

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра "Процеси та обладнання хімічних
і нафтопереробних виробництв"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри

підпис, дата

Кваліфікаційна робота бакалавра
зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"

Тема роботи: Установка виробництва етилацетату.
Розробити випарник етилацетату

Виконав:
студент групи ХМ61-НГ
Котенко Данііл Романович

підпис

Залікова книжка
№ 18510238

Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК

Керівник:
Докт. техн. наук, професор

з оцінкою _____

Склабінський В.І.

" ____ " _____ 20__ р.

підпис, дата

Підпис голови
(заступника голови) комісії

СУМИ 2020

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"
Освітня програма "Обладнання нафто-та газопереробних виробництв "

Курс 4 Група ХМ-61 Семестр 4

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студент Котенко Данііл Романович

1 Тема проекту: Установка виробництва етилацетату. Розробити випарник етилацетату.

2 Вихідні дані: Розробити кожухотрубний теплообмінник для випарювання етилацетату.
Витрата етилацетату – 6000 кг/год, тиск – 1,8 МПа, початкова температура етилацетату – 70 С.

3 Перелік обов'язкового графічного матеріалу (аркуші А1):

- | | |
|--|-------------------|
| <u>1. Технологічна схема ректифікаційної установки</u> | <u>– 0,5 арк.</u> |
| <u>2. Складальне креслення апарату</u> | <u>– 1,0 арк.</u> |
| <u>3. Складальні креслення вузлів</u> | <u>– 1,5 арк.</u> |

4 Рекомендована література: 1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. – Суми : СумДУ, 2019. – 32 с.; 2. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии / И.Л. Иоффе. – Л. : Химия, 1991. – 352 с.

5 Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

Етапи та розділи проектування	ТИЖНІ				
	1	2,3	4,5	6,7	8
1 Вступна частина	x				
2 Технологічна частина		xx			
3 Проектно-конструкторська частина			xx		
4 Розробка креслень				xx	
5 Оформлення записки					x
6 Захист роботи					x

6 Дата видачі завдання _____

Керівник _____

підпис

проф. Склабінський В.І

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 40 с., 16 рис., 5таб.,2додатки,14джерел.

Графічні матеріали: технологічна схема установки ,складальне креслення апарату,креслення деталей усього 3 аркуші формату А1.

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра” Установка виробництва етилацетату. Розробити випарник етилацетату.”.

Наведені теоретичні основи та особливості процесу теплообміну ,виконані розрахунки матеріального та теплового балансів процесу,технологічні розрахунки апарату визначені його розміри, гідравлічний опір, обґрунтований вибір матеріалу для виготовлення апарату,підібране допоміжне обладнання.

На ПЕОМ проведений розрахунок на міцність та герметичність фланцевого з'єднання

Розрахунками на міцність та герметичність показана надійність роботи спроектованого апарата.

Наведено відомості щодо проведення монтажу і ремонту розробленого апарату.

У розділі «Охорона праці» наведено надання першої допомоги людині при ураженні її електричним струмом.

Ключові слова: АПАРАТ, УСТАНОВКА ,ЕТИЛАЦЕАТ, ПІДГРІВАЧ КОЖУХОТРУБЧАТИЙ , РОЗРАХУНОК,МОНТАЖ,РЕМОНТ,ОХОРОНА ПРАЦІ.

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

1. Технологічна частина .	
1.1.Опис технологічної схеми	8
1.2.Теоретичні основи теплообмінного процесу	6
1.3. Опис апарату і вибір матеріалів.....	9
2.Технологічні розрахунки процесу і апарату	11
2.1 Матеріальний і тепловий баланс процесу	11
2.2 Технологічні розрахунки	13
2.3.Конструктивні розрахунки	18
2.4.Гідравлічний опір апарату	20
2.5 Вибір допоміжного обладнання.....	24
3. Розрахунки на міцність апарату	30
3.1 Розрахунок товщини стінки циліндричної обичайки	30
3.2 Розрахунок товщини стінки еліптичної кришки	33
3.3 Розрахунок і вибір опори	26
4. Організація монтажних та ремонтних робіт.....	31
5. Охорона праці	40

Список літератури

Додаток А - Специфікації до креслень

Додаток Б – Розрахунок фланцевого з'єднання

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Випарник <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Котенко</i>						4	47
<i>Провер.</i>	<i>Склабінський</i>					СумДУ, ХМ-61		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

Вступ

У термодинаміки процес кипіння визначається як випаровування рідини з утворенням в її обсязі великого парових бульбашок.

Кипіння є досить складним процесом, який багато в чому визначається статистичними закономірностями і залежить від поверхневих умов. Кипіння - процес утворення парової фази в об'ємі рідини, перегрітої щодо температури насичення при даному тиску. Таким чином, необхідною умовою для утворення парової фази в рідині є перегрів її щодо температури насичення. Рідина при цьому може рухатися організованим потоком або знаходитися в самоустановившемся вільному русі. Процеси пароутворення надають на інтенсивність теплообміну істотний вплив, пов'язане як зі зростанням і рухом парових бульбашок поблизу поверхні теплообміну, так і з наявністю парової фази в об'ємі рідини. Для кожного конкретного випадку важливо правильно оцінити ступінь впливу зазначених факторів на інтенсивність теплообміну, щоб вибрати з них визначають.

Величина перегріву рідини залежить від фізичних властивостей рідини, її чистоти, тиску, а також від межують з нею твердих поверхонь нагріву. Якщо рідина не містить дрібних бульбашок розчинених газів і різних твердих включень, то таку рідину можна істотно перегріти на десятки градусів при даному тиску щодо температури насичення без початку кипіння.

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічна частина [1,2,3,5,6]

1.1 Опис технологічної схеми установки

Принципова технологічна схема безперервно діючої ректифікаційної установки представлена на рисунку 1.1

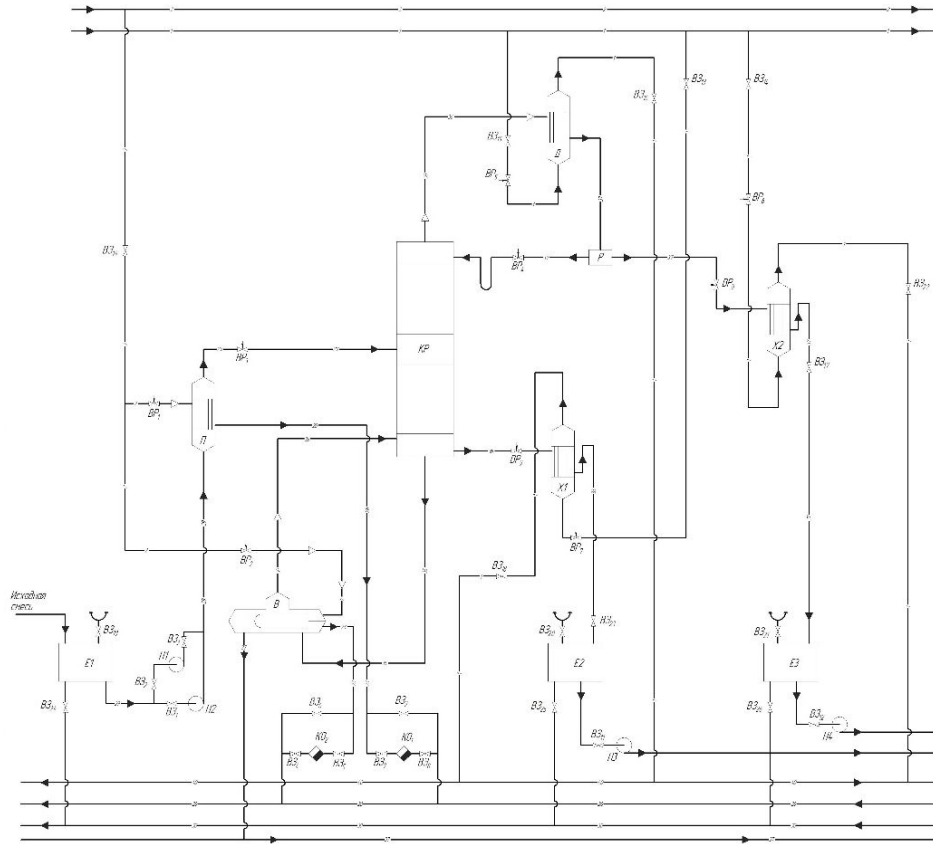


Рисунок 1.1 - Схема ректифікаційної установки безперервної дії

Вихідний розчин зі збірника-сховища 1 відцентровим насосом 2 подається в теплообмінник 3, де підігрівається до температури кипіння гріючою парою, що конденсується в міжтрубному просторі теплообмінника. Нагрітий розчин надходить в колону ректифікації, що складається з верхньої 4 частини і нижньої 5 - вичерпної частини. В результаті поділу суміші з нижньої частини колони відводиться кубовий залишок, який охолоджується водою в теплообміннику 6 і відводиться в збірник 7, звідки насосом 8 відкачується споживачеві [1].

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ				

Частина кубового залишку відбирається з нижньої частини колони і спрямовується в кип'ятильник - випарник 9, в якому за рахунок тепла конденсації пари, що гріє, що подається в міжтрубний простір, відбувається кипіння кубової рідини і утворення пари ВКК, що надходить в нижню частину колони і піднімається вгору.

Таким чином, в нижній частині колони ректифікації відбувається процес відгону (вичерпання) НКК з стікає вниз вихідного розчину.

