3} \right] \cdot 0.3$$

$$\sigma_s(t) := \left[76 - 0.17 \cdot t + CP_{cp} \cdot (5 \cdot 10^{-4} \cdot t + 4.4 \cdot 10^{-3} \cdot Db - 0.34) \right] \cdot 10^{-3}$$

$$Cps(t) := 4187 - 4.187 \cdot CP_{cp} \cdot (7.1 - 0.018 \cdot t - 0.011 \cdot Db)$$

$$PP(t) := (1563.77 - 0.6 \cdot t) \cdot \left(\frac{CP_{cp}}{100} \right) - (182.5 + 0.1177 \cdot t) \cdot \left(1 - \frac{CP_{cp}}{100} \right)^{1.13} \cdot \left(\frac{CP_{cp}}{100} \right)$$

$$\rho_{1s}(t) := (1004.7 - 0.206 \cdot t - 2.608 \cdot 10^{-3} \cdot t^2) \cdot \left(1 - \frac{CP_{cp}}{100} \right) + PP(t)$$

$$B(t) := \left(0.6688 - \frac{98.4}{273.15 + t} \right)^{-1} + \left[2.357 \cdot 10^{12} \cdot (273.15 + t)^{-4.44} \cdot \left(\frac{1900 \cdot 100}{CP_{cp} \cdot Db + 0.01} - 18 \right)^{0.00245(273.15 + t) - 1.771} \right]$$

$$v_s(t) := 10^{-9} \cdot 10^{B(t)} \quad \Delta d_o := \begin{cases} \frac{CP_{cp}}{109.7 - 1.9 \cdot CP_{cp}} & \text{if } CP_{cp} < 37 \\ \frac{CP_{cp}}{62.655 - 0.695 \cdot CP_{cp}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\Delta d(t) := \Delta d_o \cdot 0.01622 \cdot \frac{(273.15 + t)^2}{r(t)}$$

$$r(t) := 2503.91 - 2.498 \cdot t + 2.07 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 - 1.823 \cdot 10^{-5} \cdot t^3$$

$$\rho_2(t) := \begin{cases} -5.3326 \cdot 10^{-2} + 4.423 \cdot 10^{-3} \cdot t - 8.826 \cdot 10^{-5} \cdot t^2 + 1.09 \cdot 10^{-6} \cdot t^3 & \text{if } t \leq 100 \\ -1.255 + 0.041 \cdot t - 4.68 \cdot 10^{-4} \cdot t^2 + 2.417 \cdot 10^{-6} \cdot t^3 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$PS(t) := 2.086 \cdot 10^{-9} \cdot t^6 - 8.76231 \cdot 10^{-12} \cdot t^7 + 2.124 \cdot 10^{-14} \cdot t^8 - 2.2652 \cdot 10^{-17} \cdot t^9$$

$$P(t) := (22.0972 - 2.08711 \cdot t + 0.08665 \cdot t^2) - 2.0723 \cdot 10^{-3} \cdot t^3 + 3.151 \cdot 10^{-5} \cdot t^4 - 3.1571 \cdot 10^{-7} \cdot t^5 + PS(t)$$

$$\lambda_s(tv) = 0.64 \quad \sigma_s(tv) = 0.058 \quad Cps(tv) = 3.807 \times 10^3 \quad \rho_{1s}(tv) = 1.034 \times 10^3 \quad v_s(tv) = 4.013 \times 10^{-7}$$

Коефіцієнт тепловіддачі при кипіння в трубах

$$\Delta d(tv) = 0.428$$

$$a := \frac{\lambda_s(tv)}{\rho_{1s}(tv) \cdot Cps(tv)}$$

$$Pe := q \cdot \frac{Lp}{a \cdot \rho_2(tv) \cdot r(tv)}$$

$$Ga := 9.81 \cdot \frac{Lp^3}{v_s(tv)^2}$$

$$Lp := \sqrt{\frac{\Delta d(tv)}{9.81 \cdot (\rho_1(tv) - \rho_2(tv))}}$$

$$Kp := P(tv) \cdot \frac{Lp \cdot 10^5}{\sigma_s(tv)}$$

$$\alpha_2 := 3.25 \cdot 10^{-4} \cdot Pe^{0.6} \cdot Kp^{0.7} \cdot Ga^{0.125} \cdot \frac{\lambda_s(tv)}{Lp}$$

$$K_{\text{ww}} := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta_s}{\lambda_{st}} \right)^{-1}$$

$$\Delta T_{kor} := \frac{q \cdot 1000}{K}$$

$$t_{kip} := t_{gr} - \Delta T_{kor}$$

$$\Delta P := P(t_{gr}) - P(tv)$$

$$K = 2.22 \times 10^3$$

$$\alpha_2 = 4.231 \times 10^3$$

Таблиця режимних параметрів випарного апарата №1

t_{gr}	t_v	t_{kip}	ΔT_n	133	124.748	126.021	8.252
ΔT_{kor}	$\Delta d(t_{kip})$	Δd_{GR}	Δdz	6.979	0.431	0.842	1.273
q	K	$P(t_{gr})$	$P(t_v)$	15.496	2.22×10^3	2.949	2.298
ΔP	S	CP_p	CP_k	0.655	104.154	18.014	25.501

t_{gr} - т-ра нагрівної пари, С; t_v - т-ра вторинної пари, С; t_{kip} - т-ра кипіння, С; ΔT_n - наяна різн. т-тур; ΔT_{kor} - корисна різниц т-тур, С; Δd - фіз-хім. т-на депрес, С; Δd_{GR} - гідростатична т-на депресія, С; Δdz - загальна т-рна депресія, С; q - тепловий потік, кВт/м2; K - коефіц. теплопередачі, Вт/м2К; $P(t_{gr})$ - тиск (абсол) нагрівної пари, бар; $P(t_v)$ - тиск (абсол) вторинної пари, бар; ΔP - різниця тисків, бар; S - витрата сиропу на апарат, %; CP_p - концентрація сиропу на вході в апарат; CP_k - концентрація сиропу на виході із апарата.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ				

3 корпус ВУ

Задано:

Потужність заводу, т/добу

Навантаження (випарена волога), %

Температура гріючої пари (початок сезону)

Початкова концентрація соку, %

Витрата соку, %

Поверхня теплообміну, м²

Довжина труб, м

Висота п'єзометричного рівня, %

Т-ра соку на вході в апарат, С

Товщина стінки труб, м

Теплопровідність матеріала труб, Вт/м К

Доброякісність соку, %

$$A := 3000$$

$$W := 11.19$$

$$tgr := tv - 0.7$$

$$CPp := CP1$$

$$S := S2 - W2$$

$$F := 1500$$

$$L := 4.3$$

$$hp := 40$$

$$tp := 120$$

$$\delta_s := 1.5 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda_{st} := 17$$

$$Db := 92$$

$$tv := 105$$

$$Nzr := 2$$

$$F3 := F$$

Задані значення (попередньо) :

Температура вторинної пари початок сезон.

