

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
виробництв"**

Тема роботи: «Газофракціонуюча установка. Розробити
ізопентанову ректифікаційну колону з ковпачковими тарілками»

Виконав:

студент групи ХМ-71/2 ОНГВ Шах Артем Дмитрович

підпис

Залікова книжка

№ _____

Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК

Керівник:

з оцінкою _____

" ____ " _____ 20__ р.

підпис, дата

Підпис голови

(заступника голови) комісії

СУМИ 2021

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра хімічної інженерії

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"

Освітня програма "Обладнання нафто- та газопереробних виробництв"

Курс 4 Група ХМ-71/2 ОНГВ Семестр 2

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту Шах Артем Дмитрович

1 Тема проекту: «Газофракціонуюча установка. Розробити ізопентанову ректифікаційну колону з ковпачковими тарілками»

2 Вихідні дані: Продуктивність за сировиною (суміш ізопентану і нормального пентану) $G_f = 5000$ кг/год. Вміст ізопентану в продуктах (% мольн.): у вихідній суміші $x_f = 40$; у дистилляті $x_d = 98,5$; у кубовому залишку $x_w = 1$.

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

1. Технологічна схема газофракціонуючої установки - 1,00 арк.

2. Складальне креслення ректифікаційної колони - 1,00 арк.

3. Складальне креслення ковпачкової тарілки - 1,00 арк.

4 Рекомендована література: Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. - Суми : Сумський державний університет, 2019. - 32 с.

5. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

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

6 Дата видачі завдання _____

Керівник _____

підпис

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 66 с., 16 рис., 9 табл., 2 додатки, 18 джерел.

Графічні матеріали: технологічна: складальне креслення апарата, складальні креслення ковпачкової тарілки, технологічна схема ГФУ – усього 3 аркуші формату А1.

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра «Газофракціонуюча установка. Розробити ізопентанову ректифікаційну колону з ковпачковими тарілками».

Наведені теоретичні основи та особливості процесу ректифікації у виробництві пентану та ізопентану, виконані розрахунки матеріального і теплового балансів процесу, технологічні розрахунки апарата, визначені його розміри, гідравлічний опір, обґрунтований вибір матеріалу для виготовлення апарата, розраховане і вибране допоміжне обладнання.

На ПЕОМ розраховані коефіцієнти масопередачі з урахуванням інтенсивності взаємодії фаз на тарілці та обчислена кількість реальних тарілок.

Розрахунками на міцність і герметичність показана надійність роботи спроектованого апарата.

Ключові слова: АПАРАТ, УСТАНОВКА, МЕТАНОЛ, КОЛОНА РЕКТИФІКАЦІЙНА, РОЗРАХУНОК, МОНТАЖ, РЕМОНТ, ГРОЗОЗАХИСТ, РЕКТИФІКАЦІЯ, КОВПАЧКОВА, ТАРІЛКА, ТЕМПЕРАТУРА, ТИСК, ПЕНТАН, ОХОРОНА ПРАЦІ, РЕМОНТ.

Зміст	с.
Вступ	4
1. Технологічна частина	6
1.1 Опис технологічної схеми установки.	6
1.2 Теоретичні основи процесу.	8
1.3. Опис об'єкта розроблення та вибір основних конструктивних матеріалів.	10
2. Технологічні розрахунки процесу і апарата.	15
2.1. Матеріальний та тепловий баланси процесу.	15
2.2. Технологічні розрахунки	19
2.3. Конструктивні розрахунки	23
2.4. Гідравлічний опір апарата	27
2.5. Розрахунок діаметрів штуцерів.	29
2.6. Вибір допоміжного обладнання	34
3. Розрахунки апарата на міцність та герметичність	36
3.1 Визначення товщини стінки корпусу, кришки апарата.	36
3.2. Розрахунок зміцнення отворів центральної обичайки.	38
3.3. Вибір и розрахунок опори.	30
4. Монтаж та ремонт апарата	45
4.1. Монтаж розробленого апарата	45
4.2. Ремонт апарата	49
5. Охорона праці	56
Список літератури	65
Додатки А	
Додаток Б	

					XI.P.00.00.00.ПЗ		
Змн.	Арк.	№	Дата				
Розроб.		Шах А.Д.		Ректифікаційна колона з ковпачковими тарілками	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Михайлоєський					77
Реценз.					СумДУ ХМ-71/2 ОНГВ		
Н. Контр.							
Затверд.							

Вступ

Матеріали розділу – за даними [14,15]

У хімічній промисловості здійснюються різноманітні процеси, в яких вихідні матеріали в результаті хімічної взаємодії зазнають глибоких змін, що супроводжуються зміною агрегатного стану, внутрішньої структури і складу речовин. Поряд з хімічними реакціями, які є основою хіміко-технологічних процесів, останні зазвичай включають численні фізичні та фізико-хімічні процеси. До таких процесів відносяться: переміщення рідин і твердих матеріалів, стиснення і транспортування газів, нагрівання та охолодження речовин, розділення рідких і газових неоднорідних сумішей, випарювання розчинів, сушіння 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 спиртовий промисловості, в технологіях отримання рідкісних і розсіяних елементів, в установках розділення природного газу і повітря. До числа основних апаратів відносяться тарілчасті і

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

насадкові колони. Процес безпосередньо відбувається на тарілках в тарілчастих колонах і в шарі насадки в насадкових колонах.

Установка ГФУ- 1 призначена для розділення газу і стабілізації бензину каталітичного кернінгу. Установка складається з блоку очищення газів, блоку компресії, блоку абсорбції і ректифікації. Блок відчистки призначений для відчистки жирного газу від сірководня. Блок компресії призначений для компремирования жирного газу. Блок абсорбції і ректифікації призначений для витягання необхідних компонентів з газу, того, що поступає в абсорбер з подальшим розділенням його по фракція на блоці ректифікації. Є можливість роботи установки по повній і спрощеній(укороченою) схемам.

Для праці установки за повною схемою необхідно ввести в експлуатацію ПВД (парк високого тиску), для прийняття пропан-пропиленовой і бутан-бутиленовой фракції з установки ГФУ- 1.

При праці за спрощеною схемою на установки виходять наступні продукти : бензин, рефлюкс(вуглеводні C5 і нижче), сірководень і сухий газ.

Сировиною установки є жирний газ і нестабільний бензин.

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічна частина

1.1 Опис технологічної схеми установки.

Матеріали розділу – за даними [5].

Бензин з розчиненими у ньому газами є нестабільним, і використання його призводить до утворення газових пробок у паливній системі двигуна та до значних втрат при зберіганні та транспортуванні. Тому із нестабільного газового бензину отримують стабільний бензин і технічно чисті індивідуальні вуглеводні – пропан, бутани, пентани, гексан. Процес стабілізації газового бензину та отримання окремих вуглеводнів реалізується на газофракціонуючій установці, принципова схема якої наведена на рис. 1.1 .

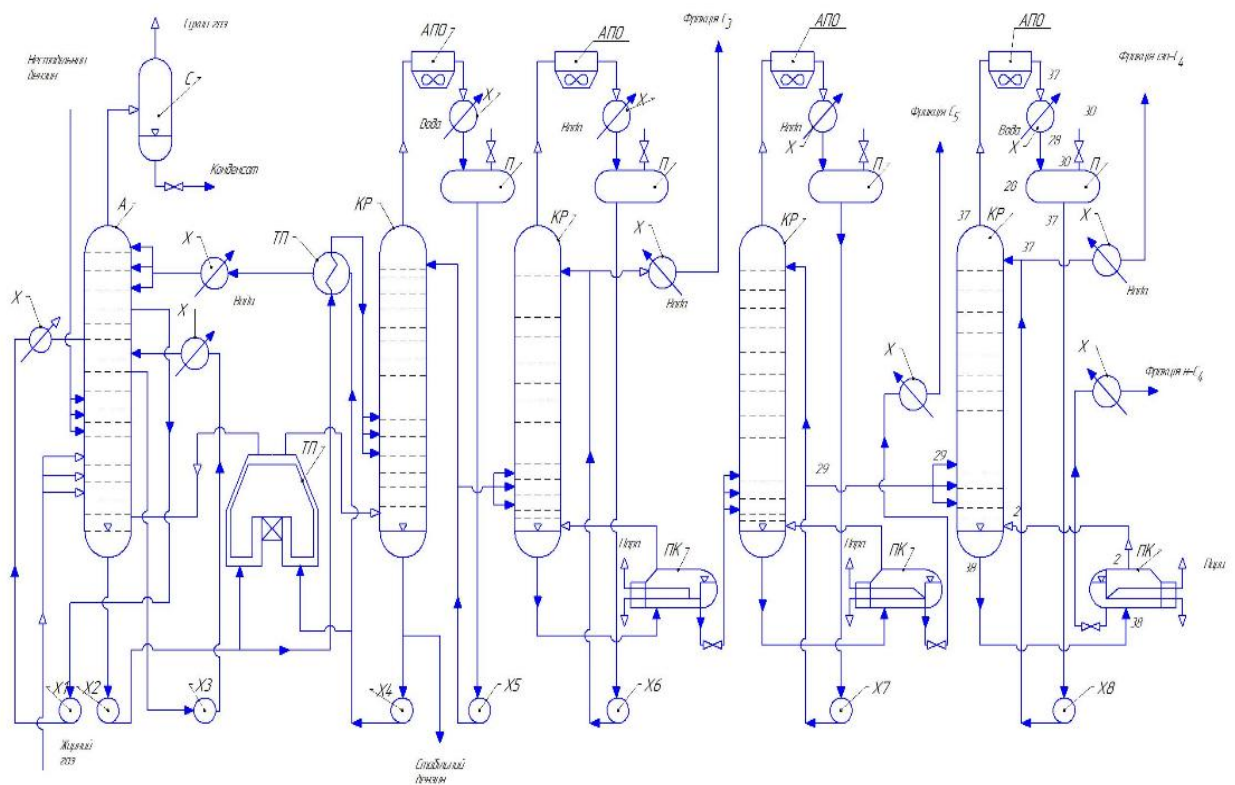


Рис. 1.1 – Технологічна схема газофракціонуючої установки.

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Нестабільний бензин, а також компримований жирний газ надходять у середню частину фракціуючого абсорбера 3. Із верху абсорбера виходить сухий газ. У сепараторі 4 від нього відділяється конденсат, а сухий газ спрямовується у заводську паливну мережу. Абсорбер обладнаний системою циркуляційних зрошень для знімання тепла абсорбції. Тепло для відпарювання легких вуглеводнів від нестабільного бензину подається у нижню частину абсорбера за допомогою “гарячого струменя”. Для цього продукт із низу абсорбера забирають насосом 1, нагрівається у трубчастій печі 5 та подається під нижню тарілку абсорбера. Регенований абсорбент (ненасичений стабільний бензин) через теплообмінник 6 та холодильник 2 подається на верх абсорбера. Деетанізований бензин після підігріву в теплообміннику 6 подається у стабілізаційну колону 7 для відділення зрідженого газу – рефлюксу (пропан, бутан і пентан). Пари рефлюксу із верху колони 7 після конденсації в апараті повітряного охолодження 8 надходять у приймач 9.

Стабільний бензин із низу колони 7 забирають насосом 1, і частина його після нагрівання в трубчастій печі 5 подається “гарячим струменем” під нижню тарілку колони 7. Іншу частину стабільного бензину спрямовують на зрошення абсорбера 3. Частину конденсату із приймача 9 подають на зрошення колони 7, а надлишок – у пропанову колону 10. У депропанізаторі 10 пропанова фракція відділяється від бутанпентанової. Пропанові пари після конденсації в апараті повітряного охолодження 8 надходять у приймач 9. Частина пропанової фракції через холодильник 2 відводиться у товарний парк, а основна кількість подається на зрошення колони 10. Тепло у низ цієї колони підводиться за допомогою кип’ятильника 11, у трубний простір якого подається водяна пара.

Частина продукту із кип’ятильника 11 спрямовується у бутанову колону 12 для відділення бутанової фракції від пентанової. Низ дебутанізатора 12 також обладнаний кип’ятильником 11, із якого через холодильник 2 у товарний парк відводиться пентанова фракція. Бутанові пари після конденсації в апараті

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повітряного охолодження 8 надходять у приймач 9, звідки частина конденсату йде на зрошення колони 12, а решта – на живлення колони 13. У ректифікаційній колоні 13 пентан суміш розділяється на ізопентан та нормальний пентан. [5]

1.2 Теоретичні основи процесу.

Ректифікація – тепломасообмінний процес розділення однорідних рідких сумішей на окремі компоненти шляхом багаторазової, протитечійної взаємодії між нерівноважними паровою та рідкою фазами.

