

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

Кафедра хімічної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри

підпис, дата

Кваліфікаційна робота бакалавра

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма «Обладнання нафто- та газопереробних підприємств»

Тема роботи: Установка очищення вуглеводневого газу від сірководню розчином моноетаноламіну. Абсорбер з клапанними тарілками.

Виконав:
студент групи ХМ-71

Мельник І.Г.

підпис

Залікова книжка

№ 17510038

Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК
з оцінкою _____

Керівник:

к.т.н., доцент Михайловський Я.Е.

«___» _____ 20__ р.

підпис, дата

Підпис голови

(заступника голови) комісії

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра хімічної інженерії

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
Освітня програма «_____»

Курс 4 Група ХМ-71 Семестр 8

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту Мельнику Івану Геннадійовичу

1 Тема проекту: Установка очищення вуглеводневого газу від сірководню розчином моноетаноламіну. Розробити абсорбер з клапанними тарілками.

2 Вихідні дані: Витрата початкової газової суміші в розрахунку на нормальні умови $V_0 = 160000 \text{ м}^3/\text{год}$; склад газу (% об.): $\text{CH}_4 - 73$; $\text{C}_2\text{H}_6 - 10$; $\text{C}_3\text{H}_8 - 8$; $\text{C}_4\text{H}_{10} - 8$; $\text{H}_2\text{S} - 1$. Температура в апараті $t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск $p = 40 \text{ ат}$. Вміст сірководню в очищеному газі не більше 0,15 % об. Абсорбент – регенований розчин МЕА. Розробити абсорбер з клапанними тарілками.

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

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

4 Рекомендована література: Кузнецов А.А., Судаков Е.Н. Расчеты основных процессов и аппаратов переработки углеводородных газов: Справочное пособие. — М.: Химия, 1983. — 224

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

к.т.н., доцент Михайловський Я.Е.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 57 с., 15 рис., 12 джерел, 1 додаток.

Графічні матеріали: технологічна схема установки абсорбції, складальне креслення апарату, складальні креслення вузлів - всього 4 аркуша формату А1.

Тема проекту: Установка очищення вуглеводневого газу від сірководню розчином моноетаноламіну. Розробити абсорбер з клапанними тарілками.

Наведено опис технологічної схеми установки абсорбції, теоретичні основи процесу абсорбції у процесі очищення вуглеводневого газу від сірководню, обґрунтований вибір конструкційних матеріалів на основні деталі апарату, наведені їх фізико-механічні та технологічні властивості, виконані технологічний і конструктивний розрахунки апарату, розраховане опір, вибрано і розраховане допоміжне обладнання.

Наведено ремонт та монтаж проектованого апарату.

Ключові слова: ВИПАРНИК АБСОРБЕР, МОНОЕТАНОЛАМІН, СІРКОВОДЕНЬ., ОБЛАДНАННЯ, РОЗРАХУНОК.

Зміст

Вступ	5
1. Технологічна частина	6
1.1. Опис технологічної схеми	6
1.2. Теоретичні основи процесу абсорбції	7
1.3. Опис об'єкта розробки, вибір матеріалів	8
2. Технологічні розрахунки процесу і апарату	12
2.1. Матеріальний та тепловий розрахунок	12
2.2. Технологічні розрахунки	16
2.3. Конструктивні розрахунки	22
2.4. Гідравлічний опір апарату	25
2.5. Вибір допоміжного обладнання	26
3. Розрахунки апарату на міцність	30
3.1. Розрахунок товщини стінки корпусу і кришки апарата	30
3.2. Розрахунок і вибір опори	31
3.3. Зміцнення отворів	33
3.4. Розрахунок на вітрове навантаження	35
4. Монтаж та ремонт апарата	39
4.1. Монтаж розробленого апарата	39
4.2. Ремонт апарата	46
5. Охорона праці	51
Список використаних джерел	55
Додаток А	57

					<i>XI.A.00.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробник.</i>	<i>Мельник</i>				Абсорбер	<i>Лім.</i>	<i>лист</i>	<i>листів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Михайловськи</i>					4	28	
<i>Рецензії.</i>						СумДУ ХМ-71		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив.</i>								

визначається дифузійними процесами, швидкість хемосорбції залежить від швидкості дифузії та хімічної реакції.

Поглинання компонентів газової суміші при абсорбції супроводжується виділенням тепла, величина якого пропорційна масі і теплоту розчинення поглинених компонентів.

Процес абсорбції оборотний, тому він використовується не тільки для отримання розчинів газів в рідинах, але і для розділення газових сумішей. При цьому після поглинання одного або декількох компонентів газу з газової суміші необхідно зробити виділення з абсорбенту поглинених компонентів тобто десорбції.

При виборі абсорбенту враховують склад розділяється газу, тиск та температуру процесу, продуктивність установки. Вибір абсорбенту визначається також його селективність, поглинальною здатністю, корозійної активністю, вартістю, токсичністю і іншими факторами.

У нафтової і газової промисловості процес абсорбції застосовується для поділу, осушення і очищення вуглеводневих газів. З природних і попутних нафтових газів шляхом абсорбції витягають етан, пропан, бутан і компоненти бензину; абсорбцію застосовують для очищення природних газів від кислих компонентів - сірководню, використовуваного для виробництва сірки, діоксиду вуглецю, серооксіда вуглецю, сірковуглецю, тиолов (меркаптанів) і т.п. ; за допомогою абсорбції також поділяють гази піролізу і каталітичного крекінгу і здійснюють санітарну очистку газів від шкідливих домішок.

1.3. Опис об'єкта розробки, вибір матеріалів

При абсорбції з газової звичайно неконденсованої фази поглинається речовина, (ПР) у вигляді переважно неконденсованої (у деяких випадках конденсованої) фази, яка в основному фізично розчиняється в рідині -

										лист
										8
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата						

XI.A.00.00.00 ПЗ

абсорбенті, при цьому концентрація ПР у газовій фазі по висоті колони поступово знижується від заданої початкової до кінцевої.

У тарілчастих абсорберах масопередача між газовою і рідкою фазою протікає на контактних елементах - тарілках барботажного типу. Швидкість масопередачі в цілому залежить від швидкості окремих стадій процесу, та в основному від стадії, що протікає з меншою інтенсивністю.

Коефіцієнт масовіддачі в газовій фазі залежить від багатьох факторів, у першу чергу від швидкості газу в апараті (швидкості газу в отворах контактних пристроїв), від рівня шару рідини на тарілці, від щільності зрошення, від режиму взаємодії фаз та ін.

Установлено, що коефіцієнт масовіддачі на всіх типах тарілок (ситчастих, ковпачкових і клапанних) зростає зі збільшенням швидкості газу у вільному перетині колони, зі збільшенням висоти переливу (глибини зони контакту), зі збільшенням щільності зрошення, при цьому висота переливу найбільшою мірою впливає на величину коефіцієнта масовіддачі.

Як відзначалося раніше, швидкість масовіддачі в процесах абсорбції в першу чергу залежить від розчинності газу в рідині, а потім уже від гідродинамічних умов протікання процесу.

Для корпусу абсорбера та основних вузлів вибираємо сталь 12х18н10т.

Вибір сталі 12х18н10т обумовлений високою корозійною стійкістю в ряді рідких середовищ. Вона стійка проти міжкристалітної корозії після зварювального нагріву, порівняно мало охрупчується в результаті тривалого впливу високих температур і може бути застосована в якості жароміцного матеріалу при температурах $\sim 600^\circ \text{C}$.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		9

Коефіцієнт масовіддачі в газовій фазі залежить від багатьох факторів, у першу чергу від швидкості газу в апараті (швидкості газу в отворах контактних пристроїв), від рівня шару рідини на тарілці, від щільності зрошення, від режиму взаємодії фаз та ін.

Установлено, що коефіцієнт масовіддачі на всіх типах тарілок (ситчастих, ковпачкових і клапанних) зростає зі збільшенням швидкості газу у вільному перетині колони, зі збільшенням висоти переливу (глибини зони контакту), зі збільшенням щільності зрошення, при цьому висота переливу найбільшою мірою впливає на величину коефіцієнта масовіддачі.

Як відзначалося раніше, швидкість масовіддачі в процесах абсорбції в першу чергу залежить від розчинності газу в рідині, а потім уже від гідродинамічних умов протікання процесу.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		11

Розрахуємо масову витрату газу:

Розрахунки густини газу при робочих умовах

$$\rho_{\Gamma} = \frac{M_{\text{cp}}}{22,4} \cdot \frac{T_0}{T_0 \cdot t} \cdot \frac{P}{P_0},$$

Де M_{cp} – середня молекулярна маса газу, кг/моль;

t, P – робоча температура і тиск процесу відповідно, °С, МПа;

Де M_i – молекулярна маса компонента газу, кг/моль;

C_i -об'ємна частка компонента газу.

$$M_{\text{cp}} = C_i \cdot M_i = 16 \cdot 0.73 + 30 \cdot 0.1 + 44 \cdot 0.08 + 58 \cdot 0.08 + \\ + 0.01 \cdot 34 = 23.18 \text{ кг/моль.}$$

Тоді:

$$\rho_{\Gamma} = \frac{23.18}{22,4} \cdot \frac{273}{273+40} \cdot \frac{4.0}{0.1} = 3.61 \text{ кг/м}^3.$$

$$G_{\Gamma, c.} = V \cdot \rho_{\Gamma} = 160000 \cdot 3.61 = 577600 \text{ кг/год}$$

Дані розрахунку зведемо до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. -Матеріальний баланс процесу

Прихід	Кг/год	%	Витрата	Кг/год	%
1. Газова суміш			1. Газова		
-сухий газ	577600	99.96	суміш	577600	99.994
-сірководень	242.86	0.04	-сухий газ	36.43	0.006
РАЗОМ	577842.86	100	-сірководень	577636.43	100
			РАЗОМ		
2. Поглинач	80106.7		2. Поглинач	80106.7+206.43=	
			насичений	80313.13	
Усього:	657949.56		Усього:	657949.56	

Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата

XI.A.00.00.00 ПЗ

лист

13

$$C_{\text{погл}} = 3.89 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{°C)} \quad [10]$$

$$Q_2 = 80106.7 \cdot 3.89 \cdot 40 / 3600 = 3462.39 \text{ кВт}$$

3. Тепло поглинання сірководню розчином МЕА.

$$q_{\text{ноз}} = r_{\text{H}_2\text{S}} \cdot X_{\text{H}_2\text{S}}$$

$$r_{\text{H}_2\text{S}} = 1905 \text{ кДж/кг} \quad [10]$$

$X_{\text{H}_2\text{S}}$ - масова концентрація сірководню у газі.

$$q_{\text{ноз}} = 1905 \cdot 0.04 = 76.2 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_3 = G_{\text{ноз}} \cdot q_{\text{ноз}} = \frac{206.43 \cdot 76.2}{3600} = 4.37 \text{ кВт}$$

Сумарний прихід тепла

$$Q_{\text{прих}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2953.79 + 3462.39 + 4.37 = 6420.55 \text{ кВт}$$

Витратна частина.

