

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра «Процеси та обладнання хімічних
і нафтопереробних виробництв»

**Кваліфікаційна робота бакалавра
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
ОП «Комп'ютерний інжиніринг обладнання хімічних
виробництв»**

**Тема роботи : Багатокорпусна випарна установка для
концентрації дифузійного соку виробництві цукру з
буряка . Розробити підігрівач соку**

Виконав:

Студент групи ХМдн-72чк Шкуропат Ю.І.

прізвище та ініціали

Залікова книжка № _____

Захищений з оцінкою:

Керівник:

ст.викл Корнієнко В.Н.

посада, прізвище та ініціали

підпис

СУМИ

2020

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

Кафедра «Процеси та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв»

ЗАВДАННЯ до кваліфікаційної роботи бакалавра

Студенту

Шкуропату Юрію Івановичу

1 **Тема роботи** : Багатокорпусна випарна установка для концентрації дифузійного соку виробництві цукру з буряка . Розробити підігрівач соку

2 **Вихідні дані:** _____

3 **Перелік обов'язкового графічного матеріалу (аркуш А1):**

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____

4 **Рекомендована література**

5 **Етапи виконання кваліфікаційної роботи бакалавра:**

Етапи і розділи проектування	Т И Ж Н І						
	1-й, 2-й	3-й, 4-й, 5-й, 6-й	7-й, 8-й, 9-й	10-й, 11-й, 12-й, 13-й	14-й		
1 Вступ	XX						
2 Технологічна частина		XXXX					
3 Розрахункова частина			XXX				
4 Розроблення креслень				XXXX			
5 Оформлення записки							X
6 Захист роботи							X

Дата видачі завдання

_____20__р.

Керівник

ст.викл, Корнієнко В.М.

підпис

посада, прізвище та ініціали

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 77 с., 10 рис., 5 табл., 2 додатки, 11 джерел.

Графічні матеріали: всього 4 листа А1, в том числі: технологічна схема установки, складальне креслення вакуум-апарата, гріючої камери.

Тема проекту: «Багатокорпусна випарна установка для випарювання дифузійного соку у виробництві цукру з буряка .Розробити підігрівач соку.

Наведені теоретичні основи и особливості процесу підігрівання випарювання дифузійного соку , обґрунтований вибір технологічної схеми виробництва.

Виконані розрахунки матеріального и теплового балансів процесу, технологічні розрахунки підігрівача , визначені його конструктивні розміри, гідравлічний опір, обґрунтований вибір матеріалів для виготовлення апарата, проведені розрахунки на міцність.

Креслення додаються.

Ключові слова: СІК БУРЯКОВИЙ ДИФУЗІЙНИЙ, СИРОП ЦУКРОВИЙ, РЕШІТКА ТРУБЧАСТА, КАМЕРА ГРІЮЧА, РОЗРАХУНОК, ГУСТИНА, ПРОСТІР ТРУБНИЙ , ПРОСТІР ТРУБНИЙ.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1. Технологічна частина	
1.1 Опис технологічної схеми виробництва.....	7
1.2 Теоретичні основи процесу.....	9
1.3 Опис об'єкту розроблення та вибір основних конструктивних матеріалів.....	19
2. Технологічні розрахунки процесу і апарата	
2.1. Матеріальний та тепловий баланси.....	25
2.2. Технологічні розрахунки.....	33
2.3. Конструктивні розрахунки апарата.....	38
2.4. Гідравлічний опір апарата.....	41
2.5 Вибір допоміжного обладнання.....	42
3. Розрахунки апарата на міцність та герметичність	
3.1. Визначення товщини стінки апарата і кришки.....	47
3.2. Розрахунок фланцевого з'єднання.....	50
3.3. Розрахунок опори апарата.....	60
4. Монтаж та ремонт апарата	
4.1 Монтаж розробленого апарата.....	64
4.2 Ремонт апарата.....	66
5. Охорона праці.....	69
Висновки.....	77
Список літератури.....	78
Додаток Б - Специфікації	

					ПОХНВ.В.00.00.00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата				
Розроб.		Шкцропат			Багатокорпусна випарна установка для випривання дифузійного соку у виробництві цукру з буряка .Розробити підварівач соку	Літ.	Арк.	Аркцнів
Перевір.		Корнієнко					4	78
Н. контр.		Корнієнко			СумДУ, гр. ХМдн-72чк			
Затв.		Складінський						

ВСТУП [1], [2]

Харчова промисловість України - одна з провідних галузей агропромислового комплексу України. Вона об'єднує 22 спеціалізованих галузі, що включають більше 40 основних виробництв, а за обсягом валової продукції - посідає друге місце після машинобудування і металургії.

Більшість вітчизняних технологій не поступаються за ефективністю та технологічністю кращим досягненням європейських держав, вони передбачають виробництво харчових продуктів широкого асортименту та високої якості. Але наявне устаткування має переважно низькі техніко-економічні показники (невисоку продуктивність, велику матеріальну та енергетичну ємкість), що обумовлює підвищення собівартості та зниження якості продукції.

Тільки оснащення харчової промисловості досконалими високопродуктивними, економічними та автоматизованими технологічними лініями, обладнанням, устаткуванням на рівні кращих світових зразків спроможне забезпечити виробництво якісних продуктів.

Сучасну базу цукрової промисловості в Україні представляють в основному підприємства малої і середньої потужності, основна виробничо-технічна база яких - стара, технічно спрацьована, яка потребує переоснащення і реконструкції .

Коефіцієнт спрацьовання основних фондів на багатьох заводах сягає 55 - 65 %, а затрати праці, сировини, палива, допоміжних матеріалів на виробництво продукції значно перевищують показники інших країн.

Бурякоцукровий комплекс України належить до тих пріоритетних галузей, розвиток яких найбільше сприяє зміцненню економічного потенціалу нашої держави, зростанню її експортних можливостей.

Для виведення цукрової промисловості з кризи, стабільного забезпечення внутрішнього ринку цукром власного виробництва та поставки його на експорт необхідно вирішити ряд невідкладних питань. Перш за все, це оснащення

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підприємств досконалими високопродуктивними та автоматизованими технологічними лініями, обладнанням, устаткуванням на рівні кращих світових зразків, які спроможні забезпечити виробництво якісної продукції. Основним завданням науково-технічного прогресу в цукровій промисловості є зниження питомих витрат сировини, палива, вапнякового каміння та інших матеріалів; збільшення виходу продукції та поліпшення її якості, завдяки впровадженню нових технологій; створення та забезпечення галузі високопродуктивним автоматизованим обладнанням; висока організація оптимального проведення технологічних процесів цукрового виробництва та поліпшення умов праці і охорони навколишнього довкілля.

З метою переробки цукрових буряків в оптимальні строки необхідно здійснити реконструкцію та технічне переоснащення на діючих цукрових заводах.

У харчовій промисловості процеси теплообміну посідають одне з найважливіших місць, для цього застосовують ряд теплообмінних апаратів. Рациональне тепловикористання на випарних стаціях цукрових заводів можливе завдяки безперервності процесу , і в тому в тому числі при забезпечинні попереднього підігріву соку на трьох ступенях кожухотрубних теплообмінників : дві з яких обігріваються вторинними парами із корпусів випарної установки , що зменшує витрати нагрівної пари .

Темою бакалаврської кваліфікаційної роботи передбачено розроблення кожухотрубного багатоходового теплообмінника для нагрівання дифузійного соку перед його випарюванням.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА [2]

1.1 Опис технологічної схеми виробництва [2]

Випарна станція – основний комплекс теплового господарства цукрового заводу і найбільший споживач пари.

Джерелом отримання пари є теплоелектроцентральною (ТЕЦ) заводу. Однак отриманий перегрітий гострий пар із-за своєї високої температури до 450°C не може бути використаний у виробництві. Для зменшення параметрів пара до необхідних величин тиск (до 0.4 МПа) і температури (до 143°C), його направляють ТЕЦ на турбіну і редуційну охолоджувану установку (РОУ), на якій отримується насичений редуційний пар.

Сік збирається у збірнику (поз. 13) звідки насосом (поз. 9.1) подається через три групи підігрівачів. Нагрівання в першому підігрівачі (поз. 10.1) проводиться до температури 65°C, в другому підігрівачі (поз. 10.2) – до температури 80°C, в третьому підігрівачі (поз. 10.3) – до температури 90°C. Після цього підігрітий сік нагнітається в перший корпус (поз. 1.1) випарної станції. Підігрів цього корпусу проводиться технологічним паром (це суміш відпрацьованого пара турбін і редуційного пара), який надходить з колектору (поз. 7) з температурою 120-132°C.

Підігрів соку в підігрівачах першої і другої групи проводиться вторинним паром відповідно першого і другого корпусів випарної станції, обігрів третього підігрівача здійснюється технологічним паром. Сік із першого корпусу перетікає в другий (поз. 1.2), в якому підтримується температура 110-118°C, потім в третій (поз. 1.3) з температурою 104-110°C та четвертий (поз. 1.4) з температурою 93-103°C. З четвертого корпусу (поз. 1.4) упарений сік подається в збірник рідкого сиропу з клеровкою (поз. 4). Із збірника рідкого сиропу з клеровкою (поз. 4) насосом (поз. 9.3) сік подається на сульфитатор сиропу (поз. 11), де обробляється сірчанним газом SO₂ (який утворюється в печах) для зменшення кольоровості соку.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сульфітований сік потрапляє в збірник, куди також подається сік упарений з четвертого корпусу (поз. 1.4), сульфітованого сиропу (поз. 6), з якого насосом (поз. 9.4) перекачується в напірний збірник (поз. 2).

В другому випадку упарений сік із збірника рідкого сиропу з клеровкою поступає, за допомогою насоса (поз. 9.3), в напірний збірник (поз. 2). З напірного збірника упарений сік подається на патроні фільтри.

Оброблений сироп фільтрується на сиропних фільтрах (поз. 12) під статичним тиском $\approx 4-6$ м. вод. ст., з яких направляється в збірник (поз. 5). Із збірника (поз. 5) упарений сік направляється в п'ятий корпус (поз. 1.5) з температурою $70-80^{\circ}\text{C}$. Із п'ятого корпусу (поз. 1.5) сироп насосом (поз. 9.5) перекачується в збірник густого сиропу (поз. 3), з якого направляється на сиропний фільтр.

Обігрів корпусів здійснюється за рахунок вторинної пари випарних апаратів, що очистилися від крапель соку в сепараторах.

Проходячи послідовно всі корпуси сік за рахунок випарювання із нього води згущається до концентрації сухих речовин $\approx 65\%$.

Конденсат сокового пара першого та другого корпусів стікає в конденсатні колони (поз. 8.1 і 8.2), з яких направляється в ТЕЦ для живлення котлів, а несконденсовані пари направляються на обігрів випарного апарату (поз. 1.2 і 1.3).

Конденсат сокового пара третього та четвертого корпусів також стікає у конденсатовідведні колонки (поз. 8.3 і 8.4), з яких насосом (поз. 9.2) направляється у збірник конденсату, а несконденсовані пари направляються на обігрів випарного апарату (поз. 1.4 і 1.5).

Конденсат п'ятого корпусу, що з нижчою температурою стікає у збірник для конденсату.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Теоретичні основи процесу [1]

Характеристика нагрівальних середовищ - теплоносіїв

Робочі середовища, що змінюють температуру в процесі теплообміну, називаються теплоносіями. Інтенсивність передачі теплоти від одного теплоносія до іншого, стійкість процесу кипіння або конденсації, а також надійність роботи випарника залежить як від конструктивних особливостей апарата, так і від параметрів, фізичних і хімічних властивостей теплоносіїв. Фізичні і хімічні властивості теплоносіїв часто визначають вибір типу і конструкцію апарата.

Найважливішими умовами, від яких залежить вибір теплоносія: допустима температура нагрівання або охолодження теплоносія і можливість його регулювання; пружність пари при прийнятій температурі і термічна стійкість; фізичні властивості, що впливають на теплообмін; токсичність і хімічна активність; доступність і вартість; безпека при нагріванні.

У кожному конкретному випадку, виходячи з умов процесу, нагрівання середовища, конструктивних особливостей апарата, необхідно обґрунтувати вибір теплоносія, що максимально задовольняє запропоновані вимоги.

До найбільш поширених теплоносіїв належать: водяна насичена пара, продукти згорання палива, повітря, дисперсні середовища, високотемпературні рідини і їхні пари, рідкі метали.

Насичена водяна пара застосовується як нагрівальне середовище у стаціонарно встановлених апаратах. Його можна транспортувати трубопроводами на значні відстані. При нагріванні парою у широких межах і з достатнім ступенем точності можна регулювати температурний режим шляхом зміни тиску пари методом дроселювання без зволоження або зі зволоженням. Пара доступна, нетоксична, відносно дешева, особливо якщо в апаратах використовують пару уже частково відпрацьовану в яких-небудь енергетичних установках.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У більшості випадків конденсація пари у випарнику відбувається при постійному тиску, постійній температурі і високому коефіцієнті теплообміну, що часто є вирішальним чинником при виборі теплоносія.

Основним недоліком водяної пари є значне підвищення тиску залежно від температури насичення. Так, наприклад, при тиску 0,09807МПа температура пари складає 99,1°С, а температура насиченої пари 350°С може бути отримана тільки при тиску 15,5МПа. Тому у випарниках пара як теплоносій застосовується для нагрівання інших середовищ до помірних температур 60 ... 115°С і порівняно рідко до 200°С.

Продукти згорання палива використовуються як нагрівальні середовища, що дають можливість нагріти інший теплоносій до високої температури або створити великий температурний напір між нагрівальним і сприймаючим теплоту середовищами. Необхідно мати на увазі, що верхня температурна межа теплоносіїв і температурний напір обмежуються допустимою температурою поверхні теплообміну. Регулювання температурного рівня продуктів згорання палива здійснюється методом рециркуляції газів, що відпрацювали, або розведенням атмосферним повітрям. Останній спосіб зниження температури газу економічно не вигідний.

Продукти згорання палива мають істотні недоліки. У процесі нагрівання іншого теплоносія беруть участь великі об'єми газу, транспортування яких навіть на відстань кількох десятків метрів пов'язано з великими витратами енергії, тому, як правило, апарати встановлюють поблизу джерела одержання продуктів згорання. Загальний коефіцієнт тепловіддачі – конвекцією і випромінюванням від газів до поверхні теплообміну значно менший, ніж для інших теплоносіїв, особливо при температурі меншій 500°С. Випарники при їхньому розрахунку отримуємо громіздкими. Якщо в газах міститься пил або зола, то можливий інтенсивний знос і засмічення поверхні теплообміну. При деяких співвідношеннях температур теплоносіїв і концентрації SO₂ у газах

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

спостерігається корозія трубопроводів. Можливий локальний перегрів поверхні теплообміну і теплоносія.

Повітря як теплоносій має більшість недоліків, властивих продуктам згорання палива. При високих температурах і однакових умовах руху в повітря менший коефіцієнт теплообміну з поверхнею, ніж у газового випромінювально-поглинального середовища, водночас повітря доступне, не токсичне, вибухобезпечне, не горить.

Дисперсні теплоносії – це поточні запылені газові теплоносії, що сприяють інтенсифікації тепло- і масообмінним процесам. Запылення газового потоку дозволяє промінепрозорі теплоносії перетворювати в теплопоглинальні і випромінювальні середовища. Дисперсні потоки зазвичай класифікують за об'ємною концентрацією в них зернистої речовини. Кількісною об'ємною концентрацією прийнято вважати відношення об'єму твердих часток до загального об'єму всієї системи. Найбільший інтерес становлять дисперсні потоки з концентрацією твердої речовини від 0,004 до 0,03м³/м³ газу (система «газозавись») і проміжні системи з концентрацією від 0,03 до 0,35м³/м³ газу (псевдозріджений шар). В умовах експлуатації можна регулювати теплофізичні властивості і інтенсивність теплообміну дисперсних теплоносіїв із поверхнею шляхом зміни концентрації твердої зернистої речовини в потоці від нуля до граничного розміру. При застосуванні дисперсних теплоносіїв можуть бути створені більш компактні апарати в порівнянні з апаратами, що працюють на звичайних газових теплоносіях.

Високотемпературні теплоносії можуть застосовуватись в рідкому і пароподібному стані при температурі від 200 до 500°С і вище з помірним тиском 0,1...0,6МПа, тобто при значеннях термодинамічних параметрів стану, далеких від критичних значень. Високотемпературні теплоносії діляться на три основні групи: теплоносії з металевим зв'язком, або рідиннометалеві; теплоносії з йонним зв'язком, або йонні; теплоносії з залишковим зв'язком або органічні. Теплоносії повинні мати такі властивості: високу температуру кипіння при помірному тиску;

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

високу інтенсивність теплообміну; низьку температуру твердіння; термічну стійкість; нешкідливість для матеріалів трубопроводів і нагрівальних секцій, негорючість, вибухобезпечність, відсутність токсичності; економічність.