Ректифікація є одним із найважливіших технологічних процесів розділення та очищення рідин і зріджених газів у хімічній, нафтохімічній, фармацевтичній, харчовій (зокрема, спиртовій) та інших галузях промисловості. У нафтогазопереробці шляхом ректифікації отримують бензин, гас, дизельне паливо, різноманітні дистилятні мастила, окремі вуглеводні (пропан, бутан) та їх суміші (етан – етиленову, пропан – пропіленову, бутан – бутиленову фракції) та ін.

Процес ректифікації базується на неоднакових леткостях компонентів при однаковій температурі або на неоднакових температурах кипіння при однаковому тиску. Компонент з меншою температурою кипіння має більш високу летючість і називають легколетючим (ЛЛК) або низькокиплячим (НКК) компонентом. Компонент з більш високою температурою кипіння має меншу леткість і називають важколетючим (ВЛК) або висококиплячим (ВКК) компонентом.

Основними законами, що визначають рівновагу в системі пара – рідина, є закони Рауля та Дальтона. Згідно з законом Рауля парціальний тиск пари компонента над складним розчином пропорційний мольній концентрації цього компонента у розчині та пружності його пари за даною температурою. Згідно з

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

законом Дальтона загальний тиск пари над розчином дорівнює сумі парціальних тисків компонентів. Використовуючи закони Рауля та Дальтона, можна розрахувати рівноважні склади рідкої та парової фаз для ідеальних розчинів і побудувати діаграми рівноваги ($p - x$; $y - x$; $t - x$, y ; $H - x$, y).

Ставлення пружність парів компонентів бінарного розчину характеризують коефіцієнтом відносної летючості:

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

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

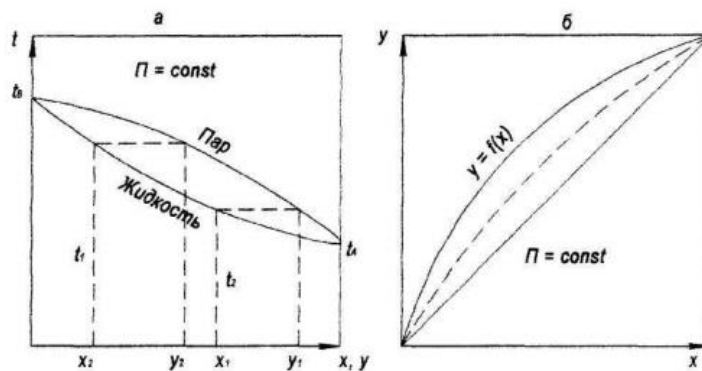


Рис 1.2 - Діаграми рівноваги взаємнорозчинної бінарної суміші: а - діаграма t-x-y; б - діаграма y-x

Рушійною силою процесу ректифікації є різниця робочої та рівноважної концентрацій компонента у відповідній фазі. Ректифікацію здійснюють в ректифікаційних колонах, оснащених необхідною кількістю тих чи інших контактних пристроїв. На кожному контактному пристрої реалізується взаємодія між парою, що піднімається вгору, та рідиною, що стікає вниз. При зіткненні потоків відбувається часткова конденсація пари та часткове випарування рідини. При цьому з пари конденсується переважно ВКК, а з

рідини випаровується переважно НКК. Таким чином, рідина збагачується ВКК, а пара збагачується НКК.

Для створення потоку пари у нижню частину колони підводиться тепло, а потік рідини створюється шляхом відведення тепла з верхньої частини колони при конденсації відповідної кількості пари.

Верхню частину колони, де виділяється НКК, називають концентраційною, або укріплювальною; нижню частину колони, де виділяється ВКК, називають вичерпною, або відгінною. Між ними є місце введення сировини (секція живлення, або евапораційний простір). Розрізняють прості та складні ректифікаційні колони. Прості колони забезпечують розділення початкової суміші (сировини) на два продукти: ректифікат (дистилят) – продукт, збагачений НКК, та кубовий залишок – продукт, збагачений ВКК. Складні ректифікаційні колони розділяють початкову суміш більш ніж на два продукти. При цьому додаткові продукти можуть відбирати безпосередньо з колони у вигляді бокових погонів, або зі спеціальних відпарних колон (стрипінг-секцій).

1.3. Опис об'єкта розроблення та вибір основних конструктивних матеріалів.

Пари піднімаються у верхню частину колони, охолоджуються, конденсуються в холодильнику-конденсаторі і подаються назад на верхню тарілку колони в якості зрошування (флегма). Таким чином, у верхній частині колони (зміцнюючою) протитечією рухаються пари (від низу до верху) і стікає рідина (зверху вниз). Стікаючи вниз по тарілках, рідина збагачується висококиплячими компонентами, а пари чим вище піднімаються у верхню частину колони, збагачуючись легкокиплячими компонентами.

Таким чином, продукт, що відводиться з верху колони, збагачений легкокиплящим компонентом. Продукт, що відводиться з верху колони, називають дистилятом. Частина дистиляту, сконденсованого в холодильнику і

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

поверненого назад в колону, називають зрошуванням або флегмою. Відношення кількості повертаної в колону флегми і кількості дистилляту, що відводиться, називається флегмовим числом. Для створення висхідного потоку пари в кубовій (нижньою, відгінною) частині колони ректифікації частину кубової рідини направляють в теплообмінник, що утворили пари подають назад під нижню тарілку колони. Таким чином, в кубі колони створюється 2 потоки: 1 потік - рідина, що стікає зверху (із зони живлення+зрошування) 2 потік - пари, що піднімаються з низу колони (з кубової частини і зони живлення).

Кубова рідина, стікаючи зверху вниз по тарілках, збагачується висококиплячим компонентом, а пари збагачуються легкокиплячим компонентом. У разі, якщо продукт, що розгониться, складається з двох компонентів, кінцевими продуктами є дистиллят, що виходить з верхньої частини колони, і кубовий залишок (менш леткий компонент в рідкому вигляді, витікаючий з нижньої частини колони).

Ситуація ускладнюється, якщо необхідно розділити суміш, що складається з великої кількості фракцій. В цьому випадку використовуються апарати, подібні до зображеного на картинці. Крім того, такі тарілки мають конструктивно закріплений шар флегми на поверхні, вони працюють в ширшому діапазоні потужностей нагріву

(навантажень по парі) і змінах флегмового числа (від повної відсутності до повного повернення флегми). Важливо і те, що ковпачкові тарілки мають відносно високий ККД - близько 0,6-0,7. Усе це, разом з естетичністю процесу, і визначає популярність ковпачкових тарілок.

У колонних апаратах, виготовлених з корозійностійких сталей, допускається використати циліндричні або конічні опори з вуглецевих сталей за умови, що до корпусу колони приварюється перехідна обичайка з корозійностійкої сталі заввишки, визначуваною розрахунком. У апаратах з вуглецевої сталі полотна

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

тарілок, клапани, інші внутрішні знімні деталі і внутрішнє кріплення мають бути виготовлені з корозійностійкої сталі.

Мідні тарілчасті колони з оглядовими вікнами із-за своєї схожості називають флейтами, а виготовлені в корпусі із скла - кришталевими. Зрозуміло, що ці назви усього лише маркетинговий хід і до самої конструкції не мають відношення.

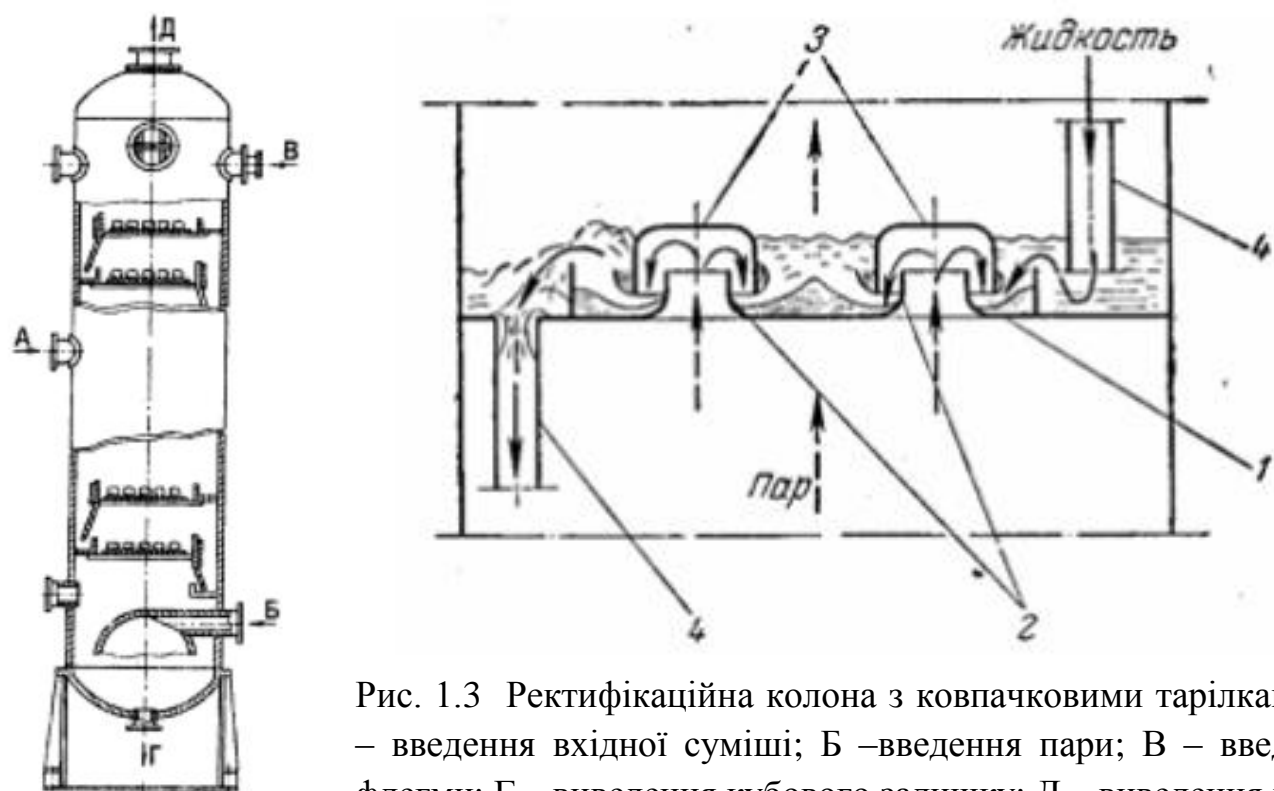


Рис. 1.3 Ректифікаційна колона з ковпачковими тарілками. А – введення вхідної суміші; Б – введення пари; В – введення флегми; Г – виведення кубового залишку; Д – виведення пари. 1 – тарілка; 2 - патрубки; 3 - ковпачок; 4 – зливний патрубок;

Ковпачкові тарілки менш чуттєві до забруднень, чим колони із ситчастими тарілками, і відрізняються більш високим інтервалом усталеної роботи колони з ковпачковими тарілками (рис. 1.3). Інтенсивність утворення піни і бризгів на ковпачкових тарілках залежить від швидкості руху газу і глибини занурення ковпачка в рідину.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Ковпачкові тарілки менш чутливі до забруднень і відрізняються високим інтервалом стійкої роботи. Їх відмітною особливістю є те, що при раптовому припиненні подачі газу рідина не зливається з тарілки, і вона знов починає працювати при відновленні подачі газу. Тому такі тарілки легко запускати в роботу: спочатку на тарілку подається рідина, вона поступово зверху вниз накопичується на всіх тарілках. При цьому виникає гідрозатвор в переливних кишнях. Після цього подають газ: спочатку барботаажний шар виникає на нижній тарілці, потім на другій знизу, і так поступово вся колона вступає в роботу.

Ковпачкові тарілки представляють собою полотно з патрубками, закриті зверху ковпачками. Рідина перетікає з тарілки на тарілку через переливи, причому рівень рідини на тарілці встановлюється декілька вище за верхній обріз зливного порогу. Нижня частина переливного пристрою опущена під рівень рідини, що створює гідравлічний затвор, який не допускає проходу газу через перелив.

Рух рідини по тарілці від переливу з вище розташованої тарілки до переливу на нижче розташовану тарілку відбувається в горизонтальному напрямі. Щоб рідина перетікала тільки через переливи, а не через патрубки, верхні обрізи патрубків повинні бути вищими за рівень рідини на тарілці.

Ковпачки нижніми краями занурені в рідину. Газ проходить по патрубках в простір під ковпачками, і виходячи з-під ковпачка, барботує через шар рідини.