Тепло, що уноситься газом:

а) q'_1 – тепло, що уноситься газом.

$$q'_1 = \frac{160000}{3600} \cdot 1.66 \cdot t_{\text{кін}} = 73.78 \cdot t_{\text{кін}}$$

б) q'_2 – тепло, що уноситься сірководнем.

$$q'_2 = \frac{36.43}{3600} \cdot 0.238 \cdot 4.19 \cdot t_{\text{кін}} = 0.01 \cdot t_{\text{кін}}$$

Усього тепла:

$$\begin{aligned} Q'_1 &= q'_1 + q'_2 = 73.78 \cdot t_{\text{кін}} + 0.01 \cdot t_{\text{кін}} = \\ &= 73.79 \cdot t_{\text{кін}} \end{aligned}$$

Тепло, що уноситься поглиначем:

$$Q'_2 = G_{\text{ноз}} \cdot C_{\text{ноз}} \cdot t_{\text{кін}} = \frac{80313.13}{3600} \cdot 3.89 \cdot t_{\text{кін}} = 86.78 \cdot t_{\text{кін}}$$

Тепловтрати:

Тепловтрати приймаємо в розмірі 3% від статей приходу. [13]

$$Q_{\text{втр}} = 0.03 \cdot Q_{\text{прих}} = 0.03 \cdot 6420.55 = 192.62 \text{ кВт}$$

Прирівнюючи прихід та витрату тепла, отримаємо $t_{\text{кін}}$

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		15

φ_A - коефіцієнт добування сірководню в абсорбері;

φ - середній коефіцієнт добування сірководню на тарілці.

Розрахуємо константу фазової рівноваги для системи H_2S - Розчин МЕА:

$$m_{H_2S} = m_{PH_2S} \frac{M_x}{\rho_x \cdot R \cdot T};$$

Де m_{H_2S} - константа фазової рівноваги для сірководню, кПа;

M_x - середня мольна маса поглинача, кг/кмоль;

R - універсальна газова стала, кДж/(кмоль·К) ;

T - температура процесу, °К;

$$m_{PH_2S} = 925 \cdot 10^2 \text{ кПа}, R = 8.315 \text{ кДж/(кмоль·К)}.$$

$$m_{H_2S} = 925 \cdot 10^2 \cdot \frac{20.4}{1001.3 \cdot 8.315 \cdot (273 + 40)} = 0.724$$

$$\varphi_A = \frac{G_{поч}^{H_2S} - G_{кін}^{H_2S}}{G_{поч}^{H_2S}} = \frac{242.86 - 36.43}{242.86} = 0.85$$

Середній коефіцієнт добування сірководню на тарілці розраховується по формулі:

$$\varphi = 1 - e^{-\frac{K_y \cdot a \cdot h_0}{w_{ГП}}} \quad [12]$$

Де K_y - коефіцієнт масопередачі, м/год;

a - питома поверхня контакту фаз, м²/м³;

h_0 - висота газорідного шару, м

Розрахуємо кожне зі складових рівняння.

Розрахуємо коефіцієнт масопередачі.

$$K_y = \frac{1}{\frac{1}{\beta_y} + \frac{m}{\beta_x}};$$

Де β_y - коефіцієнт масовіддачі для газової фази, м/год;

β_x - коефіцієнт масовіддачі для рідкої фази, м/год;

m - коефіцієнт розподілу або константу фазової рівноваги;

Розрахуємо коефіцієнт масовіддачі для газової фази, при використанні клапанних тарілок.

$$\beta_y = F_C \cdot A \cdot w_{ГП}^m \cdot h_0^n$$

$$A = 41700, m = 1, n = 0.5$$

Визначимо висоту рідини на тарілці.

										лист
										19
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата						

Для клапанних тарілок при хемосорбції ККД тарілки становить $\eta = 10 - 40\%$, приймаючи середнє значення 25% [10] знайдемо дійсне число тарілок в абсорбері:

$$n = \frac{7.26}{0.25} = n = 29.03 \approx 30.$$

2.3. Конструктивні розрахунки

Висота тарілчастої частини колони складе.

$$H_T = h \cdot (n - 1);$$

де H_T - висота тарілчастої частини колони, м;

h - відстань між тарілками, м;

Приймаємо для колон діаметром від 1200 до 3600 мм відстань між тарілками в розмірі $h=500$ мм [11]

$$H_T = 0.5 \cdot (30 - 1) = 14.5 \text{ м};$$

Для колон діаметром від 1200 до 2200 мм і більше приймаємо висоту верху

$Z_B = 1000$ мм [11], висоту низу $Z_H = 2000$ мм для тих же діаметрів колонних апаратів [11]

Тоді загальна висота колони складе:

$$H_K = Z_H + H_T + Z_B;$$

де- H_K висота колони, м;

$$H_K = 1.0 + 14.5 + 2.0 = 17.5 \text{ м}.$$

Розрахунок діаметра основних штуцерів

Розрахунок діаметра основних штуцерів робимо по формулі:

$$d_{шт} = \sqrt{\frac{4 \cdot V \cdot \frac{T_0 + t}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P}}{\pi \cdot w}};$$

де- $d_{шт}$ - діаметр штуцера, м;

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
						22
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		

V - об'ємна витрата потоку, кг/с;

ω - швидкість потоку в штуцері, м/с.

Розрахуємо діаметр штуцера для входу газу:

$$d_{шт} = \sqrt{\frac{4 \cdot 160000 \cdot \frac{273+40}{273} \cdot \frac{0.1}{4.0}}{3.14 \cdot 25 \cdot 3600}} = 0.256 \text{ м приймаємо } d_{шт} = 300 \text{ мм}$$

Тут, приймаємо $w = 25$ м/с ;

Розрахуємо діаметр штуцера для входу й виходу поглинач:

$$d_{шт} = \sqrt{\frac{G}{0.785 \cdot \omega \cdot \rho}} ;$$

де- $d_{шт}$ - діаметр штуцера, м;

G - масова витрата потоку, кг/с;

ω - швидкість потоку в штуцері, м/с;

ρ - густина потоку, кг/м³;

$$d_{шт} = \sqrt{\frac{80106.7}{0.785 \cdot 1001.3 \cdot 0.5 \cdot 3600}} = 0.237 \text{ м приймаємо } d_{шт} = 250 \text{ мм}$$

Тут, приймаємо $w = 0.5$ м/с [12]

Згідно розрахованих діаметрів штуцерів по ОСТ 26-1404-76 ,
приймаємо сталеві патрубки з основними розмірами таблиця 3.4., рисунок 2.1.

Таблиця 3.4. Основні розміри штуцерів

$D_y, \text{мм}$	$d_T, \text{мм}$	$s_T, \text{мм}$	$H_T, \text{мм}$
250	273	10	280
300	325	10	330

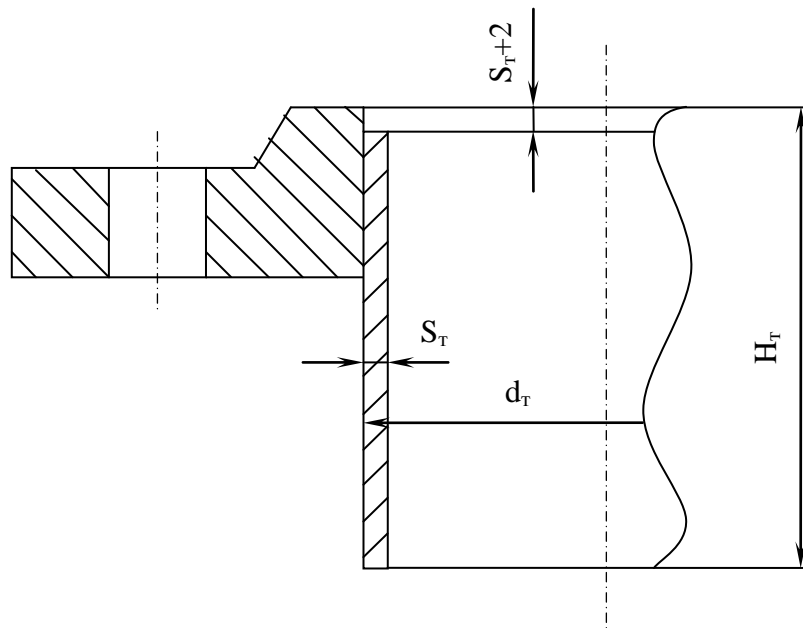


Рисунок 2.1. - Ескіз штыцера

Вибір люка-лазу

По діаметрі колони згідно ОСТ 26-2002-77 приймаємо люк-лаз із основними розмірами таблиця 3.5., рисунок 2.2. у кількості 8 штуки [13], [14].