При використанні високотемпературних теплоносіїв у температурних режимах нижче точки кипіння випарники можуть працювати при атмосферному і зниженому тиску.

Електрична енергія хоча і не є теплоносієм, у звичайному розумінні цього слова, а скоріше способом обігріву, також знайшла широке застосування для нагрівання речовин у технологічних процесах. Застосовується три способи електрообігріву: електродуговий, діелектричне нагрівання і нагрівання опором. Останній набув поширення і має велику перспективу в районах, де відсутнє паливо, але є достатня кількість дешевої електроенергії, отримуваної від гідро- і атомних електростанцій.

До переваг електричного обігріву можна віднести простоту і легкість підведення і облаштування, зручність контролю, регулювання і обслуговування, можливість одержати майже будь-яку температуру і, нарешті, чистота і гігієнічні умови роботи. При переході електричної енергії в теплову часто вдається використовувати майже 100% підведеної енергії, однак, слід мати на увазі, що на базі теплового виробництва електроенергії електричний обігрів завжди матиме більш низький ККД, ніж теплові способи нагрівання.

Класифікація випарних апаратів і способів випарювання

Зростання концентрації розчинів відбувається у випарниках різних конструкцій. Теплоносієм використовують насичену водяну пару. Залежно від умов випарювання застосовуються однокорпусні і багатокорпусні випарні апарати-установки, складені з кількох одиничних випарників.

За способом ведення процесу розрізняють періодичне і безперервне випарювання. У випарниках періодичної дії рідина подається в апарат, випарюється до необхідної, більш високої концентрації, потім упарений розчин видаляється з апарата. Вільний і пропарений апарат знову заповнюється

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

неконцентрованим розчином. Періодичне випарювання застосовується в установках невеликої продуктивності, або коли згущена рідина не піддається відкачці насосом, або в тих випадках, коли необхідно випарити увесь розчин.

Апарати безперервної дії більш економічні в тепловому відношенні, позаяк у них відсутні втрати, пов'язані з витратою теплоти на періодичний розігрів апарата. У більшості випадків апарати безперервної дії компонуються в багатокорпусні випарні установки, що являють собою кілька з'єднаних один з одним апаратів (корпусів), які працюють під тиском, що знижується у напрямку від першого корпусу до останнього. Свіжою парою при цьому обігривається тільки перший корпус. Вторинна пара, що утворюється в першому корпусі, спрямовується на обігрів другого корпусу, де тиск нижчий і т.д. Вторинна пара з останнього корпусу надходить у конденсатор (якщо цей корпус працює під вакуумом) або використовується поза установкою (якщо останній корпус працює під підвищеним тиском). Отже, у багатокорпусних випарних установках відбувається багатократне використання тієї самої кількості теплоти (теплоти, що віддається нагрівальною парою у першому корпусі), що дозволяє заощадити значну кількість споживаної свіжої пари.

Звичайно, не вся вторинна пара спрямовується на обігрів наступного випарного апарата, а частково відбирають її для обігрів іншої апаратури. Видалена з установки вторинна пара називається екстрапарою. З різних корпусів відводиться екстрапара різного потенціалу; кількість і температура відведених парів визначається вимогами тепловикористовуючих пристроїв. У будь-який корпус установки можна вводити додатково нагрівальну пару, що відпрацювала у двигунах (ретурна пара), якщо її тиск відповідає тиску в паровій камері даного корпусу.

Таким чином, багатокорпусна установка, крім свого основного призначення – згущати розчин, постачає підприємства нагрівальною парою і гарячою водою (конденсатом). Раціональне тепловикористання можливе завдяки безперервності процесу, в тому і при забезпеченні попереднього підігріву соку на трьох ступенях

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

з кожухотрубним - металомісткий. Іноді в одному елементі такого теплообмінника розміщують не одну трубу, а 3-5 труб.

Теплообмінник зрошувальний

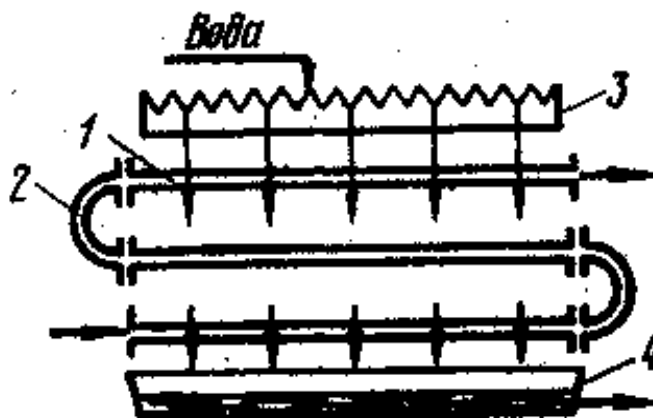


Рис. 1.2 Теплообмінник зрошувальний

Зрошувальний теплообмінник (рис. 1.2) застосовується в основному для охолодження рідин і конденсації пари. Він складається з ряду труб 1, розташованих одна над іншою і з'єднаних колінами 2. Охолоджуюча вода з жолоба 3 з зубчастими краями рівномірно подається на поверхню верхньої труби, з якої стікає на розташовані нижче труби і відводиться через корито 4; охолоджувана рідина при цьому рухається по трубі знизу вгору, а якщо доводиться конденсувати пар, то його направляють в трубу зверху вниз.

Цей теплообмінник простий по конструкції, але громіздкий, має невисокий коефіцієнт теплопередачі, а при установці його в приміщенні значно підвищується вологість повітря в ньому за рахунок випаровування частини води.

Теплообмінник змієвиковий

Змієвиковий теплообмінник найбільш простий з теплообмінників, він застосовується як для конденсації пари, так і для нагрівання та охолодження рідин. В залежності від довжини труб для змієвика, його розташовують в апараті в один або два ряди. Коефіцієнт теплопередачі у нього невисокий за рахунок вільної конвекції біля поверхні труб. При установці в таких апаратах мішалок, які повинні обертатися в напрямку протилежному руху води в змієвику.

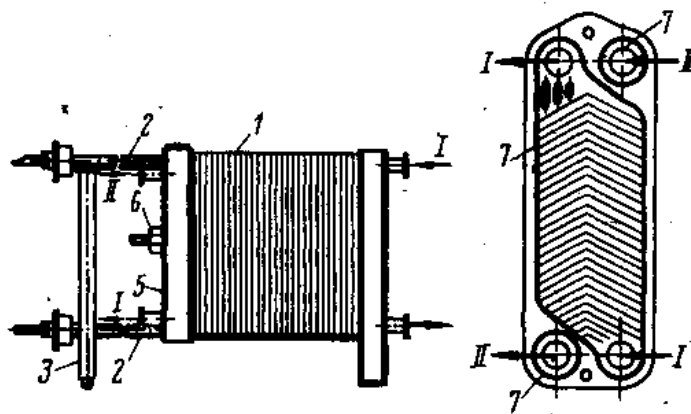


Рис. 1.3 Теплообмінник пластинчастий

Пластинчастий теплообмінник (рис. 1.3) отримав останнім часом широке застосування в молочному, пивоварному, виноробному, консервному та інших виробництвах для нагрівання, охолодження, пастеризації і стерилізації рідин, які не містять твердої фази.

Він складається з штампованих пластин 1, встановлених на горизонтальних штангах 2, кінці яких закріплені в стійках 3 і 4. За допомогою прижимної плити 5 і гвинта 6 пластини щільно притискаються одна до іншої через гумові прокладки 7, приклеєні по периферії пластин і навколо отворів для проходу середовищ. Робочі поверхні пластин рифлені, що надає їм жорсткість і забезпечує турбулізації протікаючого по них середовищ.

Таким чином, в зібраному теплообміннику між пластинами утворюються канали шириною 2-4 мм; по парних каналах рухається середовище I, по непарних - середовище II, а теплообмін між ними відбувається через стінку пластини, виготовленої з нержавіючої сталі товщиною 1 мм. При цьому за рахунок турбулізації потоків і теплообміну в тонкому шарі коефіцієнт теплопередачі значно вище, ніж в інших теплообмінниках.

Кожна пластина має чотири отвори. При складанні пластин ці отвори утворюють чотири поздовжніх колектора. На рис. 3.4 показано протівоточний рух потоків I та II в одному пакеті пластин. Потік I з колектора розподіляється

паралельно між кожною парою пластин, проходить по каналах і виходить до нижнього колектора. Потік II рухається з іншого боку пластин протитечією.



Рис. 1.4 Теплообмінник пластинчатий

Всі пластини в теплообміннику збираються в пакети. Пакетом називають групу пластин, між якими продукт або теплоносій рухається тільки в одному напрямку. Так, наприклад, в секції з дев'яти пластин при протівоточній схемі рух потоків є один пакет з чотирьох паралельних каналів для продукту і один пакет з таких же каналів для теплоносія. Так як кожен канал обмежений двома пластинами, то всього в теплообміннику число пластин на одиницю більше числа каналів для продукту та теплоносія разом узятих.

Теплообмінник спіральний

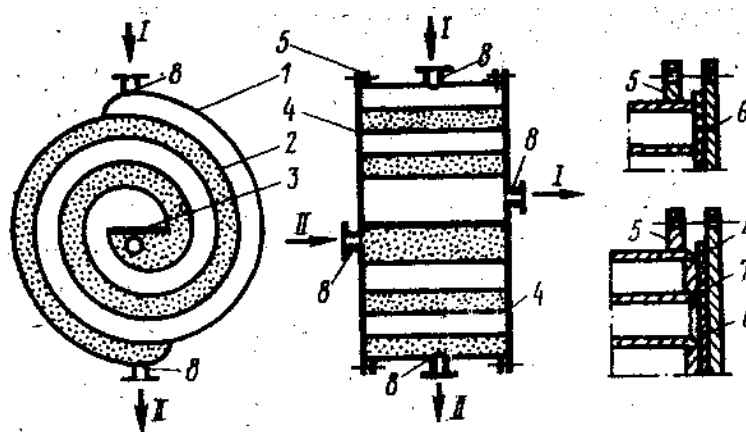


Рис. 1.5 Теплообмінник спіральний

Спіральний теплообмінник (рис. 3.5) має поверхню теплообміну, утворену двома металевими листами 1 і 2, зігнутими у вигляді спіралей навколо перегородки 3. По каналах прямокутного перерізу, утвореним між листами,

рухаються середовища I і II. З торців канали закриті плоскими кришками 4 і ущільнені прокладками 6. Відстань між спіралями фіксується бобишками або дистанційною смугою 7. У зовнішніх кінцях спіралей і у центру кришки приварені патрубки для введення і виведення середовищ.

Спіральний теплообмінник має високий коефіцієнт теплопередачі, незначний гідравлічний опір і відрізняється великою компактністю, але він складний у виготовленні і непридатний для роботи під тиском більше $(4 - 5) \cdot 10^5$ Па.

Теплообмінники з ребристою поверхнею

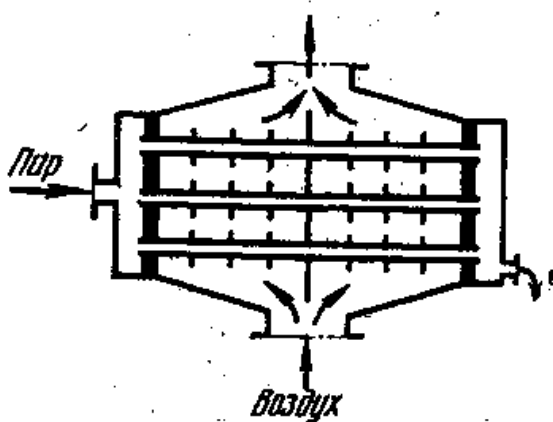


Рис. 1.6 Теплообмінники з ребристою поверхнею

Теплообмінники з ребристою поверхнею (рис. 3.6) застосовують у тих випадках, коли умови тепловіддачі по обидва боки стінки різні, наприклад в трубі відбувається конденсація пари, а зовні труба омивається нагріваючим повітрям. Для кращої тепловіддачі від стінки труби до повітря зовні труб роблять ребра.

1.3 Опис об'єкта розроблення та вибір основних конструктивних матеріалів [5]

Підігрівач соку являє собою циліндричну корпус зварної конструкції, до фланців якого відкидними болтами шарнірно кріпляться дві кришки (верхня і нижня). У корпусі, на деякій відстані від фланців уварені верхня і нижня трубчасті грати. Поверхню нагріву становлять трубки (поз. 10) діаметром 33x1,5 мм. Сік циркулює всередині трубок. Гріюча пар омиває їх зовні. Простір між кришками і трубними гратами складають камери для соку. Ці камери і відповідні їм трубні решітки розділені перегородками на секції. Теплообмінники

Підігрівач соку являє собою циліндричну корпус (поз. 1) зварної конструкції, до фланців якого відкидними болтами (поз. 7) шарнірно кріпляться дві кришки (верхня і нижня (поз. 3)).

У корпусі, на деякій відстані від фланців уварені верхня і нижня трубчасті грати. Поверхню нагріву становлять трубки (поз. 10) діаметром 33x1,5 мм.

Підігрівач соку являє собою циліндричну корпус (поз. 1) зварної конструкції, до фланців якого відкидними болтами (поз. 7) шарнірно кріпляться дві кришки (верхня і нижня (поз. 3)).

Перегородки верхньої сокової камери (поз. 2) зміщені щодо перегородок нижньої камери (поз. 5) таким чином, що сік послідовно проходить по всіх секціях підігрівача.

До нижньої камери кріпиться одношпindelний вентиль для введення, і виведення соку.

Перегородки верхньої сокової камери зміщені щодо перегородок нижньої камери таким чином, що сік послідовно проходить по всіх секціях підігрівача.

До нижньої камери кріпиться одношпindelний вентиль для введення, і виведення соку.

У закритому стані цей вентиль є обхідним.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На підігрівачах, призначених для соку з кислою реакцією встановлено паралельно два одношпindelних вентиля, один з яких служить для введення і виведення соку, а інший для виведення соди або не фільтрованого соку і сатурації.

Одношпindelні вентиля з умовним проходом 250, 350, 300 мм забезпечені розвантажувальним трубопроводом і вентиляем (Ду = 65 мм) між вентиляльною коробкою і верхньою соковою камерою.

Обхідний ventиль підігрівача розташований під підлогою, а штурвал управління винесений над підлогою на зручну для обслуговування висоту.

Кришки підігрівача з'єднані вижильною системою, яка забезпечує їх легке і синхронне відкривання і закривання.

Важільна система має пристрій регулювання довжини тяги. Щоб верхня кришка не перекидалася в сторону, протилежну закривання, до верхніх кронштейнів шарнірного механізму приварений упор.

Відкривання і закривання кришок підігрівача полегшується за допомогою механізму підняття кришок. Основною деталлю цього механізму є вал, на одному кінці якого є права трапецеїдальних різьба, а на іншому - ліва.

Гайка на нижньому кінці вала закріплена в кронштейні, привареного до бічної стінки корпусу підігрівача. Гайка на верхньому кінці вала закріплена в горизонтальній траверсі. Кінці траверси вставлені в отвір важелів верхньої кришки і зашплінтовані, при цьому вона може повертатися навколо горизонтальній осі. У середній частині вала жорстко закріплена штурвал, за допомогою якого вал обертається навколо осі.

При обертанні вала за годинниковою стрілкою його нижній кінець угвинчується в нерухому гайку і одночасно верхня гайка нагвинчує на верхній кінець опускаючись вниз разом з траверсою і важелями верхньої кришки. Верхня і нижня кришки відкриваються.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При обертанні штурвала в зворотному напрямку кришки підігрівача закриваються.

Верхня і нижня кришки підігрівача ущільнюються гумовими прокладками трапецеїдального перетину.

На верхній кришці передбачений повітряний кран, а у верхній частині її перегородок - отвори для переходу повітря з секції в секцію при наповненні підігрівача соком і спуску його. Спуск соку перед відкриванням кришок проводиться через крани, розташовані на нижній кришці підігрівача (по одному для кожної секції). З кранів сік витікає в збірник зливу соку

Підігрівач встановлюється у вертикальному положенні на трьох лапах, приварених, до корпусу.

Несконденсовані гази відводяться через патрубок із під верхньої трубної решітки. Конденсат відводиться через конденсатний патрубок, розташований на рівні нижньої трубної решітки. Патрубок укомплектований зворотним клапаном.