Різні конструкції ковпачкових тарілок відрізняються головним чином конструкцією ковпачків. За формою ковпачки бувають круглі, прямокутні або тунельні. Ковпачки встановлюють з деяким зазором по відношенню до площини тарілки.

В деяких випадках, наприклад при роботі із забрудненими рідинами (у содовому виробництві) застосовують одноковпачкові тарілки, на яких встановлюють лише один ковпачек великого діаметру (близько 2 м). [16]

						XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			13

Мідь - матеріал недешевий, тому і підхід до його обробки ретельний. Мідна флейта від провідних виробників - витвір мистецтва і предмет їх гордості. Вартість виробу може складати абсолютно будь-яку суму, яку готовий витратити покупець. Ненабагато дешевше за флейту в корпусі з нержавіючої сталі, а самий бюджетний варіант - в корпусі із скла. Згідно з рекомендаціями [11, с. 282] для даної суміші запропоновані наступні марки сталей, стійких в даному середовищі і рекомендованих при конструюванні хімічної апаратури: Стали Х17, Х17Н13М2Т, Х17Н13М3Т, 09Г2С; антегмиты АТМ-1, АТМ-1 Г, АТМ-10. Розглянувши якісні та експлуатаційні характеристики запропонованих марок сталей, їх механо-технологічні властивості і загальну оцінку корозійної стійкості [11, с. 68-79], вибираємо сталь 09Г2С.

Даная марка стали застосована для виготовлення основних вузлів проектного апарату [11, с.24- 29, табл.2.1], [10, с.260-270, табл.3.2]. Важливим показником при виборі конструкційного матеріалу є його економічна характеристика. Сталь 09Г2С є менш дорогою, крім того, вона менш дефіцитна. Остаточо приймаємо для виготовлення апарату сталь 09Г2С.

Для виготовлення частин колонного апарату, що не контактують з робочим середовищем, вибираємо вуглецеву сталь марки Вст3, матеріал прокладок - фторопласт-4. Сталь Ст3 ГОСТ 380-94. Замінники: Сталь Ст2, Сталь Ст5, Сталь Ст6. Призначення: прокат профільний, рами, каркаси, щитки, кожухи - для зварних і клепаних конструкцій.

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технологічні розрахунки процесу і апарата.

2.1. Матеріальний та тепловий баланси процесу.

2.1.1. Кількість і склад дистилляту та залишку. Розрахунок ведеться на 100 кмоль вихідної сировини.

Таблиця 2.1 - Матеріальний баланс ізопентанової колони

Компонент	M _i	Дані по сировині				Дані по дистилляту	
		F', кмоль	X' _{fi} , мольн. долі	M _i X' _{fi}	F' ₁ , кмоль/Г	D', кмоль	y' _{D3} , мольні долі
I-C ₅ H ₁₂	72	40	0,4	28,8	27,76	39,4	0,985
H-C ₅ H ₁₂	72	60	0,6	43,2	41,64	0,9	0,015
Σ		100	1	72	69,4	40,3	1

Продовження таблиці 2.1

Компонент	Дані по дистилляту		Дані по залишку			
	M _i y' _{Di}	D, кмоль/Г	R', кмоль	X' _{Ri} , мольн. долі	M _i X' _{Ri}	R, кмоль/Г
I-C ₅ H ₁₂	70,92	27,344	0,4	0,01	0,72	0,278
H-C ₅ H ₁₂	1,08	0,6246	59,4	0,99	71,28	41,2236
Σ	72	27,97	59,7	1	72	41,7994

В сировині, дистилляті і залишку заданий зміст ізопентана, тому з рівняння матеріального балансу колони по цьому компоненту розраховується (кмоль) кількість дистилляту:

$$D' = \frac{x'_{f1} - x'_{R1}}{y'_{D1} - x'_{R1}} F' = \frac{0.4 - 0.01}{0.985 - 0.01} * 100 = 40.3 \text{ кмоль}$$

										Арк.
										15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	XI.P.00.00.00.ПЗ					

D' - кількість дистилляту на 100 кмоль сировини.

Матеріальні баланси колони у розрахунку на 100 кмоль сировини і на її годинну потужність, згідно заданим умовам розділу приведеному вище розрахунку, дані в табл. 2.1.

Знання мольної маси сировини, розрахована в табл. 2.1, дозволяє знайти годинну потужність колони по сировині:

$$R' = F' - D' = 100 - 40.3 = 59.7 \text{ кмоль}$$

$$F'_1 = \frac{G_c}{M_f} = \frac{5000}{72} = 69.4 \text{ кмоль/год}$$

F'_1 – мольна витрата сировини.

2.1.2. Тиск в колоні та її температурний режим. Тиск π_0 в ємкості зрошення визначається за рівнянням ізотерми рідкої фази дистиллята:

$$\sum K_i x'_{Di} = 1$$

Приймаємо початкову температуру в ємкості зрошення t_0 на 12°C вище температури охолоджувальної води ($t_b=25^\circ\text{C}$):

$$t_0 = t_b + 12 = 25 + 12 = 37^\circ\text{C}$$

Таблиця 2.2 – Розрахунок тиску в ємкості зрошення ізопентанової колони

Компонент	K_i при $t_0=37^\circ\text{C}$, $\pi_0=0.134 \text{ МПа}$ (див. додаток А1)	$x'_{Di} = y_{D3}$	$K_i x'_{Di}$
I-C ₅ H ₁₂	1	0.985	0.985
Н-C ₅ H ₁₂	0.85	0.015	0.01275
Σ	-	1	0.997 \approx 1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

З урахуванням опорів на ділянці між колоною і ємністю зрошення приймається тиск нагорі колони на 0.065 МПа перевищує тиск π_0 :

$$\pi_D = 0.135 + 0.065 = 0.2 \text{ МПа}$$

З урахуванням опору тарілок прийняте тиск внизу колони повинно бути на 0.1 МПа більше тиску π_D :

$$\pi_R = \pi_D + 0.1 = 0.2 + 0.1 = 0.3 \text{ МПа}$$

Тиск в секції живлення приймається рівним середньому значенню тиску нагорі і внизу колони:

$$\pi_f = 0.5(\pi_D + \pi_R) = 0.5(0.2 + 0.3) = 0.25 \text{ МПа}$$

Розрахунок температур верхньої частини і нижньої частини, і секції живлення колони проводиться аналогічно розрахунку температурного режиму ізопентанової колони. Результати розрахунку цих температур знаходяться в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Розрахунок температури верхньої, нижньої частини та секції живлення ізопентанової колони.

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Компонент	Дані для верхньої частини колони			Дані для нижньої частини колони
	K_i при $t_D=40^\circ\text{C}$, $P_D=0,2$ МПа (див. додаток А3)	y_{Di}	$\frac{y_{Di}}{K_i}$	K_i при $t_R=75^\circ\text{C}$, $P_R=0,3$ МПа(див. додаток А4)
I-C ₅ H ₁₂	1	0,985	0,985	1,25
Н-C ₅ H ₁₂	0,98	0,015	0,015	0,99
Σ	-	1	1	-

Продовження таблиці 2.3

Компонент	Дані для нижньої частини колони		Дані для секції живлення		
	x_{Ri}	$y = K_i x_{Ri}$	K_i при $t_f=62^\circ\text{C}$, $P_f=0,25$ МПа (див. додаток А2)	x_{fi}	$y_{fi} = K_i x_{fi}$
I-C ₅ H ₁₂	0.01	0.0125	1.13	0.4	0.452
Н-C ₅ H ₁₂	0.99	0.98	0.91	0.6	0.546
Σ	1	0.9925 \approx 1	-	1	1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

XI.P.00.00.00.ПЗ

Арк.

18

2.2 Технологічні розрахунки

2.2.1 Мінімальне флегмове число. Цей показник роботи колони знаходиться з рівняння Андервуда:

$$r_{\min} + 1 = \sum_1^2 \frac{a_i x_{Di}'}{a_i - \theta}$$

$$r_{\min} + 1 = \frac{1,24 * 0,985}{1,24 - 1,13} + \frac{1 * 0,015}{1 - 1,13} = 10,99$$

$$r_{\min} = 10$$

a_i – коефіцієнт відносної летючості компонента, який розраховується при температурі $t_1 = 62^\circ\text{C}$ і тиску $P_f = 0,25$ МПА, θ – параметр, який розраховується з іншого рівняння Андервуда:

$$e' = \sum_1^2 \frac{a_i x_{fi}'}{a_i - \theta}$$

в якому $e' = 0$ – мольна доля відгону сировини при його подачі в колону у виді насиченої рідини.

За еталонний компонент приймаємо пентан. Розрахунок параметра θ проводимо по методу послідовного наближення, приведений в табл.2.4.

Мінімальне парове число знаходиться з рівняння Андервуда, :

$$-S_{\min} = \sum_1^2 \frac{a_i x_{Ri}}{a_i - \theta} = \frac{1,24 * 0,01}{0,11} + \frac{1 * 0,99}{-0,13} = -7,6$$

$$S_{\min} = 7,6$$

Таблиця 2.4 – Розрахунок параметра θ для ізопентанової колони.

						XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			19

Компонент	K_i (див. додаток В)	$a_i = \frac{K_i}{K_B}$	x_{fi}	$a_i x_{fi}$	$a_i - \theta$ $\theta = 1,13$	$\frac{a_i x'_{fi}}{a_i - \theta}$
I-C ₅ H ₁₂	1.13	1.24	0.4	0.496	0.11	4.509
H-C ₅ H ₁₂	0.91	1	0.6	0.6	-0.13	-4.615
Σ	-	-	1	-		-0.106 \approx 0

2.2.2. Робоче флегмове та парове число. Коефіцієнт надлишку флегми знаходять за рівнянням:

$$\sigma_{\text{опт}} = \frac{r_{\text{опт}}}{r_{\text{мін}}} = \frac{0,35}{10} + 1,35 = 1,385$$

Тоді робоче флегмове число буде дорівнювати:

$$r_{\text{опт}} = \sigma_{\text{опт}} r_{\text{мін}} = 1,385 * 10 = 13,85 = 14$$

Тоді робоче парове число відгінної частини будет дорівнювати:

$$S_{\text{опт}} = \frac{r_{\text{опт}} D' + F'(1 - e') - R'}{R'} = \frac{13,85 * 40,3 + 100 * 1 - 59,7}{59,7} = 10,02$$

2.2.3. Кількість матеріальних потоків, які проходять через секцію живлення.

Кількість флегмі, які стікає на нижню частину відгінної тарілки, кмоль.

$$g'_k = r_{\text{опт}} D' = 13,85 * 40,3 = 558,155$$

Кількість флегми, яка стікає на верхню частину відгінної тарілки, кмоль.

$$g'_m = g'_k + g'_c = g'_k + F'(1 - e') = 558,115 + 100 = 658,155$$

Кількість пари, яка піднімається з верхньої частини відгінної тарілки, кмоль.

$$V'_o = g'_m - R' = 658,155 - 59,7 = 598,455$$

2.2.4. Число теоретичних тарілок колони та її частин. Мінімальне число теоретичних тарілок колони знаходимо за рівнянням Фенске-Андервуда:

											Арк.
											20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

$$N_{\min} = \frac{\lg \frac{x'_{D1} x'_{R2}}{x'_{D2} x'_{R1}}}{\lg \frac{K_1}{K_2}} = \frac{\lg \frac{0.985 * 0.99}{0.015 * 0.01}}{\lg \frac{1.13}{0.91}} = 42.3$$

Це визначення зроблено на основі концентрацій розподіляючих компонентів – ізопентан та нормальний пентан в дистилляті і залишку (див. табл 2.1) і їх констант фазової рівноваги рівноваги.

