

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 для розділення суміші ацетон – вода. Розробити тарілчасту ректифікаційну колону

Виконав:
студент групи ХМ-61-7
Бугаков Володимир Станіславович

підпис

Залікова книжка
№ _____

Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК

з оцінкою _____

" ____ " _____ 20__ р.

Підпис голови
(заступника голови) комісії

Керівник:

канд. техн. наук, доцент

Артюхов Артем Євгенович

підпис, дата

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-61-7

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студент Бугаков Володимир Станіславович

1 Тема проекту: Ректифікаційна установка для розділення суміші ацетон – вода. Розробити тарілчасту ректифікаційну колону

2 Вихідні дані: Розробити тарілчасту ректифікаційну колону для розділення суміші ацетон – вода продуктивністю 7000 кг/год. Вміст ЛЛК (% мол.): у початковій суміші – 27; у дистилаті – 94; у кубовому залишку – 2,4. Тип тарілок – ковпачкові.

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

1. Технологічна схема ректифікаційної установки – 1,0 арк.
2. Складальний кресленик ректифікаційної колони – 1,5 арк.
3. Складальний кресленик ковпачкової тарілки – 1,0 арк.

4 Рекомендована література: 1. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. – Суми : СумДУ, 2019. – 32 с.; 2. Основные процессы и аппараты химической технологии : Пособие по проектированию / Под ред. Ю. И. Дытнерского. – М. : Химия, 1991.

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

жовтень 2019 р.

Керівник

підпис

доц. Артюхов А.Є.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 71 с., 10 рис., 1 табл., 4 додатки, 12 джерел.

Графічні матеріали: технологічна схема виробництва, складальне креслення апарату, складальні креслення вузлів, всього 3 аркуша формату А1.

Тема проекту: «Ректифікаційна установка для розділення суміші ацетон – вода. Розробити тарілчасту ректифікаційну колону».

Розроблено ректифікаційну колону з ковпачковими тарілками для розділення бінарної суміші в складі представленої технологічної схеми. Наведено теоретичні основи процесу ректифікації, опис конструкції та принципу дії колонного апарату, виконані технологічні розрахунки виробництва, проведені конструктивні розрахунки і розрахунки на міцність апарату.

На ПЕОМ розраховане оптимальне флегмове число, знайдено число реальних тарілок, проведений розрахунок елементів колони на міцність.

Розрахунками на міцність і герметичність показана надійність роботи запроєктованого апарату.

Запропоновано заходи щодо монтажу та ремонту запроєктованого апарату.

У розділі «Охорона праці» наведені короткі відомості про Закон України «Про охорону праці».

Ключові слова: АПАРАТ, УСТАНОВКА, БІНАРНА СУМІШ, ТАРІЛКА, РЕКТИФІКАЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА, РОЗРАХУНОК, КОЛОНА, МОНТАЖ, РЕМОНТ, ОХОРОНА ПРАЦІ.

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Технологічна частина	5
1.1 Опис технологічної схеми установки	5
1.2 Теоретичні основи процесу	6
1.3 Опис об'єкту розробки, вибір матеріалів	9
2. Технологічний розрахунок процесу і апарату	17
2.1 Визначення масових концентрацій	17
2.2 Матеріальний баланс процесу ректифікації	18
2.3 Визначення робочих параметрів процесу. Рівняння робочих ліній процесу	19
2.4 Визначення фізико-хімічних властивостей компонентів бінарної суміші «ацетон-вода»	24
2.5 Визначення швидкості пари та діаметра колони	29
2.6 Гидравлічний розрахунок тарілок	32
2.7 Визначення кількості тарілок і загального гідравлічного опору колони	41
2.8 Тепловий розрахунок колони	43
2.9 Визначення діаметрів патрубків для технологічних штуцерів	46
2.10 Вибір допоміжного обладнання	49
3. Розрахунки на міцність, жорсткість і стійкість	49
3.1 Розрахунок товщини стінки корпусу апарату	49
3.2 Розрахунок товщини стінки еліптичного днища	52
3.3 Розрахунок і вибір опори	54
4. Монтаж і ремонт ректифікаційної колони	57
4.1 Монтаж тарілчастої ректифікаційної колони	57
4.2 Ремонт проєктуємого апарату	60
5. Охорона праці	65
Список літератури	71
Додатки	

					<i>ПОХНВ.Р.14.00.00 ПЗ</i>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Бузаков			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Артюхов			3	71	
Реценз.					Колона ректифікаційна Пояснювальна записка СумГУ, ф-т ТеСЕТ, гр.ХМ-61		
Н. Контр.							
Утверд.							

ня матеріалів. При цьому спосіб проведення процесів часто визначає можливість здійснення, ефективність і рентабельність процесу в цілому. Таким чином, технологія виробництва найрізноманітніших хімічних продуктів і матеріалів включає ряд однотипних фізичних і фізико-хімічних процесів, що характеризуються загальними закономірностями.

До одних з основних процесів хімічної промисловості відноситься ректифікація, призначена для розділення сумішей різних по температурі кипіння рідин. Розділення рідких однорідних бінарних або багатокomпонентних розчинів і газових сумішей на індивідуальні практично чисті компоненти або їх фракції методами ректифікації широко застосовується як основний технологічний процес у багатьох виробництвах хімічної та нафтопереробної галузей промисловості. Крім того, ректифікація використовується в спиртовій промисловості, в технологіях отримання рідкісних і розсіяних елементів, в установках розділення природного газу і повітря.

До числа основних апаратів відносяться тарілчасті і насадкові колони. Процес безпосередньо відбувається на тарілках в тарілчастих колонах і в шарі насадки в насадкових колонах.

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

дільш високим тиском парів при однаковій температурі є легколетючим, він має меншу температуру кипіння і називається низькокиплячим компонентом (НКК) по відношенню до іншого компоненту. У свою чергу, компонент з меншою пружністю парів має дільш високу температуру кипіння і називається висококиплячих компонентах (ВКК).

Ставлення пружність парів компонентів бінарного розчину характеризують коефіцієнтом відносної летючості

$$\alpha = \frac{P_a}{P_b},$$

$$y_a = \frac{P_a \cdot x_a}{P_a \cdot x_a + P_b \cdot (1 - x_a)}$$

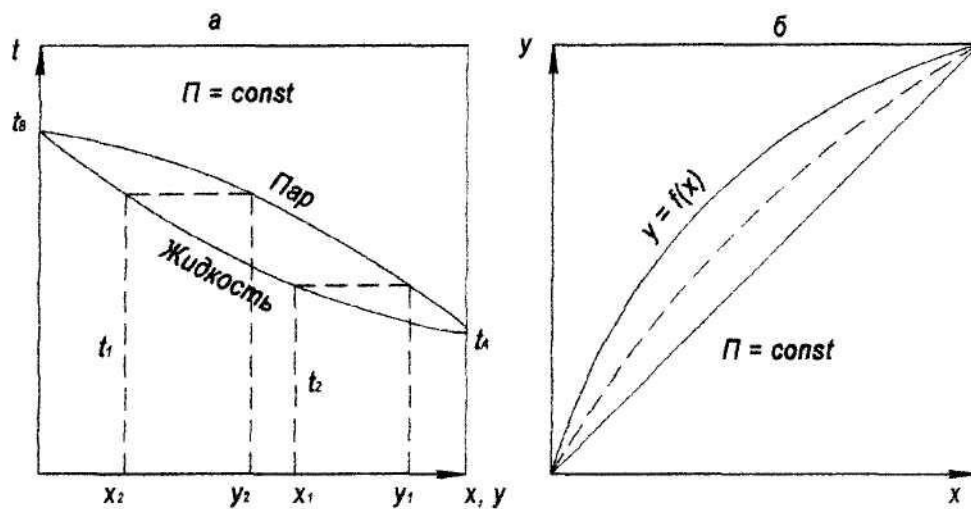


Рис 1.2 - Діаграми рівноваги взаємнорозчинної бінарної суміші:
а - діаграма t - x - y ; б - діаграма y - x

Процес ректифікації здійснюють в ректифікаційній установці, що включає ректифікаційну колону, дефлегматор, холодильник-конденсатор, підігрівач вихідної суміші, збірники дистилляту і кубового залишку. Основним апаратом установки є ректифікаційна колона, в якій пари рідина, яка розділюється, піднімається знизу, а назустріч парам зверху стікає рідина, що подається в верхню частину апарату у вигляді флегми. У більшості випадків кінцевими продуктами є дистиллят (сконденсовані в дефлегматорі пари легколетючого компонента, що виходять з верхньої частини колони) і кубовий за-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Матеріальний баланс ректифікаційної колони:

- по потоках: $G_F = G_D + G_W$;

- по легколетучому компоненту: $G_F x_F = G_D x_D + G_W x_W$;

де G_F, G_D, G_W , - масові або мольні витрати живлення, дистиляту і кубового залишку;

x_F, x_D, x_W - вміст легколетучого компонента в харчуванні, дистиляте, кубовому залишку, відповідно.

Тепловий баланс ректифікаційної колони.

Для колони безперервної дії з урахуванням втрат теплоти в навколишнє середовище маємо:

прихід теплоти:

з гріючою парою в кубі-випарнику Q_K ;

з початковою сумішшю $Q_F = G_F I_F$;

витрата теплоти:

з водою від парів, які конденсуються конденсуючихся в дефлегматорі Q_D ;

з дистилятом $Q_D = G_D I_D$;

з кубовим залишком $Q_W = G_W I_W$;

втрати в навколишнє середовище $Q_{пот}$;

де I_D, I_F, I_W - ентальпія дистилята, початкової суміші, кубового залишку.