Підігрівач комплектується приладами автоматичного регулювання температури підігріву соку.

Правила експлуатації кожухотрубного теплообмінника[5]

Пуск підігрівача проводиться в такому порядку:

- відкривають обхідний вентиль для введення соку в сокову камеру;
- відкривають кран на верхній кришці для виходу повітря коли з крана з'явиться сік його закривають;
- включають прилади автоматичного регулювання температури соку;
- відкривають доступ гріючого пару в парову камеру;
- відкривають вентилі на трубопроводах відведення не сконденсованих газів і конденсату.

В період роботи підігрівача температура соку в ньому регулюється автоматично. Обслуговування його під час роботи полягає в спостереженні за нормальним відведенням конденсату, і не сконденсованих газів.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вентиль на трубопроводі для не сконденсованих газів повинен бути відкритий настільки, щоб температура відвідної труби була близько 323 К (+50° С). Підвищення цієї температури показує, що разом з газами відводиться пар, а зниження - що газу заповнили парову камеру підігрівача, обмеживши доступ пари.

Під час роботи на внутрішній поверхні труб підігрівачів відкладається накип, що знижує теплопередачу від пари до соку. Тому підігрівачі дифузійного соку необхідно чистити щодоби за графіком.

Очищення підігрівача від накипу здійснюється одним із трьох способів:

- не відфільтрованим соком першої сатурації, що повертається в преддефекатора;
- розчином соди (один раз на добу);
- механічна (щітками або шарошками, що приводяться в рух електро-гідро-або пневмоприводу).

Головною вимогою для матеріалів хімічних апаратів в більшості випадках являється їх корозійна стійкість, так як вона визначає довговічність хімічного обладнання. [9]

Вибір конструкційного матеріалу, який визначається умовами експлуатації розробленого теплообмінного апарата (температура і характер агресивної дії середовища та ін.), виконаний так, щоб при низькій вартості і дефіциті матеріала забезпечити ефективну технологію виготовлення елемента (виробу). Враховуючи всі перелічені параметри, вибираємо сталь 12Х18Н10Т.

Сталь 12Х18Н10Т – неіржавіюча сталь аустенітного класу. Хімічний склад регламентований ГОСТ 5632-72 неіржавіючих сталей аустенітного класу.

Сталі 12Х18Н10Т використовується для виготовлення зварної апаратури в різних галузях промисловості, а також конструкцій, що працюють у контакті з азотною кислотою і іншими окислювальними середовищами, деякими

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

органічними кислотами середньої концентрації, органічними розчинниками, в атмосферних умовах і т.д.

Механічні властивості.

Межа короткочасної міцності [МПа].....	240
Межа пропорційності (межа текучості для залишкової деформації) [МПа].....	205
Відносне видовження при розриві [%].....	40
Відносне звуження [%].....	40
Твердість по Брінеллю [МПа].....	179

Фізичні властивості.

Модуль пружності першого роду [МПа].....	1,98
Коефіцієнт температурного (лінійного) розширення (діапазон 20 ⁰ - Т) [1/Град].....	16,6
Коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу) [Вт/(м·град)].....	16
Густина матеріалу [кг/м3].....	7920
Питома теплоємність матеріалу (діапазон 20 ⁰ - Т)[Дж(м·град)].....	462

Виходячи з категорії розташування підігрівача по ГОСТ 15150 – 69 для експлуатації в районах абсолютних температур навколишнього середовища від мінус 36°С до плюс 35°С , характеристики середовища а водно-спиртових парів (Р=0,2МПа.t=95°С) , виходячи з загальних вимог виготовлення судів і апаратів ОСТ 26 – 291 – 94 " Сосуди і апарати сталеві зварні. Технічні вимоги. " вибираємо основний матеріал - сталь 12Х18Н10Т (сталь нержавіюча).По хімічному складу і механічним властивостям задовольняє вимоги ГОСТ 5520 – 79.

Умови застосовування сталі:

- температура стінки апарата від мінус 70°С до плюс 475°С;
- тиск необмежений;

Сталь гарно деформується і обробляється різанням. Сталь добре зварюється всіма видами зварювання. При зварюванні кожухів і труб, зварюванні днищ до кожухів застосовуються шви в стик з повним проплавленням.

Апарат повинен бути випробуваний на міцність.

Сталь Ст3 ГОСТ 380 – 94. Замінювачі: Сталь Ст2, Сталь Ст5. Сталь Ст6.

Призначення: прокат профільний, рами, каркаси, щитки, кожухи - для зварних конструкцій.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

2 Технологічні розрахунки процесу і апарата

2.1 Матеріальний та тепловий баланси випарної станції [3]

Потужність цукрового заводу згідно завдання становить 10000 тонн переробки буряка за добу, п'яти корпусна випарна станція. Схема очистки соку - типова, а варка утфелю - трьох продуктова; дифузійний апарат RNI - ETI - ротаційного типу.

Приймаємо для розрахунку двопотокову п'ятикорпусну випарну станцію:

$$A = \frac{10000}{2} = 50000 \text{ м/добу} \quad (2.1)$$

Кількість продукту і температурний режим нагріву приведені в табл. [3 с.95, 61].

Визначення витрати тепла і пари для технологічних потреб (проведено в розрахунку % до маси буряка).

На підігрівачі жомопресової води визначається по кількості жому $G_{ж}$ і за вмістом у ньому сухих речовин до ($CB_{н}$) і після ($CB_{к}$) пресування:

$$G_{ж.в.} = G_{ж} \left(1 - \frac{CB_{н}}{CB_{к}}\right) = 80 \cdot \left(1 - \frac{7}{14}\right) = 40\% \text{ до маси буряка} \quad (2.2)$$

Витрата тепла на нагрівання жомопресової води:

$$Q_{ж.в.} = G_{ж.в.} \cdot C_{ж.в.} \cdot (t_{к} - t_{н}) \alpha_{п} = 40 \cdot 4190 \cdot (74 - 50) \cdot 1,03 = 4,14 \cdot 10^6 \text{ Дж}, \quad (2.3)$$

що відповідає витраті розрахункового пару:

$$D_{ж.в.} = \frac{Q_{ж.в.}}{r} = \frac{4,14 \cdot 10^6}{2262 \cdot 10^3} = 1,8\% \text{ до маси буряка} \quad (2.4)$$

Кількість барометричної води $G_{б.в.}$ знаходимо по матеріальному балансу апарата (бурякостружка, барометрична і жомопресова вода - на вході в дифузійний апарат; дифузійний сік і жом - на виході із апарату)

$$G_{стр} + G_{б.в.} + G_{ж.в.} = G_{дс} + G_{ж}, \quad (2.5)$$

звідси:

$$G_{б.в.} = G_{д.с.} + G_{ж} - G_{стр} - G_{ж.в.} = 120 + 80 - 100 - 40 = 60\% \quad (2.6)$$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

до маси буряка

Витрата тепла на нагрів цієї води:

$$Q_{б.в.} = 60 \cdot 4190 \cdot (65 - 55) \cdot 1,03 = 2,59 \cdot 10^6 \text{ Дж}, \quad (2.7)$$

а витрата пари:

$$D_{б.в.} = \frac{2,59 \cdot 10^6}{2262 \cdot 10^3} = 1,14\% \text{ до маси буряка} \quad (2.8)$$

Дифузійний апарат і підігрівачі дифузійного соку перед очисткою.

Витрата пара на безперервну дію дифузійного апарату ротаційного типу визначається по тепловому балансу. При цьому з системи дифузія - переддефекація на переддефекацію витрачається 120% дифузійного соку (відкачка) з температурою 90 °С (температура перед котлом перед дефекації по типовій схемі очистки) і 80% жому при $t = 67$ °С.

Поступає тепло з 60% барометричної води з $t_{б.в.} = 65$ °С і 40% жомопресової з $t_{ж.в.} = 74$ °С, а також з 100 кг стружки при $t_{стр.} = 10$ °С.

Витрата тепла:

$$\text{з соком: } Q_c = 120 \cdot 3750 \cdot 90 = 40,5 \cdot 10^6 \text{ Дж}, \quad (2.9)$$

$$\text{з жомом: } Q_{ж.} = 80 \cdot 4190 \cdot 67 = 22,4 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.10)$$

Втрата на випромінювання для даного типу дифузійної установки $Q_{п.} = 1,26 \cdot 10^6$ Дж, тоді витрата тепла на систему складає:

$$Q_p = 10^6 \cdot (40,5 + 22,4 + 1,26) = 64,1 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.11)$$

Прихід тепла:

$$\text{з стружкою: } Q_{стр.} = 100 \cdot 3750 \cdot 10 = 3,7 \cdot 10^6 \text{ Дж}, \quad (2.12)$$

$$\text{з барометричною водою: } Q_{б.в.} = 60 \cdot 4190 \cdot 65 = 16,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}, \quad (2.13)$$

$$\text{з жомопресовою водою: } Q_{ж.в.} = 40 \cdot 4190 \cdot 74 = 12,4 \cdot 10^6 \text{ Дж}, \quad (2.14)$$

тому прихід тепла в систему

$$Q_{пр.} = 10^6 \cdot (3,7 + 16,3 + 12,4) = 32,4 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.15)$$

Перевищення витрати тепла в системі над поступанням

$$Q = Q_p - Q_{пр.} = 10^6 \cdot (64,1 - 32,4) = 31,7 \cdot 10^6 \text{ Дж}, \quad (2.16)$$

що в перерахунку на розрахункову кількість пара складе

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

$$D_{c1} = \frac{31,7 \cdot 10^6}{2262 \cdot 10^3} = 10,03\% \text{ до маси буряка} \quad (2.17)$$

Із цієї кількості пари на підігрів дифузійного соку в підігрівач II і III групи (паровий обігрів) витрачається тепла:

$$Q = 120 \cdot 3750 \cdot (90 - 65) \cdot 1.03 = 11.5 \cdot 10^6 \text{ Дж}, \quad (2.18)$$

або розрахункового пару:

$$D_{д.с.} = \frac{11,5 \cdot 10^6}{2262 \cdot 10^3} = 5,12\% \text{ до маси буряка} \quad (2.19)$$

Витрата пари на підігрівачі дифузійного соку II групи (підігрів від 65 до 80 С), складає:

$$D_{II} = \frac{120 \cdot 3750 \cdot (80 - 65)}{2262 \cdot 10^3} = 5.18\% \text{ до маси буряка}, \quad (2.20)$$

а на підігрівачах дифузійного соку III групи (підігрів 80° до 90° С) витрата пари знаходиться по різниці:

$$D_{III} = D_{д.с. I} - D_{II} = 10.09 - 5.18 = 5.72\% \text{ до маси буряка} \quad (2.21)$$

В підігрівачах I групи дифузійного соку (підігрів від 50° до 65° С), конденсатом з витратою тепла конденсату в кількості:

$$Q = 120 \cdot 3750 \cdot (65 - 50) \cdot 1.1 = 7.42 \cdot 10^6 \text{ Дж}, \quad (2.22)$$

що в перерахунку на пар складає 3.28% до маси буряка.

Витрата розрахункової пари на дифузійний апарат ротаційного типу (на парові камери) складає:

$$D_{III} = D - D_{д.с.} = 10.03 - 5.12 = 5.18\% \text{ до маси буряка} \quad (2.23)$$

Таким чином, втрата пари на тепло ізолюючим апаратом бурякопереробного цеху цукрового заводу розподіляється наступним чином (в % до маси буряка).

Дифузійний апарат 5.18

Підігрівачі дифузійного соку:

I група 3.28

II група 5.18

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

III група 5.72

Підігрівачі:

Барометричної води 1.14

Жомопресової води 1.8

Витрата тепла Q в підігрівачах.

Підігрівачі повернення соку I сатурацію на перед дефекацію:

$$Q=130 \cdot 3750 \cdot (92-82) \cdot 1.03=4.02 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.24)$$

Або пари 1.07% до маси буряка.

Підігрівачі соку перед II сатурації:

I групи:

$$Q=132.5 \cdot 3750 \cdot (90-85) \cdot 1.03=2.58 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.25)$$

Або пари 1.13% до маси буряка.

II групи:

$$Q=132.5 \cdot 3750 \cdot (95-90) \cdot 1.03=2.58 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.26)$$

Або пари 1.13% до маси буряка.

Підігрівачі соку перед випарною станцією:

I групи:

$$Q=129.3 \cdot 3750 \cdot (100-90) \cdot 1.03=4.9 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.27)$$

Або 2.22% пари.

II групи:

$$Q=129.3 \cdot 3750 \cdot (110-100) \cdot 1.03=4.9 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.28)$$

Або 2.22% пари.

III групи:

$$Q=129.3 \cdot 3750 \cdot (120-110) \cdot 1.03=4.9 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.29)$$

(2.29)

Або 2.22% пари.

IV групи:

$$Q=129.3 \cdot 3750 \cdot (129-120) \cdot 1.03=4.4 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.30)$$

Або 1.98% пари.

Підігрівач соку з клеровкою:

$$Q=34.4 \cdot 2500 \cdot (85-58) \cdot 1.03=2.39 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.31)$$

Або 1.06% пари.

Змійовиковий підігрівач сиропу з клеровкою в збірниках на вакуум апаратах:

$$Q=34.4 \cdot 2500 \cdot (85-75) \cdot 1.10=0.95 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.32)$$

Або 0.42% пари.

Змійовиковий підігрівач для патоки. Витрата тепла:

$$Q=(4+9,3) \cdot 2000 \cdot (85-55) \cdot 1.10=0.88 \cdot 10^6 \text{ Дж} \quad (2.33)$$

Або 0.39% пари.

Вакуум апарати I продукту.

На утворення поступає сироп, клеровка жовтого цукру утфеля II продукту і біла патока I продукту. Кількість випарювальної води на вакуум апаратах I продукту:

$$W_I= 34.4 \cdot \left(1 - \frac{65}{92.0}\right) + 4 \cdot \left(1 - \frac{76}{92.0}\right) = 11.2 \% \text{ до маси буряка} \quad (2.34)$$

Витрата гріючого пару:

$$D_I = 1.1 \quad W_I = 1.1 \cdot 11.2 = 12.23 \% \text{ до маси буряка} \quad (2.35)$$

Вакуум апарати II продукту.

На варку поступає зелена патока утфеля II продукту. Кількість випареної води на вакуум – апаратах II продукту складає:

$$W_{II}= 9.3 \cdot \left(1 - \frac{80}{93.0}\right) = 1.20 \% \text{ до маси буряка} \quad (2.36)$$

Витрата гріючого пара:

$$D_{II} = 1.1 \quad W_{II} = 1.1 \cdot 1.20 = 1.32 \% \text{ до маси буряка} \quad (2.37)$$

При трьох продуктивій схемі:

$W_{III}=1.8\%$ до маси буряка;

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$D_{III}=1.8\%$ до маси буряка.

Нормативні витрати пара (в % до маси буряка):

На клеровку жовтого цукру – 0.30;

На пропарку вакуум-апаратів – 1.0*;

На пропарку центрифуг – 0.2;

На сушку цукру 1.00**;

Повітряні душі – 0.2.

*При трьох продуктивній схемі варки утфеля 1.5%.

**При збереженні цукру в мішках – 0.5%.

Всього витрата нормативного пару складає 3.2% до маси буряка.

Третій продукт:

По нормативним даним витрата гріючої пари складає:

$W_{III}=1.8\%$ до маси буряка.

Всього, для отримання сиропу з $CB=65\%$ із очищеного соку на випарній станції потрібно випарити води [3 с 74]:

$$W_{II} = S_c \cdot \left(1 - \frac{CB_H}{CB_K}\right) = 129.3 \cdot \left(1 - \frac{12.5}{65.0}\right) = 104.5\% \text{ до маси буряка} \quad (2.38)$$

З врахуванням само випарювання в концентраторі в п'яти корпусах випарної станції потребується випарити води:

$$W_{I-V} = W_{II} - W_K = 104.5 - 0.5 = 104\%, \text{ до маси буряка} \quad (2.39)$$

З урахуванням знайдених значень поправочних коефіцієнтів в табл. 2.1 приведена уточнена схема розподілення ретурного і вторинного пару по технологічним споживачам.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Таблиця 2.1

Споживачі	Ретурн ий рух	Вторинний пар ступенів випарки					Тепло конденсаті в
		I	II	III	IV	V	
Дифузійний апарат	-	-	-	-	5.18	-	-
Підігрівачі дифузійного соку							
I групи	-	-	-	-	-	5.18	-
II групи	-	-	-	5.18	1.65	-	-
III групи	-	-	-	-	-	-	-
Барометричної води	-	-	-	5.72	-	-	-
Жомопресової води	-	-	-	1.14	-	-	-
Повернення соку I сатурації	-	-	-	1.80	-	-	-
Сік I сатурації перед фільтруванням	-	-	-	1.07	-	-	-
Сік перед II сатурацією							
I групи	-	-	-	1.81	-	-	-
II групи	-	-	1.13	-	-	-	-
Сік перед випаркою IV групи	-	-	-	-	1.98	-	-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ

Арк.