Число теоретичних тарілок в колоні знаходиться емпіричним методом [1, с. 412]. Для цього підготовляються необхідні дані:

Для зміц. частини:

$$1) m = \frac{r_{\text{опт}}}{r_{\text{опт}}+1} = \frac{13.85}{13.85+1} = 0.93 \qquad m_{\min} = \frac{r_{\min}}{r_{\min}+1} = \frac{10}{11} = 0.91$$

Для відгінної частини:

$$2) m = \frac{S+1}{S} = \frac{11.02}{10.02} = 1.1 \qquad m_{\min} = \frac{S_{\min}+1}{S_{\min}} = \frac{8.5}{7.5} = 1.13$$

Тоді на основі цих даних маємо:

$$\frac{m_2}{m_1} - 1 = \frac{1.1}{0.93} - 1 = 0.18 \qquad \frac{m_{\min 2}}{m_{\min 1}} - 1 = \frac{1.13}{0.91} = 0.24$$

$$\frac{\frac{m_2}{m_1} - 1}{\frac{m_{\min 2}}{m_{\min 1}} - 1} = \frac{0.18}{0.24} = 0.75$$

Із графіка Брауна-Мартина [1, с. 412] знаходимо:

$$\frac{N}{N_{\min}} = 1.75$$

$$N = 1.75 N_{\min} = 1.75 * 42.3 = 74$$

Числа теоретичних тарілок в зміц. і відгінної частинах колони визначається також на основі емпіричної формули Керкбрайда [1, с 412]:

											Арк.
											21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

$$lg \frac{N_r}{N_s} = 0.206 lg \left(\frac{R'}{D'} * \left(\frac{x'_{f_{т.к.}}}{x'_{f_{л.к.}}} \right) \left(\frac{x'_{R_{л.к.}}}{x'_{R_{л.к.}}} \right)^2 \right)$$

$$= 0.206 * lg \left(\frac{59.7}{40.3} * \frac{60}{40} * \left(\frac{0.01}{0.015} \right)^2 \right) = 0.0075$$

Звідки ми маємо:

$$N_r = 1.017N_s$$

Так як з проведеного вище розрахунку $N_r+N_s=74$, розв'язання двох послідовних рівнянь дає $N_r=38$, $N_s=36$.

2.2.5. Теплове навантаження конденсатора-холодильника і кількість холодного орошення. Якщо приймати флегмове число постійним по висоті зміц. частини колони, то теплове навантаження конденсатора-холодильника можна знайти по рівнянню:

$$g^=r_{опт}D^=13.85*27.97=387.4$$

$$Q_k=g^*(H_D-h_D)+D^*(H_D-h_0)=$$

$$=387.4*(45300-20100)+27.97*(45300-19400)=10486903 \text{ Дж/ч}=10.4*10^6 \text{ кДж/год}$$

Кількість холодного орошення, яке подається на верхню частину колони, дорівнює:

$$g_o' = \frac{g'(H_D - h_D)}{H_D - h_D} = 387.4 * \frac{45300 - 20100}{45300 - 19400} = 376.93 \text{ кмоль/год}$$

2.2.6. Теплове навантаження кип'ятильника і кількість парового орошення в нижньої відгінної частини колони. Теплове навантаження кип'ятильника визначається з рівняння теплового балансу всієї колони[1, с. 158]:

$$F^_{hf}+Q_p=Q_k+D^_{ho}+R^_{h_R}$$

Розв'язування рівняння теплового балансу відносно величини Q_p і підставляємо в нього необхідні дані:

						Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	

$$Q_p = 104586903 + 27.97 * 19400 + 41.499 * 23700 - 69.4 * 21700 = 10507067 = 10.5 * 10^6$$

кДж/год

Кількість парового орошення внизу відгінної частини визначається за формулою:

$$V'_R = \frac{Q_R}{H_R - h_R} = \frac{10.5 * 10^6}{48200 - 23700} = 428.86 \text{ кмоль/год}$$

Кількість парового орошення на 100 кіломолей сировини буде дорівнювати:

$$V''_R = \frac{428.86 * 100}{69.4} = 617.95 \text{ кмоль/год}$$

2.3. Конструктивні розрахунки

2.3.1. Діаметр колони. Діаметр колони визначається по її верхньому і нижньому перерізу.

Кількість парів зверху колони дорівнює:

$$V'_D = g'_o + D' = 376.93 + 27.93 = 404.86 \text{ кмоль/год}$$

Секундний об'єм парів дорівнює:

$$V_{\text{сек}} = \frac{(22.4 * (t_D + 273) * 0.1)}{300 * 273 * \pi_D} = \frac{404.86 * 22.4(46 + 273) * 0.1}{3600 * 273 * 0.18} = 1.64 \text{ м}^3/\text{с}$$

Густина парів при температурі верхньої частини колони дорівнює:

$$g_{12}^{\text{п}} = M_D * \frac{273 \pi_D}{22.4(t_D + 273) * 0.1} = 72 * 273 * \frac{0.18}{22.4 * (46 + 273) 0.1} = 4.95 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Кількість парів знизу колони дорівнює:

$$V_{\text{сек}} = \frac{(22.4 * (t_R + 273) * 0.1)}{300 * 273 * \pi_R} = \frac{404.86 * 22.4 * 365 * 0.1}{3600 * 273 * 0.22} = 1.5 \text{ м}^3/\text{с}$$

Густина парів при температурі нижньої частини колони дорівнює:

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$g_{12}^{\Pi} = M_D * \frac{273\pi_R}{22.4(t_R + 273) * 0.1} = \frac{72 * 273 * 0.3}{22.4(75 + 273) * 0.1} = 5.7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Швидкість парів у вільному поперечному перерізі апарата визначається за формулою:

$$\omega = 1.74\sqrt{h_T/\rho_{\Pi}}$$

Для верхньої частини:

$$\omega = 1.74\sqrt{0.6/4.95} = 0.6\text{м/с}$$

Для нижньої частини:

$$\omega = 1.74\sqrt{0.6/5.7} = 0.568\text{м/с}$$

Ці числові значення швидкостей незначно відрізняється від тих, що ми отримуємо по іншим рівнянням.

Діаметр колони знаходять за формулою :

$$D_k = \sqrt{4 * V_{сек}/\pi\omega}$$

Тоді, для верхньої частини:

$$D_k = \sqrt{4 * \frac{1.64}{3.14 * 0.6}} = 1.86 \text{ м}$$

Для нижньої частини:

$$D_k = \sqrt{4 * \frac{1.5}{3.14 * 0.565}} = 1.84 \text{ м}$$

Приймаємо за допомогою ГОСТ 9617-61 діаметр колони 1,8 м.

2.3.2. Висота колони. Робоча висота колони дорівнює:

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$H_p = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5$$

h_1 -висота апарата над верхньою зміц. тарілкою, м. h_2 -висота, що зайнята зміц. робочими тарілками, м. h_3 -висота секції живлення, м. h_4 -висота відгінної частини, м. h_5 -висота кубової частини апарата, м.

На основі практичних даних приймаємо: $h_1 = 1.2$ м, $h_2 = 1.3$ м, $h_5 = 1.4$ м.

Висота колони, зайнята робочими тарілками, розраховуємо за формулами:

$$h_2 = (N_{rp} - 1)h_r \quad h_4 = (N_{sp} - 1)h_t$$

N_{rp} і N_{sp} - числа робочих тарілок в зміц. і відгінній частинах колони, розраховуємо за формулами:

$$N_{rp} = N_r / n_{cp} \quad N_{sp} = N_s / n_{cp}$$

Для орієнтовної оцінки к.к.д. колпачкової тарілки використовуємо кореляцію.

$$\lg n_{cp} = 0.85 + 0.3 \lg \left(\frac{g}{V} \right)_{cp} - 0.25 \lg(\mu_f a) + 3hi$$

Необхідні дані для вищеприведених рівнянь:

Для верхньої частини

$$\left(\frac{g'}{V'} \right)_B = \frac{g'}{g'_k + D'} = \frac{558.115}{558.115 + 40.3} = 0.933$$

$$\left(\frac{g'}{V'} \right)_П = \frac{V'_R + R'}{V'_R} = \frac{617.95 + 59.7}{617.95} = 1.097$$

$$\left(\frac{g'}{V'} \right)_{cp} = \frac{0.93 + 1.097}{2} = 1.02$$

Маючи на увазі, що сировина практично складається з пентана та ізопентана, і знехтуємо невеликою різницею їх в'зкістей, знайдемо, що при середній

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

температурі в колоні 55°C динамічна в'язкість дорівнює $\mu_f = 0.17 * 10^{-3}$ Па * с; відносну летучість при середній температурі 55°C (табл. 1.2)

$$a = \frac{K_1}{K_2} = \frac{1.13}{0.91} = 1.24$$

Тоді

$$\lg n_{cp} = 0.85 + 0.3 \lg 1.02 - 0.25 \lg (0.17 * 1.25 * 10^{-3}) = 1.78$$

Приймаємо $n_{cp} = 60\%$. [2,3].

Число робочих тарілок дорівнює:

В зміц. частині:

$$N_{rp} = \frac{N_r}{n_{cp}} = \frac{38}{0.6} = 63$$

В відгінної частині:

$$N_{sp} = \frac{N_s}{n_{cp}} = \frac{36}{0.6} = 60$$

Загальне число тарілок в апараті дорівнює:

$$N_p = 63 + 60 = 123$$

Висота зміц. частини колони дорівнює:

$$h_2 = (N_{rp} - 1)h_r = (63 - 1) * 0.6 = 37,2 \text{ м}$$

Тей саме, для відгінної частини:

$$h_4 = (N_{sp} - 1)h_T = (60 - 1) * 0.6 = 35,4 \text{ м}$$

Робоча висота колони дорівнює:

$$H_p = 1.2 + 37.2 + 1.3 + 35.4 + 1.4 = 76.5 \text{ м}$$

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Оскільки, ми маємо висоту 76.5 м, розбиваємо одну колону на дві окремих колони. Тоді висота першої (верхня частина) дорівнює:

$$H_{p1}=1.2+37.2+1.3+1.4=41.1 \text{ м}$$

Висота другої (нижня частина):

$$H_{p2}=1.2+1.3+35.4+1.4=39.3 \text{ м}$$

2.4. Гідравлічний опір апарата

Згідно з рекомендаціями [9, с.244] гідравлічний опір тарілок колони розраховують за формулою:

$$\Delta P_k = \Delta P_n N_B$$

Де ΔP_n – гідравлічний опір тарілки верхньої та нижньої частини колони, Па.

Повний гідравлічний опір однієї тарілки розраховується за формулою:

$$\Delta P = \Delta P_c + \Delta P_{ж} + \Delta P_{\sigma}$$

де ΔP_c – опір сухої тарілки, Па;

$\Delta P_{ж}$ – опір слою рідини, Па;

ΔP_{σ} – опір за рахунок поверхні натягу, Па;

Опір сухої тарілки розраховується за формулою [9, с. 245]:

$$\Delta P_{сн} = \frac{\xi * \omega^2 * \rho_{пн}}{2 * F_c^2}$$

де ξ – коефіцієнт опору сухих тарілок [2, с.210], $\xi = 5,4$;

$\rho_{пв}, \rho_{пн}$ – середня густина пари в середньому перерізі для верхньої і нижньої частини, $\rho_{пн} = 5,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, $\rho_{пв} = 4,95 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

F_c – відносний вільний переріз тарілки згідно з таблицею 2, ОСТ 26-01-66-86,

$$F_c = 0,109;$$

w_B, w_H – дійсна швидкість пари для верхньої і нижньої частини, $w_B =$

$$0,6 \frac{m}{c}, w_H = 0,568 \frac{m}{c};$$

$$\Delta P_{сн} = \frac{5,4 * 0,6^2 * 5,7}{2 * 0,109^2} = 466 \text{ Па}$$

Тоді опір сухої тарілки:

$$\Delta P_{рн} = \rho_{рн} g h_0$$

де ρ_p - середня густина рідини в середньому перетині відповідної частини колони, кг / м³ ; G - прискореного вільного Падіння, м / с² ; h_0 - висота барботажного шару на тарілці, м.

$$\Delta P_{рн} = 616 * 9,81 * 0,043 = 260 \text{ Па}$$

Прийmemo за розрахункові значення поверхневого натягу рідини для

верхньої і нижньої частини колони рівним, Н / м:

$$\sigma_H = 3,7 * 10^{-3} \frac{H}{M};$$

Гідравлічний опір, обумовлене силами поверхневого натягу для верхньої і нижньої частин колони, дорівнює відповідно, Па:

$$\Delta P_{сн} = \frac{4\sigma_H}{d_{отв}} = \frac{4 * 3,7 * 10^{-3}}{0,003} = 4,93 \text{ Па.}$$

Тоді повний опір однієї тарілки верхньої і нижньої частин колони відповідно дорівнює, Па:

										Арк.
										28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$P_H = 466 + 260 + 4,93 = 731 \text{ Па}$$

Повний гідравлічний опір ректифікаційної колони [2, с. 244], Па:

$$\Delta P_k = 60 * 731 = 43860 \text{ Па}$$

2.5 Розрахунок діаметрів штуцерів.