Таким чином, рівняння теплового балансу:

$$Q_K + Q_F = Q_D + Q_D + Q_W + Q_{пот}$$

Підставляючи замість Q х значення вирішимо рівняння теплового балансу відносно Q_K :

$$Q_K = G_D(R+1)I_D + G_D I_D + G_W I_W - G_F I_F + Q_{пот}$$

1.3 Опис об'єкта розробки, вибір матеріалів

Тарілчасті колони складають основну групу масообмінних апаратів. Вони являють собою вертикальний циліндр (цільнозварний або такий, що складається з декількох царг, з'єднаних між собою наглухо або роз'ємними фланцями), по висоті якого розташовані спеціальні контактні пристрої - таріл-

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

ки, що дозволяють створити тісний контакт між парю, що піднімається вгору по колоні, і рідиною, що стікає вниз.

До теперішнього часу не вироблено узагальнених і досить об'єктивних критеріїв вибору типу тарілок для ведення того чи іншого процесу. Істотну роль в цьому відіграють сформовані в організаціях-постачальниках традиції, що спираються на багаторічний досвід надійної експлуатації розробляється ними масообмінних апаратури.

Об'єкт проектування, ректифікаційна колона (рис. 1.3), являє собою вертикальний апарат з циліндричним суцільнозварним корпусом або що складається з окремих царг, які з'єднані між собою болтовими фланцевими сполуками, або виконаним суцільнозварним з приварним днищем, кришка і корпус роз'ємно з'єднані за допомогою фланцевого з'єднання.

Усередині царг горизонтально встановлені контактні пристрої у вигляді ковпачкових тарілок. Тарілки з капсульними ковпачками отримали найбільш широке поширення завдяки своїй універсальності, високій ефективності та експлуатаційної надійності, можливості поділу компонентів з будь-яким ступенем чіткості; вони мало чутливі до забруднень, але матеріалоємні і складні в монтажі.

За допомогою тарілок створюється спрямований рух фаз і багатократна взаємодія рідини і пара.

Тиск і швидкість пари, що проходить через отвори тарілки, повинні бути достатніми для подолання тиску шару рідини на тарілці і створення опору її стікання через отвори. Ковпачкові тарілки необхідно встановлювати строго горизонтально для забезпечення проходження пари через всі отвори тарілки, а також щоб уникнути стікання рідини через них. Ковпачкові тарілки представляють собою металеві диски з отворами, в яких укріплені патрубкі. Над патрубками розташовані ковпачки. У нижній частині ковпачка, зануреної в рідину, є вирізи або прорізи, призначені для диспергування легкої фази - пара чи газу.

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

дотують через шар рідини на тарілці і надходить в патрубки вищерозміщеної тарілки.

Інтенсивність утворення піни і бризок на ковпачкових тарілках залежить від швидкості руху пара і глибини занурення ковпачка в рідину. Рідина перетікає з тарілки на тарілку через переточні канали, кінці яких занурені в рідину, що заповнює склянки нижчих тарілок, що утворюють гідрозатвор і перешкоджають проході газу повз патрубків.

Рідкий потік з вищерозміщеної тарілки надходить в зону більш високої температури, і тому з нього випаровується деяку кількість низькокиплячого компонента, в результаті чого концентрація останнього в рідині зменшується. З іншого боку, паровий потік, що надходить з нижче розташованої тарілки, потрапляє в зону нижчої температури і частина висококиплячого продукту з цього потоку конденсується, переходячи в рідину. Концентрація висококиплячого компонента в парах таким чином знижується, а низькокиплячого - підвищується.

Частина ректифікаційної колони, яка розташована вище введення сировини, називається концентраційної (зміцнююча), а нижче - відгінною (вичерпною).

На колоні передбачені штуцери для обв'язки апарату технологічними трубопроводами та підключення до технологічної лінії: введення сировини і виведення продуктів, для регулятора рівня в нижній частині колони, для термометра. Для забезпечення ефективної роботи колонного апарату необхідно також передбачити надійні розподільні пристрої, за допомогою яких в апарат вводяться потоки рідини і пара, а також пристрої для виведення цих потоків з апарату.

До корпусу колони знизу приварена опорна частина. В опорній частині є один лаз і отвори для виведення трубопроводу кубового залишку. Для кріплення до фундаменту опорна частина забезпечена лапами у вигляді століків, що складаються з верхнього опорного елемента і двох ребер.

У хімічній промисловості умови роботи апаратів характеризуються широким діапазоном температур - приблизно від мінус 254 до плюс 2500 °С при тисках від 0,015 Па до 600 МПа при агресивному впливі середовища.

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

на ТУ 14-105-566-93, Труба електрозварні прямокутна ТУ 14-105-566-93), сітки (Сітка ткани ГОСТ 3826-82).

Основні фізико-механічні властивості:

- модуль пружності E , МПа.....200000
- модуль зсуву G , МПа.....74000
- густина ρ , кг/м.....7850
- межа міцності σ_B , МПа, не менше420
- межа текучості σ_T , МПа, не менше230

Зварюваність: добре зварюється усіма видами зварювання.

Фторопласт-4 ГОСТ 10007-80 Е.

Призначення: каркаси, котушки, панелі, підстави ізоляційні, покриття антифрикційні.

Вид поставки (сортамент): плівки (Плівка фторопластовая ГОСТ 24222-80), труби (Труба фторопластовая ТУ-6-05-1876), стрічки (Лента фторопластовая ГОСТ 24222-80), листи (Пластина пресована ТУ 6-05-810- 88, Лист струганий ТУ 044-24), трубки (Трубка фторопластовая ГОСТ 22056-76), прутки (Втулка фторопластовая ТУ 6-05-810-88, Стрижень фторопластовий вертикального пресування ТУ 6-05-810-88, Стрижень фторопластовий екструзійний ТУ 6-05-041-535, Стрижень фторопластовий горизонтального пресування ТУ 6-05-810-88, Втулка фторопластовая пресована ТУ 6-05-810-88).

Основні фізико-механічні властивості:

- модуль пружності при розгягування E , МПа650
- густина ρ , кг/м³2200
- міцність при згинанні σ , МПа16
- міцність при розриві σ , МПа25
- подовження при розриві δ , %250-500
- температура плавлення $t_{\max \text{ рад}}$ °С260

Тільки правильний вибір і точний розрахунок всіх елементів колони з урахуванням умов, що накладаються особливостями технологічного процесу, дозволяють створити надійно працюючу конструкцію.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ ТА АПАРАТУ

2.1 Визначення масових концентрацій

Розрахунок ведеться відповідно до методики, наведеної в [3].

Зважаючи на те, що продуктивність колони по вихідній суміші задана в кг/год, необхідно перевести мольні доли легкокиплячого компонента в продуктах у масові.

Для подальших розрахунків виразимо концентрації живлення, дистилята та кубового залишку у масових долях:

$$\text{- живлення} \quad \bar{x}_F = x_F \cdot \frac{M_{\text{CH}_3\text{COCH}_3}}{x_F \cdot M_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} + (1-x_F) \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (2.1)$$

$$\text{- дистилят} \quad \bar{x}_D = x_D \cdot \frac{M_{\text{CH}_3\text{COCH}_3}}{x_D \cdot M_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} + (1-x_D) \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (2.2)$$

$$\text{- кубовий залишок} \quad \bar{x}_W = x_W \cdot \frac{M_{\text{CH}_3\text{COCH}_3}}{x_W \cdot M_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} + (1-x_W) \cdot M_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (2.3)$$

тут $M_{\text{CH}_3\text{COCH}_3}$, $M_{\text{H}_2\text{O}}$ - мольні маси ацетону і води відповідно, кг/кмоль; $M_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = 58$ кг/кмоль [3, с.524, табл. XLIV]; $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18$ кг/кмоль [3, с 493, табл. I]

$$\bar{x}_F = 0,27 \cdot \frac{58}{0,27 \cdot 58 + (1-0,27) \cdot 18} = 0,54$$

$$\bar{x}_D = 0,94 \cdot \frac{58}{0,94 \cdot 58 + (1-0,94) \cdot 18} = 0,98$$

$$\bar{x}_W = 0,024 \cdot \frac{58}{0,024 \cdot 58 + (1-0,024) \cdot 18} = 0,07$$

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

З рівнянь матеріального балансу

$$G_D = G_F \frac{\bar{X}_F - \bar{X}_W}{\bar{X}_D - \bar{X}_W} \quad (2.6)$$

$$G_W = G_F \frac{\bar{X}_D - \bar{X}_F}{\bar{X}_D - \bar{X}_W} \quad (2.7)$$

$$G_D = 7000 \frac{0,54 - 0,07}{0,98 - 0,07} = 3615,4 \text{ кг/год}$$

$$G_W = 7000 \frac{0,98 - 0,54}{0,98 - 0,07} = 3384,6 \text{ кг/год}$$

2.3 Визначення робочих параметрів процесу. Рівняння робочих ліній процесу

Розрахунок ведеться відповідно до методики, наведеної в [3].

За даними [4, с. 49, табл. А.5] будемо рівноважну лінію бінарної системи "ацетон-вода" (див. додаток А).

Відносна мольна витрата живлення:

$$F = \frac{x_D - x_W}{x_F - x_W} \quad (2.8)$$

$$F = \frac{0,94 - 0,024}{0,27 - 0,024} = 3,72$$

Мінімальне флегмове число:

$$R_{\min} = \frac{x_D - y_F^*}{y_F^* - x_F} \quad (2.9)$$

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

де y_F^* – мольна доля ацетону в парі, рівноважному с рідиною живлення; по $y-x$ діаграмі (див. додаток А) $y_F^* = 0,82$.

$$R_{\min} = \frac{0,94 - 0,81}{0,81 - 0,27} = 0,24$$

Робоче флегмове число:

$$R = \beta \cdot R_{\min} \quad (2.10)$$

де β – коефіцієнт надлишку флегми; в ректифікаційних колонах звичайно приймається $\beta = 1,1 \dots 2,5$;

Для процесу ректифікації

$$R = 1,3R_{\min} + 0,3 \quad (2.11)$$

$$R = 1,3 \cdot 0,24 + 0,3 = 0,61$$

Правильність визначення оптимального флегмового числа з невеликою похибкою підтверджується комп'ютерним розрахунком (див. Додаток Б), алгоритм визначення оптимального флегмового числа наведено нижче.

