

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"

Освітня програма "Комп'ютерний інжиніринг обладнання хімічних виробництв"

Тема роботи: : “Ректифікаційна установка у виробництві етилацетату. Розробити кожухотрубний випарник парів етилацетату”

Виконав:

студент групи ХМ-61

Міхеев Юрій Юрійович

підпис

Залікова книжка

№ 16510033

Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК

з оцінкою _____

"__" _____ 20__ р.

Керівник:

Яхненко С.М.

підпис, дата

Підпис голови

(заступника голови) комісії

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

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"
Освітня програма "Комп'ютерний інжиніринг обладнання хімічних виробництв"

Курс 4 Група Хм-61 Семестр 8

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту Міхеєву Юрію Юрійовичу

1 Тема проекту: «Ректифікаційна установка у виробництві етилацетату. Розробити кожухотрубний випарник парів етилацетату»

2 Вихідні дані: Витрата етанолу в між трубному просторі 6500 кг/год при температурі 70°С під тиском 1,8 ат; холодний теплоносій в трубах – вода технічна з початковою температурою 18°С.

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

- | | |
|--|------------|
| 1. <u>Технологічна схема установки</u> | - 1 арк. |
| 2. <u>Складальне креслення апарату</u> | - 1 арк. |
| 3. <u>Креслення деталей і вузлів апарату</u> | - 1,5 арк. |

4 Питання з охорони праці: «Нормування та контроль у галузі охорони праці. Система стандартів безпеки праці.»

5 Рекомендована література: 1.Лацинский А.А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры / А.А.Лацинский, А.Р. Толчинский.– Москва: Машиностроение, 1970. –752 с. 2..Павлов К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. — 10-е изд., перераб. и доп. — Л.: Химия, 1987. — 576с., 3.Охорона праці : конспект лекцій / укладач А. Ф. Денисенко. – Суми : СумДУ, 2007. – Ч. 2. – 130 с.

6 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

Дата видачі завдання _____

Керівник _____

підпис

Яхненко С.М.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 47 с., 16 рис., 3 табл., 2 додатки, 11 літературних джерел.

Графічні матеріали: технологічна схема установки, складальне креслення апарату, креслення збірної одиниці (корпусу та камери розподільчої) - всього 4 аркуша формату А1

Тема проекту: “Кожухотрубний випарник парів етилацетату у складі ректифікаційної установки “.

Наведено теоретичні основи і особливості процесу випаровування рідини, виконані розрахунки матеріального і теплового балансів процесу, виконані технологічні розрахунки апарату, визначені його розміри, обґрунтований вибір матеріалів для виготовлення апарату. Визначені розміри товщини стінки та апарату. Було розраховано та вибрано опору. Виконані розрахунки на міцність. Наведені приклади ремонтних робіт та монтажу апарату.

Ключові слова: АПАРАТ, УСТАНОВКА, ВИПАРНИК, ЕТИЛАЦЕТАТ, ТЕПЛООБМІННИК, РОЗРАХУНОК.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Технологічна частина.....	5
1.1 Опис технологічної схеми виробництва.....	5
1.2 Теоретичні основи процесу.....	7
1.3 Опис об'єкта розроблення та вибір основних конструктивних матеріалів.....	9
2. Технологічні розрахунки процесу і апарата.....	13
2.1 Матеріальний та тепловий баланси процесу.....	13
2.2 Конструктивні розрахунки.....	17
2.3 Гідравлічний опір апарата.....	21
3. Розрахунки апарата на міцність та герметичність.....	23
3.1 Визначення товщини стінки апарата, кришки.....	23
3.2 Розрахунок фланцевого з'єднання.....	25
3.3 Розрахунок опори апарата.....	27
4. Монтаж та ремонт апарата.....	29
5. Охорона праці.....	39
Список літератури.....	47
Додаток А (Розрахунок фланцевого з'єднання проводиться в Програмі Пасат)	
Додаток Б (Специфікації)	

					ПОХНП.Т.00.00.00. ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Міхеєв Ю. Ю.</i>			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Яхненко С. М.</i>				3	47
<i>Реценз.</i>					<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> <p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">Випарник</p> <p style="margin: 0;"><i>Пояснювальна записка</i></p> </div> <div style="text-align: center;"> <p style="margin: 0;"><i>СумДУ ХМ-61</i></p> </div> </div>		
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Утверд.</i>							

ВСТУП

Теплообмінними апаратами, або теплообмінниками, називаються пристрої для передачі тепла від одних середовищ (гарячих теплоносіїв) до інших (холодним теплоносія).

Теплообмінні апарати застосовуються для нагрівання і охолодження речовин в різних агрегатних станах, випаровування рідин і конденсації пари, перегонки і сублімації, абсорбції та адсорбції, розплавлення твердих тіл і кристалізації, відведення і підведення тепла при проведенні екзо і ендотермічних реакцій і т.д. Відповідно до свого призначення теплообмінні апарати називають підігрівниками, холодильниками, випарниками, конденсаторами, дистиляторами, субліматор, плавники і т.д.

В загальному випуску теплообмінних апаратів для хімічної і суміжних галузей промисловості в Україні близько 80 % займають кожухотрубні теплообмінники.

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

1. Технологічна частина

1.1 Опис технологічної схеми виробництва.

Розглянемо технологічну схему безперервного виробництва етилацетату, зображену на рисунку 1. З напорного бака 1 вихідна суміш реагентів, що містить оцтову кислоту, етанол і сірчану кислоту в якості каталізатора, безперервно надходить на реакцію через витратомір. Вона спочатку проходить теплообмінник 2, в якому нагрівається за рахунок парів, що виходять з реакційної колони, і потім надходить на верхню тарілку ефіратора 4. Завдяки обігріву куба колони гострою парою, що утворюється етилацетат разом з парами спирту і води відганяється з колони, а рідина при русі вниз по тарілках збагачується водою. Час перебування реакційної маси в ефіраторі і співвідношення вихідних реагентів підбирають такими, щоб кубова рідина містила тільки невелику кількість, що не прореагувала оцтової кислоти (в ній залишається також вся оцтова кислота). Цю рідину виводять з куба, і після нейтралізації виводять в каналізацію.

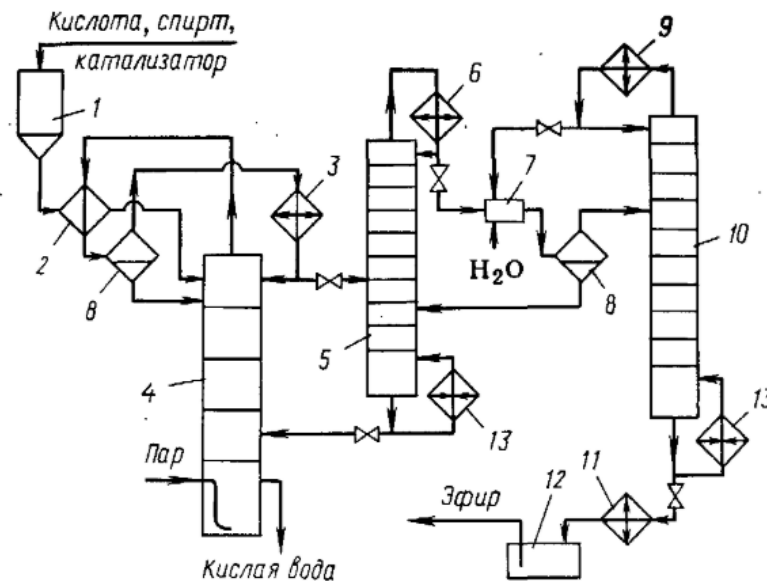


Рисунок 1 - Технологічна схема виробництва етилацетату

1 - напорний бак; 2 - теплообмінник; 3 - конденсатор; 4 - ефіратор; 5, 10 - ректифікаційні колони; 6, 9 - конденсатори-дефлегматори; 7 - змішувач; 8 - сепаратор; 11 - холодильник; 12 - збірник; 13 - кип'ятильники.

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

Пари, що виходять з верху реактора, містять 70% спирту і 20% ефіру. Вони направляються на охолодження і конденсацію спочатку в теплообмінник 2, де нагрівають суміш вихідних реагентів, а потім в конденсатор 3. Конденсат з апарату 2 і частина конденсату з апарату 3 повертають на верхню тарілку реактора 4. Решта його кількість потрапляє в колону ректифікації 5, призначену для відділення азеотропної суміші від водного спирту. Куб колони 5 обігрівается за допомогою кип'ятильника 13, а флегму створюють в апараті 6, з якого частина конденсату повертають на зрошення.

Кубова рідина колони 5 складається з спирту (велика частина) і води. Вона відводиться з колони і надходить на одну з нижніх тарілок ефіризатора 4, щоб забезпечити достатню кількість спирту в нижній частині цієї колони і домогтися більш повної конверсії оцтової кислоти.

Пари з колони 5 конденсуються в апараті 6, звідки частина конденсату йде на зрошення, а решта надходить в змішувач 7, де розбавляється приблизно рівним об'ємом води (без цього, конденсат НЕ розшарується, так як вода досить добре розчинна в суміші ефіру зі спиртом) . Новоутворена емульсія розділяється в сепараторі 8 безперервної дії на два шари - верхній, який містить ефір з розчиненим у ньому спиртом і водою, і нижній, що представляє собою водний розчин спирту і ефіру. Нижній шар повертають на одну з середніх тарілок колони 5. Ефір-сирець із сепаратора 8 направляють на очищення від води і спирту. Її проводять в ректифікаційної колони 10 шляхом відгону низькокиплящої потрійної азеотропної суміші ефіру, спирту і води. Частина цієї суміші після конденсатора 9 йде на зрошення колони 10, а решта повертається в змішувач 7, етилацетат відводять з куба колони 10 і після охолодження в холодильнику 11 направляють в збірник 12.