31

I групи	-	-	2.22	-	-	-	-
II група	-	2.22	-	-	-	-	-
III групи	2.23	-	-	-	-	-	-
Сироп з клеровкою	-	-	1.06	-	-	-	-
Сироп з клеровкою в збірниках на вакуум апаратах	-	0.42	-	-	-	-	-
Збірник патоки	-	0.39	-	-	-	-	-
Вакуум апарати I продукту	-	-	12.23	-	-	-	-
II продукту	-	-	1.8	-	-	-	-
III продукту	-	-	-	-	1.8	-	-
На клеровку жовтого цукру	-	0.3	-	-	-	-	-
На пропарку вакуум апаратів	-	1.5	-	-	-	-	-
Інші	1.40	-	-	-	-	-	-
Підсумок по даному потенціалу	3.63	4.83	18.84	16.85	5.36	5.18	3.28

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ

Арк.

32

По даній схемі розподіленню парів по технологічним споживачам з врахуванням уточнених значень поправочних коефіцієнтів до навантаженням ступенів випарювальної води:

$$W_5 = E_5 - W_5^{ck} = 5.18 - 2.55 = 2.63 \quad (2.40)$$

$$W_4 = E_4 + W_5 - W_4^{ck} - x_5 = 2.63 + 5.36 - 0.5 - 1.92 = 5.57 \quad (2.41)$$

$$W_3 = E_3 + W_4 - W_3^{ck} - x_4 = 5.57 + 16.85 - 1.81 - 0.66 = 19.95 \quad (2.42)$$

$$W_2 = E_2 + W_3 - W_2^{ck} - x_3 = 19.95 + 18.84 - 0.64 - 0.86 = 37.29 \quad (2.43)$$

$$W_1 = E_1 + W_2 - W_1^{ck} - x_2 = 37.29 + 4.83 - 0.5 - 1.09 = 40.53 \quad (2.44)$$

Всього у п'яти активних ступенях випарної станції випарюється води:

$\sum W_{I-V} = 104.0\%$ до маси буряка, що практично відповідає її кількості для отримання сиропу потрібної концентрації.

I ступінь випарної станції

2.2 Технологічний розрахунок [3]

Виходячи з потужності цукрового заводу $A=10000$ тон буряка на добу та кількість соку, що поступає на 1 групу підігрівачів перед випарною станцією.

Визначаємо кількість соку, що подається в підігрівач (в кг/с) за формулою:

$$G = \frac{A \times a \times 1000}{100 \times 24 \times 3600 \times 2} = \frac{10000 \times 126.1 \times 1000}{100 \times 24 \times 3600 \times 2} = 72.9 \quad (2.45)$$

де 2 – кількість потоків в лінії.

Визначаємо середню різницю температур теплоносія і продукту (в °C) за формулою:

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

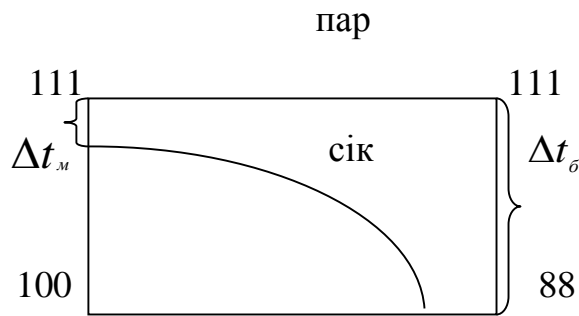


Рис. 2.1

а) велика різниця температур:

$$\Delta t_{\sigma} = t_n - t_1 = 111 - 88 = 23 \quad (2.46)$$

де $t_n=111^{\circ}\text{C}$ – температура гріючої пари підігрівача(прийнято температуру сокової пари третього корпусу п'ятикорпусної випарної станції);

$t_1=88^{\circ}\text{C}$ – початкова температура соку.

б) мала різниця температур:

$$\Delta t_{\text{м}} = t_n - t_2 = 111 - 100 = 11 \quad (2.47)$$

де $t_2=100^{\circ}\text{C}$ – кінцева температура соку.

Так як $\frac{\Delta t_{\sigma}}{\Delta t_{\text{м}}} = 2.1 \geq 2$, то середня різниця температур визначається (в $^{\circ}\text{C}$) за

формулою:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\Delta t_{\sigma} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\sigma}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{23 - 11}{\ln 2.1} = 16 \quad (2.48)$$

Визначаємо середню температуру продукту (в $^{\circ}\text{C}$) за формулою:

$$t_{\text{cp}} = t_n - \Delta t_{\text{cp}} = 111 - 16 = 95 \quad (2.49)$$

Визначаємо різницю температур теплоносія і стінки (в $^{\circ}\text{C}$) за формулою:

$$\Delta t_1 = \left(\frac{R_1}{R} \right) \times \Delta t_{\text{cp}} = 0.6 \times 16 = 9.6 \quad (2.50)$$

де $\frac{R_1}{R} = 0.6$ - відношення термічного опору стінки (матеріала трубки,

забруднень) до загального термічного опору.

										Арк.
										34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ					

Визначаємо різницю температур стінки і продукту (в °С) за формулою:

$$\Delta t_2 = \left(1 - \frac{R_1}{R} - \frac{R_{cm}}{R}\right) \times \Delta t_{cp} = (1 - 0.6 - 0.06) \times 16 = 5.4 \quad (2.51)$$

Визначаємо температуру стінки зі сторони теплоносія (в °С) за формулою:

$$t_{cm1} = t_n - \Delta t_1 = 111 - 9.6 = 101.4 \quad (2.52)$$

Визначаємо температуру стінки зі сторони продукту (в °С) за формулою:

$$t_{cm2} = t_{cp} + \Delta t_2 = 95 + 5.4 = 100.4 \quad (2.53)$$

Визначаємо температуру плівки конденсату теплоносія (в °С) за формулою:

$$t_{nl} = 0.5 \times (t_n + t_{cm1}) = 0.5 \times (111 + 101.4) = 106.2 \quad (2.54)$$

Визначаємо теплофізичні властивості конденсату при температурі плівки 106.2°С [6, с.537]. Динамічний коефіцієнт в'язкості рідини $\mu_{nl} = 0.266 \times 10^{-3}$ Па·с, питома теплоємність $c_{nl} = 4.2 \times 10^3$ Дж/кг·К і густина $\rho_{nl} = 954$ кг/м³.

Питома теплота конденсації пару при температурі $t_n=111$ °С [6, с. 548] $r = 2234 \times 10^3$ Дж/кг.

Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі від гріючого пару до стінки теплообмінника (в Вт/м²·К) за формулою:

$$\alpha_1 = 1.15 \times \sqrt[4]{\frac{\lambda_{nl}^3 \times \rho_{nl}^2 \times r \times g}{l_m \times \Delta t_1 \times \mu_{nl}}} = 1.15 \times \sqrt[4]{\frac{0.384^3 \times 954^2 \times 2234 \times 10^3 \times 9.81}{3.5 \times 9.6 \times 0.266 \times 10^{-3}}} = 5945 \quad (2.55)$$

де $g=9.81$ м/с² – прискорення вільного падіння;

$l_{тр}=3.5$ м – довжина трубки в пучку.

Визначаємо теплофізичні властивості продукту, який нагрівається при температурі $t_{cp}=95$ °С [6, с. 556]. Динамічний коефіцієнт в'язкості $\mu_{np} = 0.48 \times 10^{-3}$ Па·с, коефіцієнт об'ємного розширення $\beta_{np} = 0.51 \times 10^3$ 1/°С, питома теплоємність $c_{np} = 3828$ Дж/кг·К, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{np} = 0.61$ Вт/м·К і густина $\rho_{np} = 1054$ кг/м³.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Визначаємо теплофізичні властивості пристінного шару продукту при температурі $t_{ст2}=100.4^{\circ}\text{C}$ [6, с. 557], коефіцієнт динамічної в'язкості $\mu_{cm} = 0.45 \times 10^{-3}$ Па·с, питома теплоємність $c_{cm} = 3835$ Дж/кг·К, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{cm} = 0.611$ Вт/м·К і густина $\rho_{cm} = 1045$ кг/м³.

Визначаємо критерій Рейнольда для потоку продукту за формулою:

$$\text{Re} = \frac{w \times (d - 2 \times \delta_{cm}) \times \rho_{np}}{\mu_{np}} = \frac{1.6 \times (0.03 - 2 \times 0.0015) \times 1054}{0.48 \times 10^{-3}} = 94860 \quad (2.56)$$

де $w=1.6$ м/с – швидкість руху соку в трубах;

$d=0.03$ м – внутрішній діаметр трубки;

$\delta_{cm}=0.0015$ м – товщина стінки трубки.

Визначаємо критерій Прандтля для потоку продукту за формулою:

$$\text{Pr} = \frac{c_{np} \times \mu_{np}}{\lambda_{np}} = \frac{3828 \times 0.48 \times 10^{-3}}{0.61} = 3.0 \quad (2.57)$$

Визначаємо критерій Прандтля для пристінного шару продукту за формулою:

$$\text{Pr}_{cm} = \frac{c_{cm} \times \mu_{cm}}{\lambda_{cm}} = \frac{3828 \times 0.45 \times 10^{-3}}{0.611} = 2.8 \quad (2.58)$$

Визначаємо критерій Нусельта (для випадку турбулентного руху рідини в трубах і каналах $\text{Re}>1000$) за формулою:

$$\text{Nu} = 0.021 \times \text{Re}^{0.8} \times \text{Pr}^{0.43} \times \left(\frac{\text{Pr}}{\text{Pr}_{cm}} \right)^{0.25} = 0.021 \times 94860^{0.8} \times 3.0^{0.43} \times \left(\frac{3.0}{2.8} \right)^{0.25} = 324 \quad (2.59)$$

Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі від стінки теплообмінних труб до продукту (в Вт/м²·К) а формулою:

$$\alpha_2 = \frac{\lambda_{np}}{d - 2 \times \delta_{cm}} \times \text{Nu} = \frac{0.61}{0.03 - 2 \times 0.0015} \times 324 = 7320 \quad (2.60)$$

Визначаємо термічний опір стінки без урахування термічного опору, забруднення (в м²·К/Вт) за формулою:

										Арк.
										36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ					

$$R_{cm} = \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm.m}} = \frac{0.0015}{384} = 3.91 \times 10^{-6} \quad (2.61)$$

де $\lambda_{cm.m} = 384 \text{ Вт/(м·К)}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки.

Визначаємо загальний коефіцієнт теплопередачі між середовищами (в $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$) за формулою:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + R_{cm} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{5945} + 3.91 \times 10^{-6} + \frac{1}{7320}} = 2500 \quad (2.62)$$

Визначаємо теплове навантаження апарату (в Вт) за формулою:

$$Q = G \times c_{np} \times (t_2 - t_1) = 72.9 \times 3828 \times (100 - 88) = 3348734 \quad (2.63)$$

Визначаємо необхідну поверхню теплообміну (в м^2) за формулою:

Визначаємо необхідну поверхню теплообміну (в м^2) за формулою:

$$F = \frac{Q}{K \times \Delta t_{cp}} = \frac{3348734}{2500 \times 16} = 84 \quad (2.64)$$

Де K -загальний коефіцієнт теплопередачі між середовищами (в $\text{Вт/м}^2 \cdot \text{К}$) знаходимо за формулою:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + R_{cm} + \frac{1}{\alpha_2}} = \frac{1}{\frac{1}{5945} + 3.91 \times 10^{-6} + \frac{1}{7320}} = 2500 \quad (2.65)$$

Q - теплове навантаження апарату (в Вт) визначаємо за формулою:

$$Q = G \times c_{np} \times (t_2 - t_1) = 72.9 \times 3828 \times (100 - 88) = 3348734 \quad (2.66)$$

Приймаємо кожухотрубний теплообмінник ПДС 10 – 100 з поверхнею теплообміну $F=100 \text{ м}^2$.

Визначаємо витрату пари на підігрівач (в кг/с) за формулою:

$$G_n = \frac{Q}{I - \Theta} = \frac{3349}{2695 - 4.20 \times 111} = 1.5 \quad (2.67)$$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

де $I=2695$ кДж/кг – ентальпія сокової пари третього корпусу випарної станції;

$\Theta=C_k \cdot t_n$ – ентальпія конденсату, кДж/кг.

Приймаємо до встановлення в підігрівачі труби діаметром 33x1.5мм з робочою довжиною 3.5м.

2.3 Конструктивні розрахунки [9]

Визначаємо внутрішній діаметр трубки (в мм) за формулою:

$$d_{вн} = d_3 - 2b = 33 - 2 \times 1.5 = 30 \quad (2.68)$$

Визначаємо розрахунковий діаметр труби (в мм) за формулою:

$$d_p = \frac{d_3 + d_{вн}}{2} = \frac{33 + 30}{2} = 31.5 \quad (2.69)$$

Визначаємо площу поверхні однієї труби (в мм²) за формулою:

$$f = \pi \times d_p \times l = 3.14 \times 0.0315 \times 3.0 = 0.296 \quad (2.70)$$

Визначаємо число труб в підігрівачі (в шт.) за формулою:

$$Z = \frac{F}{t} = \frac{100}{0.296} = 338 \quad (2.71)$$

Визначаємо крок трубок (в м) за формулою:

$$t_t = 1.3 \times d_3 = 1.3 \times 0.033 = 0.043 \quad (2.72)$$

Внутрішній діаметр корпусу підігрівача (в м) визначається по формулі:

$$D = 1.10 \times t_t \times \sqrt{\frac{Z}{y_t}} = 1.10 \times 0.043 \times \sqrt{\frac{338}{0.7}} = 1,039 \quad (2.73)$$

Де $y_t=0.7$ - коефіцієнт заповнення трубної ґратки трубами.

Приймаємо $D=1200$ мм

Визначаємо число труб в одному ході (в шт.) за формулою:

$$n_1 = 1.27 \times \frac{G}{d^2 \times b \times \rho} = 1.27 \times \frac{43.8}{0.03^2 \times 1054 \times 1.6} = 29 \quad (2.74)$$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Діаметр патрубкa для входу і виходу соку

$$d_n^c = 1.13 \times \sqrt{\frac{43.8}{1054 \times 2}} = 0.16 \text{ м} \quad (2.81)$$

де $P_c=1054 \text{ кг/м}^3$ – густина соку;

$U=2 \text{ м/с}$ – швидкість руху в патрубках.

Приймаємо $d_n^c=200 \text{ мм}$.

Діаметр патрубкa для входу пари

$$d_n^c = 1.13 \times \sqrt{\frac{0.93}{1000 \times 1}} = 0.034 \text{ м} \quad (2.82)$$

де $G_n=0.93 \text{ кг/с}$ – кількість конденсату;

$P_k=1000 \text{ кг/м}^3$ – густина конденсату;

$U=1 \text{ м/с}$ – швидкість руху конденсату.

Приймаємо $d_n^k=40 \text{ мм}$.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

2.4 Гідрравлічний розрахунок [6]

Повний гідрравлічний опір Δp (в Па) визначається по формулі:

$$\Delta p = 0.5 \times v \times 2 \times \rho [(\lambda \times l / db) + E \times \Sigma] \quad (2.83)$$

Де $de=db=0.3\text{м}$ – еквівалентний діаметр;

$v=1.6\text{м/с}$ – швидкість соку в трубах;

$\rho=1054\text{кг/м}^3$ – густина соку;

$l=3.5\text{м}$ – довжина каналу;

$E=2.5$ – коефіцієнт місцевого опору при повороті соку на 180° ;

λ - коефіцієнт тертя одиниці відносної довжини ділянки каналу.