У верхній частині колони відбувається процес збагачення (зміцнення) піднімаються пари НКК за рахунок багатоступінчастого контактування їх на контактних пристроях зі стікає зверху вниз флегмою. Відводяться з верхньої частини колони пари надходять в дефлегматор 10, де конденсуються в міжтрубному просторі дефлегматора за рахунок відведення тепла хладагента - воді, що рухається в трубному просторі. Частина отриманого конденсату відбирається і у вигляді флегми повертається в колону на її зрошення. Інша частина - дистиллят - додатково охолоджується в холодильнику 11 і направляється в збірник 12 в якості готового продукту з високою концентрацією НКК [1].

1.2 Теоретичні основи процесу

Поверхня теплопередачі випарної установки визначають за основним рівнянням теплопередачі:

$$F = Q / K\Delta t_{\Pi} \quad (1.1)$$

Для визначення теплових навантажень Q , коефіцієнтів теплопередачі K і корисних різниць температур.

В основу процесів теплопереносу покладено основний кінетичний закон, згідно з яким швидкість теплопередачі прямо пропорційна рушійною силою і обернено пропорційна термічному опору:

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$u_m = \frac{Q}{F \cdot \tau} = \frac{\Delta t_c}{R_m} \quad (1.2)$$

де Q - кількість переданого тепла, Дж;

F - поверхня теплопередачі, m^2 ;

τ - тривалість процесу, с;

Δt_c - середня різниця температур між теплоносіями, К;

R_m - термічний опір процесу теплопередачі.

Для сталого процесу (якщо температури в подібних точках в теплоносіях не змінюються за часом) кількість переданих-мого тепла в одиницю часу (тепловий потік) на основі рівняння (1) знаходять за формулою:

$$Q = k_m \cdot \Delta t_c \cdot F \quad (1.3)$$

де k_m - середній для теплового процесу коефіцієнт теплопередачі, що характеризує швидкість процесу теплопередачі, $k_m = 1/R_m$.

Залежність (1,) називають основним кінетичним рівнянням процесу теплопередачі.

Величина теплового потоку, агрегатний (фазовий) стан, режим, напрямок і характер руху теплоносіїв уздовж поверхні теплопередачі, величина середньої рушійної сили процесу визначають як швидкість (інтенсивність) і ефективність проходять теплообмінних процесів, так і тип використовуваного теплообмінного обладнання, його про-щую поверхню теплопередачі, конструктивні особливості та геометри-етичні розміри.

Загальний вигляд критеріальною залежності для визначення коефіцієнта тепловіддачі при конденсації має вигляд:

$$Nu = f(Ga, Pr, K) \quad (1.)$$

Тут $K = r/(c_{ж}\Delta t)$ - критерій фазового переходу, або критерій конденсації, є мірою відносини теплоти, що витрачається на фазове перетворення, до теплоти переохолодження фази: r - питома теплота конденсації; $c_{ж}$ - питома теплоємність конденсату; $\Delta t = t_{нас} - t_{ст}$.

					<i>ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Опис апарату і вибір матеріалів

До випаровувачів пред'являються ті ж вимоги, що і до інших видів теплообмінників: висока інтенсивність теплопередачі, мала витрата металу і ін. Залежно від конструктивних особливостей розрізняють кожухотрубні, кожухозмійовикові, вертикальнотрубні і ін. випаровувачі[3].

Завданням конструктивного розрахунку випарника є визначення його основних розмірів. Випарник (рис. 1.2) являє собою горизонтальний циліндричний кожухотрубний теплообмінний апарат з паровим простором. Апарат утворений трубним і міжтрубному просторі.

Трубне простір, в якому рухається гарячий теплоносій, утворене розподільної камерою 8 і трубами.

Найбільшого поширення набули кожухотрубні випаровувачі.

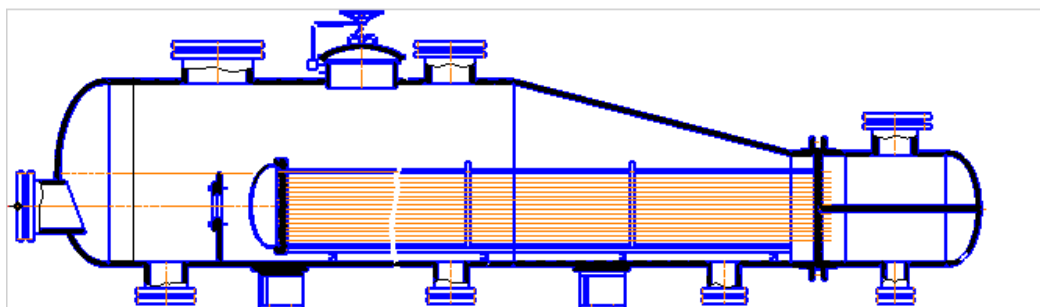


Рисунок 1.2 - Конструкція випарника з паровим простором

Пар підводиться у верхню частину випаровувача в трубний простір. Тoluол подається в нижню частину випаровувача.

Перевагами кожухотрубних випаровувачів є простота і компактність конструкції, значна інтенсивність теплопередачі, можливість пристрою закритої системи циркуляції охолоджуючої середовища.

Матеріал кожуха, звичайний для випаровувачів, зварена з листової сталі обичайка. Труби обрані сталевими, які завальцьовані в трубну решітку.

Завданням конструктивного розрахунку випаровувача є визначення його основних розмірів [4].

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ				

Як і у всякому іншого типу теплообміннику в випаровувачі здійснюється передача теплоти від більш нагрітого теплоносія до менш нагрітого. Причому передача тепла від гарячого теплоносія до холодного здійснюється через розділяє поверхню теплообміну.

Корпус апарату виконаний у вигляді циліндричної обичайки з листового матеріалу, причому внутрішній діаметр корпусу приймається відповідно до стандартного значенням ряду чисел. Товщина стінки корпусу визначається з розрахунку на міцність.

Кінці трубок закріплюють на ігровому полі. Трубна решітка представляє собою диск, в якому висвердлені отвори під трубки і служить разом з трубками для поділу трубного і міжтрубному простору. Розміщення отворів в решітці і їх крок регламентуються нормативними документами. Кріплення труб в трубній решітці повинна бути міцною, герметичним і забезпечувати легку заміну труб.

Розподільні камери і кришки призначені для розподілу потоку робочого середовища за теплообмінних труб. Для створення необхідного числа ходів розподільної камери встановлюють перегородки [4].

Також в конструкції теплообмінника присутні фланці, прокладки і кріпильні елементи, які призначені для з'єднання складових частин апарату і повинні забезпечувати герметичність з'єднання.

Вибір конструкційного матеріалу, який визначається умовою експлуатації проектного елемента, вузла або апарата (температура, тиск, величина навантаження, характер агресивного впливу середовища, вимоги до якості, що переробляється продукту і т. Д.), Слід виконувати так, щоб при низькій вартості і не дефіцитності матеріалу забезпечувати ефективну технологію виготовлення елемента (вироби).

Так як в апараті здійснюється технологічний процес із застосуванням речовини, що володіє малоагресивними властивостями, то для забезпечення умов роботи холодильної установки, прийнята сталь Ст3, що відрізняється хорошими механічними і технологічними характеристиками. Сталь добре деформується в гарячому і холодному стані і легко зварюється, що полегшує виготовлення

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корпусних деталей методом гнуття і забезпечує високу якість зварювальних швів [5]. Хімічний склад і механічні властивості представлені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Хімічний склад і механічні властивості сталі 3

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	As, %	S, %	P, %	E · 105 МПа	σт МПа	σв МПа	δ %
0,23- 0,3	0,5- 0,8	0,05- 0,19	0,3	0,5	0,3	0,08	0,05	0,04	2,0	280	400	23

Матеріал зовнішньої оснастки, арматури, кріпильних елементів і т. Д., Що не мають контакту з переробляється середовищем, приймаємо конструкційну сталь 10. Вибір на користь цієї сталі, заснований на її порівняно низької вартості, хорошій оброблюваності і досить високими фізико-механічними властивостями.

Хімічний склад і механічні властивості сталі представлені в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 - Хімічний склад і механічні властивості сталі 10

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	As, %	S, %	P, %	E · 105 МПа	σт МПа	σв МПа	δ %
0,07- 0,14	0,35- 0,65	0,17- 0,37	0,15	0,25	0,3	0,08	0,04	0,04	2,0	210	340	31

Для виготовлення пристроїв, необхідних для забезпечення зручності обслуговування і зовнішнього огляду апарату, вибираємо прокат з листової та профільної сталі звичайної якості - ВСтЗпсЗ, що поставляється по групі В (поставляється за механічними властивостями і хімічним складом). На користь вибору цієї сталі приймається її низька вартість, добре обробляється і відмінна зварюваність[15].

Для захисту зовнішніх поверхонь апарату від впливу навколишнього середовища використовуємо покриття - Емаль ПФ8 жаростійкий, яка наноситься розпиленням по ґрунту для жаростійких і атмосферостійких покриттів. Дане покриття стійке при тривалому впливі температури до 150° С.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ							Арк.
												11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

2. Технологічні розрахунки процесу і апарату [1,2,4,5]

2.1 Матеріальний і тепловий баланс процесу.