Таблиця 3.5. Основні розміри люк-лазу

D_y , мм	D_1 , мм	S , мм	H_1 , мм	H_2 , мм	H_3 , мм	M , кг
500	620	8	200	300	470	47,2

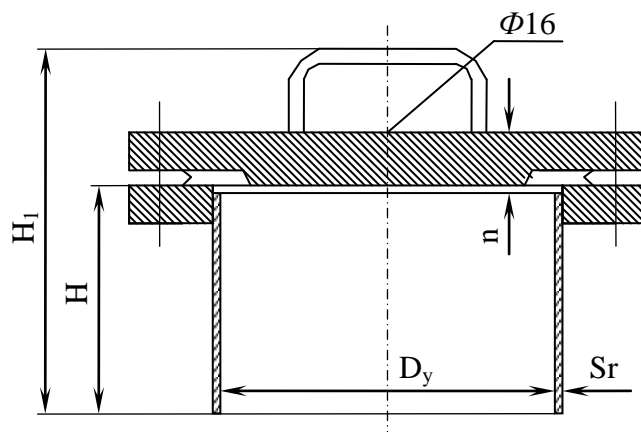


Рисунок 2.2. - Ескіз люк-лазу

Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата
-------	------	----------	--------	------

2.4. Гідравлічний опір апарату

Гідравлічний опір тарілок абсорбера визначають наступною формулою:

$$\Delta P_a = \Delta P_T \cdot n,$$

де ΔP_T - повний гідравлічний опір однієї тарілки, Па.

$$\Delta P_T = \Delta P_c + \Delta P_{\Pi} + \Delta P_{\sigma}, [13]$$

де ΔP_c , ΔP_{Π} , ΔP_{σ} - гідравлічний опір сухої тарілки, газорідинного шару (піни) на тарілці, і опір, який викликається силами поверхневого натягу, Па.

$$\Delta P_c = \xi \frac{w_0^2}{2} \cdot \rho_y$$

де ξ - коефіцієнт опору сухої тарілки

w_0 - швидкість газу в отворах тарілки,

$$w_0 = \frac{w_2 \cdot S}{F_c}$$

де w_2 - дійсна швидкість пару в колоні $w_2 = 0,85$ м/с;

S - повний поперечний переріз колони;

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} = 2,54 \text{ м}^2$$

F_c - відносний вільний переріз, $F_c = 10,84$ %.

$$w_0 = \frac{0,85}{0,1084} = 7,84 \text{ м/с}$$

ρ_y - густина газу, $\rho_y = 3,61$ кг/м³;

Гідравлічний опір сухої провальної тарілки:

$$\Delta P_c = 1,45 \cdot \frac{7,84^2}{2} \cdot 3,61 = 160,8 \text{ Па}$$

Гідравлічний опір газорідинного шару:

$$\Delta P_{\Pi} = \rho_{\text{пор}} \cdot g \cdot h_0 = 1001,3 \cdot 9,81 \cdot 0,0428 = 420,4 \text{ Па.}$$

Тут $\rho_{\text{пор}} = 1001,3$ кг/м³ при температурі газу 40 °С;

h_0 - висота газорідинного шару, $h_0 = 0,0428$ м.

Гідравлічний опір обумовлений силами поверхневого натягу

$$\sigma = 0,5(\sigma_A + \sigma_B)$$

										лист
										25
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата						

де $\sigma_A = 0,017$ Н / м-поверхневий натяг сірководню;

$\sigma_B = 0,059$ Н/м – поверхневий натяг розчину МЕА.

$$\sigma = 0,5(0,017 + 0,059) = 0,038 \text{ Н/м}$$

Гідравлічний опір, який обумовлений силами поверхневого натягу:

$$\Delta P_\sigma = \frac{4\sigma}{d_0}$$

де $d_0 = 0,005$ м - діаметр отворів.

$$\Delta P_\sigma = \frac{4 \cdot 0,038}{0,005} = 30,4 \text{ Па}$$

Тоді

$$\Delta P_T = 160,8 + 420,4 + 30,4 = 611,6 \text{ Па.}$$

Гідравлічний опір усіх тарілок:

$$\Delta P_a = 611,6 \cdot 30 = 18350 \text{ Па}$$

2.5. Вибір допоміжного обладнання

Виконаємо розрахунок відцентрового насоса для подачі поглинача в напірну ємність

Витрата поглинача

$$V = \frac{G_w}{\rho} \quad [11]$$

де ρ - щільність оцтової кислоти, кг / м³

$$V = \frac{22,4}{1001} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с.}$$

Геометрична висота підйому 6 м. Довжина трубопроводу на лінії всмоктування 3 м, на лінії нагнітання 10 м. На лінії всмоктування встановлений один вентиль, на лінії нагнітання - один вентиль і дросельна заслінка, мається також два коліна під кутом 90°. Прийmemo швидкість води у всмоктуючому і нагнітальному трубопроводах однаковою, рівною 2 м/с. Тоді діаметр трубопроводу

										лист
										26
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата						

XI.A.00.00.00 ПЗ

у всмоктувальній лінії

$$h_{вс} = \left(0,0305 \cdot \frac{3}{0,01} + 11,8 \right) \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 1,18 \text{ м.}$$

нагнітальної лінії

$$h_{н} = \left(0,0305 \cdot \frac{10}{0,01} + 11,8 \right) \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 2,53 \text{ м.}$$

Загальні втрати напору

$$h_{п} = 1,18 + 2,53 = 3,71 \text{ м.}$$

Визначаємо повний напір

$$H = \frac{\Delta p}{\rho \cdot g} + H_{г} + h_{п} \quad [10]$$

де Δp – надлишковий тиск, Па; $H_{г}$ - геометричний напір;

$$H = \frac{0,025 \cdot 10^6}{1001 \cdot 9,81} + 6 + 3,71 = 12,66 \text{ м.}$$

Корисна потужність насоса

$$N_{п} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot V}{1000}$$

$$N_{п} = \frac{1001 \cdot 9,81 \cdot 16 \cdot 0,022}{1000} = 0,225 \text{ кВт.}$$

Потужність на валу двигуна

$$N_{дв} = \frac{N_{п}}{\eta_{н} \cdot \eta_{п}} \quad [11]$$

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

$$N_{дв} = \frac{0,225}{0,7 \cdot 1,0} = 0,321 \text{ кВт.}$$

Установча потужність двигуна з урахуванням пускових моментів

$$N_{уст} = \frac{1,2 \cdot N_{дв}}{\eta_{дв}} = \frac{1,2 \cdot 0,321}{0,85} = 0,45 \text{ кВт.}$$

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		28

Встановлюємо при $V = 22 \text{ м}^3/\text{ч}$ відцентровий насос марки ХМ 25/25 з наступною характеристикою: продуктивність $25 \text{ м}^3/\text{год}$, напір 25 м.

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		29

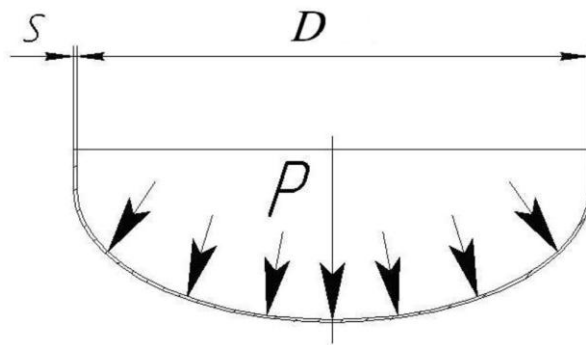


Рисунок 3.2. - Розрахункова схема днища еліптичного

Розрахункова товщина стінки кришки при проведенні гідравлічних випробувань

$$S = \frac{PD}{2\varphi_p[\sigma] - P} + C \quad [2]$$

$$S = \frac{3,9 \cdot 1,8}{2 \cdot 1 \cdot 350 - 3,9} + 0,004 = 0,01408 \text{ м}$$

Приймаємо товщину стінки кришки $S = 14 \text{ мм}$.

3.2. Розрахунок і вибір опори

Вага апарату при робочих умовах розраховується за формулою:

$$G_A = G_K + G_{HY} + G_{BY} + G_J, \quad [2]$$

де G_K - вага корпусу, кН;

G_{HY} - вага зовнішніх пристроїв, кН;

G_{BY} - вага внутрішніх пристроїв, кН;

G_J - вага рідини, кН.

$$G_K = \sum G_{Ц} + \sum G_{д}, \quad [2]$$

де $G_{Ц}$ - вага циліндричної частини корпусу, кН;

$$\begin{aligned} G_{Ц} &= (\pi \cdot (D_{В1} + S_{Ц}) \cdot S_{Ц1} \cdot H_{Ц1}) \cdot \rho_m = \\ &= (3,14 (1,8 + 0,014) 0,014 \cdot 14,5) \cdot 7850 = 9077 \text{ кг} \end{aligned}$$

де $H_{Ц}$ - висота циліндричної частини корпусу, $H_{Ц1} = 14,5 \text{ м}$; $S_{Ц1}$, $S_{Ц2}$ - товщина циліндричної частини корпусу, $S_{Ц} = 0,014 \text{ м}$; ρ_m - щільність металу, кг/м^3 , $\rho_m = 7850 \text{ кг/м}^3$.

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
						31
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		

G_D - вага днища, кН.

$$G_D = F \cdot S_D \cdot \rho_m = 3,76 \cdot 0,014 \cdot 7850 = 413 \text{ кг [1]}$$

де F - площа днища, $F = 3,76 \text{ м}^2$;

S_D - товщина днища, $S_D = 0,014 \text{ м}$.