Оптимальне флегмове число дозволяє використовувати колону ректифікації мінімального обсягу при роботі її на задану продуктивність і з необхідною повнотою поділу.

У той же час робоча лінія процесу, проведена для значення R_{\min} , може перетинати рівноважну криву в декількох місцях. Щоб уникнути цього проводить додаткову перевірку і уточнення значення. Перевірку на перетин рівноважної кривої з робочими лініями для верхньої і нижньої частин колони виробляємо за методом дотичних, який полягає в тому, що при мінімальному

$$y = \frac{R+F}{R+1} \cdot x - \frac{F-1}{R+1} \cdot x_W \quad (2.20)$$

$$y = \frac{0,61+3,72}{0,61+1} \cdot x - \frac{3,72-1}{0,61+1} \cdot 0,024$$

$$y = 2,69x - 0,041$$

За отриманими рівняннями будемо робочу лінію процесу ректифікації для суміші «ацетон-вода» з заданими властивостями (див. додаток А).

2.4 Визначення фізико-хімічних властивостей компонентів динарної системи «ацетон-вода»

Розрахунок ведеться відповідно до методики, наведеної в [4,5].

У подальших розрахунках параметри, які визначаються для верхньої частини колони, позначимо знаком «'», параметри, які визначаються для нижньої частини колони - «''».

Середні концентрації рідини:

$$x'_{cp} = \frac{x_F + x_D}{2} \quad (2.21)$$

$$x'_{cp} = \frac{0,27+0,94}{2} = 0,61$$

$$x''_{cp} = \frac{x_F + x_W}{2} \quad (2.22)$$

$$x''_{cp} = \frac{0,27+0,024}{2} = 0,15$$

Середні концентрації пари знаходимо за рівнянням робочої лінії у верхній і нижній частині колони:

$$y'_{cp} = 0,38 \cdot x'_{cp} + 0,58 = 0,38 \cdot 0,61 + 0,58 = 0,81$$

										Лист
										24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ					

Середні густини пари:

$$\rho_y' = \frac{M_{cp}'}{22,4} \cdot \frac{273}{273+t_{cp}'} \quad (2.25)$$

$$\rho_y' = \frac{50,4}{22,4} \cdot \frac{273}{273+63} = 1,83 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_y'' = \frac{M_{cp}''}{22,4} \cdot \frac{273}{273+t_{cp}''} \quad (2.26)$$

$$\rho_y'' = \frac{32,4}{22,4} \cdot \frac{273}{273+92} = 1,08 \text{ кг/м}^3$$

Середні густини рідини:

$$r_x' = x_{cp}' \Psi_{CH_3COCH_3}' + (1 - x_{cp}') \Psi_{H_2O}' \quad (2.27)$$

$$r_x'' = x_{cp}'' \Psi_{CH_3COCH_3}'' + (1 - x_{cp}'') \Psi_{H_2O}'' \quad (2.28)$$

где $r_{CH_3COCH_3}$, r_{H_2O} - густини компонентів заданної бінарної системи при

x_{cp}' и x_{cp}'' відповідно, кг/м³.

Визначаємо значення температури суміші при заданих середніх концентраціях [3]:

$$t_x' = 59,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_x'' = 67 \text{ }^\circ\text{C}$$

Значення густин компонентів суміші при відповідній температурі [3, с 495, табл. IV]:

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$r'_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = 746,3 \text{ кг/м}^3; r'_{\text{H}_2\text{O}} = 983,1 \text{ кг/м}^3$$

$$r''_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = 736,6 \text{ кг/м}^3; r''_{\text{H}_2\text{O}} = 979,2 \text{ кг/м}^3$$

$$r'_x = 0,61 \cdot 746,3 + (1 - 0,61) \cdot 983,1 = 838,7 \text{ кг/м}^3$$

$$r''_x = 0,15 \cdot 736,6 + (1 - 0,15) \cdot 979,2 = 942,8 \text{ кг/м}^3$$

Середні в'язкості рідини:

$$\lg m'_x = x'_{\text{cp}} \cdot \text{Чг} m'_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} + (1 - x'_{\text{cp}}) \cdot \text{Чг} m'_{\text{H}_2\text{O}} \quad (2.29)$$

$$\lg m''_x = x''_{\text{cp}} \cdot \text{Чг} m''_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} + (1 - x''_{\text{cp}}) \cdot \text{Чг} m''_{\text{H}_2\text{O}} \quad (2.30)$$

де $m'_{\text{CH}_3\text{COCH}_3}, m'_{\text{H}_2\text{O}}$ - в'язкість компонентів заданної бінарної системи при

відповідних концентраціях, Па·с.

Згідно [3, с 499, табл. IX]

$$m'_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = 0,23 \cdot 10^{-3} \text{ Па·с}; m'_{\text{H}_2\text{O}} = 0,47 \cdot 10^{-3} \text{ Па·с.}$$

$$m''_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = 0,22 \cdot 10^{-3} \text{ Па·с}; m''_{\text{H}_2\text{O}} = 0,43 \cdot 10^{-3} \text{ Па·с.}$$

$$\lg m'_x = 0,61 \cdot \text{Чг}(0,23 \cdot 10^{-3}) + (1 - 0,61) \cdot \text{Чг}(0,47 \cdot 10^{-3})$$

$$\lg m''_x = 0,15 \cdot \text{Чг}(0,22 \cdot 10^{-3}) + (1 - 0,15) \cdot \text{Чг}(0,43 \cdot 10^{-3})$$

Рішення рівнянь дає:

$$m'_x = 0,3 \cdot 10^{-3} \text{ Па·с};$$

$$m_x'' = 0,39 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$$

Средняя густина пари в колоні:

$$\rho_n = \frac{\rho_y' + \rho_y''}{2} \quad (2.31)$$

$$\rho_i = \frac{1,83 + 1,08}{2} = 1,46 \text{ кг/м}^3$$

Средняя густина рідини в колоні:

$$\rho_{ж} = \frac{\rho_x' + \rho_x''}{2} \quad (2.32)$$

$$\rho_{ж} = \frac{838,7 + 942,8}{2} = 890,8 \text{ кг/м}^3$$

Відношення масових витрат рідкої і парової фаз:

$$\frac{L_{II}}{G_{III}} = \frac{G_R}{G_V} = \frac{R}{R + 1} \quad (2.33)$$

$$\frac{L_{II}}{G_{III}} = \frac{0,61}{0,61 + 1} = 0,38$$

$$\frac{L_{II}}{G_{III}} = \frac{G_R + G_F}{G_V} = \frac{R + F}{R + 1} \quad (2.34)$$

$$\frac{L_{II}}{G_{III}} = \frac{0,61 + 3,72}{0,61 + 1} = 2,69$$

2.5 Визначення швидкості пари і діаметра колони

Розрахунок ведеться відповідно до методики, наведеної в [4,5].

Гранична швидкість парів:

$$\omega'_{np} = C \cdot \sqrt{\frac{\rho'_x - \rho'_y}{\rho'_y}} \approx C \cdot \sqrt{\frac{\rho'_x}{\rho'_y}} \quad (2.35)$$

$$\omega''_{np} = C \cdot \sqrt{\frac{\rho''_x - \rho''_y}{\rho''_y}} \approx C \cdot \sqrt{\frac{\rho''_x}{\rho''_y}} \quad (2.36)$$

де C – коефіцієнт, який обирається в залежності від типу тарілок і міжтарілкової відстані.

Згідно з рекомендаціями [6, с. 220, табл. 8.1] задаємося міжтарілковою відстанню:

$$H_m = 400 \text{ мм}$$

Правильність вибору міжтарілкової відстані визначається при гідравлічному розрахунку.

Тоді $C=0,0433$ [4, с. 31, рис. 13]

$$\omega'_{np} = 0,0433 \cdot \sqrt{\frac{838,7}{1,83}} = 0,93 \text{ м/с}$$

$$\omega''_{np} = 0,0433 \cdot \sqrt{\frac{942,8}{1,08}} = 1,28 \text{ м/с}$$

Робоча швидкість парів:

$$\omega' = (0,75 \div 0,9) \cdot \omega'_i \delta \quad (2.37)$$

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

$$\omega' = 0,7 \div 0,84 \text{ м/с}; \quad \omega'' = 0,7 \text{ м/с}$$

$$\omega'' = (0,75 \div 0,9) \cdot \omega_i'' \delta \quad (2.38)$$

$$\omega'' = 0,96 \div 1,15 \text{ м/с}; \quad \omega'' = 1,15 \text{ м/с}$$

Объемна витрата парів

$$V_y' = G_V / r_y' \quad (2.39)$$

$$V_y' = 5820,8 / 1,83 = 3180,8 \text{ м}^3 / \text{год}$$

$$V_y'' = G_V / r_y'' \quad (2.40)$$

$$V_y'' = 5820,8 / 1,08 = 5389,6 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Діаметр колони:

$$D' = \sqrt{\frac{V'}{0,785 \cdot \omega'}} \quad (2.41)$$

$$D' = \sqrt{\frac{3180,8}{3600 \cdot 0,785 \cdot 0,7}} = 1,27 \text{ м}$$

$$D'' = \sqrt{\frac{V''}{0,785 \cdot \omega''}} \quad (2.42)$$

$$D'' = \sqrt{\frac{5389,6}{3600 \cdot 0,785 \cdot 1,15}} = 1,29 \text{ м}$$

					<i>ПОХНП.Р. 14.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>30</i>

Приймаємо колону постійного перерізу $D=1400$ мм [5, с. 51, табл. А.7].