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

1.2 Теоретичні основи процесу

Якщо пар стикається зі стінкою, температура якої нижча за температуру насичення, то він конденсується на стінці і осідає на ній у вигляді рідини. Розрізняють три види конденсації пари на твердій поверхні.

Плівкова конденсація, коли конденсат стікає по поверхні у вигляді суцільної плівки (має місце на поверхнях при інтенсивній конденсації).

Крапельна конденсація коли конденсат випадає на поверхні у вигляді окремих крапель (має місце на не омиваючи поверхнях охолодження).

Змішана конденсація, коли частина поверхні покрита краплями, а частина - плівкою конденсату.

При крапельної конденсації можна отримувати високі коефіцієнти тепловіддачі. Наприклад, коефіцієнти тепловіддачі при плівковій конденсації водяної пари атмосферного тиску мають порядок $(7 \div 12) \cdot 103 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а при крапельної конденсації - $(4 \div 10) \cdot 104 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Стійкий характер крапельна конденсація має лише в апаратах, поверхня охолодження яких не змочується конденсатом завдяки фізичним властивостям рідкої фази, наприклад в конденсаторах ртутного пара, а також при періодичному введенні в пар.

Практично в сучасних конденсаторах завжди відбувається плівкова конденсація пара.

Теплота, що виділяє при конденсації пари, повинна пройти до стінки через плівку конденсату. Якщо рух рідкої плівки ламінарне, то перехід теплоти здійснюється виключно шляхом теплопровідності. Вирішальним фактором у даному випадку є товщина плівки конденсату.

При плівковій конденсації на вертикальній поверхні у верхній частині плівки, коли її товщина i , відповідно, швидкість течії невеликі, має місце чисто ламінарний рух з плоскою межею поділу фаз.

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

Надалі на поверхні плівки починають виникати хвилі, що призводять до деякого зменшення товщини плівки конденсату. На поверхні конденсату встановлюється температура, практично рівна температурі насичення $t_{нас}$.

Зміст газів, в парі різко знижує тепловіддачу. Так, вміст у водяній парі 1% повітря зменшує коефіцієнт тепловіддачі на 60%, а вміст 3% повітря - на 80%. Накопичуючись у поверхні плівки стікає по трубі конденсату, ці гази створюють захисний шар, що перешкоджає доступу пара до поверхні теплообміну.

Оцінити швидкість переміщення плівки дуже важко, тому для опису гідродинаміки стікання плівки використовують критерій Галілея, який характеризує співвідношення сил тяжкості і тертя:

$$Ga = Re^2 / Fr = gl / v^2, \quad (1.1)$$

де Re - критерій Рейнольдса; Fr - критерій Фруда; g - прискорення вільного падіння; l - лінійний розмір; v - швидкість.

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

$$Nu = f(Ga, Pr, K), \quad (1.2)$$

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; $\Delta t = t_{нас} - t_{ст}$.

В основу процесів теплоперенесення покладений основний кінетичний закон, відповідно до якого швидкість теплопередачі прямо пропорційна рушійній силі та обернено пропорційна термічному опору

$$u_m = \frac{Q_m}{F \tau} = \frac{\Delta t_c}{R_m}, \quad (1.3)$$

де Q_m - кількість переданого тепла, Дж;

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

F - поверхня теплопередачі, m^2 ;

τ - тривалість процесу, s ;

Δt_c - середня різниця температур між теплоносіями, K ;

R_m - термічний опір процесу теплопередачі.

Для сталого процесу на основі рівняння (1.3) кількість переданого тепла за одиницю часу знаходять за формулою

$$Q = k_m \cdot \Delta t_c \cdot F, \quad (1.4)$$

де Q - тепловий потік, $Вт$;

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

1.3 Опис об'єкта розроблення та вибір основних конструктивних 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, кожухозмійовікові, вертикальнотрубні та ін. випаровувачі.

Завданням конструктивного розрахунку випарника є визначення його основних розмірів. Випарник (рис. 2) являє собою горизонтальний циліндричний кожухотрубний теплообмінний апарат з паровим простором. Апарат утворений трубним і міжтрубним простором.

Трубний простір, в якому рухається гарячий теплоносій, утворений розподільною камерою і трубами.

Найбільшого поширення набули кожухотрубні випаровувачі.

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

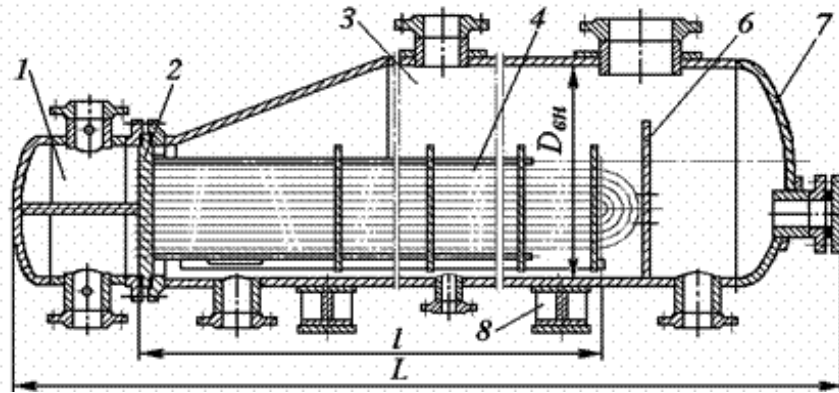


Рисунок 2 - Конструкція випарника з паровим простором типу У

1 - розподільна камера; 2 - трубна дошка; 3 - корпус; 4 - трубчатка; 5 - кришка еліптична; 6 - переливна планка; 7 - днище; 8 – опора

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 охолоджуючого 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.

Як і у будь-якому іншому типі теплообмінника, в випаровувачі здійснюється передача теплоти від більш нагрітого теплоносія до менш нагрітого. Причому передача тепла від гарячого теплоносія до холодного здійснюється через роздільну поверхню теплообміну.

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

Кінці трубок закріплюють у трубну решітку. 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

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

регламентуються нормативними документами. Кріплення труб в трубній решітці повинне бути міцним, герметичним і забезпечувати легку заміну труб.

Розподільна камера та кришка призначені для розподілу потоку робочого середовища в теплообмінних трубках. Для створення необхідного числа ходів в розподільній камері встановлено перегородки.

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 проектованого елемента, вузла або апарата (температура, тиск, величина навантаження, характер агресивного впливу середовища, вимоги до якості, продукту що переробляється і т. д.), слід виконувати так, щоб при низькій вартості і не дефіцитності матеріалу забезпечувати ефективну технологію виготовлення виробу.

Так як в апараті здійснюється технологічний процес із застосуванням речовини, що володіє агресивними властивостями, то для забезпечення умов роботи холодильної установки, застосовується конструкційна низьколегована сталь 16ГС ГОСТ 19282-73, що відрізняється хорошими механічними і технологічними характеристиками.

Сталь 16ГС - конструкційна низьколегована для зварних конструкцій. Характеризується підвищеною міцністю і ударною в'язкістю в інтервалі температур від мінус 40 0С до + 475 0С. Поріг холодноламкості сталі лежить нижче мінус 40⁰С. Сталь добре деформується і обробляється різанням. Сталь добре зварюється усіма видами зварювання. Нестійка в багатьох агресивних середовищах.

З неї виготовляють: обичайки, днища, плоскі фланці корпусів апаратів, штуцери і трубопроводи, трубні решітки теплообмінних апаратів і інші деталі апаратів відповідального призначення.

Наведемо, у вигляді таблиць, механічні властивості листової сталі і її хімічний склад. Хімічний склад і механічні властивості представлені в таблиці 1

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

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	N	As
			не більше						
0,12-0,18	0,44-0,7	0,9-1,2	0,3	0,3	0,3	0,035	0,04	0,008	0,008

Таблиця 1 - Хімічний склад і механічні властивості сталі 16ГС

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 2

Таблиця 2 - Хімічний склад і механічні властивості сталі 10

C, %	Mn, %	Si, %	Cr, %	Ni, %	Cu, %	As, %	S, %	P, %	E · l 05 МПа	σ _T МПа	σ _B 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 - ВСтЗпс3 ГОСТ 380 - 71, що поставляється по групі В (поставляється за механічними властивостями і хімічним складом). На користь вибору цієї сталі приймається її низька вартість, добра оброблюємість і відмінна зварюваність.

Для захисту зовнішніх поверхонь апарату від впливу навколишнього середовища використовуємо покриття - Емаль ПФ8 жаростійка, 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.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						12

2. Технологічні розрахунки процесу і апарата

2.1 Матеріальний та тепловий баланси процесу

Витрата матеріалу, який випаровується в кг/с

$$G_1 = \frac{6500}{3600} = 1,81 \text{ кг/с.}$$

Температура кипіння парів етилацетату при $P_{\text{вип}} = 1,8$ ата 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

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

$$Q_{\text{вип}} = 1,81 \cdot 392 = 709.5 \text{ кВт.}$$

Кількість теплоти, яка потрібна для нагрівання на випаровування рідини.