Підставивши числові дані в формулу, отримаємо

$$G_K = 9077 + 413 + 413 = 9903 \text{ кН.}$$

Вага внутрішніх пристроїв визначається за формулою

$$G_{BY} = 1,6 n_T \cdot M_T = 1,6 \cdot 30 \cdot 170 = 8160 \text{ кг}$$

де n_T - число тарілок, $n_T = 30$ шт.;

M_T - маса тарілки, $M_T = 170 \text{ кг}$ по ОСТ 26-02-1401-77;

Визначимо вагу рідини в робочих умовах за формулою

$$\begin{aligned} G_{Ж} &= (\pi \cdot (D_{B1})^2 / 4) \cdot H_{Ж} \cdot \rho_{ж} + V_D \cdot \rho_{ж} = \\ &= (3,14 \cdot (1,8)^2 / 4) \cdot 3,4 \cdot 755 + 0,86 \cdot 755 = 7904 \text{ кг [2]} \end{aligned}$$

де $H_{Ж}$ - висота шару рідини, $H_{Ж} = 3,4 \text{ м}$;

V_D - обсяг нижнього днища, $V_D = 0,86 \text{ м}^3$.

Визначимо вагу зовнішніх пристроїв за формулою

$$G_{H.Y} = 0,1 \cdot G_K = 0,1 \cdot 9903 = 990 \text{ кг [4]}$$

Підставивши числові значення в формулу, отримаємо

$$G_A = 9903 + 8160 + 7904 + 990 = 26957 \text{ кг. [2]}$$

Нормалізована опора вибирається в залежності від вагового навантаження.

Загальна маса абсорбера в робочому стані включає маси: $m = 26957 \text{ кг}$.

Робоча вага абсорбера згідно з формулою:

$$P = \sum m \cdot g \cdot r \cdot 10^{-6} = 26957 \cdot 9,81 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} = 0,396 \text{ МН}$$

Вага абсорбера при гідравлічних випробуваннях згідно з формулою при

$$V_{\text{абс}} = 10,0 \text{ м}^3$$

										лист
										32
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата						

$$P_{\max} = (m_k + V_{\text{абс}} \cdot \rho_x) g \cdot r \cdot 10^{-6}$$

$$= (26957 + 10 \cdot 978) 9,81 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6} = 0,54 \text{ МН}$$

Нормалізована циліндрична опора, тип виконання II (з зовнішніми стійками під болти) при $P_{\max} = 0,45 \text{ МН}$ і $P_{\min} = 0,396 \text{ МН}$ [7]:

внутрішній діаметр $d = 2000 \text{ мм}$; товщина стінки $S_1 = 20 \text{ мм}$; товщина опорної плити $S_2 = 20 \text{ мм}$; діаметр отворів під болти кріплення $d_2 = 28 \text{ мм}$; діаметр болтів М 24; число болтів $Z = 6$; висота опори $H_1 = 500 \text{ мм}$.

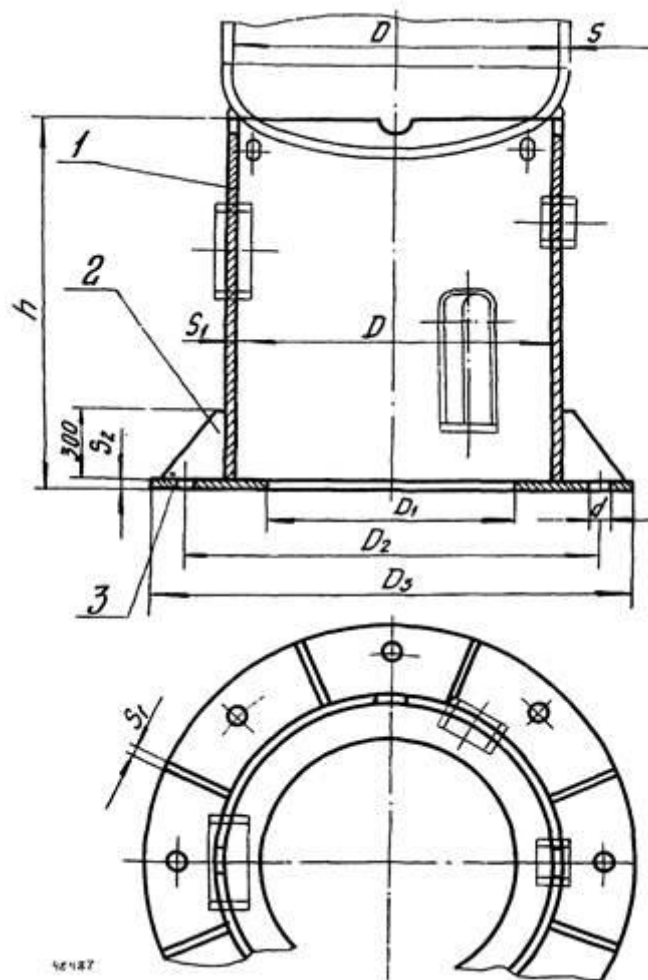


Рисунок 3.3. - Опора циліндрична з місцевими косинками

3.3. Зміцнення отворів

Розрахунковий діаметр зміцнюючого елемента для циліндричної обичайки $D_p = D = 1800 \text{ мм}$.

Розрахунковий діаметр круглого отвору штуцерів:

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		33

- так як для циліндричної обичайки вісь отвору нормальна до її осі, розрахунковий діаметр отвору

$$d_p = d + 2c_{ш} = 250 + 2 \cdot 1 = 252 \text{ мм,}$$

де $c_{ш} = 1$ мм - надбавка на корозію до розрахункової товщині стінки штуцера.

Виконавчу s і розрахункову s_p товщину зміцнюваної оболонки визначають за формулами

$$s_p = \max \left\{ \begin{array}{l} K_2 \cdot D \cdot 10^{-2}; \\ \frac{1,1 \cdot p \cdot D}{2[\sigma]} \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,85 \cdot 1800 \cdot 10^{-2} = 15,3; \\ \frac{1,1 \cdot 3,9 \cdot 1800}{2 \cdot 126} = 30,6 \end{array} \right. = 30,6 \cdot 10^{-2}$$

$$s = s_p + c + c_0 = 30,6 + 1 + c_0 = 31,6 \text{ мм,}$$

де $[\sigma]=126$ МПа – допустима напруга; $K_2 = 0,85$ – коефіцієнт, знаходиться за номограмою при відомих розрахункових коефіцієнтах; p – розрахунковий тиск, $p = 3,9$ МПа.

Розрахункову $s_{ш,p}$ і виконавчу $s_{ш}$ товщину стінки штуцера знаходять за формулами

$$s_{ш,p} = \max \left\{ \begin{array}{l} K_2 \cdot d_p \cdot 10^{-2}; \\ \frac{1,1 \cdot p \cdot d_p}{2[\sigma]} \end{array} \right. = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,73 \cdot 252 \cdot 10^{-2} = 1,84; \\ \frac{1,1 \cdot 3,9 \cdot 252}{2 \cdot 126} = 0,32 \end{array} \right. = 4,29 \cdot 10^{-2}$$

$$s_{ш} = s_{рш} + c + c_0 = 4,29 + 1 + c_0 = 4,39 \text{ мм,}$$

де $K_2 = 0,73$ -коефіцієнт, знаходиться за номограмою при відомих розрахункових коефіцієнтах.

У розрахунках за формулою $s_{ш} = s_{рш} + c + c_0$ необхідно домогтися (для забезпечення зручності зварювання) виконання умови $s_{ш} = s$, тому $s_{ш} = 20$ мм.

Розрахункова довжина зовнішньої l_{1p} і внутрішньої l_{2p} частин штуцера, що беруть участь у зміцненні отвору,

$$l_{1p} = \min \left\{ \begin{array}{l} l_1; \\ 1,25 \sqrt{d(s_{ш} - 1)} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 200; \\ 1,25 \sqrt{252(20 - 1)} = 86,5; \end{array} \right. = 86,5$$

$$l_{2p} = \min \left\{ \begin{array}{l} l_2; \\ 0,5 \sqrt{d(s_{ш} - 1)} \end{array} \right. = \min \left\{ \begin{array}{l} 60; \\ 0,5 \sqrt{252(20 - 1)} = 34,6; \end{array} \right. = 34,6$$

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		34

Розрахункова довжина утворює оболонки в зоні зміцнення

$$L_0 = \sqrt{D_p(s_{y.p} + s + c)} = \sqrt{1800(10 + 20 + 1)} = 74,69 \text{ мм}$$

де $s_{y.p} = 10$ мм-розрахункова товщина накладного кільця, визначається методом послідовних наближень з умови зміцнення отвору. Як правило, $s_{y.p} < s_y < s$, тому приймаємо $s_y = s_{y.p} = 10$ мм (тут s_y -виконавча товщина накладного кільця).