Уточнюємо робочу швидкість пари в колоні:

$$\omega = \omega' \cdot (D'/D)^2 \quad (2.43)$$

$$w = 0,7 \left(\frac{1,27}{1,4} \right)^2 = 0,58 \text{ м/с}$$

$$\omega = \omega'' \cdot (D''/D)^2 \quad (2.44)$$

$$w = 1,15 \left(\frac{1,29}{1,4} \right)^2 = 0,58 = 0,98 \text{ м/с}$$

Отримані значення швидкості пари не перевищують значення критичних.

2.6 Гідравлічний розрахунок тарілок

Розрахунок ведеться відповідно до методики, наведеної в [4,6].

Задано необхідними даними для подальшого розрахунку.

Тиск приймемо рівним $P = 0,1$ МПа. У загальному випадку при виборі тиску в колоні необхідно враховувати як експлуатаційні, так і економічні показники процесу ректифікації. Однак якщо немає спеціальних вимог до процесу, слід віддати перевагу роботі ректифікаційної колони під атмосферним тиском.

Розрахункова температура - 100 °С.

За довідковими даними [6, с.228, табл. 8.6] визначаємо основні характеристики колпачкової тарілки для колони діаметром $D = 1400$ мм.

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Таблиця 2.1 Характеристики ковпачкової тарілки ТСК-Р D=1400 мм

Периметр зливу Π , м	1,09
Площа зливу $F_{сл}$ м ²	0,198
Площа прохода пари F_0 м ²	0,162
Довжина шляху рідини на тарілці $l_{ж}$ м	0,933
Зазор під зливним стаканом a , м	0,06
Кількість ковпачків m	49
Діаметр ковпачка $d_{кв}$ мм	100

У завдання подальших гідравлічних розрахунків основних параметрів тарілки входить визначення висоти зливного порога $h_{пор}$, підпору рідини над зливним порогом $h_{сл}$, висоти прорізів ковпачка $h_{пр}$, опору тарілки і загального опору колони.

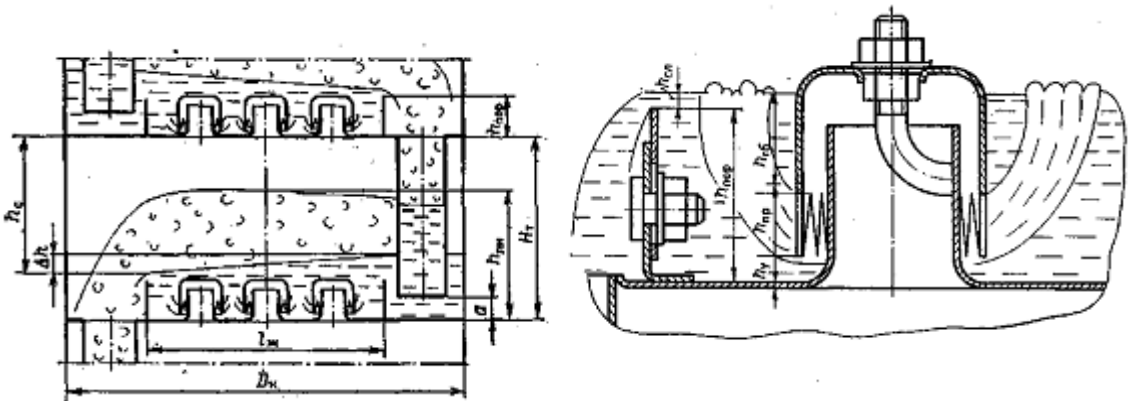


Рис. 2.2 – Розрахункова схема до гідравлічного розрахунку колони з ковпачковими тарілками

Висота підпору рідини над зливним порогом:

$$h_{сл} = 0,68 \sqrt[0,67]{V_x / P} \quad (2.45)$$

де V_x – витрата рідини, що протікає через зливний пристрій м³/с.

$$V_x' = \frac{G_R}{r_x} \quad (2.46)$$

$$V_x' = \frac{2205,4}{3600 \cdot 38,7} = 7,3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V_x'' = \frac{G_R + G_F}{r_x''} \quad (2.47)$$

$$V_x'' = \frac{2205,4 + 7000}{3600 \cdot 942,8} = 2,714 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$h'_{cn} = 0,684 \cdot 7,34 \cdot 10^{-4} / 1,09^{0,67} = 0,005 \text{ м}$$

$$h''_{cn} = 0,684 \cdot 2,714 \cdot 10^{-3} / 1,09^{0,67} = 0,012 \text{ м}$$

Висота прорізів в ковпачках:

$$h_{np} = 0,463 \sqrt{\frac{V_n}{m \cdot \psi \cdot \psi_{III}} \cdot \frac{r_y}{r_x - r_y}} \quad (2.48)$$

Приймаємо [6, с. 231] ковпачок з прямокутними прорізами шириною $b=4$ мм. Кількість прорізів в одному ковпачку $z=26$.

$$h'_{np} = 0,463 \sqrt{\frac{3180,8}{3600 \cdot 49 \cdot 26 \cdot 0,004} \cdot \frac{1,83}{838,7 - 1,83}} = 0,02 \text{ м}$$

$$h''_{np} = 0,463 \sqrt{\frac{5389,6}{3600 \cdot 49 \cdot 26 \cdot 0,004} \cdot \frac{1,08}{942,8 - 1,08}} = 0,022 \text{ м}$$

Приймаємо висоту прорізу $h_{np} = 25$ мм [6, с. 225, табл. 8.4].

В цьому випадку пар буде проходити через повністю відкриті прорізи.

Глибина барботажа:

$$h_{2\delta} = (0,7 / r_x) \psi^{0,35} \quad (2.49)$$

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Швидкість рідини в зливному пристрої:

$$w_{xсл} = V_{xл} / F_{сл} \quad (2.54)$$

$$w'_{xл} = 7,84 \cdot 10^{-4} / 0,198 = 0,004 \text{ м/с}$$

$$w''_{xл} = 2,81 \cdot 10^{-3} / 0,198 = 0,014 \text{ м/с}$$

Умова нормальної роботи тарілки без її захлинання:

$$w_{xсл} < k_5 \cdot \Psi_T^{n_2} \quad (2.55)$$

де k_5, n_2 - табличні значення; $k_5 = 0,225$; $n_2 = 0,8$ [6, с.225, табл. 8.5].

$$k_5 \cdot \Psi_T^{n_2} = 0,225 \cdot 0,4^{0,8} = 0,108$$

Умова дотримується і захлинання зливного пристрою не відбудеться.

Швидкість рідини в зазорі між основою тарілки і нижньою кромкою зливного стакану:

$$w_{xз} = V_{xл} / (\Pi \Psi) < 0,45 \quad (2.56)$$

$$w'_{xз} = 7,84 \cdot 10^{-4} / (1,09 \cdot 0,06) = 0,012 < 0,45$$

$$w''_{xз} = 2,81 \cdot 10^{-3} / (1,09 \cdot 0,06) = 0,043 < 0,45$$

З наведених розрахунків витікає, що обрана одноточна тарілка забезпечить нормальну роботу зливних пристроїв.

Гідравлічний опір тарілки:

$$\Delta p = \Delta p_{сух} + \Delta p_{\sigma} + \Delta p_{пж} \quad (2.57)$$

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

де $\Delta p_{\text{сух}}$ - гідравлічний опір сухої тарілки, Па;

Δp_{σ} - опір, обумовлений силами поверхневого натягу, Па;

$\Delta p_{\text{пж}}$ - опір парорідинного шару на тарілці, Па.

Гідравлічний опір сухої тарілки

$$\Delta p_{\text{сух}} = \zeta \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot \rho_y}{2} \quad (2.58)$$

де ζ - коефіцієнт опору;

ω_0 - швидкість пари в отворах тарілки, м/с.

Для ковпачкової тарілки

$$z = 1,73 \Psi_K^{-0,25} \quad (2.59)$$

$$z = 1,73 \Psi_{0,1}^{-0,25} = 3,08$$

$$\omega_0 = \frac{V_y}{F_0} \quad (2.60)$$

$$\omega_0' = \frac{3180,8}{3600 \cdot 0,162} = 5,45 \text{ м/с}$$

$$\omega_0'' = \frac{5389,6}{3600 \cdot 0,162} = 9,24 \text{ м/с}$$

Таким чином

$$\Delta p_{\text{сух}}' = 3,08 \cdot \frac{5,45^2 \cdot 1,83}{2} = 83,7 \text{ Па}$$

$$\Delta p_{\text{сух}}'' = 3,08 \cdot \frac{9,24^2 \cdot 1,08}{2} = 142 \text{ Па}$$

Опір, обумовлений силами поверхневого натягу:

$$\Delta p_{\sigma} = \frac{4 \cdot \sigma}{d_o} \quad (2.61)$$

де d_o - еквівалентний діаметр, м.

$$d_o = \sqrt{\frac{F_0}{0,785 \cdot m}} \quad (2.62)$$

$$d_o = \sqrt{\frac{0,162}{0,785 \cdot 49}} = 0,064 \text{ м}$$

$$\Delta p_{\sigma}' = \frac{4 \cdot 18,5 \cdot 10^{-3}}{0,064} = 1,2 \text{ Па}$$

$$\Delta p_{\sigma}' = \frac{4 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{0,064} = 1,1 \text{ Па}$$

Опір парорідинного шару на тарілці:

$$\Delta p_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} g h_{\text{ж}} + \frac{h_{\text{нр}} + Dh}{2} \rho_{\text{ж}} \psi_x \psi_{\text{г}} \quad (2.63)$$

где Dh - перепад рівня рідини на тарілці, м.

$$Dh = 0,1 \psi_{\text{э}} \frac{l_{\text{ж}} \psi_x^2}{\rho^2 (\psi_{\text{пор}} + h_{\text{сл}})^3 \psi_{\text{г}}} \quad (2.64)$$

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

де $l_{\text{э}}$ - еквівалентний коефіцієнт опору перетоку рідини по тарілці.