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

$$Q_{\text{нагр}} = 1,81 \cdot 2,09 \cdot (102 - 70) = 121 \text{ кВт,}$$

де $C_1 = 2,09$ кДж/кг·К теплоємність рідкого етилацетата при середній температурі

$$t_{\text{сеп}} = \frac{t_{\text{кип}} + t_n}{2} = \frac{102 + 70}{2} = 86 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Теплове навантаження апарату з урахуванням 5% втрат тепла

$$Q = 1,05 \cdot (Q_{\text{вип}} + Q_{\text{нагр}}) = 1,05 \cdot (709.5 + 121) = 872 \text{ кВт.} \quad (2.3)$$

Температура пари при тиску $p_n = 1,8$ ата за додатком LVII [2]

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						13
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 $r_2 = 2291 \text{ кДж / кг}$.

витрата пари

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

$$G_2 = \frac{872}{2291 + 4,19 \cdot (116 - 75)} = 0,33 \text{ кг/с}$$

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

$$t' = t_{2K} + \frac{Q_{\text{нагр}}}{G_1 \cdot C_1} \quad (2.6)$$
$$t' = 75 + \frac{121}{1,81 \cdot 2,18} = 105,6 \text{ }^\circ\text{C},$$

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

Середня різниця температур:

Для зони випаровування

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

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

$$\Delta t_{cp}^{eun} = \frac{(116 - 102) - (105,6 - 102)}{\ln \frac{116 - 102}{105,6 - 102}} = 8,44 \text{ К};$$

для зони нагрівання

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

$$\Delta t_{cp}^{нагр} = \frac{(75 - 70) - (105,6 - 102)}{\ln \frac{75 - 70}{105,6 - 102}} = 1,7 \text{ К}.$$

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 $\varphi = 0,31$.

φ - множник, що враховує фізичні властивості рідин
При $p = 1,8 \text{ кг} / \text{см}^2$.

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

При сталому процесі теплообміну

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

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

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

Необхідна поверхню теплообміну

$$F = \frac{Q}{q_{cp}} = \frac{872 \cdot 10^3}{13900} = 59,1 \text{ м}^2.$$

Попередньо виберемо випарник за значенням F без урахування коефіцієнта теплопередачі для зони нагріву ($K_{\text{наг}}$).

2.2 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 $F = 62 \text{ м}^2$;

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

Довжина труб $H = 6,0$ м;

Площа перетину трубного простору $f_{\text{тр}} = 0,04$ м²;

Площа перетину міжтрубного простору

$$F_{\text{мтр}} = 0,785 \cdot (D^2 - d_{\text{н}}^2 \cdot n_{\text{т}}) \quad (2.12)$$

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

Периметр, що змочується етилацетатом

$$\Pi = \pi \cdot (D^2 - d_{\text{н}}^2 \cdot n_{\text{т}}) \quad (2.13)$$

$$\Pi = \pi \cdot (1^2 - 0,025^2 \cdot 132) = 3,14 \cdot (1^2 - 0,025^2 \cdot 132) = 2,88 \text{ м.}$$

Еквівалентний діаметр міжтрубного простору

$$d_{\text{екв}} = \frac{4 \cdot f_{\text{мтр}}}{\Pi} \quad (2.14)$$

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

Швидкість руху етилацетату

$$\omega_1 = \frac{G_1}{\rho_1 \cdot f_{\text{мтр}}} \quad (2.15)$$

$$\omega_1 = \frac{1,81}{830 \cdot 0,735} = 0,003 \text{ м/с.}$$

Значення функції Re для етилацетату

$$\text{Re} = \frac{\omega_1 \cdot d_{\text{екв}} \cdot \rho_1}{\mu_1}, \quad (2.16)$$

$$\text{Re} = \frac{0,006 \cdot 0,03 \cdot 777}{0,251 \cdot 10^{-3}} = 557,$$

режим руху ламінарний.

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

Значення критерію Nu

$$Re = \frac{0,003 \cdot 1,02 \cdot 830}{0,258 \cdot 10^{-3}} = 6563 \quad (2.17)$$

Значення критерію Pr для етилацетату

$$Pr_1 = \frac{C_1 \cdot \mu_1}{\lambda_1} \quad (2.18)$$

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

В'язкість толуолу при температурі стінки

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

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

$$\alpha_1^{\text{наз}} = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_1}{d_{\text{екв}}} \quad (2.19)$$

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

Коефіцієнт теплопередачі для зони нагріву

$$K_{\text{нагр}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1^{\text{нагр}}} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + r} \quad (2.20)$$

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

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

Розрахункова поверхню теплообміну

$$F_p = \frac{Q_{\text{вип}}}{K_{\text{вип}} \cdot \Delta t_{\text{ср}}^{\text{вип}}} + \frac{Q_{\text{нагр}}}{K_{\text{нагр}} \cdot \Delta t_{\text{ср}}^{\text{нагр}}} \quad (2.21)$$

$$F_p = \frac{709.5 \cdot 10^3}{1635 \cdot 8,5} + \frac{121 \cdot 10^3}{322 \cdot 4,5} = 134,6 \text{ м}^2.$$

З ГОСТ 15121-79 мінімальне значення площі випарника, відповідне витраті етилацетату, $F = 134,6 \text{ м}^2$, 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 $f_{\text{тр}} = 0,055 \text{ м}^2$.

Коефіцієнт запасу поверхні теплообміну

$$\chi = \left(1 - \frac{F}{F_{\text{мп}}}\right) \cdot 100\% \quad (2.22)$$

Тоді коефіцієнт запасу

$$\chi = \left(1 - \frac{134,6}{170}\right) \cdot 100\% = 20,8 = 20,8\%$$

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

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \rho \cdot w}} \quad (2.23)$$

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]):

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

для рідин 0,1 ... 0,5 м/с при протіканні і 0,5 ... 2,5 м / с в напірних трубопроводах;

- для пара 20 ... 40 м/с;

- для газів 5 ... 15 м/с.

Діаметр патрубку для входу етилацетату в апарат d_n , м:

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot w}} = \sqrt{\frac{4G}{\pi \cdot \rho \cdot w}} \quad (2.24)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 6500 / 3600}{3,14 \cdot 837 \cdot 0,5}} = 0,074 \text{ м}$$

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

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 6500 / 3600}{3,14 \cdot 1,2 \cdot 20}} = 0,31 \text{ м}$$

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 проектуваному теплообмінному апараті штуцера для входу етилацетату $D_y = 80$ мм і $p_y = 0,2$ МПа, для виходу парів етилацетату $D_y = 350$ 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

2.3 Гідравлічний опір апарату

Об'ємна витрата пари, що гріє

$$V_{п} = \frac{G_{п}}{\rho_{п}} \quad (2.25)$$

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

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

Дійсна швидкість пара

$$\omega_{\text{п}} = \frac{V_{\text{п}}}{f_{\text{тр}}} \quad (2.26)$$

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

Величина функції Re

$$\text{Re} = \frac{\omega_{\text{п}} \cdot d \cdot \rho_{\text{п}}}{\mu_{\text{п}}}, \quad (2.27)$$

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

отже, режим руху - перехідний.

Для перехідного руху пара в круглих трубах коефіцієнт тертя

$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \quad (2.28)$$

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

Втрата тиску на тертя в прямих трубах

$$\Delta P_{\text{тр}} = \lambda \cdot \frac{n \cdot l}{d} \cdot \frac{\omega_{\text{п}}^2 \cdot \rho_{\text{п}}}{2} \quad (2.29)$$

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

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

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

$$\Delta P_M = \sum \xi \cdot \frac{\omega_{II}^2 \cdot \rho_{II}}{2} \quad (2.30)$$

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

Загальна втрата тиску в трубному просторі

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

3. Розрахунки апарата на міцність та герметичність

3.1 Визначення товщини стінки апарата, кришки

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

$$\sigma = 130 \text{ МПа.}$$

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.

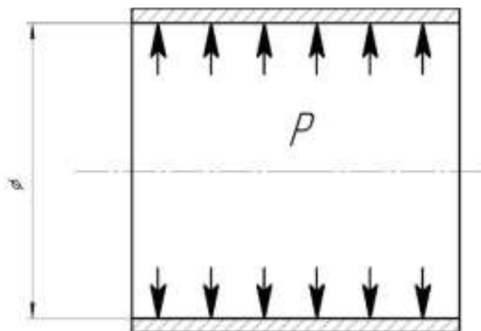


Рисунок 3 - Розрахункова схема обичайки

Розрахункова товщина стінки кожуха

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

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

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

Пробний тиск при гідравлічних випробуваннях при дозволяється за напрузі

$$[\sigma]_n = \frac{\sigma_T}{1,1} = \frac{210}{1,1} = 191 \text{ МПа,}$$

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

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

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 товщині за весь термін служби (10 років) апарату $c = 3,0$ мм, тоді виконавча товщина стінки кожуха

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

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

Розрахункова схема днища приведена на рисунку 4.