Розрахунок виконаний за методикою [2]

Витрата матеріалу, який випаровується в кг/с

$$G_1 = \frac{6000}{3600} = 1,67 \text{ кг/с.}$$

Температура кипіння парів етилацетату при $P_{\text{вип}} = 1,8 \text{ МПа}$ на рис. XV [2]

$$t_{\text{кип}} = 102 \text{ }^\circ\text{C}$$

Теплота випаровування етилацетату при даній температурі кипіння за додатком VII [1]

$$r_1 = 362 \text{ кДж / кг.}$$

Кількість теплоти, поглиненої при випаровуванні рідини

$$Q_{\text{вип}} = G_1 \cdot r_1 \quad (2.1)$$

$$Q_{\text{исп}} = 1,67 \cdot 392 = 654,6 \text{ кВт.}$$

Кількість теплоти, яка потрібна для нагрівання на випаровування рідини.

$$Q_{\text{нагр}} = G_1 \cdot C_1 \cdot (t_{\text{кип}} - t_n) \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{нагр}} = 1,67 \cdot 2,09 \cdot (102 - 70) = 115,2 \text{ кВт,}$$

де $C_1 = 2,09 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$ теплоємність рідкого етилацетата при середній температурі

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{кип}} + t_n}{2} = \frac{110 + 90}{2} = 100 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Теплове навантаження апарату з урахуванням 5% втрат тепла

$$Q = 1,05 \cdot (Q_{\text{исп}} + Q_{\text{нагр}}) = 1,05 \cdot (654,6 + 115,2) = 808,3 \text{ кВт.} \quad (2.3)$$

Температура пари при тиску $p_n = 1,8 \text{ МПа}$ за додатком LVII [2]

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_{2H} = 116 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Середня температура конденсату водяної пари

$$t_{2cp} = \frac{t_{2H} + t_{2K}}{2} = \frac{116 + 75}{2} = 95,5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Фізичні параметри конденсату при $t_{2cp} = 95,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (додаток I, II, III, IV) [1]:

щільність $\rho_2 = 960 \text{ кг / м}^3$;

в'язкість $\mu_2 = 0,331 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$;

теплоємність $c_2 = 4,19 \text{ кДж / кг} \cdot \text{К}$;

теплопровідність $\lambda_2 = 0,676 \text{ Вт / м} \cdot \text{К}$;

теплота конденсації $r_2 = 2291 \text{ кДж / кг}$.

2.2 Технологічні розрахунки

Витрата пари

$$G_2 = \frac{Q}{r_2 + c_2 \cdot (t_{2H} - t_{2K})} \quad (2.4)$$

$$G_2 = \frac{808,3}{2291 + 4,19 \cdot (116 - 75)} = 0,33 \text{ кг/с}$$

Рекомендоване значення швидкості руху насиченої пари при тиску понад 105 Па, становить величину $\omega = 15 \dots 25 \text{ м / с}$, приймаємо $\omega_2 = 20 \text{ м / с}$.

Визначимо температуру t' визначальну кордон зон процесу теплообміну

$$t' = t_{2K} + \frac{Q_{\text{нагр}}}{G_1 \cdot C_1} \quad (2.6)$$

$$t' = 75 + \frac{115,2}{1,67 \cdot 2,18} = 106,6 \text{ }^\circ\text{C},$$

де $C_1 = 2,18 \text{ кДж / кг} \cdot \text{К}$ - теплоємність етилацетату.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середня різниця температур:

Для зони випаровування

$$\Delta t_{cp}^{исп} = \frac{(t_{2н} - t_{1к}) - (t' - t_{1к})}{\ln \frac{t_{2н} - t_{1к}}{t' - t_{1к}}} \quad (2.7)$$

$$\Delta t_{cp}^{исп} = \frac{(116 - 102) - (106,6 - 102)}{\ln \frac{116 - 102}{106,6 - 102}} = 8,44 \text{ К};$$

для зони нагрівання

$$\Delta t_{cp}^{нагр} = \frac{(t_{2к} - t_{1н}) - (t' - t_{1к})}{\ln \frac{t_{2к} - t_{1н}}{t' - t_{1к}}} \quad (2.8)$$

$$\Delta t_{cp}^{нагр} = \frac{(75 - 70) - (106,6 - 102)}{\ln \frac{75 - 70}{106,6 - 102}} = 1,7 \text{ К}.$$

Для випадку конденсації водяної пари усередині горизонтальних труб значення коефіцієнта тепловіддачі знаходимо за формулою 4-73а [2]

$$\alpha_k = 1,36 \cdot A \cdot q_k^{0,5} \cdot l^{0,35} \cdot d^{-0,25}, \quad (2.7)$$

де q_k - питома теплова навантаження при конденсації пари; l - довжина труб, $l = 6$ м; d - внутрішній діаметр труб, $d = 25 - 4 = 21 \cdot 10^{-3}$ м.

Коефіцієнт A при конденсації пари усередині горизонтальної труби наведені на рис. 4-8 [2].

Значення A для пара береться при температурі $t_{кон} = 102^\circ\text{C}$

$$A = 8,0.$$

$$\alpha_k = 1,36 \cdot 8,0 \cdot q_k^{0,5} \cdot 6^{0,35} \cdot 0,021^{-0,25} = 54,3 \cdot q_k^{0,5} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Коефіцієнт тепловіддачі з боку киплячого етилацетату знаходимо за формулою 4-78.

$$\alpha_{кип} = 2,72 \cdot \varphi \cdot p^{0,4} \cdot q_{кип}^{0,7} \quad (2.8)$$

для етилацетату $\varphi = 0,31$.

q - множник, що враховує фізичні властивості рідин

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При $p = 1,8 \text{ кг / см}^2$.

$$\alpha_{\text{кип}} = 2,72 \cdot 0,31 \cdot q_{\text{кип}}^{0,7} \cdot 1,8^{0,4} = 0,923 \cdot q^{0,7}.$$

При сталому процесі теплообміну

$$q_{\text{конд}} = q_{\text{ст}} = q_{\text{кип}},$$

де

$$q_{\text{конд}} = \alpha_{\text{конд}} \cdot (t_{\text{конд}} - t_{\text{ст1}}) \quad (2.9)$$

$$q_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{ст1}} - t_{\text{ст2}}}{\Sigma r_{\text{ст}}} \quad (2.10)$$

$$q_{\text{кип}} = \alpha_{\text{кип}} \cdot (t_{\text{ст2}} - t_{\text{кип}}) \quad (2.11)$$

Приймаємо теплову провідність забруднень з боку конденсуючого пара

$$\frac{1}{r_{\text{загр1}}} = 5800 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}},$$

з боку киплячого етилацетату [2]:

$$\frac{1}{r_{\text{загр2}}} = 5000 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

теплопровідність стали $\lambda = 46,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$.

Таким чином, термічний опір стінки складе

$$\Sigma r_{\text{ст}} = r_{\text{загр1}} + r_{\text{ст}} + r_{\text{загр2}} = \frac{1}{5800} + \frac{0,002}{46,5} + \frac{1}{5000} = 4 \cdot 10^{-4} \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Так як $t_{\text{ст1}}$ і q заздалегідь не відомі, то далі розраховуємо методом послідовних наближень. Тобто за різними прийнятим значенням $t_{\text{ст}}$ знаходимо залежність q від $t_{\text{ст}}$. Величина $t_{\text{ст}}$ повинна знаходитися в межах $116-70 \text{ }^\circ \text{C}$.

Розрахунок зводимо в таблицю 1.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.

№ п/п	Гріючий пар							Киплячий етилацетат						
	$t_{\text{конд}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{ст.1}}, ^\circ\text{C}$	Δt_1	$t_{\text{шт}} = \frac{t_{2\text{н}} + t_{\text{ст1}}}{2}$	A	$\alpha_{\text{кон}} = 2940 \cdot \Delta t_1,$ Вт/м ² ·гр	$q_k = \alpha_k \cdot \Delta t_1$	$\sum i_{\text{ст}}, \text{ м}^2 \cdot \text{гр} / \text{Вт}$	$\Delta t_{\text{ст}} = \alpha_{\text{кон}} \cdot \sum i_{\text{ст}}$	$t_{\text{ст.2}} = t_{\text{ст.1}} - \Delta t_{\text{ст}}$	$t_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_2 = t_{\text{ст.2}} - t_{\text{кип}}$	$\alpha_{\text{кип}} = 0,93 \cdot q_{\text{кип}}^{0,7}$	$q_{\text{кип}} = \alpha_{\text{кип}} \cdot \Delta t_2$
	116	110	6,0	103	8,0	17740	106400	$4 \cdot 10^{-4}$	4,7	105,3	102	3,3	1735	5726
	116	111	5,0	103,5	8,0	14700	73700	$4 \cdot 10^{-4}$	3,5	107,5	102	5,5	1160	6380
	116	112	4,0	104	8,0	11760	46960	$4 \cdot 10^{-4}$	2,4	109,6	102	7,6	696	13640

розрахунок α_k знаходимо за формулою

$$\alpha_k = 54,3 \cdot q_k^{0,5} = 54,3 \cdot [\alpha_k \cdot (t_{\text{конд}} - t_{\text{ст1}})]^{0,5}$$

$$\alpha_k = 54,3 \cdot \alpha_k^{0,5} (t_{\text{конд}} - t_{\text{ст1}})^{0,5} = 54,3 \cdot \alpha_k^{0,5} \cdot \Delta t_1^{0,5}$$

Звідки

$$\alpha_k^{0,5} = 54,3 \cdot \Delta t_1^{0,5}$$

$$\alpha_k = 54,3^2 \cdot \Delta t_1 = 2940 \cdot \Delta t_1$$

За результатами третього розрахунку знаходимо середній тепловий потік

$$q_{cp} = \frac{q_{\text{кон}} + q_{\text{кин}}}{2} = \frac{13760 + 14040}{2} = 13900 \text{ Вт / м}^2.$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі

$$K_{uc} = \frac{q_{cp}}{\Delta t_{cp}^{ucn}} = \frac{13900}{8,5} = 1635 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Необхідна поверхню теплообміну

$$F = \frac{Q}{q_{cp}} = \frac{808,3 \cdot 10^3}{13900} = 58,1 \text{ м}^2.$$

Попередньо виберемо випарник за значенням F без урахування коефіцієнта теплопередачі для зони нагріву (Кнаг).