Кратність циркуляції.

$$CPk := S \cdot \frac{CPp}{S - W} \quad CPo := \frac{CPp}{Nzr} + CPk \cdot \left(1 - \frac{1}{Nzr} \right) \quad CPcp := \frac{CPo + CPk}{2}$$

$$CPk = 54.524$$

$$CPo = 47.832$$

$$CPcp = 51.178$$

$$q := W \cdot \frac{r(tv) \cdot A}{(3.6 \cdot F) \cdot 2400} \quad Re_k := q \cdot \frac{L}{r(tgr) \cdot \rho l(t1) \cdot v(t1)}$$

$$q = 5.813$$

$$Re_k = 44.273$$

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left(\frac{\lambda(t1)^3 \cdot \rho l(t1) \cdot r(tgr) \cdot 9.81}{v(t1) \cdot L \cdot q} \right)^{0.3333} \cdot Re_k^{0.05} & \text{if } Re_k \leq 400 \\ \frac{Re_k}{2300 + 41 \cdot Pr(tgr)^{-0.5} \cdot (Re_k^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(t1) \cdot \left(\frac{9.81}{v(t1)^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\alpha_{10} = 1.114 \times 10^4$$

$$U := 0.7 \quad \alpha_1 := U \cdot \alpha_{10}$$

$$\alpha_1 = 7.797 \times 10^3$$

Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні в трубах

$$a := \frac{\lambda_s(tv)}{\rho l_s(tv) \cdot Cps(tv)}$$

$$Pe := q \cdot \frac{Lp}{a \cdot \rho_2(tv) \cdot r(tv)}$$

$$Ga := 9.81 \cdot \frac{Lp^3}{vs(tv)^2}$$

$$Lp := \sqrt{\frac{\sigma_s(tv)}{9.81 \cdot (\rho_1(tv) - \rho_2(tv))}}$$

$$Kp := P(tv) \cdot \frac{Lp \cdot 10^5}{\sigma_s(tv)}$$

$$\alpha_2 := 3.25 \cdot 10^{-4} \cdot Pe^{0.6} \cdot Kp^{0.7} \cdot Ga^{0.125} \cdot \frac{\lambda_s(tv)}{Lp}$$

$$K := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta_s}{\lambda_{st}} \right)^{-1}$$

$$\Delta T_{kor} := \frac{q \cdot 1000}{K}$$

$$\Delta P := P(tgr) - P(tv)$$

$$t_{kip} := tgr - \Delta T_{kor}$$

$$K = 1.075 \times 10^3$$

Таблиця режимних параметрів випарного апарата №3

$$\begin{pmatrix} tgr & tv & tkip & \Delta Tn \\ \Delta T_{kor} & \Delta d(tkip) & \Delta dGR & \Delta dz \\ q & K & P(tgr) & P(tv) \\ \Delta P & S & CPp & CPk \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 113.942 & 104.948 & 108.536 & 8.994 \\ 5.406 & 1.999 & 1.589 & 3.588 \\ 5.813 & 1.075 \times 10^3 & 1.624 & 1.195 \\ 0.426 & 45.606 & 41.14 & 54.524 \end{pmatrix}$$

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 корпус ВУ

Задано:

Потужність заводу, т/добу

Навантаження (випарена волога), %

Температура гріючої пари (початок сезону)

Початкова концентрація соку, %

Витрата соку, %

Поверхня теплообміну, м²

Довжина труб, м

Висота п'єзометричного рівня, %

Т-ра соку на вході в апарат, С

Товщина стінки труб, м

Теплопровідність матеріала труб, Вт/м К

Доброякісність соку, %

$$A := 300$$

$$W := 0.29$$

$$t_{gr} := t_v - 1$$

$$C_{Pp} := C_{Pk}$$

$$S := S_4 - W_4$$

$$F := 60$$

$$L := 3.5$$

$$h_p := 6$$

$$\delta_s := 1.5 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda_{st} := 17$$

$$D_b := 92$$

$$F_5 := F$$

Задані значення (попередньо):

Температура вторинної пари початок сезон.

$$N_{Zr} := 1.3$$

$$t_v := 83.5$$

Кратність циркуляції.

$$C_{Pk} := S \cdot \frac{C_{Pp}}{S - W} \quad C_{Po} := \frac{C_{Pp}}{N_{Zr}} + C_{Pk} \cdot \left(1 - \frac{1}{N_{Zr}}\right) \quad C_{Pcp} := \frac{C_{Po} + C_{Pk}}{2}$$

$$C_{Pk} = 61.369$$

$$C_{Po} = 60.919$$

$$C_{Pcp} = 61.144$$

$$q := W \cdot \frac{r(t_v) \cdot A}{(3.6 \cdot F) \cdot 2400} \quad Re_k := q \cdot \frac{L}{r(t_{gr}) \cdot \rho l(t_1) \cdot v(t_1)}$$

$$q = 0.391$$

$$Re_k = 1.914$$

$$\alpha_{10} := \begin{cases} 0.925 \cdot \left(\frac{\lambda(t_1)^3 \cdot \rho l(t_1) \cdot r(t_{gr}) \cdot 9.81}{v(t_1) \cdot L \cdot q} \right)^{0.3333} \cdot Re_k^{0.05} & \text{if } Re_k \leq 400 \\ \frac{Re_k}{2300 + 41 \cdot Pr(t_{gr})^{-0.5} \cdot (Re_k^{0.75} - 89)} \cdot \lambda(t_1) \cdot \left(\frac{9.81}{v(t_1)^2} \right)^{0.333} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\alpha_{10} = 2.367 \times 10^4$$

$$U := 0.8 \quad \alpha_{11} := U \cdot \alpha_{10}$$

$$\alpha_1 = 1.894 \times 10^4$$

$$\lambda_s(t_v) = 0.47 \quad \sigma_s(t_v) = 0.068 \quad C_{ps}(t_v) = 3.013 \times 10^3 \quad \rho_{1s}(t_v) = 1.262 \times 10^3 \quad v_s(t_v) = 2.944 \times 10^{-6}$$

Коефіцієнт тепловіддачі при кипінні в трубах

$$a := \frac{\lambda_s(t_v)}{\rho_{1s}(t_v) \cdot C_{ps}(t_v)} \quad Pe := q \cdot \frac{L_p}{a \cdot \rho_2(t_v) \cdot r(t_v)} \quad Ga := 9.81 \cdot \frac{L_p^3}{v_s(t_v)^2} \quad L_p := \sqrt{\frac{\sigma_s(t_v)}{9.81 \cdot (\rho_{1s}(t_v) - \rho_{2s}(t_v))}}$$

$$K_p := P(t_v) \cdot \frac{L_p \cdot 10^5}{\sigma_s(t_v)} \quad \alpha_2 := 3.25 \cdot 10^{-4} \cdot Pe^{0.6} \cdot K_p^{0.7} \cdot Ga^{0.125} \cdot \frac{\lambda_s(t_v)}{L_p} \quad K := \left(\alpha_1^{-1} + \alpha_2^{-1} + \frac{\delta_s}{\lambda_{st}} \right)^{-1}$$

$$\Delta T_{kor} := \frac{q \cdot 1000}{K}$$

$$t_{kip} := t_{gr} - \Delta T_{kor}$$

$$\Delta P := P(t_{gr}) - P(t_v)$$

$$K = 172.531$$

Таблиця режимних параметрів випарного апарата №5

$$\begin{pmatrix} t_{gr} & t_v & t_{kip} & \Delta T_n \\ \Delta T_{kor} & \Delta d(t_{kip}) & \Delta d_{GR} & \Delta dz \\ q & K & P(t_{gr}) & P(t_v) \\ \Delta P & S & C_{Pp} & C_{Pk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 92.497 & 83.376 & 90.23 & 9.121 \\ 2.267 & 2.847 & 4.007 & 6.853 \\ 0.391 & 172.531 & 0.762 & 0.537 \\ 0.222 & 30.867 & 60.784 & 61.369 \end{pmatrix}$$

Арк.

00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

3. Охорона праці

ВСТУП

У даному дипломному проекті запропоновано проект удосконалення системи теплоспоживання Юзефо-Миколаївського цукрового заводу. Під час роботи в приміщенні заводу на виробничий персонал на протязі довгого періоду впливають різні шкідливі фактори, які можуть призвести до захворювань та втрати працездатності.

За рахунок встановлення нового обладнання та використання сучасних засобів автоматизації знижується вплив шкідливих факторів на людину, підвищується безпечність експлуатації обладнання. Таким чином забезпечуються нормальні умови праці для персоналу.

В проект передбачено покращання умови праці за рахунок автоматичного ведення процесу виробництва теплової енергії, підвищення безпечності експлуатації обладнання, пониження рівня впливу шкідливих виробничих факторів на людину (нормалізація мікроклімату, зменшення теплового випромінювання).

Всі роботи проводяться з урахуванням основних вимог діючої нормативно-технічної документації (НТД) з охорони праці в галузі.

3.1.ЗАКОНОДАВСТВО ПРО ОХОРОНУ ПРАЦІ В УКРАЇНІ

Основні законодавчі акти з охорони праці: Конституція України, Закон України “Про охорону праці” від 21 листопада 2002р., Кодекс законів про працю України, Закон України “Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності”, Основи законодавства України про охорону здоров’я, Закон України “Про пожежну безпеку”, Закон України ”Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку”, Закон України “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення”, Закон України „Про колективні договори і угоди”.