Для ковпачкових тарілок

$$l_{\text{э}} \gg 16\sqrt{d_{\text{ж}}} \quad (2.65)$$

$$l_{\text{э}} \gg 16\sqrt{0,933} = 14,9$$

$$Dh' = 0,1\sqrt{4,9} \frac{0,933(7,84 \cdot 10^{-4})^2}{1,09^2(0,007 + 0,005)^3} = 0,004 \text{ м}$$

$$Dh'' = 0,1\sqrt{4,9} \frac{0,933(2,81 \cdot 10^{-3})^2}{1,09^2(0,054 + 0,012)^3} = 0,007 \text{ м}$$

$$Dp'_{\text{ж}} = \frac{\rho_{\text{ж}}}{2} \left(0,05 + \frac{0,025 + 0,004}{2} \right) \cdot 838,7 \cdot 0,81 = 530,7 \text{ Па}$$

$$Dp''_{\text{ж}} = \frac{\rho_{\text{ж}}}{2} \left(0,041 + \frac{0,025 + 0,007}{2} \right) \cdot 42,8 \cdot 0,81 = 527,2 \text{ Па}$$

Таким чином, загальний опір контактної пристрою:

$$\Delta p' = 83,7 + 1,2 + 530,7 = 615,6 \text{ Па}$$

$$\Delta p'' = 142 + 1,1 + 527,2 = 670,3 \text{ Па}$$

2.7 Визначення кількості тарілок та загального гравітаційного опору колони

Розрахунок ведеться відповідно до методики, наведеної в [4,6].

Графічний метод визначення числа тарілок (додаток А) дав наступні результати:

$$n'_T = 4; \quad n''_T = 3.$$

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Число реальних тарілок:

$$n = \frac{n_T}{\eta} \quad (2.66)$$

где η – к.к.д. тарілки.

Визначаємо значення комплексу при середніх величинах швидкості пара і його густини по висоті колони:

$$w\sqrt{r_{\Pi}} = 0,78\sqrt{1,46} = 0,94$$

Тоді $\eta = 0,8$ [6, с.221, рис. 8.1]

Таким чином

$$n' = 4 / 0,8 \gg 5$$

$$n'' = 3 / 0,8 \gg 4$$

Визначення к.к.д. тарілки і числа ступенів між рівноважною і робочою лініями процесу ректифікації бінарної суміші є досить неточним. Тому скористаємося результатами комп'ютерного розрахунку (додаток В), що має більшу точність, тому що визначення числа зміни ступенів концентрації відбувається за допомогою побудови ступенів між кінетичною кривою процесу і його робочою лінією. Алгоритм визначення числа ступенів зміни концентрації за допомогою ЕОМ наведено нижче.

Число одиниць переносу на тарілці

$$m_{yT} = \frac{22,4}{\omega_p} \left[\frac{273+t}{273} \right] \varphi \cdot K_y \quad (2.67)$$

де φ – коефіцієнт використання площі тарілки;

$$\varphi = f_T / f_a = 0,8 \quad (2.68)$$

										Лист
										40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Коефіцієнт збагачення для тарілки

$$C_y = \frac{AC}{BC} = \lambda^{m_{yt}} \quad (2.69)$$

де AC і BC – відрізки, що визначають відстань від кривої рівноваги до робочої лінії і від кривої рівноваги до кінетичної кривої відповідно, при цьому на кривій рівноваги знаходяться точки C , а на кінетичній кривій – точки B .

Число тарілок для всієї колони визначаємо графічно в результаті побудови прямокутних трикутників (ламаної ступінчастої лінії) між кінетичною кривою і робочими лініями верхньої і нижньої частин колони. При такій побудові горизонтальна лінія між кінетичною кривою та робочою точкою на діаграмі $y-x$ представляє фактичну зміну концентрації ЛКК в рідкій фазі на одній тарілці, а вертикальна лінія – фактична зміна концентрації ЛКК в паровій фазі на тій же тарілці. Число перетинів кінетичної кривої відповідає числу тарілок.

Результат комп'ютерного розрахунку дав $n' = 7$; $n'' = 5$.

Загальний опір колони:

$$Dp = Dp' \Psi' + Dp'' \Psi'' \quad (2.70)$$

$$Dp = 7 \Psi 15,6 + 5 \Psi 70,3 = 7660,7 \text{ Па}$$

2.8 Тепловий розрахунок колони

Розрахунок ведеться відповідно до методики, наведеної в в [3].

По $t-x-y$ діаграмі (додаток А):

$$t_D = 57 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_W = 87,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$c_W = \bar{x}_W c_{CH_3COCH_3} + (1 - \bar{x}_W) c_{H_2O} \quad (2.75)$$

$$c_F = \bar{x}_F c_{CH_3COCH_3} + (1 - \bar{x}_F) c_{H_2O} \quad (2.76)$$

где $c_{CH_3COCH_3}, c_{H_2O}$ - питомі теплоємності компонентів бінарної суміші при відповідній температурі ккал/(кг·К).

при t_D $c_{CH_3COCH_3} = 0,56$ ккал/(кг·К); $c_{H_2O} = 1$ ккал/(кг·К)

при t_W $c_{CH_3COCH_3} = 0,585$ ккал/(кг·К); $c_{H_2O} = 1$ ккал/(кг·К)

при t_F $c_{CH_3COCH_3} = 0,565$ ккал/(кг·К); $c_{H_2O} = 1$ ккал/(кг·К)

Значення $c_{CH_3COCH_3}, c_{H_2O}$ визначені відповідно [3, с. 544, рис. XI].

$$c_D = 0,98 \cdot 0,56 + (1 - 0,98) \cdot 1 = 0,569 \text{ ккал/(кг·К)}$$

$$c_W = 0,07 \cdot 0,585 + (1 - 0,07) \cdot 1 = 0,971 \text{ ккал/(кг·К)}$$

$$c_F = 0,54 \cdot 0,565 + (1 - 0,54) \cdot 1 = 0,765 \text{ ккал/(кг·К)}$$

Теплові втрати прийняті в розмірі 3% від корисно витраченої теплоту.
тоді

$$Q_K = 1,03 \cdot 902708,1 + \frac{3615,4}{3600} \cdot 0,569 \cdot 190 \cdot 57 + \frac{3384,6}{3600} \cdot 0,971 \cdot 190 \cdot 87,5 - \frac{7000}{3600} \cdot 0,765 \cdot 190 \cdot 63 = 1010657,6 \text{ Вт}$$

Витрата теплоту в паровому підігрівачі початкової суміші:

$$Q_F = 1,05 G_F c_F (t_F - t_{нач}) \quad (2.77)$$

Тут теплові втрати прийняті в розмірі 5%.

Значення c_F взято при температурі $(63+18)/2 \approx 41^\circ\text{C}$

$c_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = 0,54 \text{ ккал}/(\text{кг}\cdot\text{K}); c_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ ккал}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ [3, с. 544, рис. XI].

$$c_F = 0,54 \cdot 0,54 + (1 - 0,54) \cdot 1 = 0,751$$

$$Q_F = 1,05 \cdot \frac{7000}{3600} \cdot 0,751 \cdot 190 \cdot (63 - 18) = 289102,1 \text{ Вт}$$

Витрата теплоти, що віддається охолоджуючій воді у водяному холодильнику дистиляту:

$$Q_D = G_D \cdot c_D \cdot (t_D - t_{\text{конд}}) \quad (2.78)$$

де питома теплоємність дистилята c_D прийнята при температурі $(57+25)/2 \approx 41^\circ\text{C}$.

$c_{\text{CH}_3\text{COCH}_3} = 0,53 \text{ ккал}/(\text{кг}\cdot\text{K}); c_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ ккал}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ [3, с. 544, рис. XI].

$$c_D = 0,98 \cdot 0,53 + (1 - 0,98) \cdot 1 = 0,539 \text{ ккал}/(\text{кг}\cdot\text{K})$$

$$Q_D = \frac{3615,4}{3600} \cdot 0,539 \cdot 190 \cdot (57 - 25) = 72578,3 \text{ Вт}$$

Витрата теплоти, що віддається охолоджуючій воді у водяному холодильнику кубового залишку:

$$Q_W = G_W \cdot c_W \cdot (t_W - t_{\text{конд}}) \quad (2.79)$$

де питома теплоємність кубового залишку взята при температурі $(87,5+25)/2 \approx 56^\circ\text{C}$.

										Лист
										44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$d = \sqrt{\frac{G_R}{0,785 \cdot \rho_x \cdot \omega}} \quad (2.82)$$

де $\omega = 1,2$ м/с

$$d = \sqrt{\frac{2205,4}{3600 \cdot 0,785 \cdot 838,7 \cdot 1,2}} = 0,028 \text{ м}$$

Приймаємо $d_y = 40$ мм [2, с. 175, табл. 10.2].