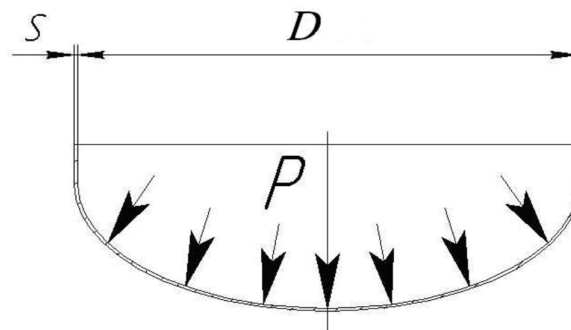


Рисунок 4 - Розрахункова схема днища еліптичного

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

Тиск пара під кришкою

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

Розрахункова товщина стінки кришки при проведенні гідравлічних випробувань

$$s_p = \frac{p_{\Pi} \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot [\sigma]_{\Pi} - 0,5 \cdot p_{\Pi}} \quad (3.4)$$

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

Виконавча товщина кришки

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

Приймаємо $s_{кр} = 6,0 \text{ мм.}$

3.2 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

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

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

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

Маса фланця з гратами

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

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

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

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

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

Сила тяжіння апарату в робочому стані

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

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

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.

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

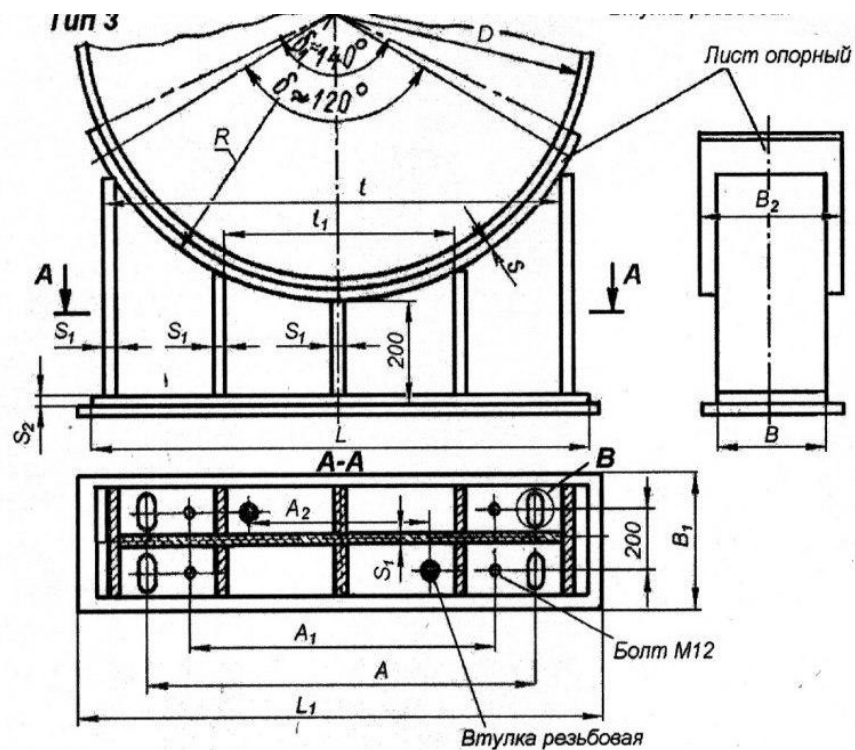


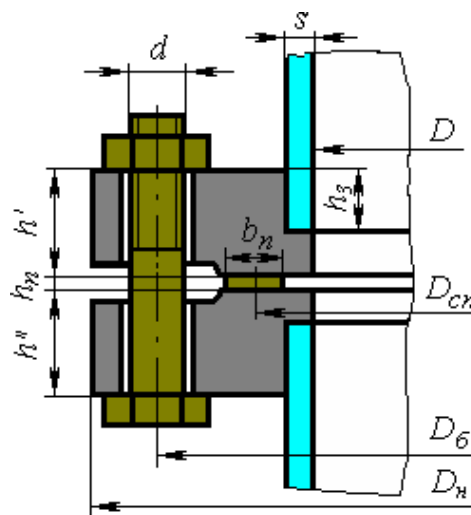
Рисунок 5 - Схема опори

Вибираємо сідлову опору типу 1 з допустимим навантаженням $Q = 50$ кН. Опора 50-1600-1 ОСТ 26-1665-75

3.3. Фланцеве з'єднання №1

Розраунок на міцність та герметичність по РД 26-15-88

Розраункова схема наведена на рисунку 6.



Риснок 6 - Розрахунква схема

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

Вихідні дані :

Тип фланців: Плоскі приварні

Виконання: Плоскі

Теплоізоляція: Немає

Діаметр болтової окружності D_6 : $1,10^5 \cdot 10^3$ мм**Болти:**

Матеріал: 35Х

Зовнішній діаметр, d : 20 ммКількість, n : 44

Контроль затяжки: Немає

Прокладка:

Матеріал прокладки: Пароніт по ГОСТ 481 при товщині не більше 2 мм

Товщина, h_p : 2 ммСередній діаметр, $D_{сп}$: $1,0365 \cdot 10^3$ ммШирина, b_p : 14,5 мм**Дані першого фланця (кільця):**

Матеріал фланця (кільця): 16ГС

Суміжний елемент:

Матеріал суміжного елемента: 16ГС

Внутрішній діаметр фланця (кільця), D : $1 \cdot 10^3$ ммЗовнішній діаметр фланця (кільця), D_n : $1,145 \cdot 10^3$ ммВисота фланця (кільця), h : 60 мм

Товщина стінки суміжного елемента: 6 мм

Сума надбавок, c (задається в суміжному елементі): 0 мм**Дані другого фланця (кільця):**

Матеріал фланця (кільця): 16ГС

Суміжний елемент:

Матеріал суміжного елемента: 16ГС

Внутрішній діаметр фланця (кільця), D : $1 \cdot 10^3$ ммЗовнішній діаметр фланця (кільця), D_n : $1,145 \cdot 10^3$ мм

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

Висота фланця (кільця), h: 60 мм

Товщина стінки суміжного елемента: 6 мм

Сума надбавок, с (задається в суміжному елементі): 0 мм

Розрахунок фланцевого з'єднання проводиться в Програмі Пасат та наданий в додатку А.

4. Монтаж та ремонт апарата

Виконання ремонтних робіт може проходити в таких формах:

1) централізована;

При централізованій формі ремонт всіх видів, а іноді і міжремонтне обслуговування виконується силами ремонтно-механічного цеху (РМЦ) заводу.

Використовується ця система на невеликих заводах дрібносерійного і одиничного виробництва із загальною кількістю обладнання, що відповідає 2500-3000 ремонтних одиниць при наявності цехів, кожен із яких має обладнання в кількості не більше 500 ремонтних одиниць.

2) децентралізована;

При децентралізованій формі всі ремонти (включаючи міжремонтне обслуговування) здійснюються силами цехової цемонтної бази (ЦРБ) під керівництвом механіка цеху. ЦРБ при цій системі виготовляє змінні і запасні деталі, відновлює деталі. Децентралізовану систему доцільно використовувати на заводах крупносерійного і масового виробництва з кількістю обладнання в кожному цеху більше 800 рем. одиниць.

3) змішана.

Змішана форма організації робіт характеризується тим, що найбільш трудоемні роботи (капітальний ремонт, модернізація обладнання, виготовлення запасних частин і відновлення зношених деталей) здійснюються в РМЦ, а технічне обслуговування і позапланові ремонти - силами ЦРБ, комплексними бригадами слюсарів, закріпленими за окремими дільницями.

Монтаж та ремонт випарних апаратів. Випарні апарати є дуже поширеним типом апаратури. Наприклад, на нафтопереробних заводах і підприємствах основної хімії частка теплообмінної апаратури становить близько 40 %.

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

Способи монтажу та ремонту випарників різні й визначаються їхньою конструкцією, розміщенням у просторі й стосовно інших апаратів технологічної установки, а також умовами експлуатації.

Монтаж кожухотрубних випарних апаратів залежить тільки від їхньої маси, розмірів і просторового розміщення.

Маса й розміри кожухотрубних випарників, що випускаються сьогодні, дозволяють транспортувати їх до місця монтажу в повністю зібраному вигляді на заводі-виготовлювачі. Для транспортування використовують залізничні платформи, трейлери, автомашини, сани й ін.

Випарники встановлюють горизонтально. У більшості випадків випарники встановлюють в положення згідно з проектом за допомогою самохідних кранів. Якщо у деяких випадках підйому вантажопідйомність кранів недостатня, застосовується установка виарників за допомогою двох кранів, які працюють строго узгоджено. На рис.7 наведені схеми підйому та установки випарних апаратів при різному їхньому розташуванні. Випарники, розміщені в два яруси і більше, доцільно піднімати великими блоками з декількох апаратів після їх взаємної трубопровідної обв'язки, якщо це дозволяють підймальні засоби. Для стикування однотипних випарників і уніфікації їхньої трубопровідної обв'язки строго витримують при виготовленні настановні розміри штуцерів на корпусі і на розподільній камері. При підйманні блок обв'язаних теплообмінників поміщають в ґратчастий твердий контейнер, за який і роблять стропування.[9]

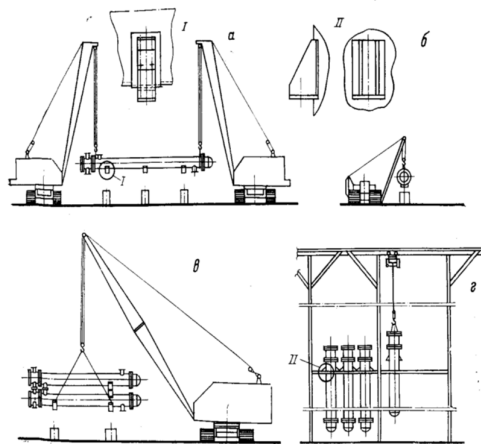


Рисунок 7 — Способи монтажу випарних апаратів:

а – за допомогою двох кранів; б - трубоукладачем; в – блок теплообмінників краном; г – вертикальних теплообмінників монобалкою; I – опора горизонтальних випарників; II- опора вертикальних теплообмінників. [9]

Трубопровідну обв'язку розпочинають після остаточної перевірки положення корпусу і закріплення болтів, що з'єднують його опори або лабети з постаментом. Положення випарника перевіряють рівнем або важком, підкладаючи, якщо це необхідно, під опорні площини сталеві планки. При

					ПОХНП.Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

горизонтальному розташуванні випарників температурні деформації корпусу між опорами можуть досягати декількох міліметрів, тому одна з опор повинна бути рухомою. Нерухому опору, як правило, встановлювану з боку нерухомих трубних ґрат, закріплюють намертво; гайки болтів рухомої опори, що має овальні вирізи, не затягують на 1-1,5 мм, але фіксують контргайками. Зазор між болтами й овальними вирізами повинен бути розміщений у бік можливого подовження випарника. Поверхні ковзання захищають так, щоб виключити защемлення.