Їх доповнюють державні міжгалузеві та галузеві нормативні акти про охорону праці – це стандарти, правила, норми, положення, статuti, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов’язкових для виконання усіма установами і працівниками України.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>	<i>Проект реконструкція цукрового заводу з метою зменшення витрати палива на технологічний процес Охорона праці</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>		<i>Наумук Р.М.</i>						
<i>Перевішив</i>		<i>Бойко В.О.</i>						
<i>Керівник</i>		<i>Бойко В.О.</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Петренко В.П.</i>				НУХТ ТЕХТ ТЕ-4-5		

Основними з документів є система стандартів безпеки праці (ССБП), санітарні норми і правила (СНіП), будівельні норми і правила (БНіП), державні нормативні акти з охорони праці (ДНАОП), правила охорони праці на цукровому виробництві, правила улаштування електроустановок (ПУЕ), правила техніки безпеки в електроустановках (ПТБЕ).

3.2. ФІНАНСУВАННЯ ЗАХОДІВ З ОП НА ОСТРОЗЬКОМУ ЦУКРОВОМУ ЗАВОДІ

Оскільки цукровий завод є приватним підприємством, то на фінансування заходів з охорони повинно виділятися 0,5 % від суми реалізованої продукції, а саме 180,700 тис. грн.

Передбачають реалізацію заходів для покращення умов праці, створення кращих побутових і соціальних умов на виробництві, підготовки підприємства до робіт в осінньо-зимовий період.

3.3. ІНСТРУКТАЖІ З ОП НА ОСТРОЗЬКОМУ ЦУКРОВОМУ ЗАВОДІ

Інструктажі з питань охорони праці проводяться на всіх підприємствах, установах і організаціях незалежно від характеру їх трудової діяльності, підлеглості і форми власності. Мета інструктажу – навчити працівника правильно і безпечно для себе і оточуючого середовища виконувати свої трудові обов'язки.

Інструктажі за часом і характером проведення бувають вступними, первинними, повторними, позаплановими та цільовими.

3.4. АНАЛІЗ ШКІДЛИВИХ ТА НЕБЕЗПЕЧНИХ ВИРОБНИЧИХ ФАКТОРІВ В СОКООЧИСНОМУ ЦЕХУ

Обслуговуючий персонал випарної станції працює в умовах підвищеної небезпеки.

На ділянці нагріву та концентрації соку присутні такі шкідливі і небезпечні фактори: підвищена температура повітря робочої зони; можливе забруднення повітря шкідливими газами; наявність теплового випромінювання; недостатній рівень освітленості робочого місця та приміщення; обертові частини машин та механізмів; наявність посудин, що працюють під тиском; електро та пожежонебезпека; шум і вібрація.

Відповідно до закону України "Про охорону праці", на підприємстві необхідно виконувати комплекс заходів спрямованих на збереження здоров'я та працездатності людей у процесі праці.

Приміщення головного корпусу цукрового заводу, де

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

встановлюється нове обладнання відповідає всім вимогам ДНАОП 0.03-3.01-71.

”Санітарні норми проектування промислових підприємств” СН-245-71.

Після реконструкції ширина проходів між обладнанням (корпусами ВУ, насосами, збірниками) та боковими стінами складає 1,5 м , ширина проходів між технологічним обладнанням – 1,2 м. Ширина основних проходів по фронту обслуговування ВУ складає 3,5м.

Переkritтя та сходинок виготовлені з рифленої сталі. Площадка має проходи шириною 0,8 м і огорожена перилами висотою 1,0 м. Ширина сходів 0,6 м , кут нахилу до горизонту - 45⁰ , висота між сходинок - 200 мм, ширина сходинок 100 мм.

Висота проходів на відмітці обслуговування насосів, що має позначку 0,000 м, складає – 2,6 м. Відкриті монтажні пройми мають загорожу висотою 1,2 м та обшиті знизу суцільною бортовою обшивкою висотою 0,17 м.

Для зручності та безпеки обслуговування запірну арматуру встановлюємо на позначці 1,5 м від рівня обслуговування.

Робоче місце оператора ВУ (пульт управління) розташоване в спеціально збудованому, ізольованому приміщенні, обладнаному телефоном комп’ютерним столом, стільцем.

Підлога на ділянці виготовлена з вогнетривкого матеріалу, що має низьку теплопровідність. Поверхня підлоги негладка, неслизька.

Передбачено ізоляцію усіх трубопроводів, температура яких перевищує 45⁰С. Встановлення сучасної схеми автоматизації скоротить час перебування обслуговуючого персоналу в котельному цеху.

3.5.МІКРОКЛІМАТ ТА ЧИСТОТА ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА

Процес випарювання соку супроводжується виділенням теплоти, що призводить до підвищення температури в приміщенні, що погіршує мікроклімат робочої зони.

Робота оператора випарної установки відноситься до категорії середньої важкості (IIa).

Все це вимагає забезпечення на робочому місці параметрів повітря згідно ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей среды».

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони

Таблиця 3.1.

період року	t, °C	відносна вологість, %	швидкість руху повітря, м/с
холодний	21...23	<75	0,3
теплий	23...27	45...60	0,4

Необхідні параметри мікроклімату та чистоти повітря в робочій зоні дає вентиляція, теплоізоляція та ущільнення.

Теплова ізоляція є найбільш ефективним економічним засобом захисту від інфрачервоного випромінювання та попередження опіків. Температура на поверхні ізоляції не перевищує 45°C.

Загально-обмінна змішана припливно-витяжна вентиляція відповідає вимогам СніП2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование". Подача повітря здійснюється у верхню зону з тим, щоб рух повітря у робочій зоні не перевищував 0,4 м/с, а відведення забрудненого повітря здійснюється через два аераційні ліхтарі, а надходження—механічним вентилятором через розподільчий короб з підігрівником в зимовий період.

Кратність циркуляції повітря складає 3 рази/год. Концентрація SO₂, що виділяється від сульфідаторів підтримується загальнообмінною вентиляцією на рівні 2-3 мг/м³ (ГДК_{SO₂}=10 мг/м³).

Крім вентиляції параметри мікроклімату підтримуються теплоізоляцією. Згідно ДНАОП 0.00 - 1.07-94 "Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском", всі поверхні обладнання та трубопроводів з температурою зовнішньої поверхні стінок вище 45°C повинні бути ізольовані.

В якості ізоляції для трубопроводів, в залежності від діаметра труби і температури середовища використовуються азбестовий шнур діаметром 25 мм, шнур мінераловатний діаметром 60 мм, шкарлупи та сегменти перлітоцементні, мінераловатні плити. В якості основного ізоляційного шару для арматури передбачено використання матраців із мінеральної вати в оболонці з склотканини та шару алюмінію.

Для ізоляції обладнання (крім вібруючого) використовуються мінеральні плити. Для обладнання, що може піддатись вібрації –

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ				

азбестоцементна штукатурка, з окраскою в 2 шари.

Для плоских поверхонь обладнання застосовується азбестоцементна штукатурка товщиною 20 мм, яка наноситься на металеву сітку.

РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ ВИПАРНОГО АПАРАТУ (1 КОРПУС)

Вихідні дані:

1. Діаметр апарату — 3,6 м.
2. Стінка — сталь товщиною 15 мм.
3. Температура гріючої пари — 132 °С.
4. Допустима температура поверхні ізоляції — 45 °С.
5. Температура всередині приміщення—23 °С.