3) Діаметр штуцера для відведення кубової рідини із колони:

$$d = \sqrt{\frac{G_W + G_V}{0,785 \cdot \rho_x \cdot \omega}} \quad (2.83)$$

де $\omega = 1,5$ м/с

$$d = \sqrt{\frac{3384,6 + 5820,8}{3600 \cdot 0,785 \cdot 942,8 \cdot 1,5}} = 0,048 \text{ м}$$

Приймаємо $d_y = 50$ мм [2, с. 175, табл. 10.2].

4) Діаметр штуцера для підведення пари із кип'ятильника:

$$d = \sqrt{\frac{G_W}{0,785 \cdot \rho_y \cdot \omega}} \quad (2.84)$$

де $\omega = 10-20$ м/с [3]; приймаємо $\omega = 10$ м/с.

$$d = \sqrt{\frac{3384,6}{3600 \cdot 0,785 \cdot 1,08 \cdot 10}} = 0,333 \text{ м}$$

Приймаємо $d_y = 400$ мм [2, с. 175, табл. 10.2].

5) Діаметр штуцера для відведення пари із верхньої частини колони:

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

3 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ, ЖОРСТКІСТЬ И СТІЙКІСТЬ

3.1 Розрахунок товщини стінки корпусу апарату

Розрахунок ведеться відповідно до методики, наведеної в [2,7].

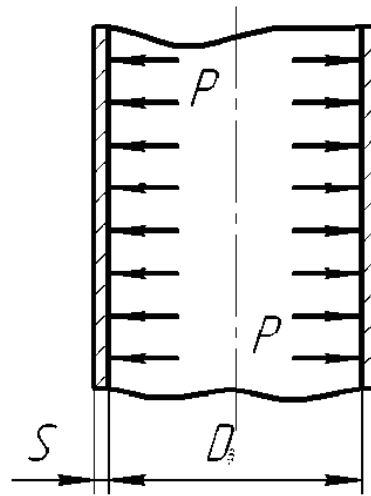


Рис. 3.1 - Ескіз циліндричної обичайки

Розрахункова температура стінки корпусу апарату дорівнює максимальній температурі середовища в апараті; приймаємо $t_p = t_{max} = 100$ °C.

Визначаємо допустиму напругу в робочих умовах:

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

де σ^* - нормативна допустима напруга для сталі 12Х18Н10Т при розрахунковій температурі [2, с.12 табл. 1.4]; $\sigma^* = 152$ МПа;

η - поправочний коефіцієнт, що враховує вид заготовки; для листового прокату $\eta = 1,0$.

$$\eta \frac{\sigma^*}{\sigma} = 1,0 \cdot 152 = 152 \text{ МПа}$$

Під час гідравлічних випробувань:

$$\eta \frac{\sigma^*}{\sigma} = \frac{s}{1,1} \quad (3.2)$$

									Лист
									48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

де s_{t20} - межа текучості матеріалу при 20°C ; для сталі 12X18H10T $\sigma_{m20}=240$ МПа [3, с.41, табл. 3.8].

$$\frac{\sigma_{m20}}{1,1} = \frac{240}{1,1} = 218,18 \text{ МПа}$$

Пробний тиск при гідравлічному випробуванні:

$$p_u = \max\left\{1,5 \cdot \frac{\sigma_{m20}}{[\sigma]}; 0,2\right\} \quad (3.3)$$

де $[\sigma]_{20}$ - допустиме напруження матеріалу при температурі 20°C ; для сталі 12X18H10T $[\sigma]_{20}=160$ МПа [2, с.12 табл. 1.4].

$$p_u = \max\left\{1,5 \cdot \frac{160}{152}; 0,2\right\} = \max\{0,16; 0,2\} = 0,2 \text{ МПа}$$

Прибавка до розрахункових товщин конструктивних елементів для сталі 12X18H10T в заданих робочих умовах:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad (3.4)$$

де C_1 - прибавка на компенсацію корозії і ерозії;

C_2 - прибавка на компенсацію мінусового допуску; для листового прокату

$C_2 = 0,4$ мм;

C_3 - технологічна прибавка; $C_3 = 0$.

$$C_1 = \Pi \tau \quad (3.5)$$

де Π - проникність матеріалу; для сталі 12X18H10T $\Pi = 0,1$ мм/год;

τ - термін служби апарату; $\tau = 10$ років.

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$C_1 = 0,140 = 1 \text{ мм}$$

$$C = 1 + 0,4 + 0 = 1,4 \text{ мм}$$

Визначаємо виконавчу товщину стінки циліндричної обичайки:

$$S \geq S_p + C \quad (3.6)$$

де S_p - розрахункова товщина стінки циліндричної обичайки.

$$S_p = \max \left\{ \frac{p_p \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot p_p}; \frac{p_u \cdot D}{2 \cdot \varphi \cdot p_u} \right\} \quad (3.7)$$

де D - внутрішній діаметр обичайки;

φ - коефіцієнт міцності зварних з'єднань; для напівавтоматичного дугового електрозварювання $\varphi = 0,9$.

$$S_p = \max \left\{ \frac{0,14,4}{2 \cdot 0,9 \cdot 52 - 0,1}; \frac{0,24,4}{2 \cdot 0,9 \cdot 18,18 - 0,2} \right\} = \max \{0,4640^{-3}; 0,6440^{-3}\} = 0,6440^{-3} \text{ м}$$

$$S \geq 0,6440^{-3} + 1,440^{-3} = 2,0440^{-3} \text{ м}$$

Згідно з рекомендаціями [6, с. 153, табл. 6.4] приймаємо виконавчу товщину стінки обичайки $S = 5 \text{ мм}$.

Перевіряємо умову застосовності формул:

$$\frac{S - C}{D} < 0,1 \quad (3.8)$$

$$\frac{5 - 1,4}{1400} < 0,1 ;$$

										Лист
										50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ					

$0,026 < 0,1$ - умова виконується.

Визначаємо допустимий внутрішній надлишковий тиск в робочих умовах:

$$p_{\text{вн}}^{\text{доп}} = \frac{2\psi \psi_s \mu (S - C)}{D + (S - C)} \quad (3.9)$$

$$p_{\text{вн}}^{\text{доп}} = \frac{2 \cdot 0,9452 \cdot 0,005 - 0,0014}{1,4 + (0,005 - 0,0014)} = 0,7 \text{ МПа}$$

Визначаємо допустимий внутрішній надлишковий тиск в умовах гідравлічних випробувань:

$$p_{\text{вн}}^{\text{доп}} = \frac{2\psi \psi_s \mu (S - C)}{D + (S - C)} \quad (3.10)$$

$$p_{\text{вн}}^{\text{доп}} = \frac{2 \cdot 0,9418 \cdot 0,005 - 0,0014}{1,4 + (0,006 - 0,0014)} = 1,01 \text{ МПа}$$

3.2 Розрахунок товщини стінки еліптичного днища

Розрахунок ведеться відповідно до методики, наведеної в [2,7].

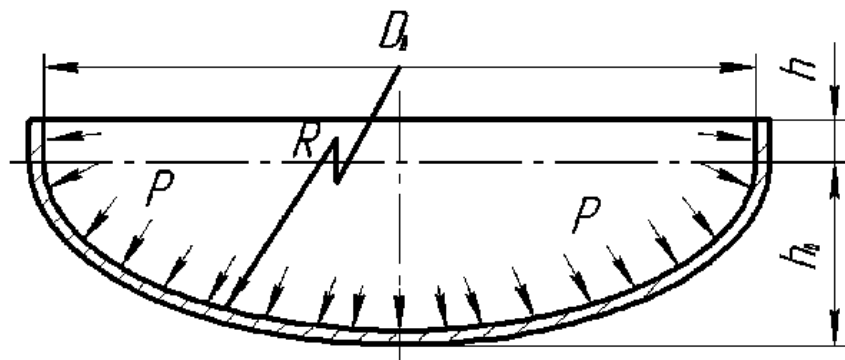


Рис. 3.2 – Ескіз еліптичного днища

Визначаємо виконавчу товщину стінки днища:

$$S_1 \geq S_{1p} + C \quad (3.11)$$

где S_{1p} - розрахункова товщина стінки днища.

$$S_{1p} = \max \left\{ \frac{p_p D}{2\psi \psi_s + 0,5\psi_p}; \frac{p_u D}{2\psi \psi_s u - 0,5\psi_u} \right\} \quad (3.12)$$

$$S_{1p} = \max \left\{ \frac{0,14,4}{2 \cdot 0,9452 + 0,5 \cdot 0,1}; \frac{0,24,4}{2 \cdot 0,9418,18 + 0,5 \cdot 0,2} \right\} = \max \{0,46 \cdot 10^{-3}; 0,64 \cdot 10^{-3}\} = 0,64 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$S_1 = 0,64 \cdot 10^{-3} + 1,4 \cdot 10^{-3} = 2,04 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Згідно з рекомендаціями [6, с. 153, табл. 6.4] приймаємо виконавчу товщину стінки обичайки $S=5\text{мм}$.

Перевіряємо умову застосовності формул:

$$0,002 < \frac{S_1 - C}{D} \leq 0,1 \quad (3.13)$$

$$0,002 < \frac{5 - 1,4}{1400} \leq 0,1;$$

$0,002 < 0,0026 < 0,1$ - умова виконується.