Вихідні дані [6]:

$$\text{Продуктивність за сировиною } G_f = 5000 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

$$\text{Швидкість подачі сировини } \omega_B = 1 \text{ м/с}$$

$$\text{Швидкість парів } \omega_d = 15 \text{ м/с}$$

$$\text{Молярна маса сировини } M_f = 72,15 \text{ кг/кмоль}$$

$$\text{Молярна маса дистилляту } M_d = 72,15 \text{ кг/кмоль}$$

$$\text{Молярна маса кубового залишку } M_w = 72,15 \text{ кг/кмоль}$$

$$\text{Густина дистилляту } \rho_d = 616,15 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\text{Густина кубового залишку } \rho_w = 616 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\text{Густина сировини } \rho_f = 622 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

2.5.1 Розрахунок штуцера для вводу сировини:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 * G_f}{\pi * \rho_f * \omega_B}}$$

									XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
										29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 * 5000}{3600 * 3,14 * 622 * 1}} = 0,053\text{м}$$

Згідно з таблицею 1, АТК 24.218.06-90 обираємо виконавчий діаметр штуцера з приведених стандартних значень, підібрав плоских приварних фланець у стик з приведеними стандартних значень у таблиці 5 ГОСТ 12820-80.

Таблиця 2.5 - Виконавчий діаметр обраного штуцера

$$D_y = 80 \text{ мм по АТК 24.218.06 – 90}$$

D_y	d_b	D	D_1	D_2
80	91	185	150	128

2.5.2 Розрахунок штуцера для дистилята

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 * G_d}{\pi * \rho_{\text{дист}} * \omega_d}}$$

Де G_d – продуктивність за дистилятом;

$\rho_{\text{дист}}$ – густина дистилята;

ω – швидкість подачі рідини;

Рівняння матеріально балансу:

$$F = P + W$$

$$F \bar{x}_F = P \bar{x}_p + W \bar{x}_w,$$

где $\bar{x}_F, \bar{x}_p, \bar{x}_w$ – масові концентрації НКК,

P – продуктивність дистилята,

W – продуктивність кубового залишка;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Знайдемо продуктивність дистилята і кубового залишка:

$$W = F(\bar{x}_p - \bar{x}_F)/(\bar{x}_p - \bar{x}_W) \quad (10)$$

$$W = 5000,00 \cdot (0,4 - 0,985)/(0,1 - 1) = 3250 \text{ кг/ч}$$

$$P = F - W = 5000,00 - 3250 = 1750 \text{ кг/ч}$$

Тоді діаметр штуцера:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 * 1750}{3600 * 3,14 * 616,15 * 1}} = 0,031 \text{ м}$$

Згідно з таблицею 13, АТК 24.218.06-90 обираємо виконавчий діаметр штуцера з приведених нижче стандартних значень, підібрав плоский приварний фланец в стик з приведених стандартних значень в таблиці 1 ГОСТ 12820-80.

Таблиця 2.6 - Виконавчі розміри обраного штуцера $D_y=25$ мм по АТК 24.218.06-90

D_y	d_b	D	D_1	D_2
25	33	100	75	60

2.5.3 Розрахунок штуцера для відводу кубового залишку:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 * 3250}{3600 * 3,14 * 616 * 1}} = 0,043 \text{ м}$$

Відповідно до таблиці 13, АТК 24.218.06-90 вибираємо виконавчий діаметр штуцера з наведених стандартних $D_y=50$ мм виконавчий діаметр штуцера з наведених стандартних значень, підібравши відповідний плоский приварний фланець в стик з наведених стандартних значень в таблиці 1 ГОСТ12820-80.

Виконавчий діаметр штуцера для введення флегми і плоский сталевий приварний у стик фланець вибираємо аналогічно параметрів, що і для штуцера для відведення кубового залишку і введення парів дистилляту [7, 8].

Згідно з таблицею 1, АТК 24.218.06-90 обираємо виконавчий діаметр штуцера з приведених стандартних значень, підібрав плоских приварних фланець у стик з приведеними стандартних значень у таблиці 5 ГОСТ 12820-80.

Таблиця 2.7 - Виконавчий діаметр обраного штуцера

$$D_y = 50 \text{ мм по АТК 24.218.06 – 90}$$

D_y	d_b	D	D_1	D_2
50	59	140	110	90

2.5.4 Розрахунок штуцера для вводу флегми:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 * 3250}{3600 * 3,14 * 616 * 1}} = 0,041 \text{ м}$$

Відповідно до таблиці 13, АТК 24.218.06-90 вибираємо виконавчий діаметр штуцера з наведених стандартних $D_y = 50$ мм виконавчий діаметр штуцера з наведених стандартних значень, підібравши відповідний плоский приварний фланець в стик з наведених стандартних значень в таблиці 1 ГОСТ 12820-80.

Виконавчий діаметр штуцера для введення флегми і плоский сталевий приварний у стик фланець вибираємо аналогічно параметрів, що і для штуцера для відведення кубового залишку і введення парів дистилляту [7, 8].

Установимо 11 люків-лазів по всій довжині ректифікаційної колони з однієї сторони колони. Рекомендований діаметр люка при даному діаметрі колони (1800 мм) – 600 мм, рекомендована відстань між тарілками у місці установки люка-лаза 800 мм.

$$d_{\text{люк}} = 600 \text{ мм}$$

У якості виконавчого типа люка-лаза обираємо люк сферичний згідно з ОСТ 26-2003-83 виконання 1 розраховане на умовний тиск до 0,6 МПа і експлуатаційну температуру від -70°C до 300°C. Як виконавчої матеріал - сталь 09Г2С.

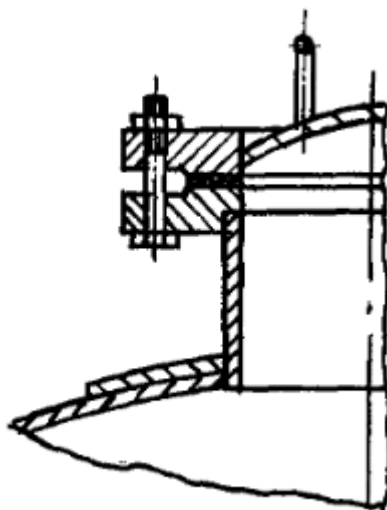


Рисунок 2.1 Люк-лаз по ОСТ 26-2003-83 виконання 1.

При цьому маса одного люка-лаза:

$$G_{\text{люка}} = 118 \text{ кг}$$

2.6 Вибір допоміжного обладнання

Розрахунок проведені за рекомендацією [9].

Ректифікаційна установка складається з ректифікаційної колони, дефлегматора, холодильник, конденсатор, кип'ятильник.

1. Ходольник для кубового залишку.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Приймаємо температуру води на вході в теплообмінник $t_1 = 15^\circ\text{C}$, а кінцеву температуру води $t_2 = 35^\circ\text{C}$.

Знаходимо більшу різницю температур:

$$\Delta t_6 = t_R - t_1 = 75 - 15 = 60^\circ\text{C}$$

Знаходимо меншу різницю температур:

$$\Delta t_M = t_R - t_2 = 75 - 35 = 40^\circ\text{C}$$

Знаходимо середню різницю температур:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{\ln \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}} = \frac{60 - 40}{\ln \frac{60}{40}} = \frac{20}{0,405} = 49,4^\circ\text{C}$$

Визначимо поверхню теплообміну холодильника кубового залишку:

$$F = \frac{Q}{K * \Delta t_{cp}}$$

Q - теплове навантаження на конденсатора-холодильника, Вт;

K - коефіцієнт теплопередачі, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

Δt_{cp} – середня різниця температур, $^\circ\text{C}$

Поверхня теплообміну холодильника кубового залишку при $K=500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, розрахунок теплового навантаження приведений у пункті 2.2.6, $Q = 10486903 \text{ Вт}$ [17]:

$$F = \frac{10486903}{500 * 49,4} = 424,57 \text{ м}^2$$

По ГОСТ 15121-79 приймаємо теплообмінник с $F = 451 \text{ м}^2$, 6-х ходовий с діаметром $D=1200 \text{ мм}$, довжина труб $l = 6 \text{ м}$.

2. Буферна ємність для кубового залишку.

Знайдемо номінальний об'єм для ємности за продуктивність кубового залишку:

$$V = \frac{W}{\rho}$$

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$W = 3250$ – продуктивність кубового залишку, кг/ч

$\rho = 616$ – густина кубового залишку, кг/м³

$$V = \frac{3250}{616} = 5,27 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Розраховуємо об'єм ємності за 4 години роботи:

$$V_1 = V * t = 5,27 * 4 = 21,1 \text{ м}^3$$

Обираємо горизонтальний резервуар з робочою температурою від

– 65°C до + 90 °C – РГС – 25.

Діаметр - 2760 мм, довжина – 4850 мм, висота – 4450 мм.

3. Розрахунки апарата на міцність та герметичність

3.1 Визначення товщини стінки корпусу, кришки апарата.

Вихідні дані [6]:

Тиск в колоні, МПа $p_1 = 0,3$
Діаметр колони, мм $D = 1800$
Межа плинності, МПа $[\sigma] = 350$
Вага днища, кг $M_{\text{днищ}} = 297,4$
Вага тарілки, кг $M_{\text{тарілки}} = 123$
Висота колони, м $H = 39,3$
Надбавка, мм $c = 3$

Розрахункова товщина стінки обичайки корпусу реактора визначається за формулою:

$$S_p = \max \left(\frac{p_1 D / (2\varphi[\sigma]) - p_1}{p_{\text{пр}}^k D / (2\varphi[\sigma]_H) - p_{\text{пр}}^k} \right)$$

де D – внутрішній діаметр обичайки корпусу реактора, мм.

$$S_p = \max \left(\frac{0,3 * 1800 / (2 * 0,65 * 350 - 0,3)}{0,46 * 1800 / (2 * 0,65 * 510 - 0,46)} \right) = 1,2 \text{ мм}$$

Приймаємо товщину стінки корпусу для $D = 1800$ мм – $S = 10$ мм.

Оскільки днище корпусу виготовлене зі сталі Х17Н13М2Т, беремо стандартне еліптичне днище за ГОСТ 6533-78 з висотою $H=0,25D$, для якого розрахунковий параметр $R=D=1800$ мм.

							XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				36

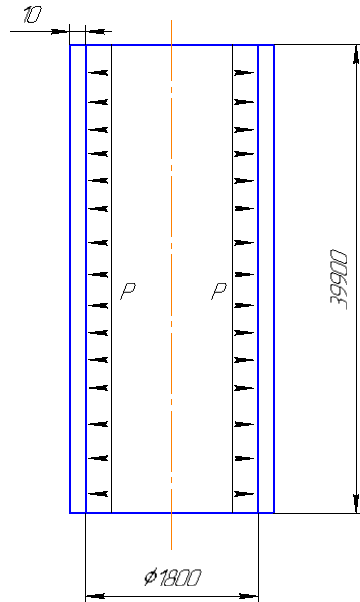


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема обичайки

Розрахункова товщина еліптичного днища (кришки), навантаженого внутрішнім надлишковим тиском, визначається за формулою:

$$S_{1p} = \max \left(\frac{p_1 R / (2\varphi[\sigma] - p_1)}{p_{пр}^K R / (2\varphi[\sigma]_H - p_{пр}^K)} \right)$$

$$S_{1p} = \max \left(\frac{0,3 * 600 / (2 * 0,65 * 350 - 0,3)}{0,46 * 600 / (2 * 0,65 * 510 - 0,46)} \right) = 0,4 \text{ мм}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

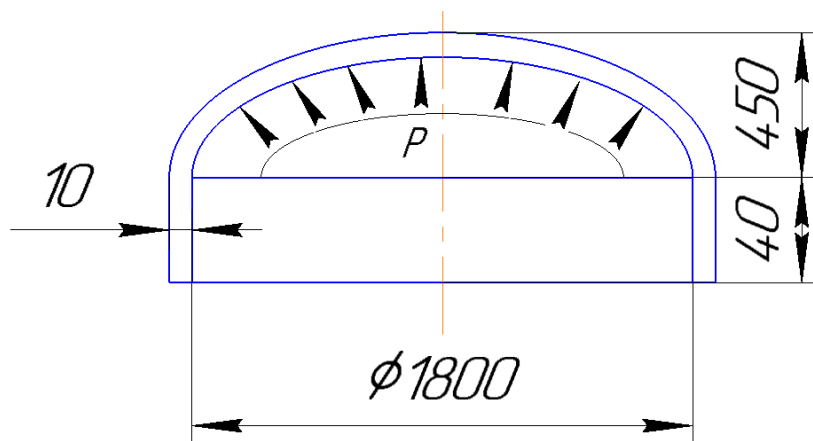


Рисунок 3.2 - Розрахункова схема днища

Надбавку до розрахункової товщини обчислюємо за формулою, мм:

$$c = c_1 + c_2 + c_3$$

де c_1 - поправка на корозію; c_2 - поправка на мінусове відхилення; c_3 - поправка на стоншування стінки елемента посудини при технічних операціях;

Візьмемо середню надбавку $c=3$ мм.