Розрахунок:

1. Визначаємо кількість теплоти, що віддається з одиниці поверхні тіла за одиницю часу в навколишнє середовище:

$$q = \alpha \cdot (T_{із} - T_{нов}), \text{ Вт/м}^2$$

а) визначаємо коефіцієнт тепловіддачі променевим випромінюванням від нагрітого тіла до поверхні ізоляції:

$$\alpha_{np} = \frac{\varepsilon \cdot c_o \cdot \left[\left(\frac{T_n}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{із}}{100} \right)^4 \right]}{T_n - T_{із}}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К},$$

$c_o = 5,67 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ — коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла,

$\varepsilon = 0,52$ — ступінь чорноти тіла,

$T_n = 132 \text{ °С}$ — температура пари в паропроводі,

$$\alpha_{np} = \frac{0,52 \cdot 5,67 \cdot \left[\left(\frac{405}{100} \right)^4 - \left(\frac{318}{100} \right)^4 \right]}{405 - 318} = 5,65 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К};$$

б) розраховуємо коефіцієнт тепловіддачі конвекцією від поверхні ізоляції до повітря:

$$\alpha_k = \frac{Nu \cdot \lambda}{d}, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К},$$

де $Nu = c \cdot (Gr \cdot Pr)^n$,

$$Gr \cdot Pr = \beta \cdot g \cdot \frac{d^3}{\nu^2} (T_{із} - T_{нов}) = \frac{0,0034 \cdot 9,8 \cdot 3,6^3 \cdot (318 - 298)}{(15,6 \cdot 10^{-6})^2} = 1,28 \cdot 10^{11},$$

$$\beta = \frac{1}{T_{нов}} = \frac{1}{(273 + 23)} = 0,0034 \frac{1}{\text{К}}$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ					

освітлення, яке виконане у відповідності до СніП II-4-79 "Естественное и искусственное освещение". В якості природного освітлення використовується двостороннє бічне освітлення.

Проектом передбачені такі види штучного освітлення: робоче загальне ($E_z = 100$ лк), на площадках та сходах ($E_z = 75$ лк); місцеве - використовується для освітлення відбору проб з випарних апаратів ($E_k = 300$ лк). Аварійне освітлення встановлене на пульті управління, на площадках огляду випарних апаратів та іншого обладнання, шляхах евакуації ($E_A = 7$ лк).

3.8. ЗАХОДИ З ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ

Ділянка випарної установки відноситься до приміщень з підвищеною електробезпекою. Безпечна експлуатація електрообладнання відповідає вимогам "Правил улаштування електроустановок" (ПВЕ), ДНАОП 0.00. – 1.21.98. "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів" і передбачає:

- ізоляцію струмопровідних елементів $R_{i3} > 0,5$ МОм;
- заземлення електрообладнання, яке захищає від пробною ізоляції на корпус людини $R \leq 4$ Ом;
- механічне та електричне блокування, що забезпечує відключення напруги на неізольовані струмопровідні частини обладнання при відкритому доступі до нього;
- використання пожежної напруги 12 В для живлення переносних світильників (для освітлення закритих ділянок, місць устаткування);
- здійснення закритої прокладки кабелів (у трубах);
- до обслуговування електрообладнання допускаються особи не молодше 18 років зі спеціальною підготовкою;
- для захисту від атмосферної електрики на даху цеху встановлено 2 стержні – блискавковідводи.

Світильники загального освітлення, що приєднані до джерела живлення напругою 127В та 220В, встановлюються на висоті не менше 2,2м від рівня підлоги.

Особи, що обслуговують електроустановки, користуються спецодягом, спецвзуттям та запобіжними приладами.

Ремонт електроустаткування проводиться лише за нарядом – допуском у присутності спостерігача.

3.9. ЗАХОДИ З ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

Приміщення, в якому розташована випарна установка, відноситься до вибухонебезпечного класу Д (згідно ПУЕ). Протипожежний режим на

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

заводі згідно вимог ГОСТ 12.1.004. – 91 ССБТ “Пожарная безопасность. Общие требования” та ГОСТ 12.1.010. – 76. ССБТ “Взрывобезопасность. Общие требования”.

Система запобігання пожежі та вибуху передбачає:

- надійну теплоізоляцію нагрівних елементів випарної установки та електроізоляцію;

- дотримання вимог пожежо- і вибухобезпеки при виконанні вогняних робіт та при експлуатації самої випарної установки;

- заборона паління в приміщенні;

- застосування засобів захисту від статичної та атмосферної електрики;

- застосування обладнання у безпечному виконанні;

- надійне приєднання провідників від обладнання до заземлюючого контуру без іскріння.

Система пожежного захисту включає такі заходи:

- Головний корпус заводу споруджений з негорючих матеріалів(II ступінь вогнестійкості)

- наявність первинних засобів пожежогасіння: ящик з піском і один пожежний щит (багор, лом, лопата, відро, сокира), вогнегасники типу ВП – 9 (по 2 на кожному поверсі);

- аварійне відключення обладнання, арматури, комунікацій;

- наявність протипожежного водопостачання: гідранти (2 шт.) та пожежні крани (4 шт.);

- наявність плану евакуації ;

- наявність протипожежних розривів між будівлями 12 – 15 м.

3.10. ВИМОГИ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ДО ОСНАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Випарна установка відноситься до стаціонарних посудин, що працюють під тиском. Тому її експлуатація повинна відповідати вимогам. Оператор та обслуговуючий персонал проходять курс навчання і після здачі заліку отримує допуск до робіт з об'єктами під тиском і щорічно проходить перевірку знань.

Тиск у випарних апаратах не повинен перевищувати технологічного, встановленого регламентом(допустимий надлишковий тиск у надтрубному просторі першого корпусу випарної станції-0.3МПа) і вимірюється технічним манометром загального призначення типу ОБМ1 – 100. Температура кипіння соку вимірюється термopарою (градуювання ХК). Система автоматизації забезпечує регулювання тиску, температури, подачу пари, контроль рівня конденсату, соку та сиропу (рівнеміри УБ –

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11). Кожен випарний апарат обладнаний запобіжними клапанами важільно-грузової дії типу ЕН в кількості двох штук.

Крім того, для запобігання травматизму при експлуатації випарної установки поверхні випарних апаратів, трубопроводів пари і гарячої води з температурою вище 60 °С теплоізольовуються (захист від опіків), а обертові частини насосів закриті захисними кожухами.

Безаварійна експлуатація випарної установки досягається дотриманням таких вимог:

- якщо на поверхні теплообміну утворюється накип граничної товщини, то випарний апарат зупиняють і поверхню нагріву виварюють або очищують. При виварюванні утворюється вибухонебезпечний газ – водень. В цей період правилами техніки безпеки забороняється проводити вогняні роботи, а приміщення під час виварювання добре провітрюють;

- при необхідності огляду чи ремонту всередині випарного апарату, останній попередньо провітрюють і охолоджують, інші комунікації від'єднують встановленням заглушок;

- періодично (через 2 – 3 роки) перевіряють стан стінок і швів апаратів з метою визначення їх міцності.

3.11. ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ

Заміна застарілого обладнання більш ефективним та дотримання запропонованих основних нормативно-технічних вимог з охорони праці дозволить покращити умови праці робітників, а також зменшити ймовірність виникнення аварійних ситуацій.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 4. Захист навколишнього середовища

Загальна характеристика

Дипломний проект передбачає реконструкцію теплового господарства цукрового заводу, який розташований у п.г.т. Згурівка.

В ТЕЦ Юзефо-Миколаївського цукрового заводу встановлено 3 парогенератори типу ДКВР-20-2,3-370 продуктивністю 20 т/год. ТЕЦ обладнана хімводоочисткою, яка працює за схемою 2 ступеневого На-катіонування і деаераторною установкою атмосферного тиску. Відведення димових газів здійснюється димососами №1-2 Д-17 та Д-15 відповідно і цегляною димовою трубою висотою 60 м.

Технологічна частина заводу оснащена 1 двошнековим дифузійним апаратом похилого типу, 5-ти корпусною в тому числі з 3а корпусом випарною установкою, в якій була збільшено поверхню нагріву на 1180 м² шляхом встановлення додаткового 4б (5) випарного апарата типу Роберта у зв'язку із підвищенням продуктивності до 2400 тонн буряків за добу.

Основні джерела викиду забруднюючих речовин на підприємстві є: вапняково-випалювальна піч, випарні апарати, вакуум-апарати, дифузійна установка, димова труба ТЕЦ, тощо.

За даними екологічного паспорту, діючі джерела викидають: вапняково-випалювальна піч – CO, CO₂, SO₂, оксиди азоту, пил вапняку; дифузійна установка — азот амонійний, аміак; бункер із цукром виділяє цукровий пил. З димової труби ТЕЦ викидаються при основному паливі (газ) – двоокис азоту, оксид вуглецю, а при резервному паливі (мазут) – двоокис азоту, сірчистий ангідрид, тверді речовини (зола), оксид вуглецю, оксид ванадію (V).