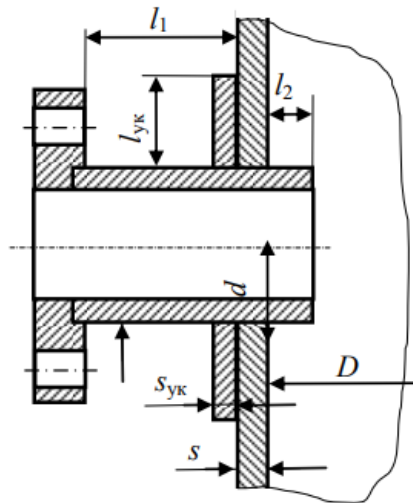


Рисунок 3.4. - Конструкція зміцнення отвори накладним кільцем і потовщенням стінки штуцера

3.4. Розрахунок на вітрове навантаження

Визначаємо момент інерції перетину корпусу за формулою

$$I_i = \frac{\pi}{8} \cdot (D_i + S_i - C)^3 \cdot (S_i - C), \quad [2]$$

де C - сума надбавок до розрахункової товщини корпусу апарату, $C = 0,005$ м;

$$I_k = \frac{3,14}{8} (1,8 + 0,014 - 0,005)^3 (0,014 - 0,005) = 0,03 \text{ м}^4$$

Визначаємо момент інерції перетину опори за формулою

$$I_3 = \frac{\pi}{8} \cdot (D_3 + S_3 - C)^3 \cdot (S_3 - C),$$

$$I_{оп} = \frac{3,14}{8} (2 + 0,014 - 0,005)^3 (0,014 - 0,005) = 0,04 \text{ м}^4$$

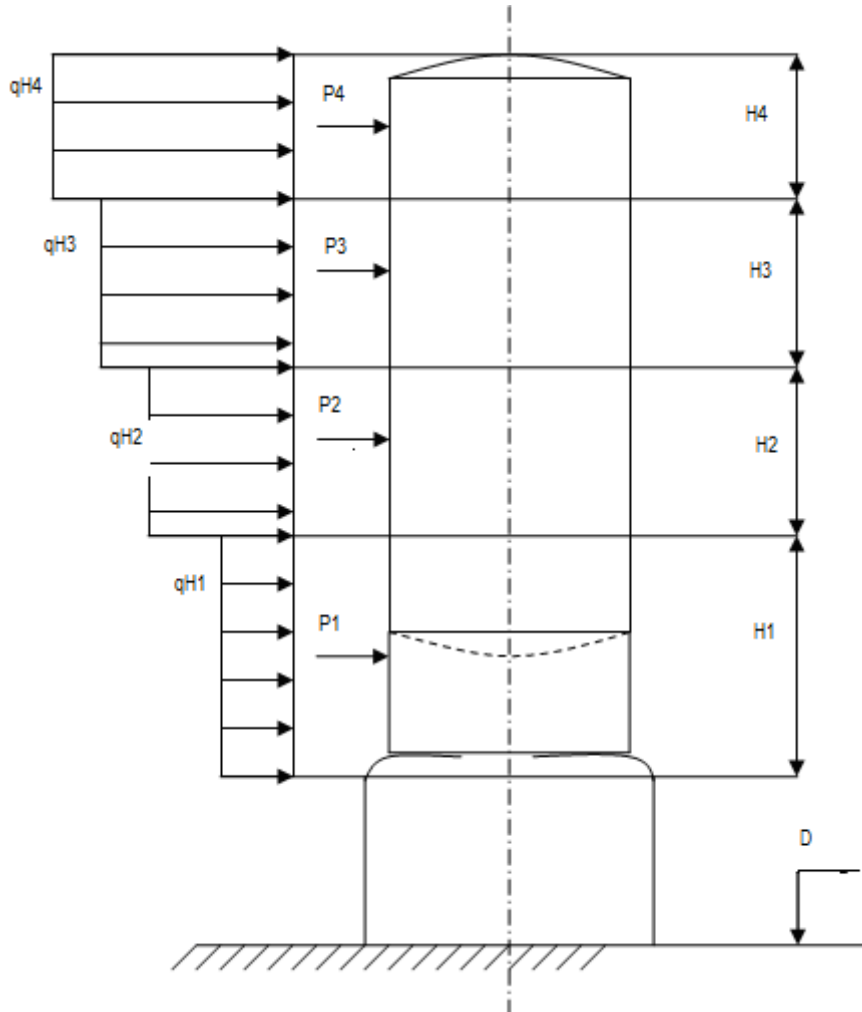


Рисунок 3.5. - Розрахункова схема вітрових навантажень, що діють на апарат

Період основного тону власних коливань апарату змінного перерізу визначаємо відповідно ГОСТ Р 51273 – 99, за формулою

$$T = 2 \cdot \pi \cdot H \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^K G_i \cdot \alpha_i^2}{g \cdot \left(\gamma \cdot \frac{H}{2 \cdot E \cdot I_1} + \frac{1}{C_F \cdot I_F} \right)}}$$

де α_i - відносне переміщення центрів тяжіння ділянок;

Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата

XI.A.00.00.00 ПЗ

лист

36

γ -коефіцієнт;

C_F -коефіцієнт нерівномірності стиснення ґрунту, $C_F = 60 \text{ МН/м}^3$.

Відносне переміщення центрів ваги ділянок визначаємо за формулою

$$\alpha_i = \gamma \cdot \frac{H}{2 \cdot E \cdot I_1} \cdot \beta_i + \frac{x_i}{H \cdot C_F \cdot I_F}.$$

Коефіцієнт γ визначимо за формулою

$$\gamma = \frac{2}{H_K^3} \left[H_K^3 \cdot \lambda + H_{оп}^3 \cdot \mu + 2 \cdot \frac{I_K}{I_{оп}} \cdot H_K \cdot H_{оп} \right]$$

де λ , μ - коефіцієнти, що визначаються за формулами

$$\lambda = \frac{I_K}{I_{оп}} \cdot \frac{H_{оп}}{H_K} \left[\frac{1}{3} \left(\frac{H_{оп}}{H_K} \right)^2 + \frac{H_{оп}}{H_K} + 1 \right]$$

$$\mu = \frac{I_K}{I_{оп}} \cdot \frac{H_{оп}}{H_K} \left[\frac{H_{оп}}{H_K} + 1 \right]$$

Підставивши значення в формули, отримаємо

$$\lambda = \frac{0,03}{0,04} \cdot \frac{0,5}{17,5} \left[\frac{1}{3} \left(\frac{0,5}{17,5} \right)^2 + \frac{0,5}{17,5} + 1 \right] = 0,022$$

$$\mu = \frac{0,03}{0,04} \cdot \frac{0,5}{17,5} \left[\frac{0,5}{17,5} + 1 \right] = 0,12$$

Підставивши значення в формулу, отримаємо

$$\gamma = \frac{2}{17,5^3} \left[17,5^3 \cdot 0,022 + 0,5^3 \cdot 0,12 + 2 \cdot \frac{0,03}{0,04} \cdot 17,5 \cdot 0,5 \right] = 48,6$$

Коефіцієнт β_i визначимо за формулою

$$\beta_i = \frac{1}{2} \cdot \left[3 \cdot \left(\frac{x_i}{H} \right)^2 - \left(\frac{x_i}{H} \right)^3 \right].$$

Підставивши значення в формулу, отримаємо

$$\beta = \frac{1}{2} \left[3 \cdot \left(\frac{48,6}{17,5} \right)^2 - \left(\frac{48,6}{17,5} \right)^3 \right] = 0,86$$

$$\beta = \frac{1}{2} \left[3 \cdot \left(\frac{48,6}{0,5} \right)^2 - \left(\frac{48,6}{0,5} \right)^3 \right] = 0,4$$

Підставивши знайдені значення в формулу, отримаємо

									лист
									37
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата					

4. Монтаж та ремонт апарата

4.1. Монтаж розробленого апарата

Негабаритні колони, що поставляються блоками, збираються на монтажному майданчику з використанням складальних стендів -роликкових або канатних. Роликовий стенд складається з зварної металевої рами, приводу, прорезинених приводних і холостих роликів. Перестановка роликових опор в напрямних дозволяє збирати апарати різного діаметру. Канатний стенд має кілька опор, в яких стикуються блоки підвішуються на канатах.

На складальних стендах здійснюється вивірка блоків з осьовим переміщенням і обертанням, а також зварювання. Для зварювання кільцевих швів стенди забезпечені перекидними містками, на яких розташовується зварювальне обладнання. Шви днищ варяться вручну, кільцеві шви обичайок- вручну або зварювальним автоматом[11].

Стикування блоків проводиться з застосуванням пристроїв, що забезпечують поєднання кромки. Залежно від прийнятого способу монтажу (укрупненими блоками або повністю зібраного апарату) на стенді здійснюється складання всього апарату або тільки укрупнених блоків, що складаються з 2-3 блоків поставки.

При монтажі укрупненими блоками після установки в проектне положення чергового блоку проводиться монтаж тарілок, металоконструкцій, обслуговуючих майданчиків. Після цього монтується наступний блок.

При монтажі повністю зібраного апарату спочатку апарат збирається з блоків, а потім приварюється опора[13].

Стикуються частини апарату підтягують один до одного трубоукладачами або тракторами. Для збігу стиків по всьому периметру до крайок однією з стикуються частин приварюють вісім і більше напрямних планок, які після прихватки стику короткими зварними швами зрізають газокисневою різкою. Подібні напрямні планки використовують і при установці одного блоку на інший в вертикальному положенні (при монтажі блоками). Стикування

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		39

виробляють строго за заводськими контрольним ризикам або керна, нанесеним на корпусах які ретельно поєднують, а також по маркуванню на деталях. Відхилення розмірів стикуються ділянок повинні бути в межах допустимих норм: зміщення кромки у кільцевих швах не повинно перевищувати 10% товщини листа апарату, а в разі двошарової сталі повинно бути не більше товщини плакуючого шару. Підгонку стиків[12].