2.3 Конструктивні розрахунки

За ГОСТ 14248-79 найближче підходить випарник з паровим простором, який має параметри:

Діаметр кожуха $D = 1000 \text{ мм}$;

Число ходів $Z = 2$;

Число труб $n_T = 132$;

Поверхня теплообміну $F = 62 \text{ м}^2$;

Довжина труб $H = 6,0 \text{ м}$;

Площа перетину трубного простору $f_{\text{тр}} = 0,04 \text{ м}^2$;

Площа перетину міжтрубного простіру

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\text{мтр}} = 0,785 \cdot (D^2 - d_{\text{н}}^2 \cdot n_{\text{т}}) \quad (2.14)$$

$$F_{\text{мтр}} = 0,785 \cdot (1^2 - 0,025^2 \cdot 132) = 0,735$$

Периметр, що змочується етилацетатом

$$\Pi = \pi \cdot (D^2 - d_{\text{н}}^2 \cdot n_{\text{т}}) \quad (2.15)$$

$$\Pi = \pi \cdot (1^2 - 0,025^2 \cdot 132) = 2,88 \text{ м.}$$

Еквівалентний діаметр міжтрубного простору

$$d_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot f_{\text{мтр}}}{\Pi} \quad (2.16)$$

$$d_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot f_{\text{мтр}}}{\Pi} = \frac{4 \cdot 0,735}{2,88} = 1,02 \text{ м.}$$

Швидкість руху етилацетату

$$\omega_1 = \frac{G_1}{\rho_1 \cdot f_{\text{мтр}}} \quad (2.17)$$

$$\omega_1 = \frac{1,67}{830 \cdot 0,735} = 0,003 \text{ м/с.}$$

Значення функції Re для етилацетату

$$Re = \frac{\omega_1 \cdot d_{\text{екв}} \cdot \rho_1}{\mu_1}, \quad (2.18)$$

$$Re = \frac{0,003 \cdot 0,03 \cdot 777}{0,251 \cdot 10^{-3}} = 557,$$

режим руху ламінарний.

Значення критерію Nu

$$Re = \frac{0,003 \cdot 1,02 \cdot 830}{0,258 \cdot 10^{-3}} = 6563 \quad (2.19)$$

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення критерію Pr для етилацетату

$$Pr_1 = \frac{C_1 \cdot \mu_1}{\lambda_1} \quad (2.20)$$

$$Pr_1 = \frac{2,18 \cdot 10^3 \cdot 0,258 \cdot 10^{-3}}{0,097} = 5,8.$$

В'язкість толуолу при температурі стінки

$$m_{cm} = 0,21 \times 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

тоді

$$Nu_1 = 23 \cdot 5,8^{0,43} \cdot \left(\frac{0,258 \cdot 10^{-3}}{0,21 \cdot 10^{-3}} \right)^{0,25} = 88,7$$

Коефіцієнт тепловіддачі для рідкого етилацетату

$$\alpha_1^{\text{наз}} = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_1}{d_{\text{ЭКВ}}} \quad (2.21)$$

$$\alpha_1^{\text{нагр}} = \frac{88,7 \cdot 0,097}{0,025} = 344 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Коефіцієнт теплопередачі для зони нагріву

$$K_{\text{нагр}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1^{\text{нагр}}} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + r} \quad (2.22)$$

$$K_{\text{нагр}} = \frac{1}{\frac{1}{344} + \frac{1}{5880} + 4 \cdot 10^{-4}} = 289 \cdot \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}.$$

Розрахункова поверхню теплообміну

$$F_p = \frac{Q_{\text{исп}}}{K_{\text{исп}} \cdot \Delta t_{\text{ср}}^{\text{исп}}} + \frac{Q_{\text{нагр}}}{K_{\text{нагр}} \cdot \Delta t_{\text{ср}}^{\text{нагр}}} \quad (2.23)$$

$$F_p = \frac{654,6 \cdot 10^3}{1635 \cdot 8,5} + \frac{115,2 \cdot 10^3}{322 \cdot 4,5} = 136,6 \text{ м}^2.$$

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З ГОСТ 15121-79 мінімальне значення площі випарника, відповідне витраті етилацетату, $F = 136,6 \text{ м}^2$, на якому і залишаємо свій вибір.

Параметри апарату:

Діаметр кожуха $D = 1600 \text{ мм}$;

Число ходів $Z = 2$;

Число труб $n_T = 362$;

Поверхня теплообміну $F = 170 \text{ м}^2$;

Довжина труб $l = 6,0 \text{ м}$;

Площа перерізу одного ходу по трубах $f_{тр} = 0,055 \text{ м}^2$.

Діаметр штуцерів d , м, теплообмінного апарату для підведення-відведення теплоносіїв:

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \rho \cdot w}} \quad (2.21)$$

де V і G - об'ємний і масовий витрати рідини або пари відповідно, $\text{м}^3/\text{с}$ і $\text{кг}/\text{с}$;

ρ - щільність потоку середовища, $\text{кг}/\text{м}^3$;

w - швидкість витікання середовища, $\text{м} / \text{с}$.

Рекомендовані швидкості руху теплоносіїв (відповідно до [2-4]):

для рідин $0,1 \dots 0,5 \text{ м}/\text{с}$ при протіканні і $0,5 \dots 2,5 \text{ м} / \text{с}$ в напірних

трубопроводах;

- для пара $20 \dots 40 \text{ м}/\text{с}$;

- для газів $5 \dots 15 \text{ м}/\text{с}$.

Діаметр патрубку для входу етилацетату в апарат d_n , м:

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \rho \cdot w}} \quad (2.22)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 6000/3600}{3,14 \cdot 837 \cdot 0,5}} = 0,071 \text{ м}$$

Діаметр патрубку для виходу парів етилацетату з апарату d_k , м:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 6000/3600}{3,14 \cdot 1,2 \cdot 20}} = 0,297 \text{ м}$$

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Діаметр патрубку для входу пара в апарат $d_{вх}$, м:

$$d_{вх} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,33}{3,14 \cdot 1,2 \cdot 20}} = 0,132 \text{ м}$$

Діаметр патрубку для виходу пара з апарату $d_{вих}$, м:

$$d_{вих} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,33}{3,14 \cdot 968 \cdot 0,5}} = 0,029 \text{ м}$$

Приймаються в проектованому теплообмінному апараті штуцера для входу етилацетату $D_y = 80$ мм і $p_y = 0,2$ МПа, для виходу парів етилацетату $D_y = 300$ мм і $p_y = 0,2$ МПа кг/см², для входу пара $D_y = 150$ мм. $p_y = 0,25$ МПа і виходу конденсату $D_y = 40$ мм. $p_y = 0,25$ МПа

2.4 Гідравлічний опір апарату

Об'ємна витрата пари, що гріє

$$V_{п} = \frac{G_{п}}{\rho_{п}} \quad (2.24)$$

$$V_{п} = \frac{0,33}{0,793} = 0,42 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Дійсна швидкість пара

$$\omega_{п} = \frac{V_{п}}{f_{тр}} \quad (2.25)$$

$$\omega_{п} = \frac{0,42}{0,055} = 7,6 \text{ м/с.}$$

Величина функції Re

$$Re = \frac{\omega_{п} \cdot d \cdot \rho_{п}}{\mu_{п}}, \quad (2.26)$$

$$Re = \frac{7,6 \cdot 0,021 \cdot 0,793}{0,0123 \cdot 10^{-3}} = 10632,$$

отже, режим руху - перехідний.

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для перехідного руху пара в круглих трубах коефіцієнт тертя

$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \quad (2.27)$$

$$\lambda = \frac{0,316}{10632^{0,25}} = 0,027.$$

Втрата тиску на тертя в прямих трубах

$$\Delta P_{\text{тр}} = \lambda \cdot \frac{n \cdot l}{d} \cdot \frac{\omega_{\text{п}}^2 \cdot \rho_{\text{п}}}{2} \quad (2.28)$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,027 \cdot \frac{2 \cdot 6}{0,021} \cdot \frac{7,6^2 \cdot 0,793}{2} = 1286 \text{ Па.}$$

де n - число труб.

Коефіцієнти лінійних опорів:

Вхідна і вихідна камера $\zeta_1 = 1,5$,

Вхід в труби або вихід з них $\zeta_2 = 1,0$.

Втрати тиску на місцевих опорах

$$\Delta P_{\text{м}} = \sum \xi \cdot \frac{\omega_{\text{п}}^2 \cdot \rho_{\text{п}}}{2} \quad (2.29)$$

$$\Delta P_{\text{м}} = (2 \cdot 1,5 + 2 \cdot 1,0) \cdot \frac{7,6^2 \cdot 0,793}{2} = 417 \text{ Па.}$$

Загальна втрата тиску в трубному просторі

$$\Delta P_{\text{м}} = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{м}} = 1286 + 417 = 1703 \text{ Па.}$$

2.5 Вибір допоміжного обладнання

Виконаємо розрахунок відцентрового насоса для подачі етилацетату в випаровувачі

Витрата етилацетату

$$V = \frac{G}{\rho} = \frac{1,67}{837} = 0,0020 \text{ м}^3/\text{с.}$$

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У випарнику під надлишковим тиском 0,025 Па. Температура етилацетату 20°C; геометрична висота підйому 2 м. Довжина трубопроводу на лінії всмоктування 3 м, на лінії нагнітання 10 м. На лінії всмоктування встановлений один нормальний вентиль, на лінії нагнітання - один нормальний вентиль і дросельова заслінка, є також два коліна під кутом 90°. Прийmemo швидкість етанолу у всмоктуючому і нагнітальному трубопроводах однаковою, рівною 1 м/с. Тоді діаметр трубопроводу

трубопроводах однакової, равной 1 м/с. Тогда диаметр трубопровода

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot \omega}}, \quad (2.29)$$

где ω – швидкість етилацетату, м/с;

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0020}{3,14 \cdot 1}} = 0,054 \text{ м.}$$

Приймаємо трубопровід зі сталі марки 12X13, діаметром 45×3 мм.