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.1. Характеристика по викидах забруднюючих речовин.

Таблиця 4.1

Назва речовини	ГДК, мг/м ³	Клас небезпечності	Викид речовини, т/рік
Оксиди азоту	0,085	2	92,3
Азот амонійний	0,01	3	0,85
Аміак	0,2	4	5,8
Цукровий пил	0,5	3	7,7
Оксид вуглецю	5	4	15,4
Сірчистий ангідрид	0,5	3	45,02
Вуглеводи	5	4	9,3
Зола	0,15	3	0,958
Зварювальний аерозоль, в т.ч. оксиди заліза	0,04	3	0,085
Пил неорганічний (металоподібний)	0.5	3	0,016
Оксиди ванадію(V)	0.02	1	0,2

З метою скорочення кількості викидів забруднюючих речовин, зниження їх концентрації в атмосфері передбачаються технологічні та спеціальні заходи.

Технологічні заходи передбачають застосування відносно екологічно чистого палива – природного газу для спалювання його у топках котлів, утилізація теплоти вихідних газів, в результаті чого знижується витрата палива на котли.

В результаті використання природного газу, як палива, з димової труби виключаються викиди сірчистого ангідриду та пилу. А при використанні теплоти вихідних газів в тепловій схемі ТЕЦ шляхом застосування спеціальних утилізаторів (економайзерів та повітропідігрівників) зменшується використання палива за рахунок збільшення ККД котлів приблизно на 4%, використання палива по ТЕЦ зменшується на 4 %. Викиди оксидів азоту зменшуються прямо пропорційно зменшенню споживання палива, тобто на 4 %.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До спеціальних заходів відносяться: скорочення неорганізованих викидів, покращення умов розсіювання викидів, вибір оптимальної висоти димової труби 60 м.

4.2. Водоспоживання та водовідведення

Відповідно з технічними умовами на підключення ТЕЦ до мереж водопроводу і каналізації цукрового заводу джерелом питної води є існуючий водопровід питної води заводу, технічної води – дефлегматорні води головного корпусу заводу та існуючий технічний водопровід заводу в якості резервного джерела.

Скид стічних вод від ТЕЦ здійснюється в існуючу каналізацію заводу в кількості 523,6 м³/добу.

Показники забруднень стічних вод, що скидаються в каналізацію:

БПК – 11,8кг/добу,

зважені речовини – 9,5 кг/добу,

хлориди – 75 кг/добу,

сульфати – 36 кг/добу,

солі – 198,3 кг/добу.

Джерелом забруднення також є відходи, розташовані за межами населеного пункту, в кількості:

- металобрухт - 49 т/рік;

- люмінісцентні лампи – 10 шт./рік.

4.3 Розрахунок зборів за забруднення навколишнього природного середовища

4.3.1 Збір за викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел

$$Z_{вс} = \sum (M_i \cdot H_{бі}) \cdot K_{нас} \cdot K_{ф} \cdot K_{інд}$$

де M_i – маса i -тої забруднюючої речовини, т, $H_{бі}$ – норматив збору за 1 т викинутої i -тої забруднюючої речовини, грн./т:

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4 Розрахунок висоти димової труби

Призначення димової труби ТЕЦ полягає у створенні натуральної тяги, відводу та ефективного розсіювання в атмосферу газоподібних продуктів згорання до меж, які допускаються санітарними нормами. Розрахуємо висоту димової труби.

Розрахунок висоти димової труби при натуральній тязі.

-теоретичні об'єми повітря та продуктів згорання палива

-коефіцієнт надлишку повітря $\alpha=1,15$

-витрата палива на три котла $B= 2386,8 \text{ м}^3/\text{год} = 0,663 \text{ м}^3/\text{с}$

-температура димових газів на виході з котла $t''_k = 130^\circ\text{C}$

Об'ємна витрата димових газів

$$V_{d.z.} = V_z \cdot B \frac{273 + t_z^{cp}}{273},$$

$$\text{де } V_z = V_z^0 + (\alpha - 1)V_d^0 = (1,07 + 7,84 + 2,21) + (1,15 - 1) \cdot 9,91 = 12,61 \text{ м}^3 / \text{м}^3;$$

$$V_g^0 = 9,91 \text{ м}^3 / \text{м}^3;$$

$$V_{RO_2}^0 = 1,07 \text{ м}^3 / \text{м}^3;$$

$$V_{N_2}^0 = 7,84 \text{ м}^3 / \text{м}^3;$$

$$V_{H_2O}^0 = 2,21 \text{ м}^3 / \text{м}^3;$$

t_z^{cp} - середня температура димових газів

$$t_z^{cp} = \frac{t'_z + t''_z}{2} = \frac{t'_z + (t'_z - \Delta t \cdot H)}{2},$$

де t'_z - температура димових газів на вході в трубу, $^\circ\text{C}$;

Δt - зниження температури на кождний метр труби, $^\circ\text{C}/\text{м}$;

H – висота димової труби, м.

Для сталъних нефутерованих труб $\Delta t=3^\circ\text{C}/\text{м}$

Врахуємо зниження температури димових газів в газоходах котлів.

Довжина газоходів 5м. Отже, температура димових газів на вході в димову трубу $t'_z = t''_k - \Delta t \cdot 5 = 130 - 3 \cdot 5 = 115^\circ\text{C}$

Задамо висоту димової труби $H=60\text{м}$. Тоді середня температура димових газів буде рівна :

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_2^{cp} = \frac{115 + (115 - 3 \cdot 60)}{2} = 70^\circ\text{C}; \quad V_{d.z.} = 12,61 \cdot 0,663 \cdot \frac{273 + 70}{273} = 10,5 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Діаметр вихідного перерізу димової труби

$$d_0 = 1,13 \sqrt{\frac{V_{d.z.}}{w_2}},$$

де w_2 - швидкість димових газів, м/с.

При натуральній тязі приймаємо $w_2 = 7 \text{ м/с}$.

$$d_0 = 1,13 \sqrt{\frac{10,5}{7}} = 1,38 \text{ м}. \quad \text{Отже } d_0 = 1500 \text{ мм, труба стальна.}$$

Уточним швидкість димових газів: $w_2 = \frac{V_{d.z.}}{\frac{\pi \cdot d_0^2}{4}} = \frac{10,5}{\frac{\pi \cdot 1,5^2}{4}} = 5,94 \text{ м/с}.$

Висота димової труби на натуральній тязі: $H = \frac{1,2 \cdot \Delta h + h_d + \Delta h_m}{(\rho_v - \rho_2)g},$

де 1,2 – коефіцієнт запасу по тязі;

Δh – перепад повних тисків газового тракту котлоагрегату без врахування самотяги і тиску труби, Па;

h_d – втрати напору на місцеві опори на виході з труби, Па;

Δh_m – втрати тиску на тертя в димовій трубі, Па;

ρ_v – густина атмосферного повітря, кг/м³;

ρ_2 – густина димових газів в трубі, кг/м³;

g – прискорення вільного падіння, м/с².

Густини атмосферного повітря і димових газів

$$\rho_v = \rho_v^0 \frac{273}{273 + t_v} \cdot \frac{B}{760};$$

$$\rho_2 = \rho_2^0 \frac{273}{273 + t_2^{cp}} \cdot \frac{B}{760},$$

де ρ_v^0, ρ_2^0 – густини відповідно атмосферного повітря і димових газів при нормальних умовах (температура 0 °С, тиск 760 мм рт.ст.);

t_v – температура зовнішнього повітря, °С;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ					

$t_{r^{cp}}$ - середня температура газів в трубі, °C;

B – барометричний тиск, мм рт.ст.