При турбулентному режимі руху коефіцієнт тертя визначається по формулі:

$$\lambda = \frac{1}{(0.87 \times l \times n \times 3.7)^2} = 0.027 \quad (2.84)$$

Тоді

$$\Delta p = 0.5 \times 1.6^2 \times 1054 \times [(0.027 \times 3.5 / 0.03 + (2.5 \times 10 + 1.5 \times 286))] = 616750 \quad (2.85)$$

Потужність на валу насоса визначається по формулі:

$$P = \frac{G \times \Delta P}{1000 \times \rho \times \eta} = \frac{72.9 \times 616750}{1000 \times 1054 \times 0.7} = 60\text{кВт} \quad (2.86)$$

де $\eta=0.7$ – К.К.Д. насоса.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Вибір допоміжного обладнання [3]

По номограмі в залежності від температури конденсату із парової камери I ступені (134° С) орієнтованої довжини трубки випарного апарату (3.5 м) і величини отриманої для даної ступені напруження поверхні нагріву ($i_1=23.7$ кг/м² год. – прийняте). Знайдемо коефіцієнт тепловіддачі $d_1=9000$ Вт/м²к. по номограмі (3, с 80, 81) в залежності від температури кипіння соку в I ступені випарної станції (129° С), концентрація СВ соку в апараті (18.21%) і величини оптимального напруження поверхні нагріву ($i_1=23.7$ кг/м² год.) визначаємо коефіцієнт тепловіддачі ($d_2=3650$ Вт/м²к).

Коефіцієнт використання поверхні нагріву φ в залежності від величини прийнятого оптимального значення $i=23.7$ кг/м²·год складає $\varphi=0.86$ для п'яти корпусної випарної станції.

Середньо експлуатаційний коефіцієнт теплопередачі при товщині стінки трубки випарного апарату $\delta_{ст}=0.0015$ м і коефіцієнта теплопровідності матеріалу трубки $\lambda=50$ Вт/(м к) складає. Формула [3 с 78]:

$$k_{ce1} = \frac{0.86}{\left(\frac{1}{9000} + \frac{1}{3650} + \frac{0.0015}{50}\right)} = 3154 \text{ Вт/(м}^2\text{к)} \quad (2.87)$$

Потрібна корисна різниця температур для I ступені випарної станції:

$$\Delta t_{n1} = \frac{2262 \cdot 10^3 \cdot 23.7}{3600 \cdot 2097} = 7.1^\circ\text{C} \quad (2.88)$$

Що співпадає з корисним температурним перепадом (при температурі гріючого пару 134°С і кипіння в I ступені при 129°С).

Потрібна розрахункова площа поверхні нагріву для I ступені випарної станції (3 с 79):

$$F_{p1} = \frac{A \cdot 10^3 \cdot W_1^r}{100 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot k_{ce1} \cdot \Delta t_n} = \frac{4750 \cdot 10^3 \cdot 40.53 \cdot 2262 \cdot 10^3}{100 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 2097 \cdot 7.1} = 3385 \text{ м}^2 \quad (2.89)$$

До установки приймаємо два випарні апарати з площею нагріву $F_{y1}=2360$ м² і корисною довжиною трубок 4,4 м.

II ступінь випарної станції

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

По номограмі в залежності від температури конденсату (125.5° С), довжиною трубок (3.4 м), оптимального напруження поверхні нагріву II ступені (19.8 кг/м² год), температури кипіння соку (121 С), і вмістом в ньому СВ (31.39%) визначаємо

$\alpha_1=9150$ Вт/м²к, і $\alpha_2=3350$ Вт/м²к. величина $\varphi_2=0.73$.

$$k_{ce2} = \frac{0.73}{\left(\frac{1}{9150} + \frac{1}{3350} + \frac{0.0015}{50}\right)} = 2976 \text{ Вт/м}^2\text{к} \quad (2.90)$$

При цьому потрібний корисний температурний перепад на II ступені

$$\Delta t_{n2} = \frac{2262 \cdot 10^3 \cdot 19.8}{3600 \cdot 1860} = 6.6^\circ \text{ С} \quad (2.91)$$

Що співпадає з температурним перепадом.

Площа поверхні нагріву II ступені випарної станції складає

$$F_{R2} = \frac{4750 \cdot 10^3 \cdot 37.29 \cdot 2262 \cdot 10^3}{100 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 1860 \cdot 6.6} = 3777 \text{ м}^2 \quad (2.92)$$

Приймаємо два випарні апарат з площею поверхні нагріву $F_{y2} = 2360 \text{ м}^2$, і довжиною трубок 3.4 м.

III ступінь випарної станції

По номограмі в залежності від температури конденсату (117° С), довжиною трубок (3.5 м) оптимального напруження 14 кг/м²год, температури кипіння соку (112.5° С) і вмістом в ньому СВ (45 %) визначаємо: $\alpha_1=10950$ Вт/м²к, $\varphi_2=0.62$ $\alpha_2=2450$ Вт/м²к.

$$k_{ce3} = \frac{0.62}{\left(\frac{1}{10950} + \frac{1}{2450} + \frac{0.0015}{50}\right)} = 2570 \text{ Вт/м}^2\text{к} \quad (2.93)$$

При цьому температурний перепад:

$$\Delta t_{n3} = \frac{2262 \cdot 10^3 \cdot 14}{3600 \cdot 1195} = 7.3 \text{ С} \quad (2.94)$$

Що співпадає з розположенням перепаду температур:

$$F_{p3} = \frac{4750 \cdot 10^3 \cdot 19.95 \cdot 2262 \cdot 10^3}{100 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 1195 \cdot 7.3} = 2843 \text{ м}^2 \quad (2.95)$$

До установки приймаємо два випарні апарати з площею поверхні нагріву $F_{y3}=1500 \text{ м}^2$ і корисною довжиною трубок 3.3 м

IV ступінь випарної станції

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По номограмі в залежності від температури конденсату (108° С), довжиною трубок (3.0 м) оптимального напруження 8.8 кг/м²год, температури кипіння соку (102° С) і вмістом в ньому СВ (62.2%) визначаємо: $\alpha_1=13450$ Вт/м²к, $\varphi_2=0.68$
 $\alpha_2=1125$ Вт/м²к.

$$k_{ce4} = \frac{0.68}{\left(\frac{1}{13450} + \frac{1}{1125} + \frac{0.0015}{50}\right)} = 1692 \text{ Вт/м}^2\text{к} \quad (2.96)$$

Корисний температурний перепад:

$$\Delta t_{n4} = \frac{2262 \cdot 10^3 \cdot 8.8}{3600 \cdot 641} = 8.5^\circ \text{ С} \quad (2.97)$$

Що співпадає з розположенням перепаду температур.

Потрібна площа поверхні нагріву IV ступені.

$$F_{p4} = \frac{4750 \cdot 10^3 \cdot 5.57 \cdot 2262 \cdot 10^3}{100 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 641 \cdot 8.5} = 1271 \text{ м}^2 \quad (2.98)$$

До установки приймаємо випарний апарат з площею поверхні нагріву $F_{y4}=1500$ м² і корисною довжиною трубок 3 м.

V ступінь випарної станції

По номограмі в залежності від температури конденсату (96.5° С), довжиною трубок (2.5 м) оптимального напруження 4.0 кг/м²год, температури кипіння соку (90.5° С) і вмістом в ньому СВ (66.8 %) визначаємо: $\alpha_1=14520$ Вт/м²к, $\varphi_2=0.7$
 $\alpha_2=1676$ Вт/м²к.

$$k_{ce5} = \frac{0.7}{\left(\frac{1}{14520} + \frac{1}{1676} + \frac{0.0015}{50}\right)} = 1700 \text{ Вт/м}^2\text{к} \quad (2.99)$$

Температурний перепад:

$$\Delta t_{n5} = \frac{2262 \cdot 10^3 \cdot 4}{3600 \cdot 314} = 8^\circ \text{ С} \quad (2.100)$$

Що співпадає з корисним температурним перепадом.

$$F_{p5} = \frac{4750 \cdot 10^3 \cdot 2.68 \cdot 2262 \cdot 10^3}{100 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 314 \cdot 8} = 1326 \text{ м}^2 \quad (2.101)$$

До установки приймаємо випарний апарат з площею поверхні нагріву $F_{y5}=1500$ м² і корисною довжиною трубок 2.5 м

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Розрахунок барометричного конденсатора

Розраховуємо кількість пари, що поступає в конденсатор, виходячи з потужності заводу:

$$G = \frac{A \times 1000}{\tau_{\partial} \times \tau_z} = \frac{9500 \times 1000}{24 \times 3600} = 110 \text{ кг/с} \quad (2.102)$$

де A – потужність заводу, т/добу.

Кількість пари, що поступає в конденсатор із випарної установки складає 2.63% до маси буряку, визначаємо по формулі:

$$G_n = \frac{2.63 \times A}{100} = \frac{2.63 \times 110}{100} = 289 \text{ кг/с} \quad (2.103)$$

Абсолютний тиск в конденсаторі приймаємо $p=12$ кПа [2, ст. 168.

Витрати води (в кг/с) визначаємо за формулою [3, ст. 79]:

$$W = \frac{G_n \times (i - c_{\text{в}} t_{\text{вк}})}{c_{\text{в}} \times (t_{\text{вк}} - t_{\text{вн}})}, \quad (2.104)$$

де $i=2589$ кДж/кг – ентальпія пари, що відповідає абсолютному тиску [3, табл. 1, ст. 126];

$c_{\text{в}}=4187$ Дж/кг·К – теплоємність води [3, ст. 79];

$t_{\text{вк}}=t_{\text{нас}}-3=45.3^{\circ}\text{C}$ – температура води, що виходє із корпусу конденсатора [3, ст. 79];

де $t_{\text{нас}}=48.6^{\circ}\text{C}$ – температура пари [3, табл. 1, ст. 126];

$t_{\text{вн}}$ – температура холодної води, що поступає в конденсатор, задаємося $t_{\text{вн}}=20^{\circ}\text{C}$.

Знайдені величини підставляємо у формулу 4.89 і обчислюємо:

$$W = \frac{2.89 \times (2589 \times 10^3 - 4187 \times 45.3)}{4187 \times (45.3 - 20)} = 65 \text{ кг/с}$$

Для визначення діаметра корпусу конденсатора знаходимо об'єм пару (в м³/с), що проходить через нього за формулою [3, ст. 79]:

$$V_n = G_n \times \mathcal{V}, \quad (2.105)$$

									Арк.
									45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ				

де $\rho = 1/0.0816 = 12.26 \text{ м}^3/\text{кг}$ – питомий об'єм пари;

ρ_n – густина пари, що при абсолютному тиску 12 кПа дорівнює 0.0816 кг/м³ [3, табл. 1, с. 126].

Знайдену величину підставляємо у формулу 4.90 і обчислюємо:

$$V_n = 2.89 \times 12.26 = 35.4 \text{ м}^3/\text{с}$$

При швидкості пари в корпусі $\omega = 18 \text{ м/с}$ діаметр його визначаємо за формулою [3, ст. 79]:

$$d_k = \sqrt{V_n / (0.785 \omega)} = \sqrt{35.4 / 0.785 \times 18} = 1.58 \text{ м} \quad (2.106)$$

До встановлення приймаємо конденсатор діаметром $d_k = 1.6 \text{ м}$.

Визначаємо внутрішній діаметр барометричної труби за формулою [3, ст. 76]:

$$d = \sqrt{\frac{G_n + W}{0.785 \rho \omega}} = \sqrt{\frac{2.89 + 65}{0.785 \times 990.6 \times 0.5}} = 0.41 \text{ м} \quad (2.107)$$

де $\rho = 990.6 \text{ кг/м}^3$ – густина барометричної води при $t_{\text{вк}} = 45.3 \text{ }^\circ\text{C}$ [3, табл. 3, ст. 127];

$\omega = 0.5 \text{ м/с}$ – швидкість води в барометричній трубі. Приймаємо діаметр труби $d = 400 \text{ мм}$.

Попередньо прийнявши коефіцієнт опору труби $\lambda = 0.03$, суму коефіцієнтів опору місцевих втрат напору $\sum \xi = 1.5$ і $H = 10 \text{ м}$, висота барометричної труби за формулою [3, ст. 75] складе

$$H = 10.33 \times \left(\frac{P_{\text{розр}}}{102} \right) + \left[\omega^2 \times \frac{(1 + \sum \xi + \lambda H / d)}{2g} \right] + 0.5, \quad (2.108)$$

$$H = 10.33 \times \left(\frac{88}{102} \right) + \left[0.5^2 \times \frac{(1 + 1.5 + 0.03 \times 10 / 0.4)}{2 \times 9.81} \right] + 0.5 = 14.5 \text{ м}$$

З врахуванням занурення нижньої частини труби на 1 м в барометричний збірник, приймаємо висоту труби $H_1 = 15.5 \text{ м}$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

3 Розрахунок апарата на міцність

3.1 Розрахунок товщини стінки і кришки [8]

Вихідні дані для розрахунків.

Розрахунковий тиск P_p [13] при $(P_p/P) \cdot 100\% \leq 5\%$ приймається $P_p = P$
де P – робочий тиск –, що виникає при нормальному протіканні робочого процесу

$$P_p = P = 0,12 \text{ МПа}$$

Розрахункова температура $t_p = t_{\max} = 90^\circ\text{C}$

Напруга, що допускається

$$[\sigma] = \eta \sigma^* \quad (3.1)$$

де:

σ^* – нормативна напруга, що допускається, при t_p , МПа

η – поправочний коефіцієнт, що враховує вид заготівлі

Для сталі 12Х18Н10Т при $t_p = 90^\circ\text{C}$, $\sigma^* = 152 \text{ МПа}$ [8], $\eta = 1,0$ – для листового прокату

Тоді

$$[\sigma] = 1,0 \cdot 152 = 152 \text{ МПа}$$

Розраховане значення модуля продовжньої пружності для сталі 12Х18Н10Т при $t_p = 90^\circ\text{C}$, $E = 2,15 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

Коефіцієнт міцності зварного з'єднання для автоматичного дугового електрозварювання $\varphi = 1$

Надбавка до розрахункової товщини конструктивних елементів для матеріалу 12Х18Н10Т

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (3.2)$$

де:

C_1 – надбавка на корозію, $C_1 = 0 \text{ мм}$;

C_2 – надбавка для компенсації мінімального допуску, $C_2 = 0,4 \text{ мм}$

C_3 – технологічна надбавка, $C_3 = 0 \text{ мм}$.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді $C = 0 + 0,4 + 0 = 0,4$ мм

Товщина стінки корпусу колони

Товщина обичайки

$$S \geq S_p + C \quad (3.3)$$

де:

S_p - розрахункова товщина обичайки

$$S_p = \frac{P_D}{2[\sigma]\varphi - P} \quad (3.4)$$

$$S_p = \frac{0,12 \cdot 1,2}{2 \cdot 152 \cdot 1 - 0,12} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$S = 3 \cdot 10^{-3} + 0,4 \cdot 10^{-3} = 0,0034 \text{ м}$$

Приймаємо виконавчу товщину $S = 8$ мм

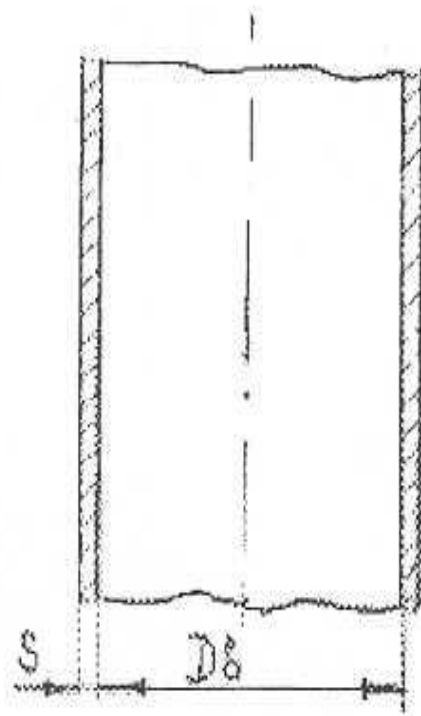


Рис.3.1 Ескіз обечайки

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Превіряємо умову

$$\frac{S-c}{D} \leq 0,1 \quad (3.5)$$

$$\frac{8-0,4}{1200} = 0,0063 \leq 0,1 - \text{умова виконана.}$$

Допустимий внутрішній тиск при $S = 8$ мм

$$[P] = \frac{2[\sigma]\varphi(S-c)}{D+(S-c)} \quad (3.6)$$

$$[P] = \frac{2 \cdot 152 \cdot 1(8 - 0,4) \cdot 10^{-3}}{1,2 + (8 - 0,4) \cdot 10^{-3}} = 1,91 \text{ МПа}$$

$[P] > P$ – умова міцності виконується. Товщина кришки

$$S_1 \geq S_{1p} + c \quad (3.7)$$

де:

S_{1p} – розрахункова товщина кришки

$$S_{1p} = \frac{pR}{2[\sigma]\varphi - 0,5P} \quad (3.8)$$

де:

R – радіус кривизни кришки

Приймаємо $R = D = 1,2$ м

$$S_{1p} = \frac{0,12 \cdot 1,2}{2 \cdot 152 \cdot 1 - 0,5 \cdot 0,12} = 7,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

Тоді:

$$S_1 = 7,1 \cdot 10^{-4} + 0,4 \cdot 10^{-3} = 0,00047 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Приймаємо товщину кришки $S_1 = 8$ мм

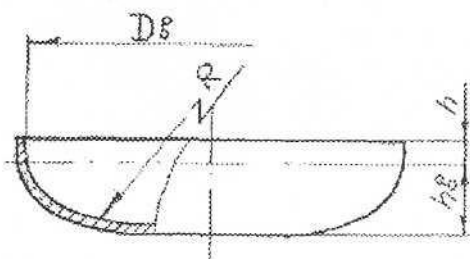


Рис.3.2 Ескіз кришки

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Допустимий внутрішній тиск для днища при $S_1 = 8$ мм

$$[P] = \frac{2(S_1 - c)\varphi[\sigma]}{R + 0,5(S_1 - c)} \quad (3.9)$$

$$[P] = \frac{2 \cdot (8 - 0,4) \cdot 10^{-3} \cdot 152}{1,2 + 0,5(8 - 0,4) \cdot 10^{-3}} = 1,91 \text{ МПа}$$

$[P] > P$ – умова виконується.