Випарні апарати повинні бути опресовані на пробний тиск на заводі-виготовлювачі, тому на монтажній площадці їх роздільно не опресовують, а обмежуються тільки перевіркою загальної системи теплообміну разом з трубопровідною обв'язкою після завершення монтажних робіт. В тих випадках, коли відсутній акт заводського випробування або ж апарат тривалий час перебував на складі чи монтажній площадці, перед монтажем випарник піддають ревізії та, якщо в цьому є необхідність, ремонту.

В процесі тривалої роботи випарні апарати піддаються забрудненню та зношуванню. Поверхня їх обкипає маслом, відкладеннями смол та солей, окиснюється й т. п. З збільшенням відкладень зростає термічний опір стінки і погіршується теплообмін.[9]

Зношування випарного апарата виражається в такому: 1) зменшенні товщини стінки корпусу, днища, трубних ґрат; 2) опуклостях і вм'ятинах на корпусі й днищах; 3) свищах, тріщинах, прогарах на корпусі, трубках і фланцях; 4) збільшенні діаметра отворів для труб у трубних ґратах; 5) прогинах трубних ґрат і деформації трубок; 6) заклинюванні плаваючих головок й ушкодженні їхніх струбцин; 7) ушкодженні лінзових компенсаторів; 8) ушкодженні чепцевих пристроїв, каткових і пружинних опор; 9) порушенні гідро- і термоізоляції.

Підготовка до ремонту передбачає виконання таких заходів:

- 1) знижується надлишковий тиск до атмосферного і апарат звільняється від продукту;
- 2) відключається арматура та ставляться заглушки у всіх підвідних та відвідних трубопроводах;
- 3) проводиться продувка азотом чи водяною парою з наступним промиванням водою та продувкою повітрям;
- 4) виконується аналіз на наявність отруйних та вибухонебезпечних продуктів;
- 5) складається план і отримується дозвіл на вогневі роботи, якщо вони необхідні в процесі ремонту; складається акт здачі в ремонт.

Далі виконуються такі роботи:

- 1) зняття кришки апарату, усіх люків, демонтаж обв'язки та арматури;

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) пошук дефектів вальцювання та зварювання, і також цілісності трубок гідравлічним та пневматичним випробуваннями на робочий тиск;

3) часткова зміна або відключення дефектних трубок, кріплення труб вальцюванням або зварюванням;

4) ремонт футерівки та антикорозійних покриттів деталей з частковою заміною;

5) ремонт чи заміна арматури, що зносилася, трубопроводів, регулювання запобіжних клапанів;

6) зміна ущільнень розбірних з'єднань;

7) витягування трубок, чищення внутрішньої поверхні корпусу апарата і теплообмінних трубок, зачищення отворів в трубних решітках, зачищення кінців трубок;

8) заміна частини корпусу, днищ (кришок) та зношених деталей;

9) виготовлення нових трубок;

10) монтаж трубного пучка й вальцювання труб у решітках; 11) ремонт плаваючих голівок;

12) монтаж нарізних з'єднань; 13) гідравлічне випробування міжтрубною і трубної частин апарата пробним тиском; 14) пневматичне випробування апарата.

Основними конструктивними недоліками випарних апаратів є такі: 1) велика трудомісткість розбирання-складання апарата при чищенні й заміні трубного пучка; 2) мала надійність вальцювальних з'єднань трубок із трубною дошкою; 3) складність ущільнення кришкою трубної дошки плаваючої голівки.

Зниження трудомісткості робіт з монтажу й демонтажу нарізних з'єднань досягається застосуванням пневматичних і гідравлічних гайковертів. Після розхитування знімається кришка апарата. Зменшення трудозатрат на опускання й підймання важкої кришки забезпечується виготовленням поворотних кронштейнів, які дозволяють після розхитування відвести у бік кришку й розподільну голівку.

Найменш механізованим способом є витягування трубного пучка за допомогою лебідок та домкратів. Більш прогресивні спеціальні пристрої для добування – екстрактори. Вони являють собою пристрої, які кріпляться на фланці теплообмінника і за допомогою домкрата або лебідки виштовхують трубний пучок. Пучок, що витягується, рухається разом із візком, на який кріпиться його передня частина.

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

У більшості випадків як екстрактор використовується пристрій для захоплення трубного пучка разом із вантажопідйомним механізмом. Трубний пучок, що витягується з горизонтальних випарників, підтримується в горизонтальному положенні автомобільним краном за допомогою талі і пересувної монорейки або візка. Схема витягування трубного пучка за допомогою тракторної лебідки й автомобільного крана наведена на рис.8.

Демонтаж проводиться в певній послідовності: 1) знімаються кришки теплообмінного апарата; 2) демонтуються деталі плаваючої голівки; 3) проводиться попереднє зрушення трубчаткі; 4) тракторною лебідкою трубний пучок витягується з апарата; 5) за допомогою хомутів і строп трубчатка підвішується до гака автомобільного крана, який після остаточного добування трубчаткі опускає її на причіп для транспортування на місце очищення й ремонту.

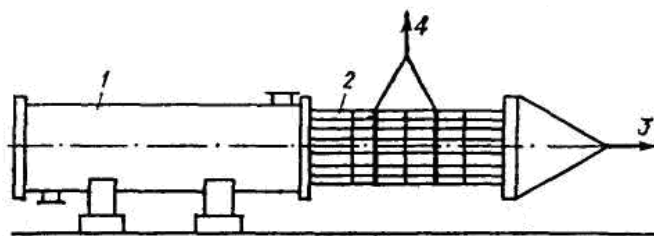


Рисунок. 8 — Добування трубного пучка за допомогою лебідки й автомобільного крана:

- 1 – корпус теплообмінника; 2 – трубний пучок; 3 – строп до лебідки;
4 – строп до автомобільного крана. [9]

На рис. 9 наведений спосіб витягування трубного пучка за допомогою стаціонарної монорейки з лебідкою. На монорейці розміщуються два тельфери, що дає можливість без утруднень проводити демонтаж і монтаж трубчаткі. Добування трубчаткі здійснюється відвідним блоком 5 і поліспаєм 6. Для цього може також застосовуватися пересувна монорейка (рис. 10).

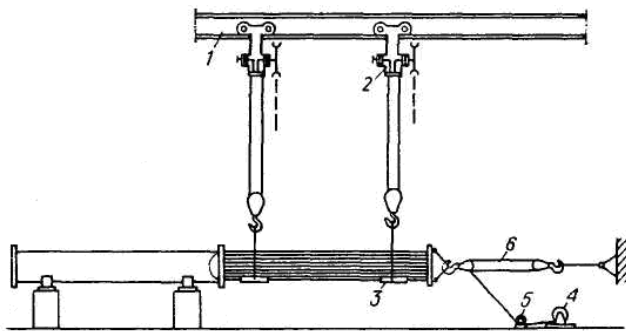


Рисунок 9 — Пристрій для зміни пучків випарників:

- 1 - напрямна балка; 2 - тельфер; 3 – підкладка під пучок; 4 - лебідка; 5 - відвідний блок; 6 – поліспаєст. [9]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

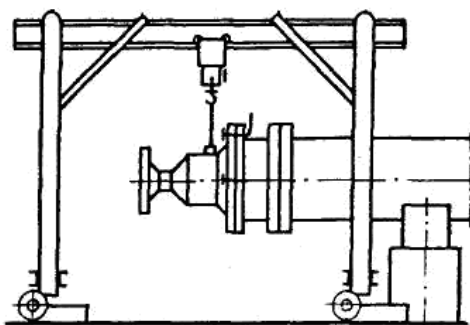


Рисунок 10 — Пересувна монорейка. [9]

Добування трубочки за допомогою пересувного візка наведено на рис.11.

Візок 6 жорстко кріпиться до фланця трубного пучка за допомогою сполучної планки 4 і болтів 3. Для цього на плиті 8 установлений опорний сухар 7. Для регулювання висоти трубного пучка опорна плита 8 з'єднується із платформою візка за допомогою чотирьох гвинтових домкратів 9. Витягування трубочки здійснюється лебідкою 1, при цьому зусилля лебідки додається до візка.

Для випарників, розташованих на висоті, найбільш зручним вантажопідйомним механізмом залишається автомобільний кран. Витягування трубного пучка з вертикальних випарників простіший, ніж із горизонтальних, і проводиться принципово тими самими способами.