Згідно $\rho_6^0 = 1,293 \text{ кг} / \text{м}^3$;
 $\rho_z^0 = 1,295 \text{ кг} / \text{м}^3$

Середня температура зовнішнього повітря для с.Шамраївка $t_n = 23,7^\circ\text{C}$.

$$\rho_6 = 1,293 \frac{273}{273 + 23,7} \cdot \frac{750}{760} = 1,2 \text{ кг} / \text{м}^3;$$

$$\rho_z = 1,295 \frac{273}{273 + 70} \cdot \frac{750}{760} = 1,02 \text{ кг} / \text{м}^3.$$

Втрати тиску на місцеві опори на виході з труби, Па

$$h_0 = 1,1 \frac{\rho_z \cdot w_z^2}{2}; \quad h_0 = 1,1 \frac{1,02 \cdot 5,94^2}{2} = 19,79 \text{ Па}.$$

Втрати тиску на тертя в циліндричній димовій трубі, Па :

$$\Delta h_m = \lambda \frac{H}{d_0} \rho_z \frac{w_z^2}{2},$$

де λ - коефіцієнт опору тертя, $\lambda = 0,03$ (для нефутерованої труби).

$$\Delta h_m = 0,03 \frac{30}{1,5} 1,02 \frac{5,94^2}{2} = 10,8 \text{ Па}.$$

Втрати тиску в газоходах, Па

$$\Delta h = \sum (Rl + Z); \quad R = n\lambda \frac{\rho_z w_z^2}{2} \cdot \frac{1}{d_0};$$

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{k_z}{d_0} + \frac{68}{\text{Re}} \right)^{0,25}; \quad \text{Re} = \frac{w_z d_0}{\nu} = \frac{5,94 \cdot 1,5}{18,74 \cdot 10^{-6}} = 475454,$$

де ν - кінематична в'язкість при середній температурі газу 70°C

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{0,1}{1,5} + \frac{68}{475454} \right)^{0,25} = 0,013; \quad R = 0,013 \frac{1,02 \cdot 5,94^2}{2} \cdot \frac{1}{1,5} = 0,156 \text{ Па} / \text{м}.$$

Втрати тиску на місцеві опори: $Z = \sum \frac{\rho_z w_z^2}{2} = 1 \frac{1,02 \cdot 5,94^2}{2} = 17,99 \text{ Па}.$

Втрати тиску в газоході: $\Delta h = 0,156 \cdot 5 + 17,99 = 18,77 \text{ Па}.$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ				

Висота димової труби:
$$H = \frac{1,2 \cdot 18,77 + 19,79 + 10,8}{(1,2 - 1,02) \cdot 9,81} = 60,08 \text{ м.}$$

Отримана висота труби достатньо близька до прийнятої, тому кінцева висота труби $H = 60 \text{ м.}$

ВИСНОВКИ

На основі аналізу даних про район розташування цукрового заводу, використання земельних ресурсів, сировини, матеріальних та енергетичних ресурсів, оцінювання шкідливої дії виробництва на навколишнє середовище можна сказати, що цукровий завод є одним з основних джерелом викидів та скидів забруднювальних речовин у навколишнє середовище.

Обсяги забруднюючих речовин в атмосферу на заводі відповідають встановленим нормам. При сатурації соку слід враховувати забруднюючі викиди в атмосферу з тим, що оксид вуглецю забруднює навколишнє середовище, знижує чистоту соку і швидкість проходження карбонізації, а також до перевитрат вапняку і палива на заводі впроваджують заходи, направлені на зниження проценту викиду його в атмосферу.

На підприємстві проводяться такі збори за забруднення:

- за викиди від стаціонарних джерел забруднення;
- за викиди від пересувних джерел забруднення;
- за розміщення відходів.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Цивільна захист

Розробка схеми безаварійного зупинення підприємства харчової промисловості при виникненні аварійної ситуації (аварії).

Вступ

Розробка схеми безаварійного зупинення підприємства харчової промисловості здійснюється з метою виключення можливих виробничих аварій та їх подальшого поширення, а також з метою створення максимально сприятливих умов для захисту особового складу й швидкого поновлення технологічного процесу.

В даному розділі дипломного проекту запропонована і наведена схема безаварійної зупинки завод вцілому та ТЕЦ Юзефо-Миколаївського цукрового заводу.

5.1. Безаварійного зупинення підприємства харчової промисловості.

Загальна характеристика Юзефо-Миколаївського цукрового заводу та надзвичайних ситуацій, що вимагають негайного припинення виробництва.

Обслуговування та нагляд за котлами виконується шляхом періодичних обходів. Виробництво теплової енергії має неперервний характер, робота котельної і заводу виконується в три зміни.

Безаварійна зупинка виробництва на цукровому заводі складається в проведенні ряду строго послідовних, регламентованих за часом і місцем технічних і технологічних операцій по відключенню або зупинці агрегатів і апаратури його потокової технологічної лінії, енергоджерел, енергомереж і комунікацій у сполученні із заходами щодо захисту персоналу, сировини, напівфабрикатів виробництва (буряковий сік, сироп, утфелі, продуктиві цукри, меласа та ін.) і готової продукції. Вона здійснюється з метою попередження або уникнення можливих виробничих аварій при поразці заводу ядерною зброєю, а також збереження матеріальних ресурсів і створення сприятливих умов для відновлення виробництва.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- проведення робіт з герметизації за рахунок установлених заздалегідь підготовлених ущільнюючих пристроїв у складських і виробничих приміщеннях;

- припинення подачі пари, палива в топку котлів, заповнення їх водою;

- видалення в зимовий час води із трубопроводів, апаратур і пристроїв при запобіганні їхнього руйнування при замерзанні води; вимикання вентиляційних пристроїв, крім витяжної вентиляції продуктового відділення;

- знеструмлення силових і освітлювальних мереж.

При розробці схеми безаварійної зупинки передбачають також варіанти зупинки у випадках раптового відключення електроенергії, припиненні подачі пари або води.

5.2. Розробка заходів з негайної безаварійної зупинки цукрового заводу.

1) Для забезпечення споживачів електричною і тепловою енергією, що вимагає подачі її в будь-якій ситуації, на цукровому заводі встановлюють інше, незалежне від теплоелектроцентралі, джерело електропостачання (резервний або від зовнішньої мережі). На заводі складають перелік цих споживачів. При тривалому вимушеному відключенні основного джерела енергопостачання здійснюють перехід цих споживачів на споживання від резервного енергоджерела.

Потужність резервного джерела енергопостачання підбирають такий, щоб забезпечити подачу 25-30% - електроенергії від тієї, що витрачається при нормальній роботі заводу.

2) У випадках раптового припинення подачі електроенергії на нетривалий час (до однієї доби) на цукровому заводі застосовують наступні Дії:

- переводять у положення "Відключено" всі пускові та вимикаючі пристрої електроприводів устаткування; на розподільчих щитах підстанції відключають всі живильні фідери;

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- на ділянці прийому та зберігання буряка автотранспорт, що прибуває з буряком направляють на розвантаження в ті кагати, де працюють буртоукладчики із приводами від трактора;

- на тракті подачі буряка і сокодобування закривають всі вентиля подачі води в гідротранспортер (після зупинки насосів), пульсуючі і ґратчасті шибери, клапани продувки камневловлювачів (при установці їх на підвісному гідротранспортері); на буряконасосі закривають кришку на всмоктувальному патрубку та вентиль подачі свіжої води на промивання тертьових поверхонь насоса I на охолодження підшипників. Закривають також вентиля подачі свіжої води і прояснених мийних вод на бурякомийках, вентиля подачі пари або повітря на бурякорізки. На дифузійних апаратах закривають вентиля подачі живильної води і пари, а також вентиль на нагнітальній комунікації подачі дифузійного соку на станцію очищення;

- по тракту очищення соків і сиропів закривають всі вентиля подачі пари, накопичувальні й спускні вентиля (крани, засувки), випускають повітря на фільтрах через повітряні відтяжки, закривають пристрої, які виводять пару з випарної установки на конденсатор;

- на вакуум-апаратах продуктового відділення фіксують у закритому положенні пробні крани, закривають вентиля (парові, повітряні і подачі продуктів), випускають утфель в утфелемішалку. При необхідності для зниження в'язкості міжкристального розчину) в утфель додають воду або сироп і залишають його в такому стані до появи електроенергії. Щоб уникнути осадження кристалів цукру в утфілемешалках здійснюють періодичне обертання вала ручним приводом. Центрифуги, які знаходяться в роботі (обертові), зупиняють за допомогою ручного гальма;