Визначаємо величину критерію Re

$$Re = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu}. \quad (2.30)$$

$$Re = \frac{1 \cdot 0,054 \cdot 837}{1,19 \cdot 10^{-3}} = 38124,$$

отже - режим руху турбулентний.

Приймаємо абсолютну шорсткість стінок труб, $e = 0,2$ мм [2], степiнь шероховатості

$$\frac{d}{e} = \frac{56}{0,2} = 280.$$

По рис 1.5 [2, с. 22] знаходимо значення коефіцієнта тертя.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо суму коефіцієнтів місцевих опорів [4, с.26]:

для всмоктуючої лінії

- вхід в трубу $\varepsilon = 0,5$;

- нормальний вентиль, для $d = 0,054$ мм, $\varepsilon = 5,4$;

$$\Sigma \varepsilon_{вс} = 0,5 + 5,4 = 5,9;$$

для нагнітальної лінії

- вихід з труби $\varepsilon = 1,0$;

- нормальний вентиль $\varepsilon = 5,4$;

- дросельна заслінка $\varepsilon = 0,9$;

- коліно під кутом 90^0 $\varepsilon = 1,6$.

Отже,

$$\Sigma \varepsilon_{н} = 1 + 5,4 + 0,9 + 2 \cdot 1,6 = 10,5$$

Визначаємо втрати напору:

у всмоктувальній лінії

$$h_{вс} = \left(0,031 \cdot \frac{3}{0,054} + 5,9 \right) \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,42 \text{ м.}$$

нагнітальної лінії

$$h_{н} = \left(0,031 \cdot \frac{20}{0,054} + 10,5 \right) \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 1,35 \text{ м.}$$

Загальні втрати напору

$$h_{п} = 0,42 + 1,35 = 1,77 \text{ м.}$$

Визначаємо повний напір [2]

$$H = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} + H_{г} + h_{п} \quad (2.31)$$

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

где Δp – надлишковий тиск, Па; H_g - геометричний напір..

$$H = \frac{0,18 \cdot 10^6}{837 \cdot 9,81} + 2 + 1,77 = 29 \text{ м.}$$

Корисна потужність насоса

$$N_n = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot V}{1000} \quad (2.32)$$

где V – витрата етилацетату, м³/с;

$$N_n = \frac{837 \cdot 9,81 \cdot 29,43 \cdot 0,0020}{1000} = 0,66 \text{ кВт.}$$

Потужність на валу двигуна

$$N_{дв} = \frac{N_n}{\eta_n \cdot \eta_{п}} \quad (2.33)$$

де η_n – к.п.д. насоса; $\eta_{п}$ – к.п.д. передачі.

$$N_{ов} = \frac{0,66}{0,6 \cdot 1,0} = 1,08 \text{ кВт.}$$

Установча потужність двигуна з урахуванням пускових моментів

$$N_{уст} = \frac{1,2 \cdot N_{ов}}{\eta_{ов}} = \frac{1,2 \cdot 1,08}{0,8} = 1,6 \text{ кВт.}$$

Встановлюємо при $V = 0,00280 \text{ м}^3/\text{с} = 10,08 \text{ м}^3/\text{г}$ відцентровий насос марки ХМ 50-32 з наступною характеристикою: продуктивність $0,00347 \text{ м}^3/\text{с}$, напір 32 м. Насос забезпечений електродвигуном номінальною потужністю 2,2 кВт і частотою обертання 2900 об / хв.

Далі здійснюємо вибір проміжної ємності для етанолу, пред-призначеної для забезпечення безперебійної подачі етанолу в випарник.

Приймаємо, що запас етанолу в проміжній ємності повинен забезпе-чувати його подачу в перебігу години, тобто необхідна ємність судини

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = V_B \cdot 3600 = 0,002 \cdot 3600 = 7.2 \text{ м}^3.$$

Зазвичай співвідношення довжини L судини до його діаметру D

$$\frac{L}{D} = 2 \div 3,$$

тоді при прийнятому співвідношенні

$$L = 2,5 \cdot D$$

визначимо діаметр судини.

маємо

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot 2,5 \cdot D = 7.2 \text{ м}^3,$$

звідки діаметр судини

$$D = \sqrt[3]{\frac{7.2 \cdot 4}{3,14 \cdot 2,5}} = 1,7 \text{ м.} \quad (2.34)$$

Приймаємо стандартне значення внутрішнього діаметра посудини D = 1800 мм.

Тоді довжина обичайки судини

$$L = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 7.2}{3,14 \cdot 1,8^2} = 3.9 \text{ м,}$$

приймаємо L = 4,0 м.

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Розрахунки на міцність апарату [2,3,4,5,6]

3.1 Розрахунок товщини стінки стінки циліндричної обичайки

Прийmemo коефіцієнт міцності зварних швів $\eta = 0,9$ (ручне дугове електрозварювання), напруга для сталі Ст3 при $t = 116 \text{ }^\circ\text{C}$ [6]

$$p = 130 \text{ МПа.}$$

Тиск етилацетату в міжтрубному просторі

$$p = 1,8 \text{ ата} = 0,18 \text{ МПа.}$$

Для листового матеріалу допустима напруга

$$[\sigma] = \eta \cdot \sigma = 1 \cdot 130 = 130 \text{ МПа.}$$

Розрахункова схема обичайки приведена на рисунку 3.1

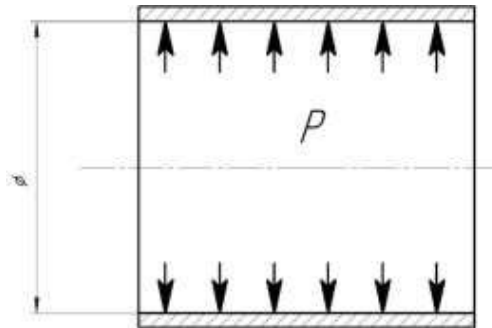


Рисунок 3.1 - Розрахункова схема обичайки

Розрахункова товщина стінки кожуха

$$s_p = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \eta \cdot [\sigma] - p} \quad (3.1)$$

$$s_p = \frac{0,12 \cdot 1600}{2 \cdot 0,9 \cdot 130 - 0,18} = 0,82 \text{ мм.}$$

Пробний тиск при гідравлічних випробуваннях при дозволяється за напрузі

$$[\sigma]_{\text{п}} = \frac{\sigma_{\text{т}}}{1,1} = \frac{210}{1,1} = 191 \text{ МПа,}$$

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$p_n = 1,25 \cdot p \cdot \frac{[\sigma]_n}{[\sigma]} \quad (3.2)$$

$$p_n = 1,25 \cdot 0,18 \cdot \frac{191}{130} = 0,26 \text{ МПа.}$$

У цьому випадку розрахункова товщина стінки кожуха

$$s_p = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_n - p} \quad (3.3)$$

$$s_p = \frac{0,26 \cdot 1600}{2 \cdot 0,9 \cdot 191 - 0,26} = 1,2 \text{ мм.}$$

Прийmemo надбавку до розрахункової товщини за весь термін служби (10 років) апарату $z = 3,0$ мм, тоді виконавча товщина стінки кожуха

$$s = s_p + z = 1,2 + 3 = 4,2 \text{ мм.}$$

З запасом приймаемо стандартне значення товщини стінки кожуха $s = 6,0$ мм.

3.2 Розрахунок товщини стінки еліптичної кришки

Розрахункова схема днища приведена на малюнку 3.2

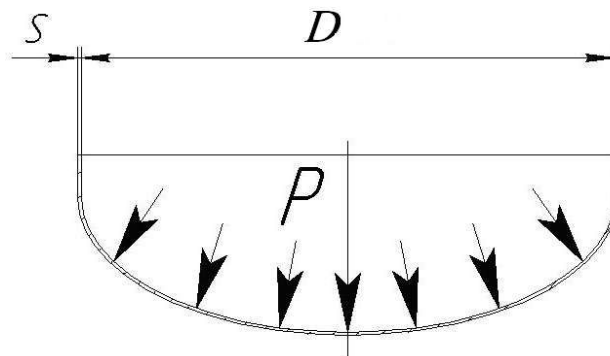


Рисунок 3.2 - Розрахункова схема днища еліптичного
Тиск пара під кришкою

$$p_n = 1,8 \text{ ата} = 0,18 \text{ МПа.}$$

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункова товщина стінки кришки при проведенні гідравлічних випробувань

$$s_p = \frac{p_n \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_n - 0,5 \cdot p_n} \quad (3.5)$$

$$s_p = \frac{0,26 \cdot 1600}{2 \cdot 0,9 \cdot 191 - 0,5 \cdot 0,26} = 1,2 \text{ мм.}$$

Виконавча товщина кришки

$$s_{кр} = s_p + c = 1,2 + 3,0 = 4,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо $s_{кр} = 6,0$ мм.

3.3 Розрахунок і вибір опори

Маса обичайки кожуха

$$m_k = \left[\frac{\pi \cdot (D + 2 \cdot s)^2}{4} - \frac{\pi \cdot D^2}{4} \right] \cdot l \cdot \rho \quad (3.5)$$

$$m_k = \left[\frac{3,14 \cdot (1,6 + 2 \cdot 0,004)^2}{4} - \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \right] \cdot 6 \cdot 7860 = 950 \text{ кг,}$$

де $\rho = 7860 \text{ кг/м}^3$ - щільність сталі.