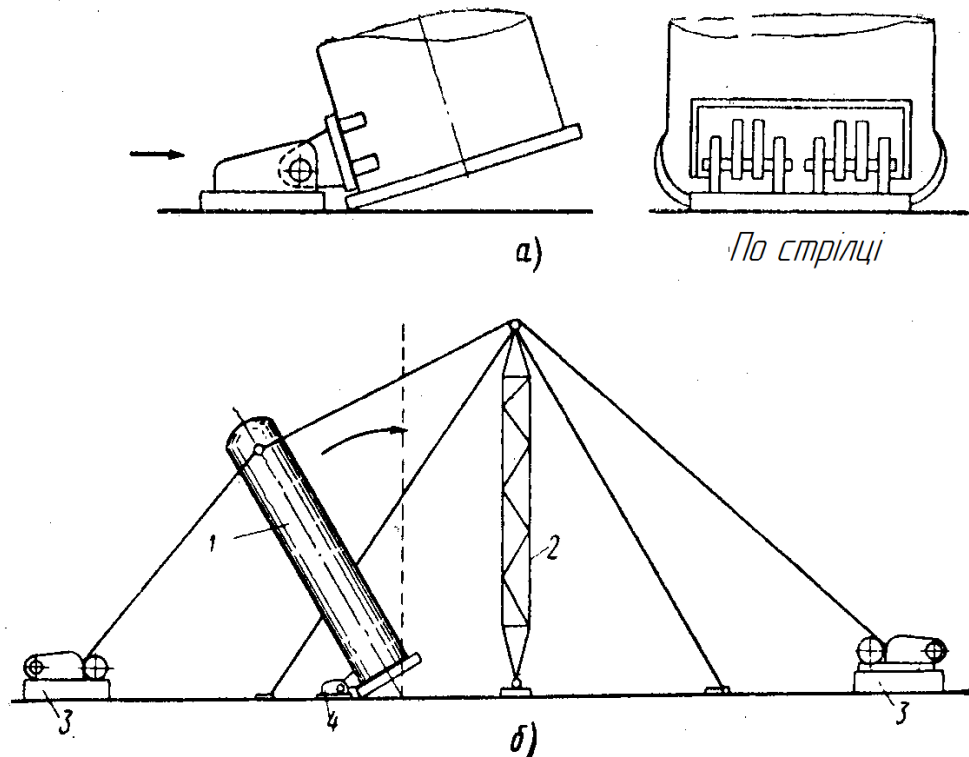


Рисунок 4.1. - Монтаж цільнозварної колони:

а - конструкція поворотного шарніра, б - схема монтажа;
 1 - колонна, 2 - мачта, 3 - лебідка, 4 - поворотний шарнір

У зварювальних стиках ретельно контролюють зазори, які повинні бути в межах 2-4 мм незалежно від товщини листів обичайок. Зварювані кромки ретельно очищають металевими щітками. Прихватку, як і повну зварювання, виконують електродами, передбаченими проектом. Стикі, виконані з двошарової сталі, прихоплюють по основного шару. Технологія зварювання (спосіб і режим зварювання, порядок накладення швів і термообробки) наводиться в проектній документації заводу-виготовлювача. Ділянка

						XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата			40

території, де проводиться зварювання, повинен бути захищений від атмосферних опадів та вітру для запобігання забруднення шва. Бажано зварювання виконувати на роликовому стенді, на рамі якого встановлюють один або два зварювальних автомата. Для зварювання внутрішнього шва один автомат розміщують всередині апарату.

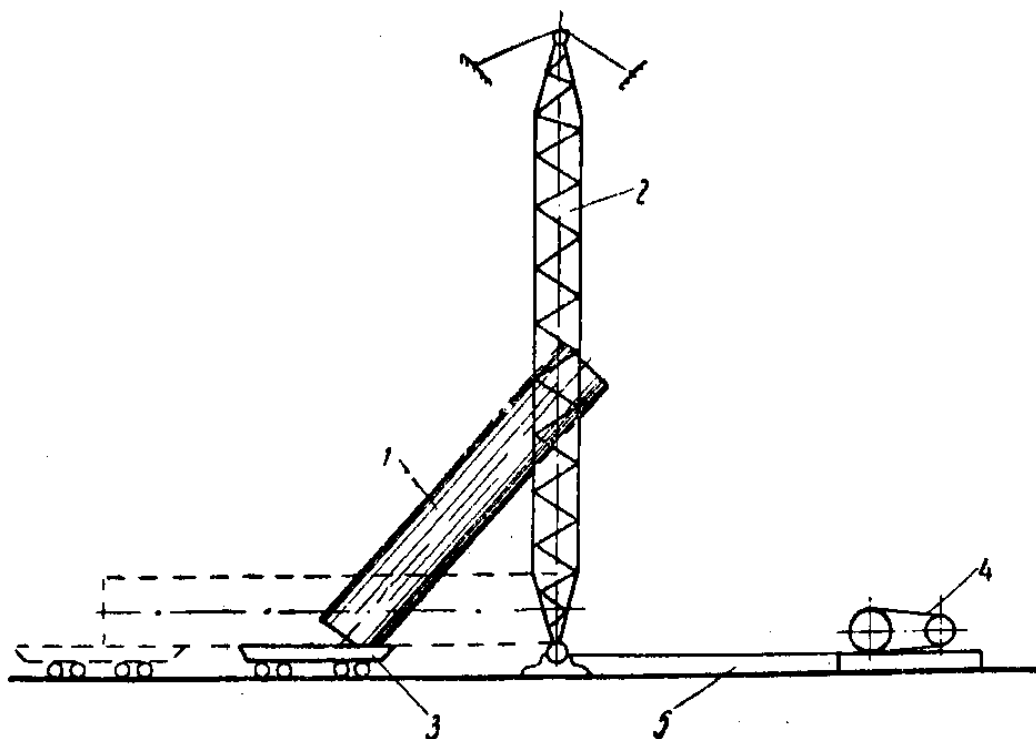


Рисунок 4.2. – Підйом колони при допомозі порталу:
1 - колона, 2 - портал, 3 - тележка, 4 - лебедка, 5 – трос

Після завершення зварювання остаточно перевіряють всі розміри зібраного апарату, які повинні бути в межах допусків. Корпуси відповідальних колонних апаратів повинні відповідати таким вимогам: відхилення довжини не повинна перевищувати 0,3% від проектної; кривизна утворює циліндра на ділянці 1 м повинна бути не більше 2 мм, а для апаратів вище 10 м-не більше 3 мм[13].

Вельми важливо правильне розташування на корпусі штуцерів і люків. Для установки і зварювання зручно застосовувати кондуктори та шаблони.

В процесі укрупненої збірки блоків на монтажному майданчику доводиться монтувати частина внутрішніх пристроїв, а іноді і всі внутрішні

Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата

пристрої. Для цього внутрішню поверхню приладу ретельно очищають від сторонніх предметів, окалини. Потім апарат шляхом кантування або обертання навколо власної осі встановлюють в положення, що забезпечує найбільш легкий доступ всередину через люк і найбільш просте визначення базових складальних розмірів[11].

Спосіб монтажу тарілок залежить від їх конструкції і технологічного призначення. Їх можна збирати при вертикальному (робочому) і горизонтальному положенні колони. Другий спосіб дозволяє скоротити загальну тривалість монтажних робіт, але пов'язаний із застосуванням пристосувань великої вантажопідйомності для підйому апарату.

При горизонтальному положенні апарату тарілки встановлюють строго вертикально; їх положення перевіряють по схилу, прикладають в декількох точках, і по заздалегідь нанесеним на внутрішніх стінках апарату мітках, для чого апарат доводиться повертати навколо осі на 90° . Значно легше забезпечити суворе горизонтальне положення тарілок в уже встановленому, вивіреному і закріпленому на фундаменті корпусі апарату; в цьому випадку достатньої точності добиваються або за допомогою рівня, або заливаючи на поверхню тарілки воду[13].

Після складання всіх елементів кожна тарілка перевіряється на барботаж. Для цієї мети закриваються всі люки, розташовані нижче контрольованої тарілки тарілка заливається водою. Тарілку заливають водою так, щоб надмірна кількість води зливалася через зливні пристрої. Злив по всьому периметру повинен бути однаковим, тому передбачається можливість його регулювання. Товщина шару води на всіх ділянках тарілки повинна бути також однаковою. Після заповнення гідрозатворів в зливних кишнях під перевіряється тарілку компресором нагнітають повітря. Рівномірність барботажа контролюється візуально[14].

Установка апаратів в проектне положення.

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
						42
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		

Технологія підйому апарата є складовою частиною проекту проведення монтажних робіт. Проектом передбачається детальна схема підйому, вказуються місця установки щогл або кранів, їх положення на різних етапах підйому, розташування розчалок, лебідок, що відводяться тросів, поліспастів і т. Д. У цьому ж проекті наводяться технічні характеристики всіх підйомних коштів.

Зусилля, які відчують елементами такелажного оснащення при підйомі апаратів, змінюються в широкому інтервалі. Розрахунок цих елементів виробляють на максимальне зусилля.

Ступінь складності установки колонних апаратів в проектне положення визначається їх габаритними розмірами (висотою і діаметром), масою, а також висотою фундаменту (постаменту). Підйом апаратів здійснюють кранами або за допомогою щогл. Застосовують два основних способи підйому: ковзання і поворот навколо шарніра[13].

При підйомі апарату з ковзанням опорної частини по землі щогли встановлюють по обидва боки від фундаменту. Піднімається апарат попередньо підтаскують тракторами можливо ближче до фундаменту так, щоб його вісь була перпендикулярна до площини обох щогл. При підйомі верху апарату його опорна частина наближається до фундаменту, ковзаючи по заздалегідь підготовленій підставі на черевіку, що оберігає опорні конструкції від поломки або деформації. Щоб регулювати рух опорної частини і запобігти тим самим ривки або удари по фундаменту, нижню частину апарату страхують відтяжними тросом. Коли вісь апарату наближається до вертикального положення, його опорну частину відривають від землі. Далі апарат піднімають над фундаментом, за допомогою відтяжних тросів надають йому проектну орієнтацію і опускають на фундамент. [12].

Як поворотного пристрою для підйому апаратів використовується кулянир на розрізний опорі. Опора апарату встановлюється в проектне положення, вивіряється і кріпиться до фундаменту анкерними болтами. Розмічається

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		43

місце розвантаження опори. Нижче місця розрізу приварюються нижні частини шарніра, вище - верхні частини шарніра. Після цього опора розрізається, кромки різку готуються до наступної зварюванні після завершення монтажу, відрізана частина опори повертається на 90 ° і до неї пристиковується і приварюється встановлюється апарат. До підйому на апарат наноситься ізоляція, встановлюються кожуха, які обслуговують майданчики, трубопроводи. Можлива зворотна послідовність установки шарніра.