- обладнання відділення сушіння цукру (конвеєри, елеватори, віброконвеєри під центрифугами та ін.) не звільнюють від цукру, який в них знаходиться; обслуговуючий персонал повинен періодично робити його розпушування за допомогою грабельних розрихлювачів і вібраційних пристроїв для запобігання зліплення цукру в брили;

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- на складах зберігання цукру припиняють роботи, пов'язані з використанням механізмів, що споживають електроенергію; припиняють подачу води на пристрої кондиціонування повітря;

- у вапняно-газовому відділенні при наявності можливостей переходять на електроживлення від резервного (зовнішнього) джерела електроенергії; вапняно-газову піч переводять на природну тягу, поступово вивантажують вапно з печі на сторону, вапняне молоко (суспензію) залишають в апаратах, що приводять у рух від резервних (зовнішніх) джерел живлення або вручну;

- у жомосушильному відділенні припиняють подачу палива в топку жомосушки і жому в її барабан. При роботі жомосушки на твердому паливі згрібають вручну залишки палаючого палива з ланцюгових ґрат у шлаковий бункер і прохолоджують їх водою. У приміщенні жомосушильних установок відкривають вікна, двері й інші прорізи для забезпечення природної вентиляції. При поновленні подачі електроенергії в першу чергу включають вентиляційні установки й забезпечують повне видалення газоподібної фази продуктів згоряння.

У всіх випадках при наявності на робочих місцях засобів автоматики й контрольно-вимірювальних приладів черговий персонал, крім перерахованих вище робіт, повинен перевести прилади й засоби автоматизації на ручне дистанційне керування, вивести завдання до нульового значення шкал і діаграм приладів, відключити їхнє живлення.

При відключенні засобів автоматики від джерел живлення електроенергії та повітря керування устаткуванням здійснюють вручну.

3) При більш тривалому припиненні подачі електроенергії і тепла виконання робіт з безаварійної зупинки здійснюють із урахуванням номінальної потужності і можливості використання резервного джерела енергії або поступовому відключенні споживачів. Виробнича схема такого відключення аналогічна графікові (див.табл.1.), але має свої особливості. Додатково до робіт, виконуваним аналогічно п.8.2.6)., у зимовий час:

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

• у дифузійному відділенні: вводять формалін у дифузійні установки. По мірі надходження електроенергії підключають електрообладнання установок і видаляють із них бурякову стружку в жомові ями;

• на тракті очищення соків і сиропів: випускають частину, що залишилася у відстійниках фільтрів-згущувачів і дискових фільтрів суспензії, для уникнення осаду у комунікаціях, потім повністю видаляють через відводи суспензію. При надходженні води проводять промивку фільтрів. У відкриті ємності з дифузійним соком, додають формалін; після очищення фільтрів і зниження споживання електроенергії сік направляють у випарну установку і виводять із неї сироп у збірники перед вакуум-апаратами. Аміачну воду, що накопилася, викачують в аміачний збірник. Після завершення вищенаведених робіт у випарній установці відкривають дренажні ящики установок і конденсатного господарства;

• у продуктовому і сушильному відділеннях продовжують роботи в повільному темпі: сироп, що надійшов з випарної установки, варять у вакуум-апаратах I кристалізації, отриманий утфель центрифугують на частини, які продовжують роботу центрифуг; відтіки утфелі переробляють за відповідною, прийнятою на заводі технологічною схемою. Цукор II і III кристалізації при цьому виводять із апарата і упаковують в окремі мішки, що мають (по можливості) поліетиленові вкладиші. Надалі по завершенню виробництва, аффінаційну мішалку, насоси, комунікації і утфілерозподільник аффінаційної маси, аффінаційні центрифуги звільняють від залишків утфеля, зупиняють і пропарюють. Останні порції утфеля варять в одному з вакуум-апаратів I кристалізації; після спуску утфеля вакуум-апарат зупиняють і знижують подачу води на конденсатор. Віброконвеєр цукру-піску і елеватор зупиняють і очищають від залишків цукру. У такій же послідовності зупиняють інше обладнання. Після випорожнення збірних відтоків зупиняють і пропарюють насоси меласи, а із завершенням спуску утфеля останнього продукту - насос РМК, припиняють подачу холодної води на конденсатор.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

соку на станцію очищення і зупиняють (після вироблення буряка) дифузійні апарати;

- у продуктовому відділенні закривають вентилі подачі пари у вакуум-апарати, у першу чергу звільняють вакуум-апарати з утфілем найбільшого ступеня готовності (при наявності вільного місця в утфілемішалках). Утфілі, що перебувають у початковій стадії варіння, варять, розбавляють водою до повного розчинення кристалів, пробні крани вакуум-апаратів фіксують у виключеному положенні, відключають від них парові, а потім повітряні трубопроводи та за допомогою вентилів сполучають їх з атмосферним повітрям, потім закривають вентиля подачі продуктів на колекторах;

- у відділенні сушіння і зберігання цукру сушильно-охолоджувальне обладнання і його транспортні комунікації не відключають до припинення роботи центрифуг. Забір повітря, що подається в сушильно-охолоджувальну установку, забирають переважно із приміщень, а його циркуляцію здійснюють (якщо це можливо) за замкнутою схемою. Після звільнення цукросушильного обладнання від цукру припиняють подачу води на вентиляційне обладнання;

- у жомосушильному відділенні припиняють виробництво збагаченого сушеного жому, звільняють і очищають дозатори порошкоподібних компонентів, а змішувачі і трубопроводи - від меласи.

При повній зупинці заводу і припиненні споживання пари теплоелектроцентральною (парову котельню) зупиняють повністю. Зупинку парових котлів здійснюють по черзі, відповідно до режимних карт і діючих інструкцій. Інструкції по зупинці котлів у звичайному режимі і при аварійних ситуаціях розробляють завчасно відповідно до встановлених правил Держгіртехнагляду правилами техніки безпеки роботи на електростанціях, а також інструкціями з монтажу та експлуатації котлів, які встановлені заводами-виготовлювачами. При роботі котлів зі зменшеною продуктивністю навантаження на них повинна бути не нижче встановлених мінімально допустимих меж.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік безаварійної зупинки цукрового заводу, рекомендації.

	Типи операції і посада виконавця	Хвилини												
												20 і більше		
1	Сигнал про зупинку Заводу(нач. ЦО)	█												
2	Укриття працюючих (головний або змінний інженер)		█	█	█									
3	Припинення подачі буряка				█	█								
4	Зупинка гідравлічно-Го транспортера, гідрантів, насосів (черговий зміни)					█	█							
5	Припинення подачі соку, введення формаліну(черговий оператор диф. Уст.)					█	█							
6	Припинення прийому Пари і диф соку (чергов. оператор)						█	█						
7	Зупинка подачі пари і напівпродуктів						█	█						
8	Зупинка транспортерів, елеваторів.						█	█	█					
9	Зупинка складування і завантаження цукру						█	█	█	█				
10	Переведення вапняно-газової на живлення від ДЕС							█	█	█	█			
11	Припинення подачі палива і жому, вентиляція					█	█	█						
12	Відключення споживачів пари, відключення котлів										█	█	█	
13	Зменшення подачі води, закриття кранів										█	█	█	
14	Зупинка роботи кранів, станків					█	█	█						
15	Відключення кисневих балонів					█	█	█						
16	Звітність про виконання заходів по безаварійній зупинці заводу, стан обладнання											█		

На кожному підприємстві в підготовчий період повинен бути відпрацьований чіткий порядок зупинки технологічних ліній і безаварійного відключення всіх відповідальних вузлів обладнання, енергомереж, комунікацій.