Маса кришки і днища

$$m_{кр} = 1,24 \cdot D^2 \cdot s_{кр} \cdot \rho \quad (3.6)$$

$$m_{кр} = 1,24 \cdot 1^2 \cdot 0,004 \cdot 7860 = 950 \text{ кг.}$$

маса труб

$$m_{тр} = \frac{\pi}{4} \cdot (d_n^2 - d_{вн}^2) \cdot l \cdot n \cdot \rho \quad (3.7)$$

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{mp} = \frac{314}{4} \cdot (0,025^2 - 0,021^2) \cdot 6 \cdot 362 \cdot 7860 = 1552 \text{ кг},$$

Маса фланця з ґратами

$$m_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi}^2}{4} \cdot h_{\phi} \cdot \rho \quad (3.8)$$

$$m_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 1,75^2}{4} \cdot 0,1 \cdot 7860 = 1890 \text{ кг},$$

де D_{ϕ} - зовнішній діаметр фланця, h_{ϕ} - висота фланця.

Обсяг міжтрубного простору

$$V_M = f_{\text{мтр}} \cdot l \quad (3.9)$$

$$V_M = 0,75 \cdot 6 = 4,5 \text{ м}^3.$$

При коефіцієнті заповнення $\varphi = 0,7$ маса етилацетату

$$m_T = V_M \cdot \rho_T \cdot \varphi \quad (3.10)$$

$$m_{\phi} = 4,5 \cdot 815 \cdot 0,7 = 2570 \text{ кг}.$$

Сила тяжіння апарату в робочому стані

$$G = g \cdot (m_k + 2 \cdot m_{kp} + m_{тр} + 2 \cdot m_{\phi} + m_T) \quad (3.11)$$

$$G = 9,81 \cdot (950 + 2 \cdot 78 + 1552 + 2 \cdot 1890 + 2570) = 57900 \text{ Н} = 97,9 \text{ кН}.$$

Приймаємо кількість опор $n = 2$ шт.

Навантаження на одну опору

$$Q = \frac{G}{n} \quad (3.12)$$

$$Q = \frac{97,9}{2} = 49,0 \text{ кН}.$$

Вибираємо опору з допустимим навантаженням $Q = 50$ кН.

					<i>ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

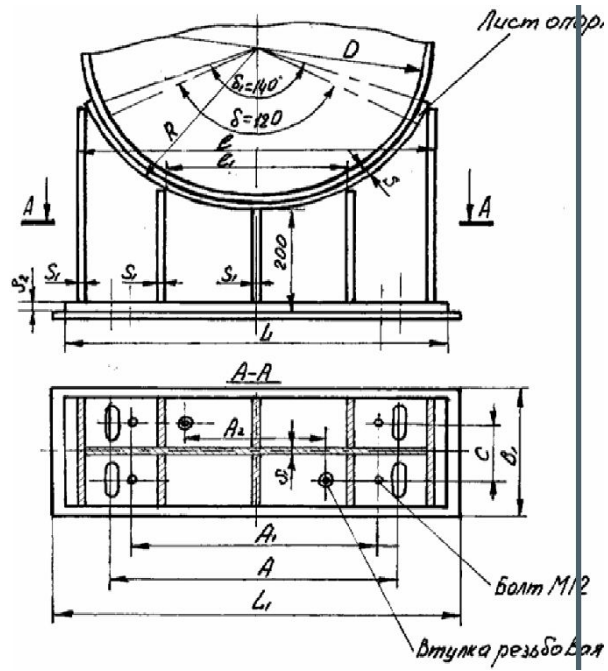


Рисунок 3.3 - Схема опори

Вибираємо сідлову опору типу 1 з допустимим навантаженням $Q = 50$ кН.

Опора 50-1600-1 ОСТ 26-1665-75

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ

Арк.

31

4. Організація монтажних та ремонтних робіт [11,12]

З метою забезпечення стабільних умов експлуатації обладнання, а також зручності його обслуговування, технологічне і допоміжне обладнання встановлюємо в будівлі. При цьому враховано, що будівля складається із залізобетонних елементів прямокутної форми в плані з використанням уніфікованих типових прольотів і по можливості однакової висоти.

Розміри прольотів, розташування розбивочних осей (кроків колон) і висоти будівлі приймаємо по ГОСТ 23838-79 і 24336-80; розміри прольотів і кроки колон одноповерхових будівель - кратними 6 м.

При розміщенні обладнання передбачені проходи, що забезпечують безпечне обслуговування обладнання, рух обслуговуючого персоналу і транспортних пристроїв, а також зручну очищення робочих поверхонь обладнання. Проходи в світлі (між більш виступаючими частинами обладнання, щитів, конструкцій) по фронту обслуговування беруться не менше 1,0 м. По фронту обслуговування насосів ширина проходу в світлу - не менше 1,5 м. Проходи, службовці для періодичного обслуговування обладнання і щитів управління, повинні мати ширину не менше 0,8 м.

В цілому, компоновання обладнання здійснена по ходу технологічного процесу з раціональним використанням виробничих площ, максимальним скороченням довжини трубопроводів, дотриманням необхідних умов для зручного і безпечного обслуговування машин і апаратів, їх монтажу і ремонту.

При розміщенні обладнання здійснювалася мета щодо спрощення виробничого потоку, скорочуючи при цьому кількість передавальних пристроїв і використовуючи, по можливості, гравітаційні сили для переміщення продукту на окремих ділянках технологічного процесу.

Грунтуючись на перерахованих вище умовах компоновання обладнання передбачається розміщення напірних ємностей, дефлегматорів на естакадах у верхній частині виробничого приміщення, а габаритне і масивне обладнання - на нульовій позначці.

Для зручності обслуговування технологічного устаткування, огляду і ремонту, за місцем встановлені майданчики і сходи, які не повинні порушувати міцність і стійкість обладнання. Висота обслуговуючих майданчиків не менше 2,0 м.

4.1 Монтаж апарату

Кожухотрубчасті теплообмінники складаються з циліндричного кожуха і вміщеного в ньому пучка труб, тому, незважаючи на конструктивну

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різноманітність, монтаж цих теплообмінників залежить тільки від їх маси, розмірів і просторового розташування.

Маса і розміри випускаються в даний час кожухотрубчасті теплообмінників дозволяють транспортувати їх до місця монтажу в повністю зібраному на заводі-виробнику вигляді. Для транспортування використовують залізничні платформи, трейлери, автомашини, сани і т.п.

Теплообмінники встановлюють горизонтально або вертикально на різних відмітках відповідно до проекту. Опорною конструкцією для них можуть служити: фундаменти у вигляді двох бетонних або залізобетонних стовпів з анкерними болтами (при низькому горизонтальному положенні) і балки висотних металоконструкцій (при горизонтальному розташуванні на великих висотах і вертикальному положенні).

До корпусу апарату приварюють дві опори, відстань між якими відповідає нормаліям. Для установки теплообмінника на фундамент відстань між опорами можна змінювати в невеликих межах. Між корпусом і опорами апарату повинні поміщатися підкладки з листової сталі, що запобігають вм'ятини на корпусі.

У переважній більшості випадків теплообмінники встановлюють в проектне положення за допомогою самохідних кранів. Якщо в конкретних умовах підйому вантажопідйомність кранів недостатня, то практикується установка теплообмінників двома кранами, які працюють строго узгоджено.

Теплообмінники, розміщені в два яруси і більше, доцільно піднімати великими блоками з кількох апаратів після їх взаємної трубопровідної обв'язки, якщо це дозволяють підйомні кошти. Для стикування однотипних теплообмінників та уніфікації їх трубопровідної обв'язки строго витримують при виготовленні установчі розміри штуцерів на корпусі і на розподільчій камері. При підйомі блок обв'язаних теплообмінників укладають в ґратчастий контейнер, за який і виробляють строповку.

До трубопровідної обв'язки приступають після остаточної перевірки стану корпусу і закріплення болтів, що з'єднують його опори з постаментом. Положення теплообмінника вивіряють за допомогою рівня або схилю, підкладаючи, якщо це необхідно, під опорні площини сталеві планки.

При горизонтальному розташуванні теплообмінників температурні деформації корпусу між опорами можуть досягати декількох міліметрів, тому одна з опор повинна бути рухливою. Нерухому опору, зазвичай встановлюється з боку нерухомої трубної решітки, закріплюють намертво; гайки болтів рухомої опори, що має овальні вирізи, що не затягують на 1-1,5 мм, але фіксують контргайками. Зазор між болтами повинен і овальними вирізами повинен бути розташований в сторону можливого подовження теплообмінника. Поверхні ковзання захищають так, щоб виключити защемлення.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Монтовані теплообмінники повинні бути опресовані на пробне тиск на заводі-виробнику, тому на монтажному майданчику їх окремо не обпресовують, обмежуючись перевіркою загальної системи теплообміну разом з трубопровідної обв'язкою після завершення монтажних робіт. У тих випадках, коли відсутня акт заводського випробування або апарат довгий час зберігався на складі або монтажному майданчику, перед монтажем теплообмінник піддають ревізії і, якщо в цьому є необхідність, ремонту.

Способи виявлення та усунення дефектів залежать від конструктивного виконання нового або був в експлуатації теплообмінника.

Під час вивірення установки горизонтальних теплообмінних апаратів на фундаменті або іншій підставі відхилення від проектних осей і відміток, а також горизонтальності і вертикальності не повинні перевищувати:

- головних осей апарату в плані - ± 20 мм;
- фактичної висотної позначки встановленого апарату - ± 10 мм;
- від горизонтальності і заданого положення (ухилу) - 0,5 мм на 1 м.

Вивірка правильності установки горизонтальних апаратів і каркасів (опорних металоконструкцій) в проектне положення на фундаменті або іншій підставі повинна проводитися:

- апаратів, секцій - гідростатичним або брусковим рівнем і контрольної лінійкою;
- осей опорних стійок, каркасів - схилом;
- площин кронштейнів опорних стійок (несучих труби або секції) від розташування їх в одній горизонтальній площині - по натягнутій струні.