Умова застосовності формул

$$0,002 \leq \frac{S_1 - c}{D} \leq 0,1 \quad (3.10)$$

$$\frac{S_1 - c}{D} = \frac{8 - 0,4}{1200} = 0,0063 \text{ – умова виконується.}$$

3.2 Розрахунок фланцевого з'єднання [8]

Конструкцію з'єднання кришки і корпусу апарату при $D_a = 1200$ мм і $P = 0,25$ МПа вибираємо згідно табл. 13.7 [2] з плоским приварними фланцями і ущільнювальною поверхнею типу «шип - паз».

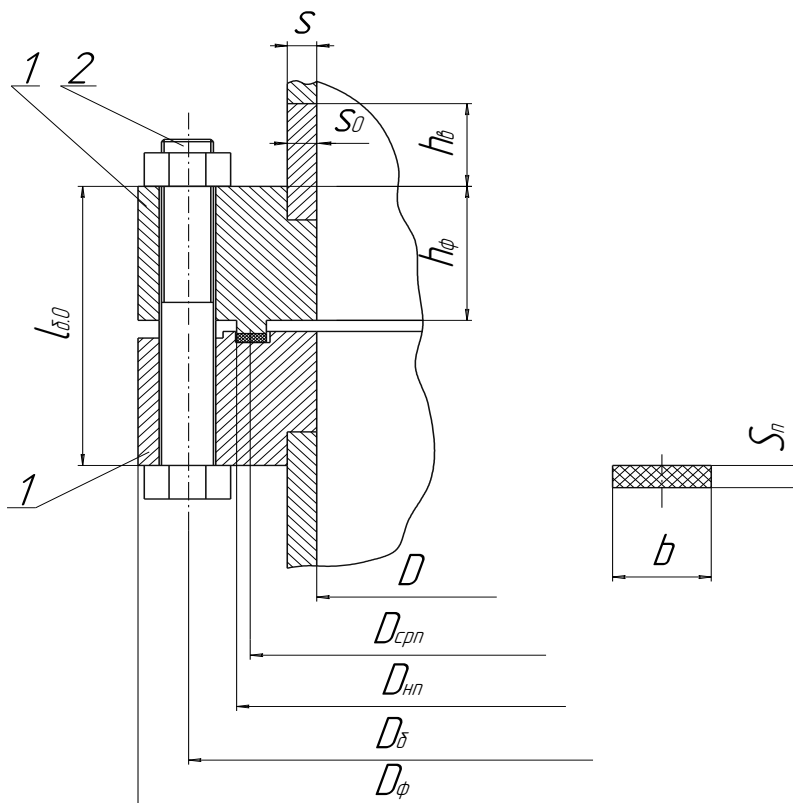


Рисунок 3.3 – Фланцеве з'єднання

										Арк.
										50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ					

Товщину втулки фланця кришки приймаємо $S_0=10$ мм, что удовлетворяет условию $S_0 \geq S$, то есть $10 \geq 10$.

Висоту втулки фланця визначаємо за формулою:

$$h_e > 0,5 \cdot \sqrt{D \cdot (s_0 - c)}, \quad (3.11)$$

$$h_e > 0,5 \cdot \sqrt{1200 \cdot (10 - 1,47)} = 56,2 \text{ мм}, \text{ приймаємо } h_b = 150 \text{ мм}.$$

Діаметр болтової окружності визначаємо за формулою або відповідно до табл. 13.7 [2]

$$D_{\phi} \geq D + 2 \cdot (2 \cdot s_0 + d_6 + u), \quad (3.12)$$

де d_6 – зовнішній діаметр болта, при $D = 1200$ мм і $P = 0,25$ МПа – $d_6 = 23$ мм; u – нормативний зазор між гайкою і втулкою, $u = 4 \div 6$ мм.

$$D_{\phi} = 1200 + 2 \cdot (2 \cdot 12 + 23 + 5) = 1304 \text{ мм}, \text{ приймаємо } D_{\phi} = 1310 \text{ мм}.$$

Зовнішній діаметр фланця визначаємо за формулою і відповідно до табл. 13.7 [2]:

$$D_{\phi} \geq D_{\phi} + a, \quad (3.13)$$

де a – конструктивна добавка для розміщення гайок по діаметру фланця, приймаємо $a = 40$ мм.

$$D_{\phi} = 1310 + 40 = 1350 \text{ мм}.$$

Зовнішній діаметр прокладки визначаємо за формулою:

$$D_{in} = D_{\phi} - l, \quad (3.14)$$

де l – нормативний параметр, що залежить від товщини прокладки, $l=45$ мм.

$$D_{in} = 1310 - 45 = 1265 \text{ мм}.$$

Середній діаметр прокладки визначається за формулою:

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$D_{cn} = D_{ин} - b, \quad (3.15)$$

де b – ширина прокладки, яка приймається згідно табл. 13.7 [2], $b=13$ мм.

$$D_{ин} = 1265 - 13 = 1252 \text{ мм} .$$

Приймаємо матеріал прокладки пароніт по ГОСТ 481-80 з товщиною $S_{п} = 2$ мм.

Кількість болтів, необхідне для забезпечення герметичності з'єднання визначаємо за формулою:

$$n_{б} \geq \frac{\pi \cdot D_{б}}{t_{ш}}, \quad (3.16)$$

де $t_{ш}$ - рекомендований крок розташування болтів, рекомендується для болтів М20 и $P_y = 1,6$ МПа $t_{ш} = (2 \div 5) \cdot d_{б}$, $t_{ш} = 90$ мм.

$$n_{б} = \frac{3,14 \cdot 1310}{90} = 45,7 \text{ шт} .$$

Приймаємо кількість болтів $n_{б} = 48$, кратне чотирьом. Висоту фланця $h_{ф}$ визначаємо за формулою:

$$h_{ф} \geq \lambda_{ф} \cdot \sqrt{D \cdot s_{э}}, \quad (3.17)$$

де $\lambda_{ф}$ – коефіцієнт, який визначається за графіком рис.13.14 [2], $\lambda_{ф} = 0,32$;

$S_{э}$ – еквівалентна товщина втулки фланця, так як фланець плоский, то $\beta_1 = S_1/S_0 = 1$, приймаємо $S_{э} = S_0 = 10$ мм.

$$h_{ф} = 0,32 \cdot \sqrt{1200 \cdot 10} = 38,4 \text{ мм}.$$

Приймаємо висоту фланця $h_{ф} = 60$ мм.

Розрахункова довжина болта визначається за формулою:

$$l_{б} = l_{б0} + 0,28 \cdot d_{б}, \quad (3.18)$$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $l_{\phi 0}$ – відстань між опорними поверхнями головки болта і гайки при товщині прокладки $S_n = 2$ мм,

$$l_{\phi 0} = 2 \cdot (h_{\phi} + s_n), \quad (3.19)$$

$$l_{\phi 0} = 2 \cdot (60 + 2) = 124 \text{ мм.}$$

$$l_{\phi} = 124 + 0,28 \cdot 20 = 129,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо розрахункову довжину болтів $l_{\phi} = 130$ мм.

Визначення навантажень діючих на фланець

Рівнодіючу внутрішнього тиску визначаємо за формулою:

$$F_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{cn}^2}{4} \cdot P, \quad (3.20)$$

$$F_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 1,252^2}{4} \cdot 1,0 = 1,23 \text{ Ї} .$$

Реакція прокладки визначається за формулою:

$$R_n = \pi \cdot D_{cn} \cdot b_0 \cdot K_{np} \cdot P, \quad (3.21)$$

де K_{np} – коефіцієнт, що залежить від матеріалу і конструкції прокладки,

$$K_{np} = 2,5;$$

b_0 – еквівалентна ширина прокладки, $b_0 = b = 13$ мм, так як $b < 15$ мм.

$$R_n = 3,14 \cdot 1,252 \cdot 0,013 \cdot 2,5 \cdot 1,0 = 0,128 \text{ Ї} .$$

Зусилля, що виникає від температурних деформацій, визначається за формулою:

$$F_t = \frac{y_{\phi} \cdot n_{\phi} \cdot f_{\phi} \cdot E_{\phi} \cdot (\alpha_{\phi} \cdot t_{\phi} - \alpha_{\phi} \cdot t_{\phi})}{y_n + y_{\phi} + 0,5 \cdot y_{\phi} \cdot (D_{\phi} - D_{cn})^2}, \quad (3.22)$$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

де α_{ϕ} – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу фланця, $\alpha_{\phi} = 13,8 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$;

α_{δ} – коефіцієнт лінійного розширення матеріалу болта (приймаємо для болта сталь 38ХА), $\alpha_{\delta} = 12,9 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$;

t_{ϕ} – розрахункова температура неізольованих фланців,

$$t_{\phi} = 0,96 \cdot t = 0,96 \cdot 165 = 158,4 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

t_{δ} – розрахункова температура неізольованих болтів,

$$t_{\delta} = 0,95 \cdot t = 0,95 \cdot 85 = 156,8 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

y_{δ} – лінійна податливість болтів, що визначається за формулою

$$y_{\delta} = \frac{l_{\delta}}{E_{\delta} \cdot f_{\delta} \cdot n_{\delta}}, \quad (3.23)$$

де E_{δ} – модуль поздовжньої пружності матеріалу болта, $E_{\delta} = 2,00 \cdot 10^5$ МПа.

f_{δ} – розрахункова площа поперечного перерізу болта по внутрішньому діаметру, згідно табл. 13.27 [2], $f_{\delta} = 2,35 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$;

$$y_{\delta} = \frac{0,130}{2,00 \cdot 10^5 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4} \cdot 60} = 4,6 \cdot 10^{-5} \text{ м/МН.}$$

y_n – лінійна податливість неметалевої прокладки, що визначається за формулою

$$y_n = \frac{K_n \cdot h_n}{E_n \cdot \pi \cdot D_{cn} \cdot b}, \quad (3.24)$$

де K_n – коефіцієнт обтиску прокладки, для прокладок з параніту при S_n не більше 2 мм $K_n = 0,9$;

E_n – модуль поздовжньої пружності для матеріалу прокладки,

$$E_n = 2000 \text{ МПа.}$$

h_n – висота прокладки, $h_n = S_n = 2 \text{ мм.}$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$\sigma_i = \frac{0,9 \cdot 0,002}{2000 \cdot 3,14 \cdot 1,252 \cdot 0,013} = 1,76 \cdot 10^{-4} \text{ і / } \ddot{H} \text{ .}$$

y_ϕ – кутова податливість фланця, що визначається за формулою:

$$y_\phi = \frac{[1 - \nu \cdot (1 + 0,9 \cdot \lambda'_\phi)] \cdot \psi_2}{h_\phi^2 \cdot E_\phi}, \quad (3.25)$$

де ν , λ_ϕ – безрозмірні параметри, що визначаються за формулами

$$\lambda'_\phi = \frac{h_\phi}{\sqrt{D \cdot s_0}}, \quad (3.26)$$

$$\lambda'_\phi = \frac{0,060}{\sqrt{1,2 \cdot 0,010}} = 0,5.$$

$$\nu = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot \lambda'_\phi \cdot \left(1 + \psi_1 + \frac{h_\phi^2}{s_0^2}\right)}, \quad (3.27)$$

де ψ_1 – коефіцієнт,

визначаємо за

$$\psi_1 = 1,28 \cdot \lg \frac{D_\phi}{D} = 1,28 \cdot \lg \frac{1350}{1200} = 0,045. \quad \text{формулою}$$

(3.44)

$$\nu = \frac{1}{1 + 0,9 \cdot 0,5 \cdot \left(1 + 0,044 + \frac{0,06^2}{0,010^2}\right)} = 0,08.$$

ψ_2 – коефіцієнт, який визначається за формулою

$$\psi_2 = \frac{D_\delta + D}{D_\delta - D} = \frac{1350 + 1200}{1350 - 1200} = 17; \quad (3.28)$$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

E_ϕ – модуль поздовжньої пружності для матеріалу фланця, $E_\phi = 1,84 \cdot 10^5$ МПа.

$$\delta_\phi = \frac{[1 - 0,08 \cdot (1 + 0,9 \cdot 0,5)] \cdot 17}{0,06^2 \cdot 1,84 \cdot 10^5} = 2,47 \cdot 10^{-2} \text{ і } / \ddot{\text{И}} \text{ .}$$

$$F_t = \frac{4,6 \cdot 10^{-5} \cdot 60 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4} \cdot 2,00 \cdot 10^5 \cdot (13,8 \cdot 10^{-6} \cdot 158,4 - 12,9 \cdot 10^{-6} \cdot 156,8)}{1,35 \cdot 10^{-4} + 4,6 \cdot 10^{-5} + 0,5 \cdot 2,47 \cdot 10^{-2} \cdot (1,310 - 1,252)^2};$$

$$F_t = 1,45 \ddot{\text{И}} \text{ .}$$

Коефіцієнт жорсткості фланцевого з'єднання визначаємо за формулою:

$$K_{жк} = \frac{y_\phi + 0,5 \cdot y_\phi \cdot (D_\phi - D - s_{жк}) \cdot (D_\phi - D_{cn})}{y_n + y_\phi + y_\phi \cdot (D_\phi - D_{cn})^2}, \quad (3.29)$$

$$K_{жк} = \frac{4,6 \cdot 10^{-5} + 0,5 \cdot 2,47 \cdot 10^{-2} \cdot (1,31 - 1,2 - 0,010) \cdot (1,31 - 1,252)}{1,35 \cdot 10^{-4} + 4,6 \cdot 10^{-5} + 2,47 \cdot 10^{-2} \cdot (1,31 - 1,252)^2} = 0,174.$$

Болтові навантаження в умовах монтажу (до подачі внутрішнього тиску) визначаємо за формулою:

$$F_{\phi 1} = \max \left\{ \begin{array}{l} K_{жк} \cdot F_\phi + R_n \\ 0,5 \cdot \pi \cdot D_{cn} \cdot b_0 \cdot P_{н.р} \end{array} \right\}, \quad (3.30)$$

де $P_{н.р}$ – тиск віджимання прокладки, для параніту $P_{н.р} = 20$ МПа.

$$F_{\phi 1} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,418 \cdot 1,149 + 0,092 \\ 0,5 \cdot 3,14 \cdot 1,2 \cdot 0,013 \cdot 20 \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,342 \\ 0,534 \end{array} \right\} = 0,534 \ddot{\text{И}} \text{ .}$$

Болтові навантаження в робочих умовах визначаємо за формулою:

$$F_{\phi 2} = F_{\phi 1} + (1 - K_{жк}) \cdot F_\phi + F_t, \quad (3.31)$$

$$F_{\phi 2} = 0,511 + (1 - 0,174) \cdot 1,23 + 1,45 = 2,98 \ddot{\text{И}} \text{ .}$$

Наведений вигинальний момент обчислюємо за формулою:

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$\dot{l}_0 = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot (D_{\dot{a}} - D_{\ddot{n}\ddot{i}}) \cdot F_{\dot{a}1} \\ 0,5 \cdot [(D_{\dot{a}} - D_{\ddot{n}\ddot{i}}) \cdot F_{\dot{a}2} + (D_{\ddot{n}\ddot{i}} - D - s_y) \cdot F_{\ddot{a}}] \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} \end{array} \right\}, \quad (3.32)$$

$$M_0 = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,5 \cdot (1,31 - 1,252) \cdot 0,511 \\ 0,5 \cdot [(1,31 - 1,252) \cdot 2,98 + (1,31 - 1,2 - 0,010) \cdot 1,23] \cdot \frac{160}{144} \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,015 \\ 0,115 \end{array} \right\} = 0,115 \text{ MN} \cdot \text{m}.$$