Екстрена безаварійна зупинка підприємства при виникненні аварійних ситуацій і загрози стихійних лих здійснюється по сигналам ЦО. Вона вміщує ряд послідовних, регламентованих по часу технічних і технологічних операцій по

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

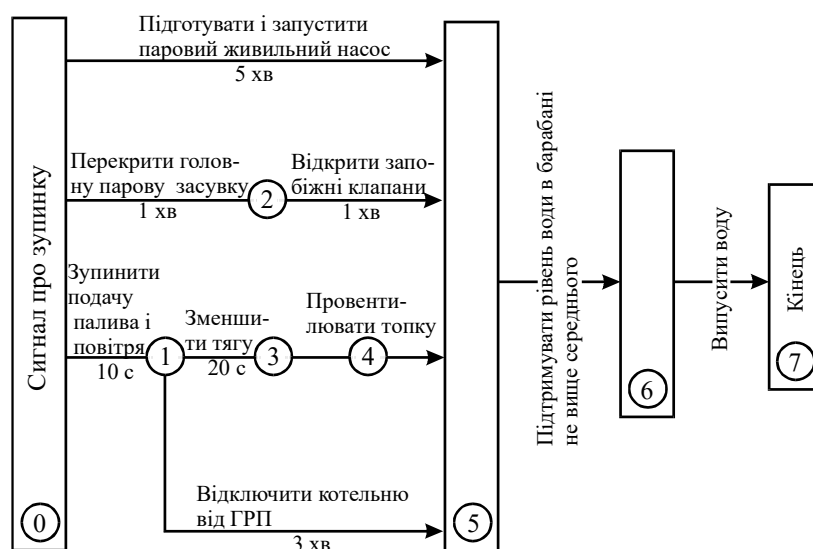
безаварійному відключенню або зупинці агрегатів і апаратури поточних технологічних ліній, енергоджерел, енергомереж і комунікацій, по консервації напівпродуктів і захисту виробничого персоналу, сировини, готової продукції і обладнання.

Зупинка виробництва в екстреному порядку здійснюється з ціллю запобігти можливі причини виникнення великих виробничих аварій при частковому знищенні об'єкта, зберегти сировину, напівпродукти і готову продукцію, а також зробити максимально благо приємні умови для захисту особового складу і швидкого становлення технологічного процесу.

Всі операції по екстреній зупинці підприємства виконуються черговим персоналом, склад якого здійснює головний інженер і затверджує директор підприємства.

Виробнича схема екстреної безаварійної зупинки підприємства - основний робочий документ, в залежності з яким проводять всі підготовчі заходи, здійснюють робочі операції по зупинці або відключенню агрегатів і енергоджерел, управління діями чергового персоналу, а також організовується захист людей, сировини, напівфабрикатів і виробничого обладнання.

Об'єм і зміст заходів по безаварійній зупинці підприємства здійснюють з урахуванням виду виробництва, ступені автоматизації і механізації виробничих процесів, характеру енергоспоживання, стану системи управління заводом та інших особливостей.



Виробнича схема безаварійної зупинки ТЕЦ.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зменшення часу безаварійної зупинки цукрового заводу, потрібно автоматизувати виробниче обладнання підприємства.

ТЕЦ має три котли, які в разі безаварійної зупинки зупиняються паралельно, тому схема безаварійної зупинки котельної наведена на прикладі одного котла і представлена на рис. 5.1.

В ній вказується дії персоналу та час їх виконання. Після сигналу зупинки : Автоматично перекривається подача повітря і палива, зменшити тягу , провентилувати топку, перекрити вхід та вихід мережної води, відкрити запобіжні клапани, підготувати та запустити живильний насос, відключити котельню від ГРП, всі ці дії виконують два оператори однієї зміни.

Схема зупинки котла показана на Рис 5.1.

Мережевий графік зупинки котла показаний на Рис.8.2. Він має два основні елементи: роботи і події. Події зображені кружечками з номерами, роботи – стрілочками, що зв'язують події. Поряд зі стрілочками вказаний час виконання цієї операції.

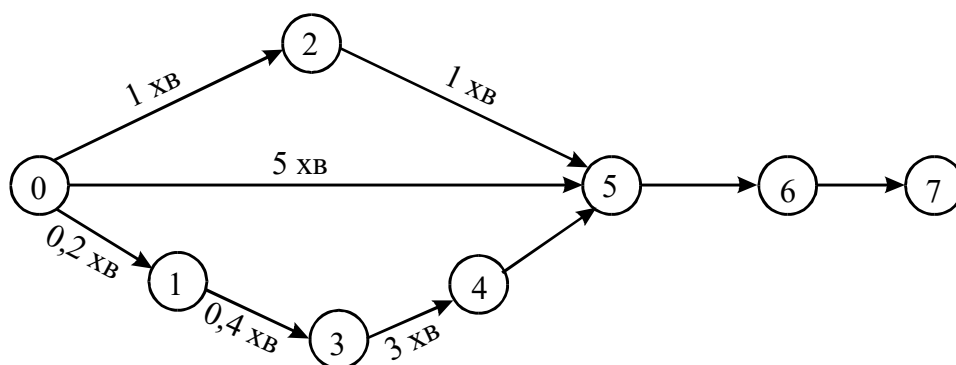


Рис. 5.2. Мережевий графік зупинки котла.

Висновок: Розроблена і запропонована схема відповідає всім вимогам цивільного захисту. якщо персонал буде чітко виконувати всі дії, згідно сітьового графіка, і при цьому дотримуватися всіх необхідних правил безпеки, то можна виконати безаварійну зупинку котла, на що необхідно 9 хвилин часу і при цьому не виникне ускладнень, які б могли привести до аварії.

Розроблення схеми безаварійної зупинки котельні проводиться для того, щоб навчити персонал заводу діяти при виникненні аварійної ситуації та для її запобігання.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Вукалович М.П., Ривкин С.Л., Александров А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара.-М.1969.-408 с.
2. В.А.Колесников, Ю.Г. Нечаев теплосиловое хозяйство сахарных заводов.— М.:Пищевая пром-сть,1980.—392 с.
3. Волошин З.С., Макаренко Л.П., Яцковский П.В. Автоматизация сахарного производства. 2-е изд., перераб. и доп.—М.: Агропромиздат, 1990.—271 с.;ил
4. Литвиненко А.М. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту „Охорона праці”, УДУХТ 1999р.
5. Масліков М.О. Промислові випробування та налагодження теплоенергетичного обладнання: Навч. посібн.—К: УДУХТ,2000.
6. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту/ Ю.М.Ухналевський.—К.: УДУХТ,2002.
7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86 УДК 502.5(203)
8. Таблюк М.І. Цивільна оборона. – К.: Техніка, 1994 р.
9. Шестиренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2004. – 656 с.
10. Основи теплотехнології цукрового виробництва. Навчальний посібник. М.О.Прядко, М.О. Масліков, В.П. Петренко,В.М.Філоненко,В.І.Павелко.2007.

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ						
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Наумук Р.М.			<i>Проект реконструкція цукрового заводу з метою зменшення витрати палива на технологічний процес</i> <i>Список використаної літератури</i>						
Перевір.		Бойко В.О.									
Реценз.											
Н. Контр.		Бойко В.О.									
Затверд.		Петренко В.П.									
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; font-size: small;">Літ.</td> <td style="width: 10%; font-size: small;">Арк.</td> <td style="width: 10%; font-size: small;">Аркушів</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>						Літ.	Арк.	Аркушів			
Літ.	Арк.	Аркушів									
НУХТ ТЕХТ ТЕ-4-5											

11. ВСН 205 - 84. "Инструкция по проектированию электроустановок систем автоматизации технологического оборудования;

ГОСТ «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»
21.404-85.

12. ГОСТ 12.1.004-85. ССБТ. "Пожарная безопасность. Общие требования";

13. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны";

14. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. "Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты";

15. ГОСТ 12.1012-90. ССБТ. "Вибрационная безопасность. Общие требования;

16. ДБН В.2.5-28-2006. "Природне і штучне освітлення";

17. ДНАОП 0.00 - 1.07-94 "Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском";

18. ДНАОП 0.00-1.21-98. "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів";

19. ДНАОП 0.01-1.01-95. "Правила пожежної безпеки в Україні";

20. ДНАОП 0.03-3.01-71 "Санітарні норми проектування промислових підприємств СН 245-71";

21. ДСН 3.3.6.039-99. "Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації";

22. ДСН 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;

					00КРБ 144ОПТЕ00.008.192033.2023.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		