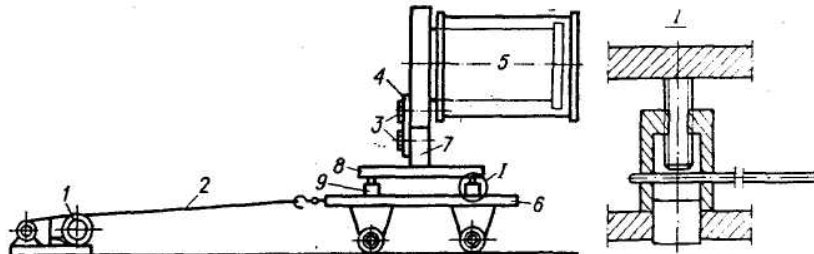


Рисунок 11 — Пристрій для витягування трубочки з горизонтального теплообмінника:

1 – лебідка 2 – трос; 3 – болти; 4 – з'єднувальна планка; 5 – теплообмінник; 6 – візок; 7 – опорний сухар; 8 – плита; 9 – домкрат для підймання опорної плити. [9]

Для встановлення трубного пучка в корпус, крім уже описаних пристроїв, застосовується також спеціальний монтажний пристрій, що заміняє лебідку (рис. 12). Він складається з корпусу 3 із фланцем і приводом. До привода входять електродвигун 1 і планетарний редуктор 6. Співвісно з редуктором встановлений барабан 5 для намотування сталевого троса. У корпусі 3 для напрямку троса встановлені два ролики 4. Пристрій кріпиться до корпусу теплообмінника замість кришки (рис.13). Монтаж трубного пучка здійснюється з підтримкою тельферами або візком.

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

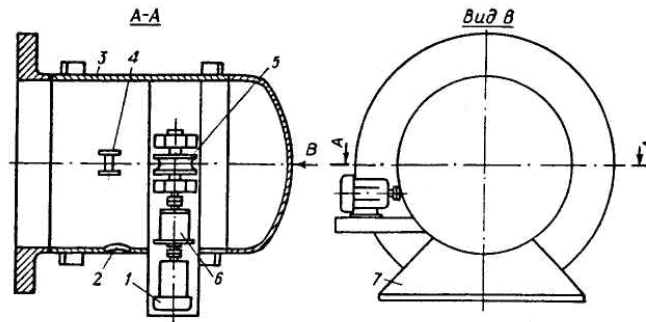


Рисунок 12 — Переносний пристрій:

1 – електродвигун; 2 – вікно; 3 – корпус; 4 – ролики; 5 – барабан; 6 – редуктор; 7 – опори [9]

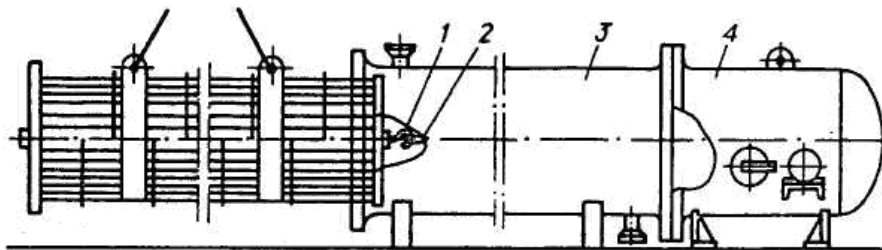


Рисунок 13 — Установка трубного пучка в корпус:

1 – гак; 2 – трос; 3 – теплообмінник; 4 – переносний пристрій [9]

Очищення трубок від відкладень передбачає обробку як внутрішніх, так і зовнішніх поверхонь. Використовують такі методи очищення: 1) хімічні; 2) абразивні (для нерозчинних відкладень); 3) спеціальні.

Хімічне очищення здійснюється без розкриття й розбирання теплообмінника. Для очищення від накипу застосовують 5-15 % розчин соляної кислоти із додаванням інгібіторів. Для очищення від органічних відкладень використовуються вуглецеві розчинники.

Очищення від твердих відкладень виявляється ефективним при заповненні теплообмінника на добу 5 % розчином соляної кислоти із додаванням рідкого скла. Твердий осад розпушується в цьому розчині і потім легко змивається водою.

Абразивні методи очищення поділяються на механічний, гідропневматичний, гідромеханічний (струменем води високого тиску) і піскоструминний.

Механічне очищення проводиться за допомогою шомполів, свердел, щіток, шарошок, різців, бурів із подачею води або повітря для видалення продуктів очищення. Найпростішим пристроєм є сталевий пруток з йоржем зі сталевого дроту, привареним до прутка.

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

Для чищення U-подібних трубок застосовується гнучкий шланг. Гідропневматичним очищенням це за допомогою трубок, води і повітря. В трубку яка забруднена одночасно надсилаються вода й стиснене повітря. Стиснене повітря, розширюючись, різко збільшує швидкість руху води, що починає переміщатися по трубці послідовними водяними «пробками» з інтенсивними завихреннями. Спільний рух води і повітря добре змімає увесь бруд з стінок труб, очищаючи їх. Одночасна подача у трубку води і повітря здійснюється за допомогою водоповітряного пістолета. Повітря під тиском 0,7-0,8 МПа та вода під тиском 0,5-0,6 МПа при співвідношенні 1:1 подаються за допомогою шлангів.

Гідропневматичне очищення трубок дозволяє зменшити час очищення порівняно із механічним у 8-10 разів, значно рідше піддаються очищенню теплообмінники, завдяки чому підвищується продуктивність праці.

Гідромеханічне очищення полягає в такому. Насосом високого тиску по напірних шлангах вода подається в порожню штангу, на кінці якої встановлене сопло із декількома отворами. Струмінь води виходить із сопла під більшим тиском, ріже й відриває відкладення від стінок поверхонь, що очищаються. Перевагою такого методу є можливість очищення внутрішньої й зовнішньої поверхонь трубок, а також корпусу безпосередньо на місці установки апарата. При цьому ступінь очищення досягається значно раніше, ніж при інших методах.

Час очищення однієї труби дорівнює 10-15 с. Установки, як правило, виготовляються пересувними. Широкий діапазон зміни тиску (від 15 до 70 МПа) дає можливість видаляти відкладення практично будь-якої твердості.

Очищення оребрених труб проводиться струменями високого тиску. Для цього в трубні ґрати через спеціально передбачені отвори за допомогою напрямної гільзи вводиться трубка з отворами на бічній поверхні. Вода, що подається в трубку під високим тиском, виходить із отворів паралельно оребрінню. Обертання трубки і її рух в осьовому напрямку дозволяють піддати впливу струменів усю поверхню оребріння.

Піскоструминне очищення дає можливість досягти найбільш повного очищення труб, у результаті чого коефіцієнт теплопередачі відновлюється до значень, що відповідають відсутності термічних опорів, обумовлених забрудненнями. Сутність піскоструминного очищення полягає в обробці поверхні суспензією піску в повітрі або воді, що подається з великою швидкістю. Засмоктування піску здійснюється ежекційними установками.

При ремонті трубного пучка допускається установка пробок на 15 % трубок у кожному потоці пучка. При виході із ладу більше 15 % трубок всі вони замінюються повністю. Допускається застосування вже використуваних

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

трубок, якщо вони втратили внаслідок зношування не більше 30 % первісної ваги.

Усування вм'ятин в трубах здійснюється за допомогою пристрою, показаного на рис. 14. Штанга 2 протягується через трубу до упору оправлення 1 у вм'ятину. Після цього на штангу надіваються шайба 3 і гайка 4. При загвинчуванні гайки оправлення випрямляє ум'яту ділянку. Видалення дефектних приварених труб здійснюється вирубуванням звареного кільцевого шва. Нові трубки, що вставляються, відрізаються по довжині трубного пучка довше на 8-10 мм по довжині. Кінці трубок зачищають до металевому блиску на довжину, що дорівнює товщині ґрат зі збільшенням 10 мм на сторону.

У трубних ґратах усі отвори зачищають від задирів, іржі й бруду. Наявність поздовжніх рисок в отворах трубних ґрат не допускається. Перед установкою трубок отвори в ґратах продувають повітрям і насухо протирають. Зазор між зовнішнім діаметром трубки й отвором у ґратах не повинен перевищувати 1,5 % діаметра трубки.

У зв'язку з тим, що трубки при розвальцюванні подовжуються, спочатку развальцюють усі кінці трубок в одних ґратах, а потім в інших. При цьому вальцюють чотири трубки хрест нахрест, потім усі трубки по периметру, а далі інші.

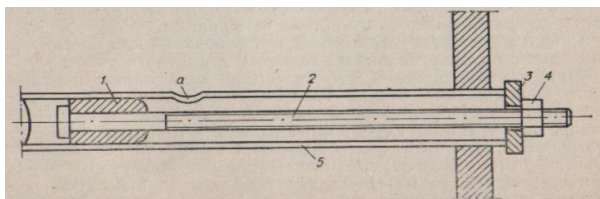


Рисунок 14 — Пристрій для виправлення вм'ятин у трубах:

1-оправка; 2-штанга з різьбою; 3-шайба; 4-гайка; 5-труба; а-вм'ятини

Корпус апарата, який має різні випуклості та вм'ятини, виправляється ударами кувалди по мідній підкладці. Усування невеликих вм'ятин при товщині стінки корпусу чи кришці, виконаних з вуглецевої сталі, не більше 3-4 мм здійснюється нагріванням. Якщо неможливо усунути дефекти ударами і нагріванням, то ушкоджені частини чи вирізаються, чи на них ставляться накладки.