В останній момент виведення апарату в вертикальне положення з одночасною посадкою на фундамент він під дією великих сил інерції може обернутися навколо шарніра. Щоб запобігти цьому, до верхньої частини піднімається апарату прив'язують відтяжної трос (гальмівну відтягнення), за допомогою якого здійснюють плавну посадку на фундамент[11]..

Порівнюючи способи ковзання і повороту можна відзначити наступні їхні переваги й недоліки. Підйом способом ковзання з відривом апарату від землі є найбільш простим, які вимагають мінімальних витрат на підготовчі роботи і оснащення. Однак при цьому способі, вантажопідйомність монтажних механізмів повинна бути дорівнює вазі апарату або перевершувати його. Іншим недоліком цього методу є підвищені вимоги до перевірки такелажного оснащення, оскільки максимальне навантаження на оснащення впливає тільки в кінці підйому[11]..

Підйом способом повороту навколо шарніра вимагає більш високих витрат на підготовчі та допоміжні роботи. Ці витрати пов'язані з виготовленням та встановленням шарніра, а також з додатковими заходами для сприйняття горизонтальних навантажень на фундамент. Однак при цьому способі вантажопідйомність монтажних механізмів може бути значно менше ваги апарату (трохи більше 50% від ваги апарату). Перевагою цього методу є також те, що максимальне навантаження на такелажне оснащення діє в перші моменти підйому, а потім у міру підйому апарату зменшується. Це дозволяє

на початку підйому після відриву апарату від землі дати витримку і перевірити перебуваючи-ня оснащення при повному навантаженні[11]..

Випробування колонних апаратів.

Нові колони, а також колони, корпуси яких зазнавали значного ремонту, обпресовують. Опресовування з метою перевірки міцності і щільності апарату проводиться на пробне тиск, величину якого встановлюють залежно від робочого тиску і вказують в паспорті або технологічною картою. При такому тиску апарат витримують протягом 5 хв, після чого тиск повільно знижують до робочого і приступають до огляду корпусу, одночасно оббивають зварні шви молотком.

При гідравлічної обпресування високих колонних апаратів слід враховувати величину гідростатичного стовпа обпресувальна води; тому перед обпресуванням по паспорту або розрахунком перевіряють допустимість гідравлічного випробування в робочому положенні. Воно може проводитися, якщо навантаження на стінку нижнього пояса апарату від суми пробного тиску і тиску стовпа рідини не перевищує 0,8 величини межі текучості металу корпусу при температурі опресування.

У тих випадках, коли зазначена умова не виконується або виникає небезпека перевантаження фундаменту апарату, з дозволу і в присутності інспектора Держнаглядохоронпраці можна виробляти опресовування колон повітрям або інертним газом. До пневматичної опресовке вдаються також тоді, коли за умов технологічного процесу присутність води в колоні може викликати аварію при виході її на робочий режим[12].

Апарат, що знаходиться під тиском повітря, обстукувати молотком не можна; зварні шви обстукують до початку опресування. У момент підвищення тиску стояти поблизу апарату заборонено.

Вакуумні колони піддають гідравлічному випробуванню на пробне тиск 0,2 МПа або пневматичної на тиск 0,11 МПа. Колони, що працюють при

атмосферному тиску, як правило, випробовують шляхом заливання водою[13].

При перевірці зварних швів змазуванням їх гасом протягом 20-40 хв (В залежності від товщини кожного шва) стежать за появою плям на змащеній крейдою зворотного (зазвичай зовнішньої) стороні шва.

4.2. Ремонт апарата

Ремонт колонних апаратів. Основним видом зносу колон масообмінної апаратури є забивання колони відкладеннями і корозія її елементів. Зміст операцій і їх число при розбиранні колони залежить від її діаметра. Колони діаметром <0,8 робляться царговими на фланцях, колони діаметром > 0,8 м-звареними. Царгові колони розбираються повністю. Вантажопідйомний механізм повинен бути встановлений вище колони, що дозволяє зняти всі царги по черзі. При неможливості встановлення вантажопідйомного механізму вище колони демонтаж починається з нижньої царги при підйомі інших царг[11].

Суцільнозварні колони при ремонті частіше за все не демонтуються. Демонтуються тільки внутрішні пристрої колон.

Підготовка колонних апаратів до ремонту. Колонні апарати ремонтують при планово-попереджувальних ремонтах технологічної установки. Порядок підготовки апарату до ремонту і проведення ремонтних робіт залежить від особливостей установки[11]..

У більшості випадків колонні апарати готують до ремонту наступним способом. Доводять тиск в колоні до атмосферного, з апарату видаляють робоче середовище, після чого його пропарюють водяною парою, який витісняє залишилися в колоні пари і газу. Після пропарювання колону промивають водою. У деяких випадках пропарку і промивку чергують кілька разів. Час операцій обмовляється у виробничій інструкції (технологічному регламенті) кожної технологічної установки або технологічного блоку.

										лист
										46
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата						

Промивання колон водою сприяє також більш швидкому їх охолодженню. Не можна приступати до ремонтних робіт, якщо температура промивної води перевищує 50 ° С.

Пропарену і промиту колону від'єднують від всіх апаратів і комунікацій глухими заглушками, що встановлюються у фланцевих з'єднаннях штуцерів. Установку кожної заглушки і подальше її зняття реєструють в спеціальному журналі.

Технологія ремонту. Ремонт апарату починають з його розтину, яке необхідно проводити, суворо дотримуючись таких правил. Спочатку відкривають верхній люк, причому перед цим в апарат протягом деякого часу подають водяну пару, щоб уникнути можливого підсосу повітря, в результаті якого може утворитися вибухонебезпечна суміш. Далі послідовно (згори вниз) відкривають інші люки. Категорично забороняється одночасно відкривати верхній і нижній люки. Не можна також відкривати спочатку нижній, а потім верхній люк, так як внаслідок різниці температур відбувається сильна притока повітря в колону, що може привести до утворення вибухонебезпечної суміші.

Після відкривання люків колона деякий час провітрюється в результаті природної конвекції повітря[12].

Після закінчення провітрювання потрібно провести аналіз проб повітря, взятих з колони на різних висотних відмітках. До робіт всередині колони дозволяється приступати тільки тоді, коли аналіз покаже, що концентрація шкідливих газів і парів в ній не перевищує гранично допустимих санітарних норм.

При роботі всередині колони необхідно ретельно дотримуватися правил техніки безпеки. Робочий повинен надягати запобіжний пояс з мотузкою, кінець якої виводиться назовні і надійно закріплюється; за роботою знаходиться всередині колони робочого постійно спостерігає спеціально виділений для цієї мети робочий. Тривалість безперервної роботи в колоні

					<i>XI.A.00.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
<i>Змін.</i>	<i>лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>Дата</i>		47

повинна бути не більше 15 хв. Після цього необхідний такий же за тривалістю відпочинок поза колони (зазвичай робочий і спостерігач міняються місцями).

При перших же ознаках появи всередині ремонтovanого апарату вибухонебезпечних, горючих або токсичних рідин, парів і газів всяку роботу слід негайно припинити[13].

До підготовки колони пред'являють особливо високі вимоги в тому випадку, якщо в ній повинні проводитися вогневі (зварювальні) роботи.

Для освітлення всередині колони застосовують лампи напругою не більше 12 В. Переносне освітлення повинно бути вибухобезпечним.

Корпус колони, а також її внутрішні пристрої піддають ретельному огляду. При необхідності огляду всієї поверхні корпусу розбирають внутрішні пристрої або їх частину.

Здійснити ремонт і внутрішній огляд високих пустотілих колонних апаратів буде дуже складно, оскільки це вимагає споруди спеціальних лісів всередині апарату. Для безпечного та ефективного технічного огляду і ремонту апаратів застосовується спеціальна підвісна платформа, елементи якої вводяться в апарат через люк і збираються всередині апарату. Платформа, що піднімається тросом, дозволяє виконувати огляд і чистку внутрішньої поверхні апарату, огляд зварних швів, ремонт внутрішньої поверхні апарату.

Виявлення дефектів корпусу, що вимагає високої кваліфікації, включає візуальний огляд для визначення загального стану корпусу і ділянок, що піддаються найбільшому зносу; вимір залишкової товщини корпусу за допомогою ультразвукових дефектоскопів, і контрольного просвердлювання отворів; перевірку на щільність зварних швів і рознімних з'єднань і т. д.

За характером виявленого дефекту встановлюють зміст і спосіб ремонту корпусу. Нещільні зварні шви вирубують, зачищають і заварюють відповідним електродом [11].

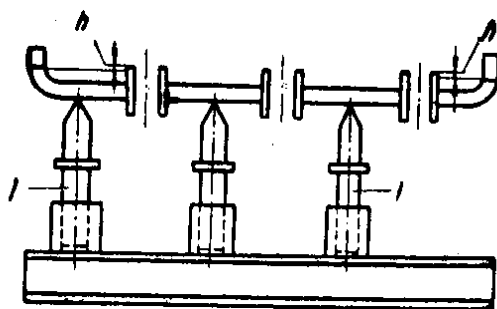


Рисунок 4.2. - Стенд для вивірки тарілок:

1 - регульований винт стенду

Зношені штуцери і люки вирізають і замінюють новими з обов'язковою установка зміцнювальних кілець. Бажано, щоб зміцнюють кільця нових штуцерів мали дещо більший діаметр, ніж старі: це дозволяє приварювати їх в новому місці. Ремонту піддають все штуцери, сигнальні отвори на зміцнювальних кільцях яких під час експлуатації були заглушені пробками.

При кожному ремонті вимірюють фактичну товщину стінки корпусу експлуатіруемого колонного апарату. Найбільш зношені ділянки корпусу колони вирізають, а на їх місце ставлять нову ділянку, заздалегідь завальцованний по радіусу колони. Зварювання виробляють встик. Вирізання великих ділянок корпусу може привести до ослаблення перетину і порушення стійкості. Тому до вирізання дефектного ділянки його зміцнюють стійками, що встановлюються всередині або зовні. Число й перетин стійок і розміри опорних лап розраховують виходячи з умови рівності їх опорів опору ви різаного перетину.