Перевірка міцності та герметичності фланцевого з'єднання

Умова міцності болтів визначається за формулою:

- в умовах монтажу

$$\frac{F_{\delta 1}}{n_{\delta} \cdot f_{\delta}} < [\sigma]_{\delta}^{20}, \quad (3.33)$$

- в робочих умовах

$$\frac{F_{\delta 2}}{n_{\delta} \cdot f_{\delta}} < [\sigma]_{\delta}^{165}, \quad (3.34)$$

де $[\sigma]_{\delta}^{20}$ – межа міцності для матеріалу болтів при температурі 20 °С, $[\sigma]_{\delta}^{20} = 230$ МПа;

$[\sigma]_{\delta}^{95}$ – межа міцності для матеріалу болтів при температурі 95 °С, $[\sigma]_{\delta}^{95} = 227$ МПа.

$$\frac{0,534}{60 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4}} < 230, \quad 37,87 \text{ Н} < 230 \text{ Н}, \quad \text{умова виконується.}$$

$$\frac{2,98}{60 \cdot 2,35 \cdot 10^{-4}} < 230, \quad 211,3 \text{ Н} < 230 \text{ Н}, \quad \text{умова виконується.}$$

Умова міцності неметалевої прокладки (з пароніту) визначається за формулою:

$$\frac{F_{\delta \max}}{\pi \cdot D_{cn} \cdot b} \leq [P_{n.p}] \quad (3.35)$$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

де $[P_{п.р}]$ – допустиме тиск на прокладку по табл. 13.28 [2], $[P_{п.р}] = 130$ МПа.

$$F_{б \max} = \max\{F_{б1}; F_{б2}\} = \max\{0,534; 2,98\} = 2,98 \text{ МН.}$$

$$\frac{2,98}{3,14 \cdot 1,31 \cdot 0,013} \leq 130, \quad 55,7 \text{ МПа} < 130 \text{ МПа}, \quad \text{- умова виконується.}$$

Умова міцності втулки фланця для перетину обмеженого розміром S_0 перевіряємо по формулі:

$$\sqrt{(\sigma_0 + \sigma_m)^2 + \sigma_t^2} - (\sigma_0 + \sigma_m) \cdot \sigma_t \leq \varphi \cdot [\sigma_0], \quad (3.36)$$

де σ_0 – максимальна напруга в перетині, обмеженому розміром S_0 , яке визначається за формулою

$$\sigma_0 = \psi_3 \cdot \sigma_1, \quad (3.37)$$

де ψ_3 – параметр, визначається за графіком на рис.13.18 [2], при відношенні $S_1/S_0 = 1$ и $D^* = D = 1,6$ м, так как $D > 24 \cdot S_0$ ($1,2 > 24 \cdot 0,010 = 0,24$ м), $\psi_3 = 1,0$;

σ_1 – максимальна напруга в перетині S_1 фланця, що визначається за формулою

$$\sigma_1 = \frac{T_\phi \cdot M_0 \cdot \nu}{D^* \cdot (s_1 - c)^2}, \quad (3.38)$$

де T_ϕ – безрозмірний коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$T_\phi = \frac{D_\phi^2 \cdot \left[1 + 8,55 \cdot \lg\left(\frac{D_\phi}{D}\right) \right] - D^2}{(1,05 \cdot D^2 + 1,945 \cdot D_\phi^2) \cdot \left(\frac{D_\phi}{D} - 1\right)}, \quad (3.39)$$

$$\phi_0 = \frac{1,35^2 \cdot \left[1 + 8,55 \cdot \lg\left(\frac{1,35}{1,2}\right) \right] - 1,2^2}{(1,05 \cdot 1,2^2 + 1,945 \cdot 1,35^2) \cdot \left(\frac{1,35}{1,2} - 1\right)} = 0,76$$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$\sigma_1 = \frac{0,46 \cdot 0,115 \cdot 0,08}{1,2 \cdot (0,010 - 0,00147)^2} = 31,8 \text{ МПа}$$

$$\sigma_0 = 1,0 \cdot 31,8 = 31,8 \text{ МПа}$$

σ_t – тангенціальна напруга у втулці від внутрішнього тиску, визначаємо за формулою

$$\sigma_t = \frac{P_p \cdot D}{[2 \cdot (s_0 - c)]}, \quad (3.40)$$

$$\sigma_t = \frac{1,0 \cdot 1200}{[2 \cdot (10 - 1,47)]} = 56,98 \text{ МПа}$$

σ_m – меридіональне напруга у втулці від внутрішнього тиску, визначаємо за формулою

$$\sigma_m = \frac{P_p \cdot D}{[4 \cdot (s_0 - c)]}, \quad (3.41)$$

$$\sigma_m = \frac{1,0 \cdot 1200}{[4 \cdot (10 - 1,47)]} = 28,49 \text{ МПа}$$

σ_0 – допустиме напруження для фланця в перерізі S_0 при кількості навантажень з'єднання (складання-розбирання) не більше $2 \cdot 10^3$ з умов:

$$[\sigma]_0 = 0,003 \cdot E \text{ при } P_p < 4 \text{ МПа};$$

$$[\sigma]_0 = 0,003 \cdot 1,84 \cdot 10^5 = 552 \text{ МПа.}$$

Умова міцності

$$\sqrt{(31,8 + 28,49)^2 + 56,48^2} - (31,8 + 28,49) \cdot 56,48 \leq 1,0 \cdot 552$$

58,48 МПа < 579 МПа, умова міцності виконується.

Окружне напруга в кільці фланця визначаємо за формулою:

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

$$\sigma_{\kappa} = M_0 \cdot [1 - \nu \cdot (1 + 0,9 \cdot \lambda_{\phi}')] \cdot \frac{\psi_2}{(D \cdot h_{\phi}^2)}, \quad (3.42)$$

$$\sigma_{\varepsilon} = 0,115 \cdot [1 - 0,08 \cdot (1 + 0,9 \cdot 0,5)] \cdot \frac{17}{(1,2 \cdot 0,06^2)} = 33,3 \text{ МПа}.$$

Умова герметичності фланцевого з'єднання визначається кутом повороту фланця за формулою:

$$\theta = \left(\frac{\sigma_{\kappa}}{E} \right) \cdot \left(\frac{D}{h_{\phi}} \right) \leq [\theta], \quad (3.43)$$

де $[\theta]$ – допускається кут повороту фланця, що приймається для плоских фланців $[\theta] = 0,013$ рад;

$$\theta = \left(\frac{33,3}{1,84 \cdot 10^5} \right) \cdot \left(\frac{1,2}{0,06} \right) = 0,004 \text{ рад} < 0,013 \text{ рад},$$

умова герметичності фланцевого з'єднання виконується.

3.3 Розрахунок опорних лап [9]

Визначаємо масу трубки в паровій камері (в кг) за формулою:

$$G_{mp} = \frac{\pi \times (d_3^2 - d_6^2)}{4} \times h \times \rho = \frac{3,14 \times (0,033^2 - 0,03^2)}{4} \times 3,5 \times 7800 = 4,1 \quad (3.44)$$

де $\rho = 7800$ кг/м³ – густина міді.

Визначаємо загальну масу трубок в паровій камері (в кг) за формулою:

$$G_{mp.z.} = G_{mp} \times n = 4,1 \times 290 = 1189 \quad (3.45)$$

Визначаємо масу трубної решітки (в м) за формулою:

$$G_{mp.p.} = \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \times h - \frac{\pi \times d_3^2}{4} \times h \times n \right) \times \rho = \left(\frac{3,14 \times 1^2}{4} \times 0,014 - \frac{3,14 \times 0,033^2}{4} \times 0,014 \times 290 \right) \times 7800 = 64 \quad (3.46)$$

Визначаємо масу двох трубних решіток (в кг) за формулою:

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$G_{2mp.p.} = 2 \times G_{mp.p} = 2 \times 64 = 128 \quad (3.47)$$

Визначаємо масу циліндричної частини апарату (в кг) за формулою:

$$G_u = \frac{\pi \times (D_3^2 - D_6^2)}{4} \times H \times \rho = \frac{3.14 \times (1^2 - 0.99^2)}{4} \times 3.49 \times 7800 = 425 \quad (3.48)$$

Визначаємо масу кришки (в кг) за формулою:

$$G_k = \frac{1}{6} \times \pi \times (2 \times r \times h + \delta^2) \times \rho = \frac{1}{6} \times 3.14 \times (2 \times 0.15 \times 0.15 + 0.005^2) \times 7800 = 184 \quad (3.49)$$

Визначаємо масу двох кришок (в кг) за формулою:

$$G_{2k} = 2 \times G_k = 2 \times 184 = 368 \quad (3.50)$$

Визначаємо загальну масу апаату (в кг) за формулою:

$$G_m = G_{mp} + G_{2mp.p} + G_u + G_{2kp} = 1189 + 128 + 425 + 368 = 2110 \quad (3.51)$$

Визначаємо масу повного теплообмінника (в кг) за формулою:

$$G_{повн.} = G_m + G = 2110 + 72.9 = 2182.9 \quad (3.52)$$

Визначаємо мавантаження на одну опорну лапу (в кН) за формулою:

$$G_{1л} = \frac{G_{повн.}}{z} = \frac{2.2 \times 9.81}{3} = 7.2 \quad (3.53)$$

де $z = 3$ штуки – кількість опор

Попередньо знаходимо товщину δ ребра (в м)

$$\delta = \frac{2.24 \times G_{1л}}{(\varphi \times [\sigma] \times a)} = \frac{2.24 \times 7.2 \times 10^{-3}}{(0.9 \times 80 \times 0.16)} = 0.002 \quad (3.54)$$

де $\varphi = 0.9-1.0$ - коефіцієнт зменшення

$[\sigma] = 80 - 100$ МПа-допустиме напруження на стискання

$a = 0.16$ м - вихід опор.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

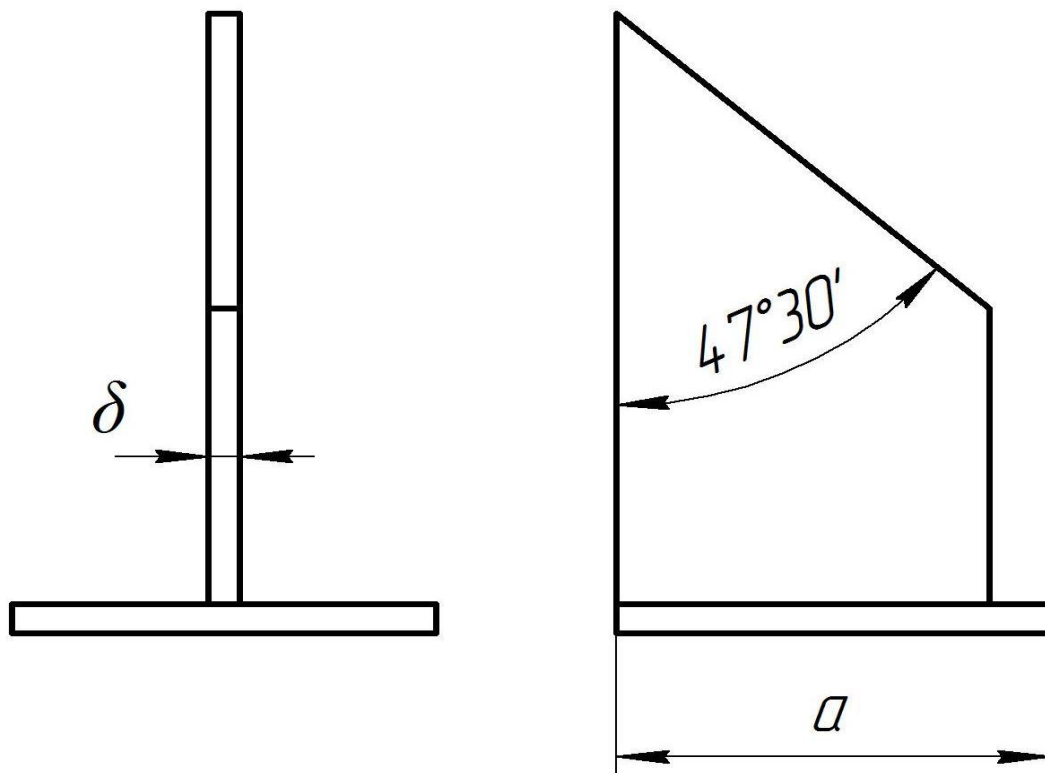


Рис. 3.4 Лапа опорна

Знаходимо коефіцієнт зменшення

$$\varphi = 1.05 - 43.5 \times 10^{-4} \times \lambda \quad (3.55)$$

де λ -гнучкість ребра, м.

$$\lambda = \frac{l}{r} = \frac{0.33}{0.00289} = 114 \quad (3.56)$$

де r -найменший радіус інерції поперечного перерізу ребра, м

Знаходиться для $\alpha=47^\circ 30'$ із співвідношення

$$r = 0.289 \times \delta = 0.289 \times 0.002 = 0.001 \quad (3.57)$$

Знайдені значення підставляємо у формулу:

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

$$\varphi = 1.05 - 43.5 \times 10^{-4} \times 114 = 0.55 \quad (3.58)$$

Таким чином, гнучкість ребра

$$\lambda = \frac{\sqrt{h^2 + a^2}}{0.289 \times \delta} = \frac{\sqrt{0.20^2 + 0.12^2}}{0.289 \times 0.002} = 286 \quad (3.59)$$

де $h=0.20$ м - висота ребра

$a=0.12$ м - ширина ребра

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

4 РЕМОНТ І МОНТАЖ ОБЛАДНАННЯ [10]

4.1 Монтаж підігрівача [10]

В залежності від конкретних умов майданчик для установки підігрівачів розташовується на позначці міжповерхового перекриття або спеціальному майданчику. Її розміри повинні забезпечити безпеку і зручність монтажу, обслуговування і ремонту підігрівача.

Доставлений на місце монтажу підігрівач і його складові частини необхідно піддати зовнішньому огляду з метою перевірки зберігання при транспортуванні та комплектності поставки.

Підйом і установка підігрівача повинні виконуватися механізмами відповідної вантажопідйомності. При монтажі системи автоматичного регулювання температури соку в підігрівачі слід керуватися схемою креслення.

Монтаж підігрівача проводиться в такому порядку:

- Розмічають місце установки;
- Приварюють до підігрівача три лапи;
- Встановлюють підігрівач на заздалегідь підготовлене місце і вивіряє його положення;
- Приєднують трубопровід для підведення пари;
- Приєднують до підігрівача обхідний вентиль і з'єднують його трубопроводами для введення і виведення соку;
- Приєднують трубопроводи для відведення конденсату і не сконденсованих газів;
- Встановлюють на підігрівач вимірювальні прилади і прилади автоматичного регулювання температури.

Змонтований підігрівач, реєструють в органах Держтехнагляду, повинен бути врахований власником в спеціальній книзі обліку і огляду посудин, що зберігається в особи, що здійснює нагляд за посудинами на підприємстві. Так як на підігрівач поширюється дія «Правил», то він повинен піддаватися технічному

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

огляду (внутрішньому огляду і гідравлічному випробуванню) до пуску в роботу.

Технічний огляд підігрівача, зареєстрованого в органах нагляду, повинно здійснюватися інспектором котлонагляду.

Гідравлічне випробування встановленого підігрівача при технологічному огляді повинно проводитися до накладення теплоізоляції пробним тиском:

- Для камери парової – 0,47 МПа (4,8 кгс/см²);
- Сокового простору - 0,882 МПа (9,0 кгс/см²).

Час витримки підігрівача під пробним тиском повинен бути не менше 10 хвилин.

Для гідравлічного випробування повинна застосовуватися вода температурою не нижче 283К (+10° С) і не вище 313К (+40° С).

Підігрівач вважається витриманим гідравлічне випробування, якщо не виявлено:

- а) ознак розриву;
- б) течі, потіння в зварних з'єднаннях і на основному металі;
- в) видимих залишкових деформацій.

Дозвіл на пуск в роботу підігрівача, що підлягає реєстрації, видається інспектором Держтехнагляду після реєстрації та технічного огляду

4.1 Ремонт підігрівача [10]

Ремонт підігрівача розпочинають із видалення накипу.

У цукровій промисловості широке поширення мають хімічні способи видалення накипу, хоча за якістю вони поступаються механічному очищенню, але є економічнішими і менш трудомісткими, які вимагають менших витрат часу.