Дефектні штуцери і трубні ґрати при досягненні максимальних величин зношування й прогину замінюються.

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

Свищі і тріщини усуваються шляхом заварювання або поставленням накладок із попереднім видаленням дефектної ділянки.

За допомогою кольорової дефектоскопії визначають довжину та положення кінців тріщин, виявлених у корпусі. Ці кінці до заварювання засвердлюють свердлами діаметром 3-4 мм, а потім заварюють.

З появою гніздоподібних тріщин ушкоджені місця вирізають та закривають латками без гострих кутів. Латки заварюють врівень із основним металом. Площа латки не повинна перевищувати 1/3 площі сталевого листа апарата.

Обпресування випарників жорсткої конструкції проводиться при знятих кришках. Вода при гідравлічному випробуванні подається в міжтрубний простір. Поява води в кожній із трубок або в місці вальцювання трубки в трубних ґратах свідчить про дефекти в ремонті. В теплообмінниках з плаваючою голівкою одні з трубних ґрат не прикріплені до корпусу. При гідравлічному випробуванні із боку плаваючої голівки знімають кришку теплообмінника та на її місце встановлюють чепцевий пристрій (рис. 15), призначений для забезпечення герметичності між корпусом та плаваючою голівкою.

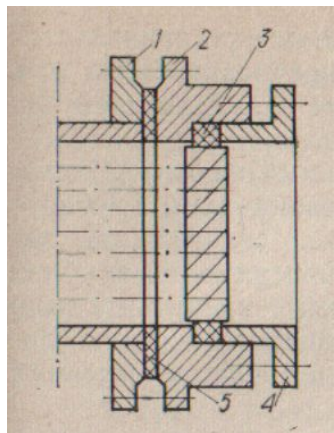


Рисунок 15 — Чепцевий пристрій для опресовування:

1-корпус; 2-фланець; 3- чепцева набивка; 4-натискна втулка; 5-прокладка [9].

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 видаляють, або на них ставляться накладки.

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

Дефектні штуцера і трубні решітки при досягненні максимальних величин зносу і прогину замінюються.

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

За допомогою кольорової дефектоскопії визначають протяжність і положення кінців тріщин, виявлених в корпусі. Ці кінці до заварки засвердлюють свердлами діаметром 3 - 4 мм. Не наскрізні тріщини глибиною не більше 0,4 товщини стінки розділюються під заварку односторонньою вирубкою на максимальну глибину тріщини зі зняттям крайок під кутом 50-60 °. При тріщині понад 100 мм зварювання проводять обернено-ступінчатим методом. Наскрізні і нескрізні тріщини глибиною більше 0,4 товщини стінки обробляють на всю товщину вирубкою зубилом.

При частковій заміні корпусу апарату необхідно винять наступні вимоги: 1) матеріал для виготовлення нових частин корпусу по механічним і хімічним властивостям повинен бути однаковим з матеріалом ремонтується корпусу; 2) товщина листа заміної частини повинна бути не менше проектною; 3) електроди повинні відповідати зварювального матеріалу; 4) замикають обичайки повинні бути шириною не менше 400 мм; 5) поздовжні шви в горизонтальних апаратах не повинні бути в нижній частині апарату; 6) кромки поверхні обичайки і основного металу на ширині 10 мм необхідно зачистити перед зварюванням до чистого металу; 7) 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; 8) відстань між поздовжніми швами в окремих обичайках має бути не менше 200 мм; 9) при зварюванні стиків необхідно передбачити плавний перехід від одного елемента до іншого. [10]

5. Охорона праці

Нормування і контроль у галузі охорони праці

Значне місце в питаннях створення безпечних і здорових умов праці займає розроблення і впровадження нормативної документації в галузі охорони праці. Це правила з техніки безпеки і норми з виробничої санітарії, вимоги вибухобезпеки, пожежобезпеки, електробезпеки і т.д. Ці вимоги є юридично обов'язковими як для адміністрації, так і для робітників і службовців. При недотриманні цих правил і норм винуватці юридично відповідальні. Види

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

відповідальності: дисциплінарна, адміністративна, кримінальна, матеріальна. Це ще одна причина, з якої вам, майбутнім керівникам, необхідно ці норми і правила вивчити і неухильно виконувати. За сферою дії правила і норми з техніки безпеки і виробничої санітарії діляться на:

а) загальні (єдині), б) міжгалузеві, в) галузеві.

Загальні, тобто єдині правила і норми поширюються на всі галузі народного господарства і закріплюють найважливіші гарантії безпеки та гігієни праці. Наприклад, всі ДСТУ системи стандартів безпеки праці.

Міжгалузеві правила і норми закріплюють гарантії безпеки або в декількох галузях або на окремих типах устаткування. Галузеві правила і норми поширюються тільки на

окрему галузь виробництва. Містять гарантії безпеки та гігієни праці, специфічні для даної галузі (залізничний, авіатранспорт і т.д.).

До числа норм з техніки безпеки та виробничої санітарії відносять норми, що встановлюють заходи індивідуального захисту працівників від професійних захворювань і виробничих травм. Ці норми, зокрема, передбачають таке: на роботах зі шкідливими умовами праці, а також тих, що виконуються в особливих температурних умовах, або пов'язаних із забрудненням, робітникам і службовцям видаються безкоштовно згідно з встановленими нормами спецодяг, спеціальне взуття і інші засоби індивідуального захисту. Вони є власністю підприємства, яке повинне організувати зберігання, чищення і ремонт їх. У свою чергу, робітники і службовці зобов'язані користуватися в робочий час видаваними їм ЗІЗ.

На роботах, пов'язаних із забрудненням, робітникам і службовцям видається безкоштовно згідно з встановленими нормами мило (400 г на місяць). На роботах, де можливий вплив на шкіру шкідливо діючих речовин, видаються безкоштовно згідно з встановленими нормами засобами для змивання і знешкодження.

Норм цих багато. Перелічити їх всі зараз не доцільно. Більш детально розглянемо їх при розгляді окремих розділів курсу.

В Україні затверджено положення про створення державних нормативних актів з охорони праці - (ДНАОП). Це норми, інструкції, вказівки та інші види державних нормативних актів з охорони праці, обов'язкові для виконання і дотримання усіма підприємствами і установами, затверджені ДНАОП, вносяться до Державного реєстру, який видає Держнаглядохоронпраці.

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

ДНАОП кодуються. Промисловість України кодується згідно з класифікатором за галузями і підгалузями чотиризначним кодом.

Приклад кодування для міжгалузевих нормативних актів:

ДНАОП 0.00 - 3.05 - 97 назва документа,

де ДНАОП - скорочена назва нормативного акта; 0.00 - державні органи, які затвердили нормативний акт.

Існують такі шифри державних органів:

0.00 - Держнаглядохоронпраці;

0.01 - Пожежна безпека (МНС);

0.02 - Безпека руху (МВС);

0.03 - Міністерство охорони здоров'я;

0.04 - Держатомнагляд;

0.05 - Міністерство праці України;

0.06 - Держстандарт;

0.07 - Мінбудархітектура.

Види державних нормативних актів:

1- Правила;

2- Стандарти;

3- Норми;

4- Положення, статuti;

5- Інструкції, керівництва, вказівки;

6- Рекомендації, вимоги;

7- Технічні умови безпеки;

8- Переліки, інші.

05- Порядковий номер нормативного акта (в межах даного виду);

97 - Рік затвердження.

В Україні розробляються державні стандарти України (ДСТУ), що невдовзі повинні замінити ще частково діючі міждержавні стандарти Системи стандартів безпеки праці (ССБП) як вид нормативно-технічної документації в галузі охорони праці. Її почали впроваджувати після того, як ще в 1970 р. за

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

часів СРСР в промисловості була проведена комплексна перевірка стану документації з техніки безпеки.

Що вона показала?

1. Було більше 1000 документів з техніки безпеки не об'єднаних однією системою.
2. Документи з охорони праці не мали директивного характеру, серед них переважали галузеві норми і правила.
3. Документи з охорони праці мали ряд недоліків: видані десятки років тому, вони залишалися незмінними і в них не були враховані нові напрями розвитку науки і техніки (часто суперечили один одному).
4. Був відсутній єдиний план створення документації.
5. Було відсутнє нормативне забезпечення (що вимірювати, з чим порівняти і головне чим вимірювати).
6. Не було комплексного підходу до створення документації з охорони праці. Це була обмежена документація тільки з техніки безпеки (ТБ) - вона рекомендувала, як поводитися при небезпечному устаткуванні. В проектно-конструкторській документації безпека не враховувалася.
7. Охорона праці не мала своєї термінології. Тому в державну систему стандартів був введений додатковий клас - ССБТ № 12.

З 1977 року вимоги безпеки стали стандартними. В конструкторській документації став обов'язковим розділ техніки безпеки.

Існуючі на цей час ДСТУ, що належать до ССБТ, діють як міждержавні стандарти. Вони мають шифр системи 12 і поділяються на 5 кваліфікаційних груп, яким надано такі шифри (шифри підсистем):

- 1) організаційно - методичні стандарти - 0;
- 2) стандарти вимог і норм за видами небезпечних і шкідливих виробничих чинників - 1;
- 3) стандарти вимог безпеки до виробничого обладнання - 2;
- 4) стандарти вимог безпеки до виробничих процесів - 3;
- 5) стандарти вимог до засобів захисту працівників - 4.