Визначаємо допустимий внутрішній надлишковий тиск в робочих умовах:

$$p_{\text{вн}} = \frac{2\psi \psi_s \psi_s S_1 - C \psi_s}{D + 0,5\psi S_1 - C \psi} \quad (3.14)$$

$$\bar{p}_{\text{вн}} = \frac{2 \cdot 0,9452 \cdot (0,005 - 0,0014)}{1,4 + 0,5 \cdot (0,005 - 0,0014)} = 0,70 \text{ МПа}$$

Визначаємо допустимий внутрішній надлишковий тиск в умовах гідравлічних випробувань:

$$\bar{p}_{\text{вн}} = \frac{2 \cdot \sigma_{\text{т}} \cdot \mu \cdot S_1 - C_{\text{н}}}{D + 0,5 \cdot S_1 - C_{\text{н}}} \quad (3.15)$$

$$\bar{p}_{\text{вн}} = \frac{2 \cdot 0,94 \cdot 18,18 \cdot (0,005 - 0,0014)}{1,4 + 0,5 \cdot (0,005 - 0,0014)} = 1,01 \text{ МПа}$$

3.3 Розрахунок і вибір опори

Розрахунок ведеться відповідно до методики, наведеної в [1,2].

Визначаємо вагові характеристики колони на підставі попередньої конструктивної розробки апарату.

Визначаємо силу тяжіння апарату:

$$Q_1 = M_a \cdot g \quad (3.16)$$

де M_a - маса колони, кг; g - прискорення вільного падіння, м/с².

$$M_a = 2 \cdot M_{\text{д}} + M_{\text{об}} + 12 \cdot M_{\text{т}} + M_{\text{ф}} \quad (3.17)$$

где $M_{\text{д}}, M_{\text{об}}, M_{\text{т}}, M_{\text{ф}}$ - маса відповідно днища (кришки), корпусу обичайки, тарілки і фланця, кг.

$M_{\text{д}} = 106$ кг [1, с. 440, табл. 16.1];

$M_{\text{т}} = 152$ кг [1, с. 610, табл. 24.2];

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Визначаємо силу тяжіння води при гідравлічному випробуванні:

$$Q_2 = \gamma \frac{V_{\text{дн}}^2}{4} + 2\gamma V_{\text{дн}} \quad (3.20)$$

де $V_{\text{дн}}$ - об'єм днища, м^3 ; $V_{\text{дн}} = 0,396 \text{ м}^3$ [2, с.117, табл. 7.2];

γ - питома вага рідини, $\text{Н}/\text{м}^3$; $\gamma = 10000 \text{ Н}/\text{м}^3$;

$$Q_2 = 10000 \frac{0,396^2}{4} + 2 \cdot 10000 \cdot 0,396 = 118699,2 \text{ Н}$$

Визначаємо максимальну силу тяжіння колони:

$$Q_{\text{max}} = Q_1 + Q_2 \quad (3.21)$$

$$Q_{\text{max}} = 36324,5 + 118699,2 = 155023,7 \text{ Н}$$

Визначаємо мінімальну силу тяжіння колони (без рідини):

$$Q_{\text{min}} = Q_1 = 36324,5 \text{ Н}$$

Визначаємо максимальне і мінімальне приведені навантаження:

$$Q_{\text{пр. max}} = Q_{\text{max}} + \frac{4M}{D} \quad (3.22)$$

$$Q_{\text{пр. min}} = Q_{\text{min}} + \frac{4M}{D} \quad (3.23)$$

де M - вітровий момент; для даного випадку $M = 0$, так як колона встановлена в приміщенні;

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

$$Q_{np.max} = Q_{max} = 155023,7 \text{ Н}$$

$$Q_{np.min} = Q_{min} = 36324,5 \text{ Н}$$

По ГОСТ 20-467-78 [2, с. 288, табл. 14.10, с.288, табл. 14.11] обираємо опору: 1-1200-63-32-1400, яка має наступні параметри:

- зовнішній діаметр $D_1 = 1680 \text{ мм}$;
- діаметр долтового кола $D_6 = 1560 \text{ мм}$;
- кількість долтів $Z_6 = 8 \text{ шт}$;
- товщина опорного кільця $S_2 = 20 \text{ мм}$.

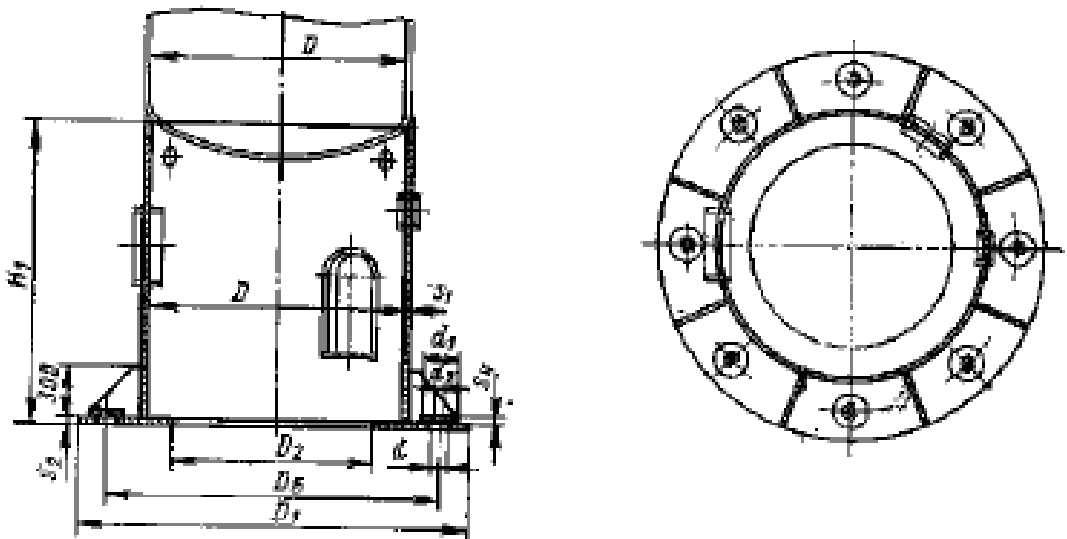


Рис. 3.4 – Опора ректифікаційної колони

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ

Лист

56

Спосіб нарощування. Монтаж ведеться, починаючи з нижньої частини апарату або механізму, шляхом послідовного нарощування вищерозташованих частин апарату або механізму. Цей спосіб вимагає пристрою лісів і рихтвання, так як у міру нарощування обладнання роботи доводиться проводити на все більшою і більшою висоті. Спосіб цей найбільш характерний для методу послідовного монтажу з окремих деталей і вузлів і застосовується також при монтажі укрупненими блоками.

Спосіб підрощування. При цьому способі монтаж ведеться, починаючи з верхньої частини апарату або механізму. Змонтовану частину піднімають на висоту, достатню для установки під нею нижележащої частини, після чого обидві частини стикуються, виробляють знову підйом змонтованої частини обладнання на необхідну висоту і так до повного складання всього апарату або механізму. Спосіб цей має ту перевагу, що всі роботи проводяться внизу і немає необхідності влаштовувати лісу і підмостки. Для свого здійснення спосіб вимагає наявності механізмів, вантажопідйомність яких не менше ваги повністю зібраного апарату або механізму.

Спосіб установки поворотом. Цей спосіб може бути здійснений не тільки за допомогою щогл і порталів, а й за допомогою стрілових кранів і трубоукладачів і часто застосовується, поряд з іншими способами, при монтажі вертикальних апаратів в повністю зібраному вигляді.

Потрібна вантажопідйомність механізмів при цьому способі може виявитися значно менше ваги апарату, особливо якщо центр ваги апарату розташований близько до основи.

Спосіб установки підйомом з подтасківанню нижній частині апарату до фундаменту в процесі підйому. При цьому способі апарат піднімають за верхній кінець, а нижній кінець, покладений на санчата, підтягують в процесі підйому за допомогою трактора або лебідки так, щоб вантажні поліспасти весь час розташовувалися вертикально. Цей спосіб застосовується при монтажі повністю зібраних апаратів.

Спосіб установки підйомом в горизонтальному або похилому положенні з наступним поворотом апарату. При цьому способі строповка апарату проводиться за цапфи або помилкові штуцера, розташовані трохи вище центру ваги апарату. При підйомі апарат утримують в горизонтальному положенні за допомогою відтягнення і допоміжної лебідки. Після підйому апарату на необхідну висоту відтягнення послаблюється, апарат займає вертикальне положення і опускається на фундамент в проектне положення. Область застосування цього способу монтажу обладнання та ж, що і попереднього способу.

Спосіб установки підйомом з подальшим переведенням апарату до місця установки шляхом повороту або зміни вильоту стріли крана, переміщенням крана, або нахилом щогли або порталу. Цей метод є основним при використанні стрілових кранів і часто застосовується при використанні щогл і порталів. Хоча установка гоїдаються щогл і порталів складніша і трудомістка, ніж нерухомих, але при цьому відпадає необхідність затягування апарату на фундамент і виробляти підготовчі роботи можна в стороні від фундаменту на рівному місці, що повністю виправдовує додаткові роботи по установці гоїдаються щогл і порталів. Цей метод можна застосовувати як для горизонтальних, так і для вертикальних апаратів.