Проміжні обичайки легко замінюють наступним чином. встановлюють підйомні щогли, які утримують верхню, неушкоджену частину колони, відокремлюють цю частину від пошкодженої ділянки і опускають на землю. Пошкоджену частину колони стропят і за допомогою тих же щогл опускають на землю. Заздалегідь підготовлену нову частину колони піднімають і стикуються з нижньою частиною колони, потім піднімають верхню її частину. Після перевірки монтованих частин заварюють обидва стикових шва[11].

										лист
										49
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата						

XI.A.00.00.00 ПЗ

Дуже часто, з огляду на трудомісткість таких замін ділянок корпусу, визнають доцільною повну заміну зношеної колони. Демонтаж зношеної колони виробляють в порядку, зворотному монтажу. Після відповідних перевірок демонтується колона може бути використана для установки монтажних щогл точно так же, як нова колона-для демонтажу.

При ремонті і обслуговуванні насадок колон основна увага повинна приділятися очищенню внутрішніх пристроїв апарату, його корпусу і заміні насадок кілець.

За допомогою лебідки, цебра і крану верх колони (або до будь-якого люка) подаються нові насадки кільця і опускаються вниз старі або закоксовані. Для завантаження і вивантаження насадки зазвичай використовуються бадді з днищем і змінні переносні лотки, завдяки чому трудомісткі роботи значно скорочуються.

При ослабленні натягу стріли нижній клапан бадді відкривається і насадка висипається в апарат. Нижні секції колони завантажуються аналогічним чином, тільки попередньо відкриваються отвори, монтується лоток на найближчій майданчику і встановлюється тимчасові огорожі. Верхня частина колони завантажуються насадкою після зняття верхньої кришки апарату [11].

Після ремонту проводиться гідравлічне або пневматичне випробування апарату на щільність і герметичність.

					<i>XI.A.00.00.00 ПЗ</i>	<i>лист</i>
						50
<i>Змін.</i>	<i>лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>підпис</i>	<i>Дата</i>		

5. Охорона праці

Згідно зі ст. 15 Закону «Про охорону праці» така служба обов'язково повинна бути створена на підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб у відповідності з Типовим положенням про службу охорони праці. Також має бути розроблено Положення про службу охорони праці цього підприємства, визначено структуру такої служби, її чисельність, основні завдання, функції та права її працівників.

На підприємствах з кількістю працівників менше 50 чоловік функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва (суміщення) особи, які мають відповідну підготовку. А на підприємствах з кількістю працівників менше 20 для виконання функцій служби охорони праці можуть на договірних засадах залучатися сторонні фахівці, які мають не менше трьох років виробничого стажу і пройшли навчання з охорони праці.

Організація пожежної охорони промислових підприємств. Протипожежні вимоги щодо забезпечення вимушеної евакуації людей із будівель.

Пожежна безпека входить в комплекс заходів з охорони праці, і організаційна робота в цій сфері на об'єктах господарювання включає широкий спектр заходів, а саме:

- створення умов для безпечної праці,
- мінімізації ризику виникнення пожеж,
- своєчасне і повноцінне забезпечення технічними засобами для запобігання займанню та усунення самих пожеж та їх наслідків,
 - контроль дотримання протипожежних вимог і норм законодавства,
 - розробка і впровадження регламентів по гасінню пожеж, евакуації та порятунку з місць пожежі й задимлення людей і майна (матеріальних цінностей),

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
						51
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		

- внутрішнє і зовнішнє навчання співробітників.

У разі, якщо підприємство орендує площі в іншій особі, сторони повинні в письмовій формі домовитися про те, хто з них і на яких умовах здійснює ці роботи.

Вимоги до пожежної безпеки на підприємстві неухильно повинен дотримуватися кожен співробітник, а організаційна складова при цьому покладається на посадових осіб за відповідним рішенням керівництва і прописується в посадових інструкціях і положеннях по структурним підрозділам.

Зокрема, вказуються конкретні території, ділянки, зони, об'єкти, цілі будівлі і їх частини, поверхи, на яких відповідального співробітника повинне проводити такі організаційні роботи.

Відповідальні особи зобов'язуються розробити, впровадити та підтримувати в певному інструкцією і положенням на ввірених їм об'єктах протипожежний режим і інструкції відповідно до вимог, викладених в нормативних актах.

Передбачено також створення підрозділу добровільної пожежної охорони та пожежно-рятувальної команди в його складі.

Встановлений режим включає порядки з описом місць спеціального призначення та правила їх користування та утримання, наприклад:

- евакуаційних шляхів,
- так званих «курилок»,
- місць складування продукції та сировини,
- стоянки транспорту.

Також встановлюється порядок роботи та технічного обслуговування:

- вентиляційного устаткування,

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
						52
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		

- засобів пожежогасіння і захисту від загорянь,
- нагрівальних приладів,
- електрообладнання.

Розробляються і впроваджуються правила роботи з відкритим вогнем і горючими матеріалами. Створюються графіки проходження інструктажів з пожежної безпеки співробітників, а також порядок і терміни перевірок знань пожежно-технічного мінімуму, в тому числі, тих працівників, які відповідальні за цю ділянку роботи на підприємстві. При цьому можуть передбачатися внутрішні лекції, семінари, тренінги та практичні заняття на підприємстві, а також зовнішні – на базі спеціалізованих навчальних центрів з професійними викладачами.

Важливою складовою протипожежного режиму на будь-якому об'єкті є розробка і впровадження порядку дій при виникненні пожежі. Неодмінно має бути план евакуації, описано, як повинні відключатися електроустановки, що і в якій послідовності необхідно робити співробітникам.

Відповідно, для кожного об'єкта, кожного приміщення (крім коридорів, санвузлів, басейнів і подібних приміщень), окремих видів робіт складаються інструкції, за якими повинен працювати персонал, залучений на певних ділянках і в виконанні окремих видів робіт. За інструкціями проводиться навчання (інструктаж) персоналу з подальшим контролем знань.

Правила облаштування евакуаційних шляхів та виходів

Для безпечної евакуації працівників під час пожежі шляхи та виходи повинні відповідати таким вимогам:

1. Маршрут евакуації та аварійні виходи повинні забезпечувати вільний доступ до них, залишатись просторими та не захламлюватись сторонніми речами будь-якого призначення, що можуть ускладнити рух людей;

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
						53
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		

2. На підприємстві потрібно розробити та улаштувати стільки евакуаційних виходів, скільки потрібно з точки зору норм безпеки. Кількість та оздоблення маршрутів евакуації повинні відповідати протипожежним стандартам будівельних нормативів;

3. Технологічне та виробниче обладнання у приміщеннях повинно розташовуватись таким чином, що не закривати проходи до сходових майданчиків та інших шляхів евакуації;

4. Якщо закрите приміщення має тільки один евакуаційний вихід, у ньому слід розміщувати не більше 50 робочих місць. Для розміщення більшої кількості працівників необхідно використовувати приміщення, де наявні мінімум два виходи;

5. Двері на маршруті евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу. Установка дверей з відчиненням усередину дозволяється, тільки якщо в приміщення працює не більше 15 осіб. Двері аварійного виходу не повинні бути облаштовані зовнішніми замками;

6. У будівлях, де одночасно можуть перебувати понад 100 осіб, аварійні виходи мають бути освітлені білими покажчиками «вихід», закріпленими на зеленому фоні. Такі покажчики підключаються до систем аварійного освітлення і при проведенні евакуації повинні самостійно вмикатись.

7. На випадок відключення аварійної електроенергії робочий персонал закладу має бути забезпечений додатковими ліхтарями.

Список використаних джерел

1. Абрамов О.М. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств: учеб. для вузов. – СПб.: Изд-во «РАПП», 2009. – 408 с.
2. АТК 24.200.03–90. Опоры-стойки вертикальных аппаратов. Типы, конструкция и размеры. Дата введения 01.01.1991. – 13 с.
3. АТК 24.200.04–90. Опоры цилиндрические и конические вертикальных аппаратов. Типы и основные размеры. Дата введения 01.01.91. – 53 с.
4. АТК 24.218.06–90. Штуцера для сосудов и аппаратов стальных сварных. Типы, основные параметры, размеры и общие технические требования. Дата введения. 01.12.1995. – 127 с.
5. Бабицкий И.Ф., Вихман Г.Л., Вольфсон С.И. Расчет и конструирование аппаратуры нефтеперерабатывающих заводов; под ред. Г.Л. Вихмана. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «НЕДРА», 1965. – 246 с.
6. Беляев В.М., Миронов В.М. Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли: Часть 1. – Тонкостенные сосуды и аппараты химических производств: учеб. пособие. – Томск: ТПУ, 2009. – 288 с.
7. Коптева В.Б., Коптев А.А. Фланцевые соединения: конструкции, размеры, расчёт на прочность: метод. указания. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. – 24 с.
9. Виноградов С.Н., Таранцев К.В. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов: учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 136 с.
10. Вихман Г.Л., Круглов С.А. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов: учеб. для студентов вузов; – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Машиностроение», 1978. – 328 с.

					XI.A.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		55

11. Волошин А.А., Григорьев Г.Т. Расчет и конструирование фланцевых соединений: справочник. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1979 – 125 с.

12. Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии: пос. по проект. / Ю.И. Дытнерский. - М.: Химия. 1991. - 496

13. Кузнецов А.А. Расчеты основных процессов и аппаратов переработки углеводородных газов: Справочное пособие/ А.А Кузнецов, Е.Н. Судаков - Москва: Химия, 1983

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		56

Додаток А

(Обов'язкове)

Специфікації до креслень

					ХІ.А.00.00.00 ПЗ	лист
Змін.	лист	№ докум.	підпис	Дата		57