Приймаємо еліптичне Днище 1800-10-450 ГОСТ 6533-78.

3.2 Розрахунок зміцнення отворів центральної обичайки.

У центральній обичайці необхідно передбачити 11 отворів під люки-лази діаметром 600 мм Крім того, потрібні отвори під штуцер введення початкової суміші 80 мм; штуцер введення пари кубової суміші 50 мм.

Перевірка необхідності зміцнення отвору під люк-лаз для:

Діаметр отвору, мм: $d_8 = 600$ мм

Розрахунковий діаметр зміцнюваних елементів центрального отвору для циліндричної обичайки, мм :

$$D_{p8} := D$$

Розрахункова товщина стінки штуцера, мм :

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$$s_{p8} := \frac{P \cdot D_{p8}}{4 \cdot \sigma_d \cdot \phi_p - P}$$

$$s_{p8} := \frac{0,3 * 600}{4 * 295 * 1 - 0,3} = 0,15 \text{ мм}$$

Розрахункові діаметри отвору, мм :

$$d_{p8} = d_8 + 2c = 600 + 2 * 3 = 606 \text{ мм}$$

Перевірка формул

Відповідно до ГОСТ 24755-81 для еліптичних днищ, перевірка застосовності формул розрахунку робитися відповідно до умови.

$$\frac{d_{p8} - 2c}{D} \leq 0,6$$

$$\frac{600}{1800} = 0,33$$

Умова застосовності формул виконується. Розрахунковий діаметр поодинокого отвору не вимагаючого зміцнення :

$$d_{08} := 2 \cdot \left[\left(\frac{S - c}{s_p} \right) - 0.8 \right] \cdot \sqrt{D_{p8} \cdot (S - c)}$$

$$d_{08} = 2 * \left(\frac{10-3}{0.15} - 0.8 \right) * \sqrt{600 * (10 - 3)} = 795 \text{ мм}$$

$$d_{08} = 795 \text{ мм}$$

$$d_{08} > d_{p8}$$

Укріплення отвору не потрібне.

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3.3 Вибір и розрахунок опори.

Апарати вертикального типу з співвідношенням $H / D > 5$, що розміщуються на відкритих майданчиках, оснащують так званими спідничні циліндричними опорами, конструкція яких наводиться на малюнку.

$$D_H = D + 2S * 10^{-3} = 1,8 + 2 * 10^{-3} = 1,82 \text{ м}$$

1) Маса циліндричної обичайки:

$$M_{\text{цил}} = \pi * \left(\frac{D_H^2 - D^2}{4} \right) * \rho * H$$

Де D, D_H – діаметр обичайки, ρ – густина сталі сталь 30 = 7850 кг/м³, H – висота обичайки.

Підставимо значення у формулу:

$$M_{\text{цил}} = 3,14 * \left(\frac{1,82^2 - 1,8^2}{4} \right) * 7850 * 39,3 = 17533 \text{ кг}$$

2) Маса днища та кришки, згідно з ГОСТ 6533-78, кг:

$$M_{\text{днищ}} = 297,4 \text{ кг}$$

$$M_{\text{днищ,кришки}} = 2 * M_{\text{днищ}} = 2 * 297,4 = 594,8 \text{ кг}$$

3) Загальна маса штуцерів і люків, кг:

$$M_{\text{заг.штуцерів}} = 6,44 + 1,5 + 1,5 + 4 = 13,44 \text{ кг}$$

$$G_{\text{люка}} = 11 * G_{\text{люка}} = 1298 \text{ кг}$$

4) Маса води в апараті при гідравлічних випробуваннях, кг:

$$M_{\text{води}} = \pi * \frac{D^2}{4} * \rho_{\text{в}} * H = 3,14 * \frac{1,8^2}{4} * 997 * 39,3 = 99655 \text{ кг}$$

5) Маса тарілок апарата, кг:

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

де $\sigma_{д.б.} = 1900 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2}$ допустиме напруження на вигин для матеріалу сталі 40Х

Згідно з рекомендацією, розрахункову кільця потрібно прийняти не менше, чим:

$$\delta_k = S_{оп} + 6$$

Згідно з таблицею 1, АТК 24.200.04-90 приймаємо товщину опори:

$$S_{оп} = 40 \text{ мм}$$

$$\delta_k = 40 + 6 = 46 \text{ мм}$$

Приймаємо виконавчу товщину фундаментного кільця рівною 50 мм.

Мінімальна напруга на опорній поверхні фундаментного кільця, МПа:

$$\sigma_{min1} = \frac{G_{max}}{F_{фунд.кільця}} - \frac{M_{maxMFS} * 10^{-6}}{W} = \frac{1,26}{0,72} - \frac{152,42 * 10^{-6}}{0,32} = 1,74 \text{ МПа}$$

Нагрузка на найбільш нагружений болт, МН:

$$P_б = \sigma_{min1} * \frac{F_{фунд.кільця}}{n_б} = -0,11 \text{ МН}$$

Згідно з рекомендацією [8, с. 106] прибавку на атмосферну корозію дорівнює:

$$c_{к.атм} = 0,03$$

Внутрішній діаметр різьби фундаментного болта, м:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 * |P_б|}{\pi * \sigma_{д.б.}}} = \sqrt{\frac{4 * 0,11}{3,14 * 1900}} = 0,09 \text{ м}$$

Приймаємо згідно з таблиці 1, АТК 24.200.04-90 виконавчий діаметр фундаментного болта:

$$d_{болт.фунд.} = 0,064 \text{ м}$$

										Арк.
										43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Площа небезпечного перетину зварного шва, м²:

$$f_c = \pi * D_H * 0,7 * S_{оп} * 10^{-3} = 3,14 * 1,82 * 0,7 * 22 * 10^{-3} = 0,05$$

Момент опору зварного шва вигину, м²:

$$W_c = 0,8 * D_H^2 * 0,7 * S_{оп} = 0,8 * 1,8 * 1,8 * 0,7 * 0,022 = 74,2 \text{ м}^2$$

Напруга в суцільному шві кріпить корпус апарату до циліндричної опорної частини:

$$\sigma_c = \frac{\sigma_{max1}}{f_c} + \frac{M_{maxMFS} * 10^{-6}}{W_c} = 2,01 \text{ МН}$$

$$\sigma_c < 0,8 * \sigma_{д.б.} - \text{умова виконується.}$$

Згідно з таблицею 1, АТК 24.200.04-90 у якості виконавчого типа опори приймаємо циліндричну опору тип 2, з зовнішніми стойками під болти з максимальною приведеною напругою до 10 МН:

Таблиця 3.1 - Основні розміри обраної циліндричної опори тип 2 по АТК 24.200.03-90

D, мм	D ₁ , мм	D ₂ , мм	D ₃ , мм	S, мм	Приведені напруження
1800	1610	1810	2040	40	До 8,0 МН

Фундаментний болт по ГОСТ 24379.1-80

$$d = 64 \text{ мм, } n = 20.$$

4. Монтаж та ремонт апарата

4.1 Монтаж розробленого апарата

Специфіка і габарити промислових колон ректифікацій накладають підвищену відповідальність на підготовчий етап робіт по монтажу, демонтажу і такелажу колон ректифікацій. Для того, щоб уникнути небажаних проблем і непередбачених витрат в майбутньому, необхідно ще на початковому етапі детально вивчити паспорт виробу, переконатися в якості виготовлення агрегату, відсутності ушкоджень в процесі перевезення, а так само під час зберігання і безпосередньо перед установкою. Не менша увага приділяється вивченню архітектурного планування промислової будівлі, в якій передбачається проводити роботи по монтажу або демонтажу колони ректифікації, збору інформації про доступні потужності і необхідні для проведення робіт заходи, а також складанню виконавчої документації для монтажу колон або ППР на монтаж колон. Тільки після підписання сторонами вичерпного пакету документів можна приступати до монтажу, демонтажу або переміщення колон ректифікацій.

Зважаючи на значну вагу і габарити колони ректифікацій при будь-яких маніпуляціях вимагають до себе делікатного відношення. Монтаж і демонтаж колон слід проводити в строгій відповідності з положеннями, вказаними в технічній документації заводу виготівника, проектом розміщення устаткування, ППР і ряду нормативних документів. Колони ректифікацій можуть прибути на будівельний майданчик як в повній заводській готовності, законсервованими, так і окремими елементами(складальними елементами - царгами). Особливу увагу фахівці нашої компанії приділяють етапу транспортування колон або їх частин з території заводу виготівника до майданчика монтажу. Цей процес

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

ділиться на декілька технологічних етапів: здача устаткування заводом, вантаження на транспорт, розвантаження і тимчасове зберігання до остаточного монтажу колон в склянки фундаментів.

В ході кожного етапу ведеться контроль стану устаткування на предмет відсутності ушкоджень, закінчення робіт фіксується актами з обов'язковою наявністю підписів фахівців як здаючої, так і приймаючої устаткування сторони. Зберігання колон ректифікацій безпосередньо перед їх монтажем робиться виключно на бетонній або будь-якому іншому рівному майданчику, що унеможливорює провисання(і як наслідок - ушкодження) корпусу колони.

Монтаж колон і подальші випробування робляться в строгій відповідності з ГОСТ Р 54892-2012 "МОНТАЖ УСТАНОВОК РОЗДІЛЕННЯ ПОВІТРЯ І ІНШОГО КРІОГЕННОГО УСТАТКУВАННЯ". Відхилення корпусу колон (для агрегатів діаметром не більше 1 метра і заввишки не більше 8 метрів) по вертикалі не повинне перевищувати 2 мм на кожен метр висоти, але сумарно не більше 5 мм Для колон заввишки більше 8 метрів сукупне відхилення від еталонного положення не повинне перевищувати 10 мм Забезпечити такі показники можна проведенням постійного геодезичного контролю. Міцність, щільність і якість зчленувань колон ректифікацій, а трубопроводів, що так само підводять і відводять, перевіряється шляхом пневматичних і гідравлічних випробувань з певним алгоритмом, в ході яких виявляються слабкі місця конструкції і виконуються заходи по їх посиленню. Завершення процедури випробувань оформляється актами.

Враховуючи массогабаритные параметри промислових колон ректифікацій і специфіку процесів, що відбуваються в них, особлива увага ще до установки цих агрегатів приділяється монтажу фундаменту для них, який виготовляється з армованого бетону високих марок з обов'язковим контролем геометрії точок кріплення колон ректифікацій.

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Процес розділення рідин в колоні відбуватиметься нормально, якщо на кожній тарілці ковпачки матимуть однакове (задане кресленням) занурення в рідину. Це станеться, якщо тарілка матиме строго горизонтальне положення, а торці усіх ковпачків будуть паралельні площині тарілки. Цього в основному і домагаються при монтажі колон ректифікацій. [12, с.284]

При монтажі колон ректифікацій має бути забезпечене горизонтальне положення тарілок, оскільки інакше процес ректифікації протікатиме неефективно. Відхилення від горизонтального положення для тарілок діаметром до 1500 мм на всю довжину тарілки допускається не більше 2 мм, для тарілок більшого діаметра- не більше 4 мм Горизонтальність тарілок верхньої колони перевіряється по рівню, встановленому на верхній тарілці, і по гідростатичному рівню, а нижньої колони - по рівню на верхній тарілці і на верхньому фланці колони. Вертикальність колон ректифікацій перевіряється по схилу, при цьому допускається відхилення до 2 мм на 1 м висоти, але не більше 10 мм на усю висоту колони. [12, с.209]

При монтажі колон ректифікацій строго стежать за правильним вибором стропів і місць їх закріплення на апараті відповідно до ППР на монтаж блоків розділення повітря. [12]

Капітальні вкладення(інвестиції) до основних виробничих фондів. Основні виробничі фонди включають устаткування ХТС, будівлі і споруди для встановленого устаткування, але не включають такі об'єкти, як, наприклад, котельну, систему контролю за забрудненням, інфраструктуру об'єкту і так далі. Ці інвестиції можна оцінити, застосовуючи нормативи у поєднанні з вартістю одиниць устаткування ХТС, які враховуються за допомогою коефіцієнтів монтажу. Коефіцієнт монтажу устаткування враховує вартість монтажу установки, ізоляції, трубопроводів, фундаменту, кріплень конструкцій, наявність елементів пожежної безпеки, підключення електроенергії,

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

фарбування, непередбачені витрати. Різні одиниці устаткування мають різні значення коефіцієнтів монтажу. Очевидно, що для монтажу колони ректифікації потрібно більше витрат на підведення трубопроводів, кріплення конструкцій, установку фундаменту і так далі, чим для монтажу печі. [12]

При монтажі колон ректифікацій необхідно строго дотримуватися встановлених місць захоплення тросом. Під'їм і установку роблять дуже обережно, не допускаючи зіткнень обичайки із сторонніми предметами щоб уникнути вм'ятин і деформацій. Установку колон ректифікацій контролюють на вертикальність обичайки і горизонтальність тарілок. Основні вимоги при монтажі - забезпечення горизонтального положення тарілок. Вертикальність корпуси перевіряють по схилу в двох перерізах. Відхилення від вертикалі не повинне перевищувати 2 мм на 1 м висоти і 10 мм на усю висоту колони. Другий результат виміру не повинен відрізнятися від першого більше ніж на 1 мм на усю висоту.