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

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

*У більшості випадків колонні апарати готують до ремонту в такий
спосіб. 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 про-
мивають водою. У деяких випадках пропарку і промивку чергують кілька
разів. Час операції обмовляється у виробничій інструкції (технологічному
регламенті) кожної технологічної установки або технологічного блоку.*

*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
попередньо (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 темпера-
тур відбувається сильна притока повітря в колону, що може привести до
утворення вибухонебезпечної суміші. З метою скорочення тривалості ре-
монтних робіт ще при промиванні колону водою відвертають частину
болтів на тих люках, які будуть розкриватися, не порушуючи при цьому
герметичності.*

*Після відкривання люків колона деякий час провітрюється в результаті
природної конвекції повітря. Можливість ремонтних робіт в колоні вста-
новлюють виходячи з результатів лабораторного аналізу проби повітря,
взятого з неї. Доступ людей в колону можливий, якщо концентрація
вуглеводнів в пробі не перевищує 300 мг/м³, а вміст сірководню -10
мг/м³. Гранічно допустимі концентрації інших речовин в технологічній
карті (технологічному регламенті) кожної установки, блоку або відділення.
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 знахо-
диться всередині колони робочого постійно спостерігає спеціально
виділений для цієї мети робочий. Тривалість безперервної роботи в колоні
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 ремонтовано-
го апарату вибухонебезпечних, горючих або токсичних рідин, парів і газів
всяку роботу слід негайно припинити. При підготовці колони пред'являють*

						ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			62

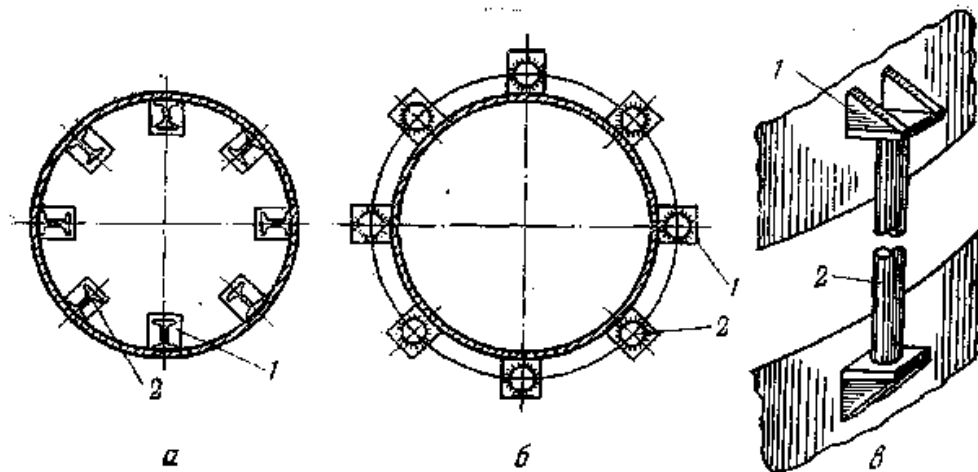


Рис. 4.1. - Посилення колони в місцях вирізаних поясів: а - внутрішніми стійками; б - зовнішніми стійками; в - схема кріплення стійки; 1 - лапа; 2 - стійка.

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.

Ремонт внутрішніх пристроїв.

При ремонті внутрішні пристрої колон очищають від бруду, коксу та інших відкладень. Тверду і тістоподібну масу вигрібають лопатками або шкребками-Чистилки, кокс видаляють за допомогою пневматичних віддійних молотків. Видалення відкладень завжди супроводжується підвищенням концентрації шкідливих газів в колоні; в цей період всередині колони рекомендується працювати в шлангових протигазах.

Ремонт внутрішніх пристроїв пов'язаний з багаторазовим підйомом нових і спуском зношених деталей; такі операції бажано механізувати. До верхньої частини корпусу колони кріплять поворотний або нерухомий кран-укосину (рис. 3.2). Кран можна прикріпити також до стійок центральних пілонів сходових клітей. Електролебідку з електродвигуном у видухонебезпечному виконанні або пневмолебідку до крана-укосину встановлюють біля основи колони або на майданчику, яку обслуговує кран-укосина.

Визначення зносу і відбраковування внутрішніх пристроїв виробляються згідно з чинними методиками і нормам. Зношені деталі, а іноді й цілі вузли замінюють новими.

Досить трудомісткими є операції, пов'язані з розбиранням закоксованих тарілок і віддійників. Спочатку їх звільняють від коксу механічною чищенням (шкребками), потім за допомогою ланцюгових талів, що підвішуються всередині колони за надійні конструкції (наприклад, опорні балки), отдирають кожен елемент від місця посадки. Для цієї операції не можна застосовувати трос з лебідкою: за рахунок сили пружності троса вирваний елемент сильно відскакує і може пошкодити колону або заподіяти травму знаходяться в колоні робочим.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

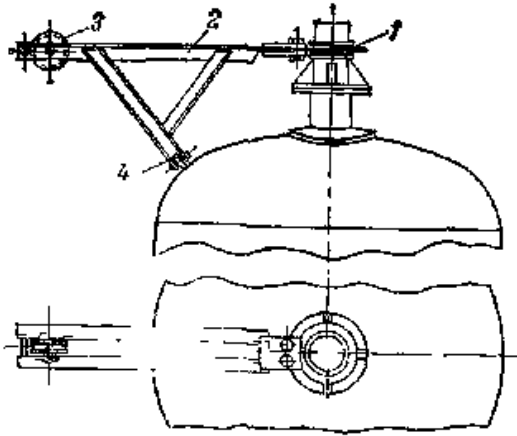


Рис. 4.2. - Кран-укосина на корпусі апарата: 1 - стійка; 2 кронштейн; 3 - блок; 4-ролик.

					<i>ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

ультрафіолетового випромінювання для люмінесцентного контролю якості і промислових виробів” – для ультрафіолетових випромінювань;

- рівні лазерних випромінювань не повинні перевищувати гранично допустимі значення за СНіП 2392-81;

- потужності експозиційних доз невикористаного рентгенівського випромінювання не повинні перевищувати норм, встановлених ГОСТ 12.2.006-83 та “Санітарними правилами роботи з джерелами невикористовуваного рентгенівського випромінювання”;

Санітарно-гігієнічні та інші норми для робочих місць наведені в довіднику з охорони праці на промислових підприємствах.

Лікувально-профілактичні заходи передбачають попередні та періодичні медичні огляди працівників, переведення працівників на легшу роботу за станом здоров'я, безплатне забезпечення лікувально-профілактичним харчуванням працівників на роботах з тяжкими та шкідливими умовами праці, відшкодування потерпілому працівнику витрат на лікування, протезування, придбання транспортних засобів, по догляду за ним та інші види медичної допомоги, особливі вимоги з охорони праці жінок, неповнолітніх та інвалідів.

Під час укладання трудового договору роботодавець повинен поінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору, карт умов праці на робочому місці. Забороняється укладати договір з громадянином, якому за медичними та психологічними висновками протипоказана запропонована робота.

Згідно із Законом “Про охорону праці”, усі працівники підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, котрі спричинили втрату працездатності.

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-подготовчі умови повинні відповідати вимогам законодавства та нормативно-правовим актам про охорону праці.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я, або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці.

За період простою з причин, які виникли не з вини працівника, за ним зберігається середній заробіток.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не

											Лист
											67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

встановлені норми, видавати працівникові певні засоби індивідуального захисту, якщо фактичні умови праці цього працівника вимагають їх застосування.

Працівникові відшкодовуються збитки, заподіяні йому каліцтвом або іншим ушкодженням здоров'я, пов'язаним з виконанням ним трудових обов'язків, а при настанні стійкої втрати професійної працездатності сплачується одноразова допомога.

Закон з охорони праці регламентує багато інших питань організації її управління цією діяльністю на підприємстві, визначає державне управління охороною праці, державний нагляд і громадський контроль за охороною праці, відповідальність працівників за порушення законодавства з охорони праці.

Таким чином, у Законі "Про охорону праці" реалізована концепція управління охороною праці в державі, яка полягає в пріоритеті життя і здоров'я працівників і запровадженні плати за ризик (пільги працівникам за шкідливі й важкі умови праці, диференційовані страхові тарифи, штрафні санкції) – як важелі здійснення державної політики в цій галузі. Крім того, встановлений принцип добровільності прийняття ризику: ніхто не має права наражати людину на ризик без її згоди. Одночасно встановлений принцип правового регулювання ризику шляхом створення нормативно-правових актів, які визначають систему заборон і норм попередження нещасних випадків і профзахворювань. Розроблений також порядок доступності й відкритості інформації з питань охорони праці.

У Законі передбачені механізми попередження шкоди людині й суспільству, а також відшкодування завданого збитку, закладені правові норми управління охороною праці, котрі забезпечують організаційно-господарську та наглядову діяльність шляхом визначення повноважень, прав і відповідальності господарських органів, а також органів місцевого самоврядування і виконавчих органів влади. Закон передбачає чітку систему державного управління охороною праці від уряду, при якому створена Національна рада з гарантування безпечної діяльності населення, до підприємства.

Законом передбачається експертиза проектів з питань охорони праці та створення відповідних експертно-технічних центрів, запроваджено сертифікацію безпеки машинобудівної продукції. Матеріальних збитків від нещасних випадків зазнають проектно-конструкторські організації й заводи-виробники неякісної, небезпечної продукції.

Законом підвищена роль і престиж служби охорони праці, яка підпорядкована безпосередньо власнику (керівнику) підприємства й прирівняна до служб головних спеціалістів. У місцевих органах державної виконавчої влади створено службу охорони праці для організації і контролю цієї роботи на підприємствах регіону. Особливе значення в законі надається підвищенню рівня навчання керівного складу підприємств і робітників з питань охорони праці.

Для роботодавців встановлено жорсткі вимоги щодо: впровадження ефективної системи управління охороною праці на підприємстві; створення посадових інструкцій з питань охорони праці; розроблення щорічних комплексних заходів з охорони праці; формування фонду охорони праці підприємства; обрання уповноважених з охорони праці трудових колективів; розроблення розділу "Охорона праці" в колективному договорі; ознайомлення

					ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

(під розписку) кожного працівника з умовами праці на його робочому місці; проведення попереднього медичного обстеження робітників на важких роботах і на роботах зі шкідливими або небезпечними умовами праці чи таких, де необхідний професійний відбір.

Закон не допускає керуватися суто економічними міркуваннями при плануванні та організації виконання заходів щодо підвищення рівня безпеки і умов праці, попередження нещасних випадків і профзахворювань.

					<i>ПОХНП.Р.14.00.00 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>70</i>