Стан поверхні нагріву визначається гідравлічним випробуванням і оглядом окремих трубок на вибір. При гідравлічному випробуванні температура не повинна бути нижчою 4 °С.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Потім проводять ремонт поверхні нагріву, для цього встановлюють в якому стані знаходяться трубки.

Грубо можна перевірити спрацювання, провівши зважування очищену від накипу трубку і зрівнявши її з вагою нової. Зменшення ваги більш чим на 30 % показує на аварійне спрацювання трубок. Вибивається для контролю близько 1 % трубок.

Якщо при гідравлічному випробуванні з'являються витікання води або краплі вологи на окремих трубках, проводять додаткове вальцювання таких трубок, потім повторне гідравлічне випробування.

Перед заміною труб – необхідно підготувати трубну решітку. Кожний отвір повинен бути очищений до основного металу наждачним папером або спеціальною шарошкою. Для такої очистки застосовуються електродрелі або гнучкі вали. Поверхня отвору не повинна мати повздовжніх рисок. Допускається наявність кільцевих рисок глибиною не більше 0,25 мм. Не потрібно домагатися отримати абсолютну гладку поверхню отвору, так як наявність деякої шорсткості допомагає щільному закріпленню трубки, яка вальцюється.

До числа спеціальних способів ущільнення отворів відносяться установлення кілець із м'якої сталі і наплавка. Установка кілець досить ефективна. Розроблені отвори обробляють райбором під один діаметр. Підбирають трубки, зовнішній діаметр яких відповідав би розмірам розроблених отворів і з такою товщиною тіла, щоб після завальцювання їх в ці отвори зовнішній діаметр відповідав діаметру отворів рорванда. Із трубок нарізають кільця, які довжиною на 3 - 4 мм перевищують товщину трубної решітки і завальцюють, а потім в ці кільця завальцюють трубки, замінюючи дефектні. Наплавлення отворів застосовують, якщо розроблення отвору складає 7 – 8 % початкового діаметра, але її застосовують як крайній захід.

Контролюють стан трубної решітки і корпусу. Досліджують стан стінок корпусу, верхньої кришки і нижнього днища.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Метал корпусу перевіряється за допомогою огляду і обстукування.

При виявленні тріщин в стінках або послаблення місць дозволяється ремонт за допомогою зварювання. Тріщини розроблюють і зварюють; на послаблені місця наварюють накладки або вирізають і встановлюють нові сектори. Далі проводять ремонт арматури, що входить в комплект випарного апарату, трубопроводів.

Ремонт комунікацій

Основними дефектами трубопроводів являється порушення щільності в фланцевих і муфтових з'єднаннях. Ліквідовують протікання у фланцевих з'єднаннях шляхом їх підтягування. При подальшому протіканні з'єднання розбирають, перевіряють ущільнюючі поверхні, прокладки, ущільнення при необхідності замінюють. Тріщини в трубах усувають шляхом накладання хомутів, накладок, зварюванням електро- або газосваркою.

При ремонті трубопроводів з'єднання ретельно очищаються від бруду, мастила, залишків продукту і промивають. Нерівності ущільнюючих поверхонь зачищають напильниками, надфілями, шаберами, притирають за допомогою абразивних паст і порошків. Різьбові з'єднання трубопроводів ущільнюють лляною ниткою і спеціальними пастами.

Ремонт арматури

Ремонт запірної арматури звичайно охоплює наступні операції: очистка арматури, сальників і фланців; заміна прокладок і сальникових ущільнень. Найбільш часто зустрічаючі неполадки запірної арматури і способи їх усунення вказані в табл. 5.1.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1

Найменування арматури	Дефект	Спосіб усунення
Задвижка	Заїдання шибера.	Очистити від забруднення.
	Заїдання шпинделя.	Провертання шпинделя.
	Нещільність в задвижці.	Притирка ущільнюючих поверхонь.
	Знос сідла і тарілки клапана.	Заміна кільцевого ущільнювача.
Вентиль	Заїдання клапана. Заїдання шпинделя. Нещільності вентилля.	Притирка або заміна. Обробка на токарному станку з послідуною притиркою.
		Заміна шпинделя. Притирка, шліфування.
Зворотній клапан	Заїдання клапана. Зворотній пропуск рідини.	Притирка. Очищення.

Зняті для ремонту деталі арматури поміщають на декілька годин у ванну з 10% розчином соляної кислоти, потім промивають чистою, теплою проточною водою, чистять металевими щітками і витирають досуха. При наявності нальоту масла на стінках арматури, а також слідів корозії деталі промивають в гасу. Прилипілі останки прокладок на фланцевих з'єднаннях очищають шабером і також промивають гасом.

Клапани і прокладки скошеної форми притирають до гнізд вручну, а плоскі клапани – роздільно на притирочних плитах. Робочі ущільнюючі поверхні завжди підганяють шабруванням. Для швидкого притирання клапанів арматури застосовують пасти і шліфувальні порошки. Перед притиркою поверхні деталей змочують гасом, рослинним або мінеральним маслом.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

5. Охорона праці [11]

На підприємстві, що проектується, питанням охорони праці і пожежної безпеки приділяється належна увага. З цією метою згідно з Тимчасовим положенням про службу охорони праці створюється служба охорони праці підприємства, яка підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства.

Перелік шкідливих та небезпечних виробничих чинників, що діють у сокоочисному цеху, наведено в таблиці 7.1

Таблиця 7.1

Джерела виникнення небезпечних і шкідливих виробничих чинників	Шкідливі та небезпечні виробничі чинники
1. Апарат випарний	Підвищений тиск, температура
2. Збірник напірний	Підвищена температура
3. Збірник рідкого сиропу	Підвищена температура
4. Збірник рідкого сиропу з	Підвищена температура
клеровкой.	Підвищена температура
5. Збірник соку.	Підвищена температура
6. Збірник сульфітованого сиропу	Підвищена температура
7. Колектор	Підвищений тиск, температура
8. Колонки конденсатовідвіді.	Підвищена температура
9. Насос відцентровий	Підвищена температура
10. Підігрівач соку	Підвищений тиск і температура
11. Сульфітатор сиропу	Підвищена температура
12. Фільтр	

На цукровому підприємстві виробничі процеси з метою усунення впливу на працюючих небезпечних й шкідливих виробничих факторів повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.0.0003.-74, ДСТУ 123.002-75 і ГОСТ 21.007-76. Рівні шуму, вібрації, ультразвуку, інших шкідливих випромінювань на робочих місцях повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.1. 001-75, ГОСТ 121.005-76, ГОСТ 12.1. 012-78 і іншим нормативним документам.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99, мікроклімат виробничих приміщень - умови внутрішнього середовища цих приміщень, які впливають на теплообмін працюючих з оточенням шляхом конвекції, кондукції, теплового випромінювання, а також випару вологи. Ці умови визначаються сполученнями температури, відносної вологості й швидкості руху повітря, температури поверхонь навколо людини, інтенсивністю теплового (інфрачервоного випромінювання). Розрізняють оптимальні й допустимі мікрокліматичні умови. Оптимальні параметри мікроклімату встановлені наступні в холодний період року: температура – 17-20°C; вологість – 60%; швидкість руху повітря – 0,2 м/с.

Вентиляція - це заміна повітря в приміщеннях зовнішнім чистим повітрям з метою створення сприятливого для здоров'я людей середовища.

Для запобігання цих шкідливих факторів на підприємстві передбачена загальнообмінна й місцева вентиляція. Місцева вентиляція використовується для видалення шкідливих речовин, нагрітого або зволоженого повітря безпосередньо з місць їхнього виділення. Для компенсації вилученого повітря передбачена приточная камера. На повітроводах установлені вогнезатримуючі клапани.

Виробничий шум - це сукупність різних по гучності й тону звуків, що виникають у повітряному середовищі. Розрізняють шуми: механічні (при роботі конвеєра, виробництві вантажно-розвантажувальних робіт), електромагнітні (при роботі електромагнітних пристроїв змінного струму), аеродинамічні (при витіканні газів, русі повітря у вентиляційних установках), гідродинамічні (при русі води й різних рідин), повітряні (поширюється в повітряному середовищі),

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

структурні (внаслідок коливання конструкцій стін, перекриттів, перегородок будинку). Шум - звуковий процес, несприятливий для сприйняття, який негативно впливає на організм людини.

Вібрація - процес поширення в пружних тілах механічних коливань із амплітудою 0,003...0,5мм. Вібрація приводить у коливальний рух тіло людини. Особливо шкідливими для людини є коливання з резонансними частотами 6...9Гц (збігаються із частотою власних коливань внутрішніх органів). Розрізняють вібрацію загальну й місцеву. Систематичний вплив на людину загальних вібрацій може бути причиною вібраційної хвороби. Локальні вібрації викликають деформацію й зменшення рухливості суглобів.

З метою запобігання шкідливих впливів виробничого шуму й вібрації на цукровому підприємстві передбачені наступні заходи:

- використання амортизаційних підстав під обладнання, що створює шум більше 80 Дб;
- використання глушників шуму в системах вентиляції.

На цукровому підприємстві експлуатується велика кількість різноманітних електроустановок, правильна робота з якими є важливим засобом профілактики електро травматизму.

На розробленому підприємстві впроваджені стандарти по електробезпеці праці:

ДСТУ 12.1018-79 ССБТ «Електробезпечність» (загальні положення);

Захист працюючих від ураження електричним струмом забезпечується ДСТУ 12.2.007.0.75, правилами електричного влаштування електроустановок й іншими нормативними документами.

Небезпека електричного струму для людини зростає зі збільшенням тривалості впливу його на організм.

Характер електротравми залежить значною мірою від шляху проходження електричного струму через тіло людини. Найбільш небезпечно для людини

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

поздовжнє (від руки до руки) і поперечне (від руки до ноги) проходження струму через його тіло.

Електричний удар вражає організм у цілому, викликаючи скорочення м'язів, параліч подиху, серця.

Захистом обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом при переході напруги на конструктивні металеві частини обладнання в результаті його ушкодження є захисне заземлення. Для захисту контуру заземлення застосовують труби діаметром 0,04м. Для заземлення обладнання в цеху використовується контурна заземлююча система. Опір, що допускається, заземлюючого пристрою в установках напругою до 1000 В повинен бути не більше 4Ом.

Протипожежний захист є системою технічних і організаційних заходів, направлених на попередження пожеж, обмеженням зони їхнього повітряного розповсюдження, успішним пожежогасінням і швидкою безпечною евакуацією людей та майна.

Вибір ступеня вогнестійкості для виробничих будівель здійснюється виходячи з категорії їхньої пожежної небезпеки.

Розрізняють п'ять ступенів вогнестійкості: I, II, III, IV, V. Для підприємства, що проектується приймаємо II ступінь вогнестійкості.

Для запобігання пожежі на проектуваному підприємстві передбачені засоби пожежогасіння, вони будуть розміщені на спеціальних щитах. Щити встановлений біля входу в кожне відділення. До первинних засобів пожежогасіння відносяться: лопати, відра, бокси, вогнегасники.

Для гасіння пожежі в початковій стадії усередині відділень (будуть знаходитися вогнегасники: пінні ОХП-10, вуглекислотні ОУ-2 (для гасіння електричних установок, що знаходяться під напругою)).

Освітлення робочих приміщень може бути природним і штучним. Найбільш сприятливим з гігієнічної точки зору є природне освітлення.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продуктивність праці працівників при природному освітленні приблизно на 10% вище, ніж при штучному.

Все обладнання деяких цехів розміщено таким чином, що там максимально використовується природне освітлення. Для освітлення решти цехів застосовують штучне освітлення. Воно буває: робоче, аварійне й робоче місцеве. Висота підвіски світильників над рівнем підлоги не менш 2,5м. Для робочого освітлення застосовують люмінесцентні лампи, а для аварійного - лампи розжарювання.

Природне освітлення справляє сприятливу психологічну дію на працюючого, його потрібно максимально використовувати.

Використання природного світла у виробничих приміщеннях оцінюють коефіцієнтом природної освітленості, що є відношенням освітлення в середині приміщення до зовнішнього освітлення.

Освітлення сокоочисного відділення при боковому освітленні складає 50 лк, а зовнішнє 750 лк.

Визначаємо значення коефіцієнта природного освітлення за формулою:

$$e = \frac{E_c}{E_z} \times 100\% = \frac{50}{750} \times 100\% = 6.67\% \quad (5.1)$$

Розраховуємо нормативне значення КПО за формулою:

$$e' = e_n \times t \times c \quad (5.2)$$

Залежно від розряду зорової роботи $n=1$ вибираємо $e_n=1.8\%$; коефіцієнт світлового клімату обирається для полу II – $t=1,2$; коефіцієнт сонячності клімату – 1,6.

$$e' = 1.8 \times 1.2 \times 1.6 = 3.5\%$$

Порівнюючи розраховане значення КПО $e=6.67\%$ з нормативним $e'=3.5\%$, тоді приходимо до висновку, що освітлення робочого місця достатнє ($e > e'$).

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Розрахунок теплової ізоляції

Коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої неізольованої поверхні апарату до повітря

$$\alpha_2 = 9,74 + 0,07(t_{CT} - t_B) = 9,74 + 0,07(115 - 20) = 16,39 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (5.3)$$

Втрати тепла неізольованою стінкою

$$q_1 = (t_{BH} - t_C) / (1 / \alpha_2) = (115 - 20) / (1 / 16,39) = 1557,05 \text{ Вт}/\text{м}^2. \quad (5.4)$$

При $\eta = 85\%$ втрати ізольованим апаратом

$$q_2 = (1 - \eta_{iz}) \cdot q_1 = (1 - 0,85) \cdot 1557,05 = 233,56 \text{ Вт}/\text{м}^2. \quad (5.5)$$

Визначимо λ_{iz} для совелітової ізоляції при середній температурі ізоляції

$$t_{iz} = (t_{BH} + t_H) / 2 = (115 + 36) / 2 = 75,5^\circ \text{C}.$$

$$\lambda_{iz} = 0,09 + 0,000087 \cdot t = 0,09 + 0,000087 \cdot 75,5 = 0,096 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}). \quad (5.6)$$

Необхідна товщина ізоляції

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \cdot (t_{BH} - t_H) / q_2 = 0,096 \cdot (115 - 36) / 179 = 0,034 \text{ м} = 34 \text{ мм}. \quad (5.7)$$

Перевіримо значення t_H :

$$t_H = q_2 / \alpha_2 + t_B = 233,56 / 16,39 + 20 = 35^\circ \text{C} \quad (5.8)$$

що наближається до заданої температури 36°C .

Коефіцієнт тепловіддачі від ізоляції до повітря в приміщенні

$$\alpha_2 = 9,74 + 0,07 \cdot (t_H - t_B) = 9,74 + 0,07(35 - 20) = 10,79 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}). \quad (5.9)$$

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Висновки

При проектуванні використаний підігрівач дифузійного соку кожухотрубний , багатходовий з внутрішньою паровою камерою .

Проведено конструктивні розрахунки , визначений гідравлічний опір апарата.

Розрахунками на міцність підтверджена працездатність апарату.

Матеріал ((нержавіюча сталь марки 12Х18Н10Т), якого виготовлені секції апарата, є найбільш корозостійким до бражки, що дозволяє уникнути витрат на відповідні ремонтні роботи.

Результатом проекту є теплообмінник для підігрівання цукрового соку перед його упарюванням на випарній станції цукрового заводу.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кулінченко В.Р., Мирончук В.Г. Випарювання та Випарні апарати у розрахунках і конструюванні, К.: Кондор, 2006-сю390
2. Сапронов А. Р. Технология сахарного производства. – М.: Агропромиздат, 1986. – 431с.
3. Ведомственные нормы технологического проектирования свеклосахарных заводов. – М.: Минпищепром СССР, 1985. – 201с.
4. Придиус Б.В., Хоменко А.И. Расчёт оборудования сахарных заводов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 233с.
5. Азрилевич М.Я. Оборудование сахарных заводов. – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1982. – 392с.
6. Стабников В.Н. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств, - К.: Вища школа. Головное издательство, 1982. – 199с.
7. Гребенюк С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов, - М.: Пищевая промышленность, 1969. – 528с.
8. Лацинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. – Л., «Машиностроение», 1970.- 752 с.
9. Лунин О.Г., Вельтешев В.Н. Теплообменные аппараты пищевых производств. Москва ВО"Агропромиздат"1987.
10. Фарамазов С. А. Ремонт и монтаж оборудования химических и нефтеперерабатывающих заводов. 2-е изд., перераб. — М.- 1980. — 312 с, ил.
11. Основи охорони праці / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець та ін.// К.: Основа, 2000. – 416 с.

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ПОХНВ.В.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77