Приклад позначення міждержавного стандарту:

ДСТУ 12.1.005-88 ССБП "Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" (у зв'язку з тим, що стандарти не перекладалися українською мовою, вживається російський варіант).

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

Крім ДСТУ, і ДНАОП, в Україні діють санітарні норми (СН), в яких наведені вимоги стосовно виробничої санітарії; будівельні норми і правила (СНіП - будівельні норми і правила - застосовується російська аббревіатура), де викладені вимоги до будівель та споруд залежно від їх призначення і пожежної безпеки. При розгляді питань пожежної безпеки можуть траплятися посилання на ОНТП - галузеві норми технологічного проектування (рос.) або ISO - міжнародні норми, які діють в Україні згідно з Угодою про міжнародне співробітництво держав СНД з питань охорони праці.

Правила і норми в галузі охорони праці виконують свої функції лише в тому випадку, якщо організований контроль їх виконанням.

До органів, які здійснюють нагляд і контроль дотримання законодавства про працю і правил з охорони праці, відносять спеціально уповноважені на те державні організації. Серед них:

- Держкомітет України з нагляду за охороною праці у складі Міністерства праці;
- Держкомітет України з ядерного і радіаційного захисту;
- Органи державного пожежного нагляду Управління пожежної охорони МНС України;
- Органи санітарно-епідеміологічної служби Міністерства охорони здоров'я України.

В своїй діяльності вони не залежать від адміністрації підприємств (установ) і їх вищих органів управління.

Вищий нагляд за точним виконанням законів про працю, у тому числі про охорону праці всіма міністерствами і відомствами, підприємствами і посадовцями, здійснює Генеральний прокурор України через органи прокуратури.

Громадський контроль за дотриманням вимог охорони праці здійснюють трудові колективи через вибраних представників.

Система стандартів безпеки праці

Основним напрямом робіт зі стандартизації в галузі охорони праці є розвиток Системи стандартів безпеки праці (ССБП) на державному, галузевому рівнях. Принцип побудови цієї системи регламентується Держстандартом "Основні положення". Нині ССБП встановлює такі вимоги: до організації робіт та організаційно-методичному положенню по побудові системи; виробничому устаткуванню й процесам; засобам захисту працюючих; безпеки будівель 1

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

споруд, а також нормам по видах небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Основним завданням стандартизації в галузі безпеки праці є забезпечення охорони здоров'я туристів та безпеки праці працюючих. Об'єктами стандартизації є вимоги, норми безпеки праці й виробничої санітарії, запобіжні пристосування й інші засоби захисту працюючих з урахуванням специфіки виконуваних робіт.

Нормативно-технічна документація з безпеки праці підрозділяється на такі категорії: державні (Держстандарт); галузеві (ГОСТ); технічні умови (ТУ).

У Державній стандартизації для ССБП встановлена система, зашифрована під цифрою 12, і п'ять діючих підсистем, що мають: шифр підсистеми, найменування підсистеми:

- 0 - організаційно-методичні стандарти;
- 1 - стандарти вимог і норм по видам небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- 2 - стандарти вимог безпеки до виробничого обладнання;
- 3 - стандарти вимог безпеки до виробничих процесів;
- 4 - стандарти вимог безпеки до засобів захисту робітників;
- 5 - стандарти вимог безпеки до будівель та споруд; 6-9 - резерв.

Для практичного використання стандарту слід знати шифр підсистеми, порядковий номер стандарту й рік реєстрації (рис. 16). Вимоги, встановлені стандартами ССБП відповідно до області їх поширення, мають бути враховані в стандартах і технічних умовах за ДСТ, нормативно-технічній, конструкторській, технологічній і проектній документаціях. ССБП не виключає дії норм і правил, затверджених органами державного нагляду відповідно до положення про ці органи.

Упровадження стандартів ССБП, що встановлюють вимоги безпеки на робочих місцях, здійснюється на основі плану організаційно-технічних заходів, які розроблялися службами охорони праці головного енергетика, головного механіка та іншими, а потім затверджувалися керівником підприємства.

Роботи, включені до плану організаційно-технічних заходів щодо впровадження стандартів, мають бути враховані в планах підприємств по розділах виробництва, нової техніки, капітального будівництва, матеріально-технічного постачання, підготовки кадрів; у комплексних планах поліпшення умов охорони праці та санітарно-оздоровчих заходів: в угодах з охорони

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

праці, прикладених до колективних договорів: у планах соціально-економічного розвитку перед прийняттям.

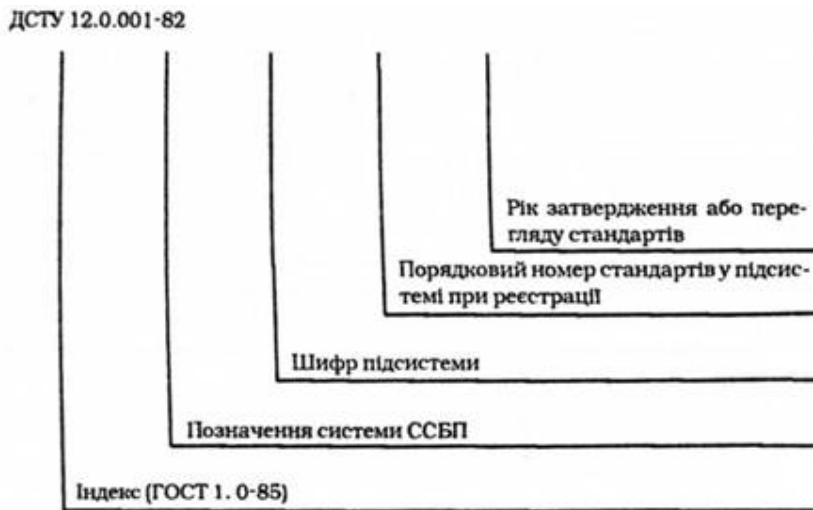


Рисунок 16. Структура позначення стандартів ССБП.

Загальне управління роботами з упровадження стандартів ССБП здійснює керівник або головний інженер туристського комплексу.

Стандарти підприємств по безпеці праці (СПП БП) є основними регламентуючими документами системи управління охороною праці та використовуються як організаційно-методична, техніко-економічна й правова основа системи. У цих стандартах визначені вимоги організаційно-методичного характеру, тобто до порядку й змісту організації робіт із забезпечення безпеки праці та тільки на даному підприємстві.

Загальне керівництво розробкою СПП БП здійснюється керівником (або заступником) підприємства. Організаційно-методичне управління виконує служба охорони праці або, залежно від конкретних умов, спеціально призначені керівником підприємства особи.

Перелік планованих до розробки СПП БП включається окремим розділом у річні плани по стандартизації підприємства, а за їх відсутності складається самостійний річний план розробки СПП БП на основі перспективного плану підприємства з розробки до впровадження СПП БП.

Розробка стандарту підприємства починається з аналізу фактичного рівня стану охорони праці на підприємстві. При цьому необхідно проаналізувати ефективність раніше проведених на підприємстві технічних, організаційних й економічних заходів щодо забезпечення безпечних умов праці.

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробка стандарту підприємства здійснюється комісією (робочою групою) під керівництвом головного інженера. Основними вихідними даними є діючі норми та правила з охорони праці. Стандарт підприємства затверджується керівником (заступником керівника), вводиться в дію наказом, що встановлює дату його впровадження. План організаційно-технічних заходів розробляється за необхідності й також затверджується керівником підприємства. СПП БП можуть затверджуватися без обмеження терміну дії або на обмежений строк. [11]

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список літератури.

1. Плановський А. Н., З. Процеси і апарати хімічної технології. / А. Н. Плановський, В. М. Рамм, С. Каган Москва, Хімія, 68, 848 с.
2. Павлов К. Ф. Приклади і задачі по курсу процесів і апаратів хімічної технології. /К. Ф. Павлов, П.Г. Романков, А. А. Носков. Ленінград, Хімія, 1987, 576 с.
3. Соколов В. Н. Машини та апарати хімічних виробництв. Приклади і задачі. / В. Н. Соколов. Ленінград, Машинобудування, 1982, 384 с.
4. Дитнерській Ю. І. Основні процеси і апарати хімічної технології. Посібник з проектування. / Ю. І. Дитнерській. Москва, Хімія, 1983, 272 с.
5. Джон Р. Перрі. Довідник інженера - хіміка / Джон Р. Перрі. Ленінград, Хімія, 1969, 280 с.
6. Міхальов М. Ф. Розрахунок і конструювання машин і апаратів хімічних виробництв. Приклади і задачі. / М. Ф. Міхальов, Ленінград, Машинобудування, 1984, 640 с.
7. Чечель П. С. Процеси і апарати хімічної технології. /П. С. Чечель Київ, Вища школа, 1974, 276 с.
8. Лацинський А. А. Конструювання зварних хімічних апаратів, Довідник / А. А. Лацинський. Ленінград, Машинобудування, 1981, 382 с.
9. Яхненко С.М., Литвиненко А.В. Конспект лекцій по курсу “Монаж, експлуатація та ремонт хімічного обладнання” / Видавництво СумДУ 2013.
10. Ермаков В. И. Технология ремонта химического оборудования / В. И. Ермаков, В. С. Шейн. – Ленинград : Химия, 1977
11. Охорона праці : конспект лекцій / укладач А. Ф. Денисенко. – Суми : СумДУ, 2007.

					ПОХНП. Т.00.00.00 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		