Під час вивірення установки каркаса (опорної металоконструкції) апарату на фундаменті або інших підставах відхилення від проектних розмірів, а також горизонтальності і вертикальності не повинні перевищувати:

- осей опорних стійок між собою - ± 3 мм;
- осі опорних стійок від вертикальності - 1 мм на 1 м, але не більше 3 мм;
- площин опорних стійок, що несуть труби або секції, від розташування в одній горизонтальній площині - не менше 2 мм.

У процесі тривалої роботи теплообмінні апарати піддаються забрудненню і зносу. Поверхня їх покривається накипом, відкладеннями солей, маслом і т.п. Зі збільшенням відкладень збільшується термічний опір стінки і погіршується теплообмін.

4.2 Ремонт апарату

Знос теплообмінного апарату виражається в наступному:

- зменшення товщини стінки корпусу, трубних решіток, кришок;
- випучини і вм'ятини на корпусі і кришках;

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- свищі, тріщини на корпусі, трубах і фланцях;
- збільшення діаметра отворів для труб в трубній решітці;
- прогин трубних решіток і деформація трубок;
- заклинювання плаваючих головок і пошкодження їх струбцин;
- порушення гідро- і теплоізоляції.

Підготовка до ремонту включає в себе наступні заходи:

- знижується надлишковий тиск в апараті до атмосферного і апарат звільняється від продукту;

- відключається арматура, ставляться заглушки на всіх підвідних і відвідних трубопроводах;

- проводиться продування азотом або водяною парою з наступним промиванням водою і продувкою повітрям;

- виконується аналіз на наявність отруйних і вибухонебезпечних продуктів;

- складається план і виходить дозвіл на вогневі роботи, якщо вони необхідні в процесі ремонту;

- складається акт здачі в ремонт.

Далі виконуються наступні роботи:

- зняття кришок апарату, люків, демонтаж обв'язки і арматури;

- виявлення дефектів вальцювання і зварювання, а також цілісності трубок гідравлічним та пневматичним випробуваннями на робочий тиск;

- часткова зміна або відключення дефектних трубок, кріплення труб гнуття або зварюванням;

- ремонт футеровки і антикорозійних покриттів деталей з частковою заміною;

- ремонт або заміна зносилася арматури, трубопроводів, регулювання запобіжних клапанів;

- зміна ущільнень розбірних з'єднань;

- витяг трубок, чистка внутрішньої поверхні корпусу апарату і теплообмінних трубок, зачистка отворів в трубних решітках, зачистка решт трубок;

- заміна частини корпусу, кришок і зношених деталей;

- виготовлення нових трубок;

- монтаж трубного пучка і вальцювання труб в решітці;

- ремонт плаваючих головок;

- монтаж різьбових з'єднань;

- гідравлічне випробування міжтрубному і трубної частин апарату пробним тиском;

- пневматичне випробування апарату.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш трудомісткими операціями при ремонті теплообмінної апаратури є: демонтаж різьбових з'єднань; очищення теплообмінної апаратури; витяг трубних пучків; ремонт та виготовлення трубних пучків і їх установка; випробування теплообмінників.

Зниження трудомісткості робіт по демонтажу різьбових з'єднань досягається застосуванням пневматичних і гідравлічних гайковертов. Після разбалчівання знімається кришка апарату. Зменшення трудовитрат на опускання і підйом важкої кришки забезпечується виготовленням поворотних кронштейнів, які дозволяють після разбалтывання відвести в сторону кришку і розподільну головку.

Очищення трубок від відкладень включає обробку як внутрішніх, так і внутрішніх поверхонь. Використовуються такі методи очистки: хімічні, абразивні (для нерозчинних відкладень), спеціальні.

Хімічне очищення виконується без розкриття і розбирання теплообмінника. Для очищення від накипу застосовують 5-15% розчин соляної кислоти з добавками інгібіторів. Для очищення від органічних відкладень використовуються вуглеводневі розчинники. Очищення від твердих відкладень виявляється ефективною при заповненні теплообмінника на добу 5% -ним розчином соляної кислоти з добавкою рідкого скла. Твердий осад розпушується в цьому розчині і потім легко змивається водою.

Абразивні методи очищення - механічні, гідропневматичні, гидромеханічеський (струменем води високого тиску) і піскоструминний.

Механічна чистка здійснюється за допомогою шомполів, свердел, щіток, шарошок, різців, бурів з подачею води або повітря для видалення продуктів очищення. Найпростішим пристосуванням є сталевий пруток з ершом зі сталевого дроту, приварених до прутки.

Гідромеханічна очищення полягає в наступному. Насосом високого тиску по напірним шлангах вода подається в порожнисту штангу, на кінці якої встановлено сопло з декількома отворами. Струмінь води виходить з сопла під великим тиском, ріже і відриває відкладення від стінок очищуються. Гідність такого методу - можливість очищення внутрішньої і зовнішньої поверхонь трубок, а також корпусу безпосередньо на місці установки апарату. При цьому досягається ступінь очищення значно вище, ніж при інших методах.

Час очищення однієї труби становить 10-15 с. Установки виготовляються зазвичай пересувними. Широкий діапазон зміни тиску (від 15-70 МПа) дає можливість видаляти відкладення практично будь-якої складності.

Піскоструминне очищення дозволяє домогтися найбільш повного очищення труб, в результаті чого коефіцієнт теплопередачі відновлюється до значень, що відповідають відсутності термічних опорів обумовлених забрудненнями. Сутність піскоструминного очищення полягає в обробці поверхні, що очищається

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

суспензією піску в повітрі або воді, яка подається з великою швидкістю. Засмоктування піску здійснюється ежекційна установка.

До спеціальних методів відноситься ультразвукове очищення. Ультразвукові перетворювачі за посередництвом головок з вібраторами, що встановлюються в рідині (воді) в нутрії очищуваного обсягу, дозволяє повністю видалити тверді відкладення, що руйнуються під дією ультразвукових коливань і вимиваються звукопередающою середовищем.

При ремонті трубного пучка допускається установка пробок на 15% трубок в кожному потоці пучка. При виході з ладу понад 15% трубок всі вони замінюється повністю. Вибір матеріалу трубок здійснюється з урахуванням характеристики середовища, її параметрів і відповідно до діючих норм. Застосування вживаних трубок допускається, якщо вони втратили в наслідок зносу не більше 30% початкової ваги.

При заміні завальцованих трубки, що не виступає над ґратами, відрізають ножівкою або спеціальним пристосуванням за трубної ґратами. Трубки, що виступають над трубної ґратами, відрізають головою з різцем. Що залишилися в ґніздах решіток кінці трубок сплющують і вибивають.

Вставляються нові трубки відрізають по довжині трубного пучка з надбавкою 8-10 мм довжини. Кінці трубок зачищають до металевому блиску на довжину, рівну товщині решітки з надбавкою 10 мм на сторону. У трубній решітці всі отвори зачищають від задирок, іржі і бруду. Наявність поздовжніх рисок в отворах трубної решітки не допускається. Перед установкою трубок отвори в решітці продувають повітрям і насухо протирають. Зазор між зовнішнім діаметром трубки і отвором в решітці повинен бути не більше 1,5% діаметра трубки.

Кінці трубок кріпляться в трубних решітках розвальцюванням. При цьому отвір під розвальцювання обробляються не нижче 7 класу шорсткості. Кінці трубок повинні виступати на 3-5 мм у зовнішнього торця кожної решітки і бути відбортований. З огляду на те, що трубки при розвальцюванні подовжуються, спочатку розвальцювають всі кінці трубок в одній решітці, а потім в іншій. При цьому вальці 4 трубки хрест-навхрест, потім все трубки по периметру і далі інші.

Корпус апарату, який має різні випучини і вм'ятини, виправляється ударами кувалди по мідній підкладці. Усунення невеликих вм'ятин при товщині стінки корпусу або кришки, виконаних з вуглецевої сталі, не більше 3-4 мм здійснюється нагріванням. Якщо неможливо усунути зазначені вище дефекти ударами і нагріванням, то пошкоджені частини або видаляються, або на них ставляться накладки.

Дефектні штуцери і трубні решітки при досягненні максимальних величин зносу і прогину підлягають заміні.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Свищі і тріщини усуваються шляхом заварки або постановкою накладок з попереднім видаленням дефектної ділянки.

За допомогою кольорової дефектоскопії визначають протяжність і положення кінців тріщин, виявлених в корпусі. Ці кінці до заварки засверлюють свердлами діаметром 3-4 мм. Некрізні тріщини глибиною не більше 0,4 товщини стінки обробляється під заварку односторонньої вирубкою на максимальну глибину тріщини зі зняттям крайок під кутом 50-60°. При тріщині понад 100 мм зварювання ведуть обратноступенчатим методом. Наскрізні і некрізні тріщини глибиною більше 0,4 товщини стінки обробляють на всю товщину вирубкою зубилом або газорезкі. При появі гнездообразно тріщини пошкоджені місця вирізують і закриваються латками, які не повинні мати гострих кутів. Латки вваривать врівень з основним металом. Площа латки не повинна перевищувати одну третю площі листа апарату.