4.2 Ремонт апарата

Основним видом зносу колонних апаратів є забивання і корозія її елементів. Корпуси і внутрішні устрої колонних апаратів зношуються в результаті корозійної, ерозійної і термічної дії середовища. Колонні апарати ремонтують при планово-запобіжних ремонтах технологічної установки.

Підготовка колонних апаратів до ремонту полягає в наступному. Доводять тиск в колоні до атмосферного, видаляють з апарату робоче середовище, після чого його пропарюють водяною парою, яка витісняє пари, що залишилися в колоні, і газу. Після пропарювання колону промивають водою. У деяких випадках пропарювання і промивання чергують кілька разів. Промивання колон водою сприяє також швидшому їх охолодженню. Не можна приступати до ремонтних робіт, якщо температура промивної води перевищує 50° С. [13]

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Пропарену і промиту колону від'єднують від усіх апаратів і комунікацій глухими заглушками, що встановлюються у фланцевих з'єднаннях штуцерів.

Установку кожної заглушки і подальше її зняття реєструють в спеціальному журналі. Ремонт апарату розпочинається з розкриття, яке слід робити, строго дотримуючись наступних правил.

Спочатку відкривають верхній люк, причому перед цим в апарат впродовж деякого часу подають водяну пару, щоб запобігти можливому підсосу повітря, в результаті якого може утворитися вибухонебезпечна суміш. Далі послідовно (зверху вниз) відкривають інші люки. Категорично забороняється одночасно відкривати верхній і нижній люки. Не можна також відкривати спочатку нижній, а потім верхній люк, оскільки за рахунок різниці температур відбувається сильний приплив повітря у колону, що може привести до утворення вибухонебезпечної суміші. Після відкриття люків колона деякий час провітри-вається в результаті природної конвекції повітря. Після закінчення провітрювання, треба провести аналіз проб повітря, узятих з колони на різних висотних відмітках. До робіт усередині колони дозволяється приступати тільки тоді, коли аналіз покаже, що концентрація шкідливих газів і пари в ній не перевищує гранично допустимих санітарних норм. Корпус колони і її внутрішні устрої піддають ретельному огляду. Тарілки розбирають усередині колони, виносяться через люки на обслуговуючі майданчики і транспортуються для чищення, і ремонту. Спуск секцій тарілок робиться встановленою у верхній частині колони поворотної кран-укосиною потрібної вантажопідйомності.

Ремонт тарілок пов'язаний в основному з їх очищенням і заміною зношених елементів. При чищенні тарілок користуються лопатками, шкрябаннями, пневматичними відбійними молотками. Після чищення роблять заміну частини ковпачків. Нові деталі ковпачків виготовляють і збираються. Найбільш відповідальною операцією є приварювання шпильки до корпусу ковпачка

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

(рис. 3.1), оскільки при неспіввісності цих деталей правильна установка ковпачка виявляється неможливою. Співвісність деталей забезпечується спеціальною оправкою, яке дозволяє також змінювати висоту шпильки шляхом її часткового розгинання при затягуванні гайки [13].

Після ремонту тарілки перевіряють на барботаж і монтують в корпус. Ремонт корпусу колонних апаратів проводять залежно від виявлених дефектів. Дефекти корпуси виявляють шляхом візуального огляду і ультразвукової дефектоскопії. Нещільні зварні шви вирубують, зачищають і заварюють відповідним електродом. Зношені штуцера і люки вирізають, і замінюють новими з обов'язковою установкою зміцнюючих кілець. Найбільш зношені ділянки корпусу колони вирізають, а на їх місце ставлять нову ділянку, заздалегідь звальцований по радіусу колони. Зварювання роблять устик. Вирізання великих ділянок корпусу може привести до послаблення перерізу і порушенню стійкості. Тому, до вирізання дефектної ділянки, його зміцнюють стойками, що встановлюються усередині або зовні. Число і переріз стоек, розміри опорних лап розраховують, виходячи з умови рівності їх опорів опору вирізаного перерізу. За допомогою таких стоек можна замінити увесь пошкоджений пояс колони декількома частинами (рис 3.2). [13]

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

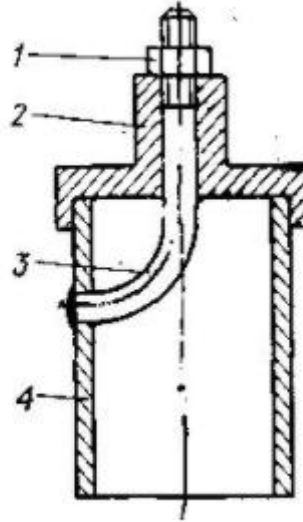


Рис. 4.1 – Приварка шпильки до корпусу ковпачка.

1 – гайка; 2 – оправка; 3 – шпилька; 4 – корпус ковпачка.

Ремонт колони закінчується її випробуванням. При гідравлічному випробуванні колони заповнюється водою при відкритій воздушке, встановлюваної на верху колони. Поява води у воздушке свідчить про заповнення колони. Після закриття воздушки тиск в колоні повільно підвищується до контрольної величини. При цьому тиску апарат витримується 5 хвилин, потім тиск знижується до робочого значення, при якому здійснюється обстукування зварних швів молотком і огляд корпусу колони. При проведенні пневматичного випробування обстукування зварних швів. Планування робіт по обслуговуванню і відновленню (ремонт) устаткування здійснюється в два етапи:

1.Перспективне планування на рік (визначення витрат, підготовка документації, придбання або виготовлення запчастин і так далі) робиться на підставі "Відомості наявності і стану устаткування" (Ф- 09/11) і довідкових матеріалів по тривалості ремонтного циклу по видах устаткування.

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Керівники ділянок (служб) - власників устаткування, не пізніше за 10 вересня, створюють комісії для обстеження устаткування, в складі: Голова комісії - керівник підрозділу-власника устаткування або його заступник; Члени комісії : - майстер СГМех; - майстер СГЭ; - майстер виробничої ділянки (служби), устаткування якої обстежується; - інженер по ремонту СГМех.

швів не допускається.

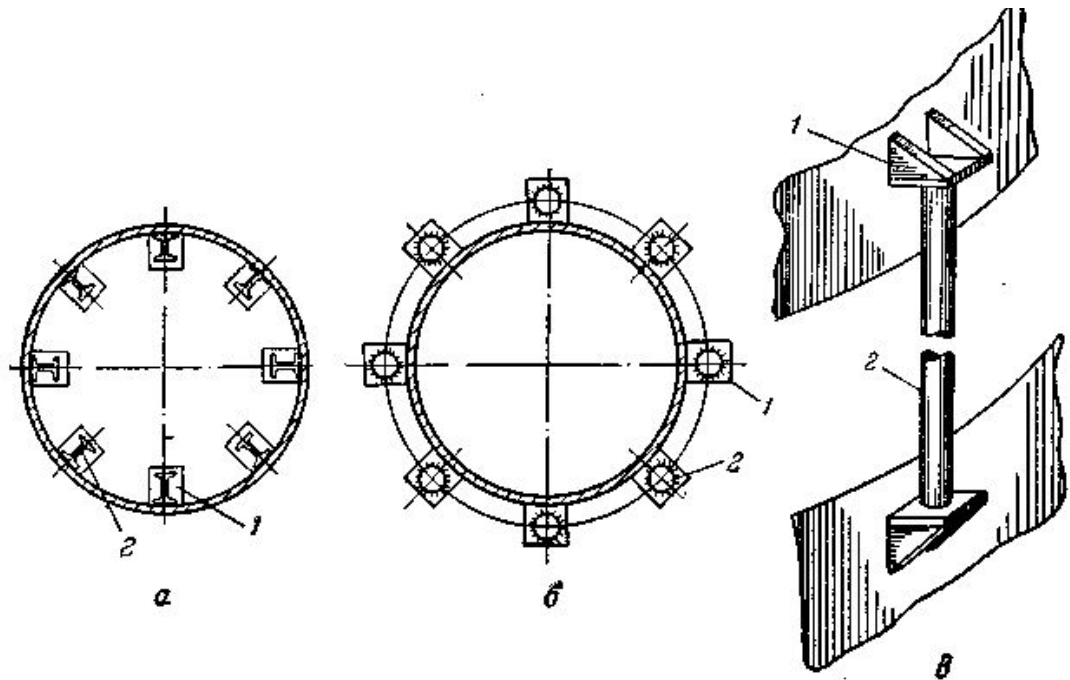


Рис. 4.2 – Посилення колони у місцях вирізаних поясів.

а – внутрішніми стойками; б – зовнішніми стойками; в – схема кріплення
стойки.

1 – лапа; 2 – стойка.

Після проведення обстеження керівники ділянок (служб) заповнюють "Відомість наявності і стану устаткування" (Ф- 09/11) і здають її в СГМех не пізніше за 20 жовтня.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Контроль за проведенням обстеження і своєчасною передачею "Відомості наявності і стану устаткування" (Ф- 09/11) покладається на заступника директора виконавчого з технічних питань.

Рішення по термінах, видах і об'ємах ремонту основного устаткування приймає головний механік. Планування ремонтів електричної частини технологічного устаткування і електроустаткування, що входить в комплект технологічного устаткування, планується на базі технічного обслуговування і ремонту устаткування по механічній частині, з урахуванням ремонтних нормативів електроустаткування.

Головний механік, згідно встановленої структури ремонтного циклу, з урахуванням "Відомості наявності і стану устаткування" (Ф- 09/11), складає річний "План-графік технічного обслуговування і ремонту устаткування" (П- 09/16), який узгоджується з керівниками ділянок (служб), - власників устаткування, головним енергетиком і затверджується заступником директора виконавчого з технічних питань.

Інженер по ремонту СГМех видає копію "Плану-графіку технічного обслуговування і ремонту устаткування" (П- 09/16) керівникам ділянок (служб) - власників обору-довання і начальникові ПДО під розпис на контрольному екземплярі.

Головний енергетик на основі "План-графік технічного обслуговування і ремонту устаткування" (П- 09/16) розробляє "План-графік технічного обслуговування і ремонту устаткування" (П- 09/16) по енергетичній частині.

2. Оперативне планування на поточний місяць робиться на підставі річного "План-графіка технічного обслуговування і ремонту устаткування" (П- 09/16), записів в "Журналі обліку роботи і стану устаткування" (Ж- 09/12), записів у формі "Облік і аналіз простоїв технологічного устаткування" (Ф- 09/12) і

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

забезпечує проведення устаткуванню конкретних ремонтних робіт в конкретні терміни. Для цього:

При проведенні щозмінного технічного обслуговування устаткування, у разі виявлення проблем або несправностей, виробничий майстер робить запис "Журналі обліку роботи і стану устаткування" (Ж- 09/12).

У "Журналі обліку роботи і стану устаткування" (Ж- 09/12) черговий слюсар (електрик) в довільній формі повинен відобразити дату, найменування задіяного устаткування, результати оглядів, виконані роботи, час простою з вини служби і поставити підпис. Тривалість простою або його відсутності повинно підтверджуватися підписом виробничого майстра, якому черговий слюсар (електрик) зобов'язаний надати журнал.

По закінченню зміни, головний механік (головний енергетик) переглядають записи "Журналу обліку роботи і стану устаткування" (Ж- 09/12) аналізують стан устаткування на сьогодні. Планують роботи своєї служби наступного дня і роблять записи, що відповідно, в тому ж журналі.

Щодня уранці у заступника директора виконавчого з технічних питань відбувається нарада по роботі технологічного устаткування за минулу добу. Час, причини простою і виконані роботи заносяться у форму "Облік і аналіз простоїв технологічного устаткування" (Ф- 09/12).

У кінці кожного місяця, під керівництвом головного механіка (головного енергетика), на підставі записів в "Журналі обліку роботи і стану устаткування" (Ж- 09/12), "Обліку і аналізу простоїв технологічного устаткування" (Ф- 09/12), робиться аналіз роботи, технічного стану устаткування за минулий період. При цьому складається планувальна частина "Плану - звіту виконання планово-запобіжних ремонтів устаткування" (П- 09/17) на наступний місяць, який

узгоджується з керівниками діляниць (служб), - власників устаткування і затверджується заступником директора виконавчого з технічних питань.