При частковій заміні корпусу апарату необхідно виконувати наступні вимоги:

- матеріал для виготовлення нових частин корпусу повинен бути по механічним і хімічним властивостям однаковий з матеріалом ремонтується корпусу;

- товщиною листа заміної частини повинна бути не менше проектної;

- електроди повинні відповідати зварювального матеріалу;

- замикають обичайки повинні бать шириною не менше 400 мм;

- поздовжні шви в горизонтальних апаратах не повинні бути в нижній частині апарату;

- кромки поверхні обичайки і основного металу на ширині 10 мм повинні бути зачищені перед зварюванням до чистого металу;

- поздовжні шви в окремих обичайках циліндричної частини апарату, а також меридіональні або хордові шви днищ, що примикають до обичайок, повинні бути зміщені відносно один одного не менш ніж на 100 мм;

- відстань між поздовжніми швами в окремих обичайках має бути не менше 200 мм;

- при зварюванні стиків необхідно передбачити плавний перехід від одного елемента до іншого.

Опресовування теплообмінників жорсткої конструкції проводиться при знятих кришках. Вода при гідравлічному випробуванні подається в міжтрубний простір. Поява води в будь-який з трубок або в місці вальцювання трубки в трубній решітці вказує на дефекти ремонту. У теплообмінниках з плаваючою головкою одна з трубних грат не прикріплена до корпусу. При гідравлічному випробуванні з боку плаваючою головки знімається кришка теплообмінника і на її

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

місце встановлюється сальникове пристосування, призначене для створення герметичності між корпусом і плаваючою головкою.

5. Охорона праці [13,14]

Допомога потерпілому не повинна замінювати собою допомогу медичного персоналу і повинна надаватися до прибуття лікаря.

Якщо потерпілий торкається струмоведучих частин, необхідно швидко звільнити його від дії електричного струму. Торкатися до людини, що знаходиться під напругою, небезпечно для життя. Тому потрібно швидко відключити ту частину установки, якої торкається потерпілий. Для звільнення потерпілого від проводу слід скористатися сухим одягом, дошкою чи будь-яким іншим предметом, що не проводить електричний струм або взятися за його одяг (якщо він сухий), уникаючи при цьому дотику до металевих предметів і відкритих частин тіла.

Далі необхідно:

- покласти потерпілого на спину на тверду поверхню;
- перевірити наявність у потерпілого дихання (визначити з підйому грудної клітини, запітніння дзеркала та ін.);
- перевірити наявність пульсу на променевої стороні у зап'ястя або на сонній артерії на передньо поверхні ший;
- з'ясувати стан зіниці, широкий зіницю вказує на різке погіршення кровопостачання мозку;
- виклик лікаря по телефону 03 у всіх випадках обов'язковий.

Якщо потерпілий знаходиться в свідомості після непритомності, його треба вкласти в зручне положення, накрити одягом, забезпечити повний спокій, безперервно спостерігаючи за диханням і пульсом.

Якщо потерпілий знаходиться в несвідомому стані, але з стійким диханням і пульсом, його слід рівно і зручно укласти, розстебнути одяг, створити приплив свіжого повітря, піднести до носа ватку з нашатирним спиртом, окропити обличчя

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

водою і забезпечити повний спокій. Якщо потерпілий погано дихає (дуже рідко і судорожно), йому слід робити штучне дихання і масаж серця.

При відсутності ознак життя не можна вважати потерпілого мертвим, тому що смерть буває уявній. Штучне дихання слід проводити безперервно до прибуття лікаря. Першу допомогу потрібно надавати негайно і по можливості на місці події. З моменту зупинки серця повинно пройти не більше 3-5 хв.

Спосіб штучного дихання полягає в тому, що надає допомогу виробляє видих зі своїх легенів в легені потерпілого безпосередньо в рот. Постраждалого укладають на спину, розкривають рот, видаляють з рота сторонні предмети, закидають голову потерпілого назад, поклавши під потилицю одну руку, а другою рукою натиснути на лоб потерпілого, щоб підборіддя опинився на одній лінії з шиєю. Ставши на коліна потрібно з силою вдихнути повітря в рот потерпілого через марлю або носовичок, закривши йому ніс. Вдих тривати 5-6 сек., Або 10-12 разів на хвилину. Грудна клітка потерпілого повинна розширюватися, а після звільнення рота і носа самостійно опускатися. При поновленні самостійного дихання деякий час слід продовжувати штучне дихання до повного свідомості потерпілого. Необхідно уникати надмірного здавлювання грудної клітини через можливість перелому ребер. Одночасно потрібно проводити зовнішній масаж серця при відсутності пульсу.

Зовнішній (непрямий) масаж серця проводиться шляхом ритмічних стиснень серця через передню стінку грудної клітки при натисканні на нижню частину груднини. Повторюючи натиснення частотою 60-70 разів на хвилину. Той, хто подає допомогу, визначивши нижню третину груднини, повинен покласти на неї верхній край долоні, зверху покласти другу руку і натискати на грудну клітку потерпілого, злегка допомагаючи нахилом свого корпусу. Натиснення слід робити швидким поштовхом так. Щоб просунути на 3-4 см нижню частину груднини в сторону хребта, а у повних людей - на 5-6 см.

Через кожні 5-6 натискань - одне вдування. Якщо надає допомогу одна людина, слід чергувати після 2 глибоких вдування - 10-12 натискань для масажу серця.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При правильному проведенні штучного дихання і масажу серця у потерпілого з'являються такі ознаки поживлення:

- поліпшення кольору обличчя,
- поява самостійного дихання все більш рівномірного,
- звуження зіниць,
- поява самостійного пульсу.

Знизити ризик ураження електричним струмом можна при дотриманні правил забезпечення електричної безпеки. Перед застосуванням побутових електричних приладів слід переконатися в їх справності. При виявленні пошкоджень ізоляції, тріщин та інших похибок корпусу електричного пристрою його використання неприпустимо.

Надзвичайно небезпечно включати в електромережу мокрі або вологі електричні прилади.

Небезпечно вмикати освітлення в темряві на дотик. Нерідко в під'їзді будинку електричний вимикач виявляється розбитим і при включенні його випадково можна торкнутися електричних контактів.

Перш ніж зняти задню стінку з будь-якого електроприладу, потрібно переконатися, що саме його штекер знаходиться в руках, а не в розетці.

З метою безпеки при роботі з електричними приладами бажано надіти сухе взуття.

Ні в якому разі не можна користуватися електричними приладами, перебуваючи у воді, наприклад, у ванні. Електричний дріт в воді смертельно небезпечний.

Навіть для ремонту розетки слід скористатися послугами майстра-професіонала. Краще розплатитися грошима, ніж власним життям.

Смертельно небезпечно гасити водою палаючі електричні прилади, що знаходяться під напругою, попередньо їх не знеструмивши.

Якщо в будинку є маленькі діти, слід закрити всі електричні розетки захисними ковпаками.

Не можна!

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Забивати цвяхи в стіну в місці, де може розташовуватися прихована електрична проводка.

Свердлити стіни в місцях можливої електропроводки, не знаючи монтажної схеми.

Фарбувати, білити, мити стіни із зовнішньої або прихованою проводкою, що знаходиться під напругою.

При роботі з включеними електроприладами стосуватися батарей і водопровідних труб.

Смертельний результат при ураженні електричним струмом багато в чому залежить від збігу обставин, але практично в кожному випадку потрібно намагатися врятувати ураженого, надаючи йому грамотно першу медичну допомогу.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список літератури

1. Основні процеси і апарати хімічної технології: Посібник з проектування / За ред. докт. техн. наук проф.Ю.І. Дитнерського.- М .: Хімія, 1983. - 272 с.
2. Касаткін А.Г. Основні процеси та апарати хімічної технології, 8-е вид. перероб. М .: Хімія, 1971. - 784 с.
3. Лашинський А.А., Толчинский А.Р. Основи конструювання і розрахунку хімічної апаратури / Під ред. інж. Н.Н.Логінова. 2-е вид. перероб. і доповн. Л .: Машинобудування, 1970. - 752 с.
4. Павлов К.Ф., Романків П.Г., Носков А.А. Приклади і задачі по курсу процеси та апарати хімічної технології: Навчальний посібник для вузів (Під ред .П.Г.Романкова, 9-е вид., Перероб. та доповн. Л .: Хімія, 1981. - 560 с.
5. Чорнобильський І.І., Бондар А.Г., Гаєвський Б.А. та ін. Машина і апарати хімічних виробництв. / Під ред. І.І.Чернобильського, 3-е вид., Перероб. та доповн. М .: Машинобудування, 1975. - 456 с.
6. Лашинський А.А. Конструювання зварних хімічних апаратів: Довідник / За ред. канд. техн. наук А.Р. Толчинського. Л .: Машино-будування, 1981 - 382 с.
7. ГОСТ 14249-89. Судини і апарати. Норми і методи розрахунку на іншність. - Натомість ГОСТ 14249-89; Введ. 18.05.89. - М .: Гос. ком. СРСР по стандарт, 1989. - 80 с, іл.
8. ДСТУ 3-17-191-2000. Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови. - На заміну ОСТ 26-291-94; Введ. 16.02.2000. - К .: Державний комітет промислової політики України, 2000. - 301 с, іл.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ДНАОП 0.00-1.07-94. Правила будови і безпечної експлуатації посуд, що працюють під тиском. Введ. 01.03.1995. - К .: Державний комітет України по нагляду за охороною праці, 1994. - 200 с, іл.

10. ОСТ 26-2091-93. Опори горизонтальних судин і апаратів. НШхіммаш

11. Фарамаз С.А. Ремонт і монтаж обладнання хімічних і нафтопереробних заводів. 2-ге вид., Перероб.-М. : Хімія, 1980.-312 с.

12. Єрмаков В.І., Шеїн В.С. Ремонт і монтаж хімічного обладнання. Л., "Хімія", Ленінградське відділення, 1981

13. Долін П.А. Охорона праці в промисловості будівельних матеріалів та будівництва. М. Енергія 1980р.

14. Макаров Г.В., Стрельчук Н.А. "Охорона праці в хімічній промисловості". М .: Хімія, 1977, - 568с.

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		