Інженер по ремонту СГМех видає копію "Плану - звіту виконання планово-запобіжних ремонтів устаткування" (П- 09/17) на наступний місяць керівникам ділянок (служб) - власників устаткування і начальникові ПДО під розпис на контрольному екземплярі.

Ремонти механічної частини устаткування виконуються силами СГМех.

Ремонти енергетичної частини устаткування - силами СГЭ. Для проведення ремонту устаткування керівник виробничої ділянки зобов'язаний підготувати і здати в ремонт у встановлений термін устаткування ремонтним службам.

Устаткування, що здається в ремонт, очищається від бруду і мастила. Прямки ковальсько-пресового устаткування також очищаються від окалини і бруду.

Головний механік (енергетик) організують проведення робіт по технічному обслуговуванню і ремонту устаткування відповідно до С- 7.1.3/01 Перелік робіт, виконувальних при проведенні технічного обслуговування і ремонтів механічної частини технологічного і вантажопідйомного устаткування і С- 7.1.3/02 Переліком робіт, що виконуються при проведенні технічного обслуговування і ремонтів енергетичної частини технологічного, вантажопідйомного і енергетичного устаткування.

Щозмінне технічне обслуговування виконується основним виробничим персоналом впродовж зміни відповідно до С- 7.1.3/01 Перелік робіт, що виконуються при проведенні технічного обслуговування і ремонтів механічної частини технологічного і грузопідйомного устаткування і С- 7.1.3/02 Переліком робіт, що виконуються при проведенні технічного обслуговування і ремонтів енергетичної частини технологічного, вантажопідйомного і енергетичного устаткування.

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

За наявності несправностей виробничий майстер робить відповідну запису в "Журналі обліку роботи стану устаткування" (Ж- 09/12), який постійно знаходиться в ремонтній службі підрозділу. Несправності усуваються ремонтною службою, відмітка про виконання робиться виконавцем в цьому ж журналі.

5. Охорона праці

Зміст розділу за рекомендацією [18].

Пожежна профілактика – це комплекс заходів, спрямованих на попередження пожежі, запобігання розповсюдженню вогню у разі виникнення пожежі й створення умов, сприяючих швидкій ліквідації пожежі, що почалася.

Вимоги щодо конструктивних та планувальних рішень промислових об'єктів, а також інших питань забезпечення їхньої пожежо- та вибухобезпеки значною мірою визначаються категорією приміщень та будівель за вибухопожежною та пожежною безпекою. Визначення категорії приміщення проводиться з урахуванням показників пожежовибухонебезпечності речовин та матеріалів, що там знаходяться (використовуються) та їх кількості. Відповідно до ОНТП 24-86 приміщення за вибухопожежною та пожежною безпекою поділяються на п'ять категорій (А, Б, В, Г, Д).

Категорія А. Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28 °С в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні котрих розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини та

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним в такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.

Категорія Б. Горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28 °С та горючі рідини в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалахуванні котрих розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.

Категорія В. Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, речовини та матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним лише горіти за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться, або використовуються, не відносяться до категорій А та Б.

Категорія Г. Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі газу, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.

Категорія Д. Негорючі речовини та матеріали в холодному стані. В основу розрахункового методу визначення категорій вибухопожежної та пожежної безпеки виробничих приміщень покладено енергетичний підхід, що полягає в оцінці розрахункового надлишкового тиску вибуху в порівнянні з допустимим.

Наприклад, виробництва, що відносяться до категорії А, дозволяється розташовувати, як правило, тільки в одноповерхових будівлях. Виходячи з категорії виробництва, при проектуванні визначаються з: вибором будівельних матеріалів та будівельних конструкцій залежно від їх займистості й

								XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

вогнестійкості, кількістю протипожежних перешкод, доцільністю застосування ослаблених отворів для захисту будівель від руйнування,

шляхами евакуації людей на випадок пожежі та іншими заходами пожежної профілактики.

Будівельні конструкції поділяються на такі, що не горять, важкогорючі і горючі. Будівельні конструкції, виконані з матеріалів, що не згорають, відносяться до тих, що не згорають. Конструкції, виконані з важкогорючих матеріалів або з матеріалів, що згорають, але захищених від вогню штукатуркою або облицюванням з матеріалів, що не згорають, відносяться до важкогорючих. Будівельні конструкції з матеріалів, що згорають, не захищених від вогню або високих температур, відносяться до горючих.

Будівельні конструкції при пожежі повинні зберігати міцність і стійкість. Здатність конструктивних елементів будівель і споруд витримувати розрахункові навантаження при дії високих температур називається вогнестійкістю.

Межею вогнестійкості будівельної конструкції називається час (у годинах), після закінчення якого ця конструкція втрачає опорну здатність в умовах пожежі або сприяє розповсюдженню пожежі внаслідок надмірного підвищення температури поверхні та утворення крізних тріщин. Такі межі конструктивних елементів визначаються експериментально і враховуються при проектуванні.

Протипожежна перешкода [6] – це будівельна конструкція, інженерна – споруда чи технічний засіб, що має нормовану межу вогнестійкості, – яка перешкоджає поширенню вогню з одного місця в інше. До них відносяться: розриви між будівлями і спорудами, обваловки, протипожежні стіни (брандмауери), перекриття, двері. Простими і ефективними перешкодами є

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

пожежні розриви між будівлями, спорудами і складами. Ширина їх залежить від пожежо- і вибухонебезпеки виробництв і ступеня вогнестійкості будівель і споруд. Протипожежні перешкоди призначені для запобігання розповсюдженню пожежі та продуктів горіння з приміщень або пожежного відсіку з осередком пожежі в інші приміщення. За відсутності або неправильного улаштування протипожежних перешкод пожежа швидко розповсюджується, охоплюючи більшу площу, та призводить до значних втрат.

Для швидкої і безпечної евакуації людей у разі виникнення пожежі у будівлях і приміщеннях передбачаються запасні виходи, пожежні сходи, вогнестійкі сходові клітки, спеціальні балкони, майданчики і переходи.

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до евакуаційного виходу залежить від категорії виробництв по пожежній небезпеці, ступені вогнестійкості будівель та їх поверховості і регламентується. Так, наприклад, відстань від найбільш віддаленого робочого місця до евакуаційного виходу має бути: для багатопверхових будівель категорії А – не більше 25 м, категорії Б – 50 м, для одноповерхових будівель категорії А – не більше 30 м і категорії Б – 75 м. Як правило, робиться не менше двох евакуаційних виходів. У приміщенні, яке має один евакуаційний вихід, дозволяється одночасно розміщувати (дозволяється перебування) не більше 50 осіб. Всі двері відкриваються у бік виходу з будівлі. Зовнішні пожежні сходи, призначені для евакуації людей, повинні мати кут нахилу не більш 45° і ширину ступенів не менше 0,7 м. Майданчики для виходу з будівлі на сходи і самі сходи забезпечуються огорожами заввишки 0,8 м.

Евакуаційні шляхи і виходи повинні утримуватися вільними, нічим не зашарашуватися і у разі виникнення пожежі забезпечувати безпеку під час евакуації всіх людей, які перебувають у приміщеннях будівель та споруд. При

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

наявності людей у приміщенні двері евакуаційних виходів можуть замикатися лише на внутрішні запори, які легко відмикаються. Шляхи евакуації, що не мають природного освітлення, мають постійно освітлюватися електричним світлом.

Горюче середовище є обов'язковою передумовою виникнення пожежі. Пожежі або вибухи в будівлях та спорудах можуть виникати або через вибух технологічного устаткування, електрообладнання, систем опалення, вентиляції, що в них знаходиться, або внаслідок пожежі чи вибуху безпосередньо в приміщенні, де використовуються горючі речовини та матеріали. Під час аналізу пожежовибухонебезпеки технологічного устаткування необхідно оцінювати можливість утворення вибухонебезпечного середовища при параметрах стану, відмінного від нормального. Причинами загорянь кабелів і проводів є перегрів від короткого замикання між жилами кабелів, жилами кабелю та землею, перегрів від струмового перевантаження, перегрів у місцях перехідних опорів. Виникнення загорянь в електронагрівальних приладах, апаратах, устаткуванні можливе при перегріві приладів, апаратів та устаткування від замикання електронагрівальних елементів, загоряння від електронагрівальних приладі. Загоряння освітлювальної апаратури можливе при перегріві від електричного пробую, перегріві в елементах пускорегулювальної апаратури люмінесцентних ламп.

Відповідальний за протипожежний стан об'єкта, зобов'язаний здійснювати контроль за дотриманням правил пожежної безпеки при експлуатації електроустановок, кондиціонерів, вентиляційних систем, систем опалення та вживати заходів по усуненню недоліків, які можуть спричинити пожежу.

					XI.P.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Державний пожежний нагляд за станом пожежної безпеки на об'єктах здійснюється відповідно до чинного законодавства державною пожежною охороною у порядку, встановлюваному Кабінетом Міністрів України.

Органи державного пожежного нагляду відповідно до покладених на них завдань: розробляють і затверджують загальнодержавні правила пожежної безпеки, які є обов'язковими для всіх установ; погоджують проекти державних і галузевих стандартів, норм, правил, технічних умов, що стосуються забезпечення пожежної безпеки; встановлюють порядок опрацювання і затвердження положень, інструкцій та інших нормативних актів з питань пожежної безпеки, що діють в установі; здійснюють контроль за додержанням вимог актів законодавства з питань пожежної безпеки керівниками та іншими посадовими особами підприємств та ін.

Посадові особи органів державного пожежного нагляду є державними інспекторами з пожежного нагляду.

Основи пожежної безпеки закладаються на стадії проектування підприємства, будівлі, споруди, планування технологічного процесу, встановлення обладнання, тобто враховується інженерно – технологічними заходами, які представлені в проектах при розробці проектної документації на будівництво, і вимагає суворого дотримання протипожежних правил у процесі експлуатації. Контроль за виконанням правил пожежної безпеки під час проектування, технічного переоснащення, будівництва, реконструкції та експлуатації об'єктів іноземних фірм та спільних підприємств регулюється чинним законодавством або умовами, передбаченими договорами сторін, якщо вони не суперечать чинному законодавству. На об'єктах приватної власності органи державного пожежного нагляду контролюють лише умови безпеки людей на випадок

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

пожежі, а також вирішення питань пожежної безпеки, що стосуються прав та інтересів осіб і громадян.

Пожежний зв'язок і сигналізація передбачаються для своєчасного повідомлення про виникнення пожежі, централізованого управління пожежного підрозділ} і для керівництва гасіння пожежі.

Для цієї мети застосовуються сигналізатори, які визначають наявність в повітрі виробничих приміщень вибухонебезпечних концентрацій, автоматичні пожежні оповіщувачі, оповіщувачі ручної дії, телефонний зв'язок.

Велике значення має автоматична сигналізація, яка сповіщає про наявність вибухонебезпечних концентрацій горючої пари або газів у виробничих приміщеннях. Для цієї мети застосовуються різні газоаналізатори вибухозахищеного виконання.

До засобів пожежного зв'язку, відноситься також телефонний зв'язок. У виробничих приміщеннях, там, де це можливо, влаштовується прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Засоби пожежогасіння поділяються на: первинні засоби пожежогасіння (вогнегасники); протипожежні щити з набором інвентарю; підручні засоби; автоматичні установки пожежогасіння.

Первинні засоби пожежогасіння призначені для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку силами персоналу підприємства до прибуття штатних підрозділів пожежної охорони, а також ліквідації невеликих осередків пожеж. Вони є у всіх виробничих приміщеннях, цехах, складах, лабораторіях, майстернях і передаються під охоронну відповідальність безпосередньо

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

керівникам цих об'єктів або іншим посадовим особам з числа інженерно-технічних працівників.

До первинних засобів гасіння пожежі належать вогнегасники, як ручні так і пересувні, бочки з водою, відра, сокири, багри, лопати, ящики з піском, азбестові полотна, повстяні мати, шерстяні ковдри, ломи, пилки тощо. На промислових підприємствах застосовуються в основному пінні, рідинні, вуглекислотні, вуглекислотно-брометилові, аерозольні та порошкові вогнегасники.

Розрізняють автоматичні установки пожежогасіння, призначені для захисту від пожеж будівель і устаткування (АУПГ) та автоматичні установки виявлення пожеж (АУВП). Всі автоматичні установки гасіння пожеж поділяються наступним чином. Дані установки застосовують на особливо небезпечних в пожежному відношенні виробництвах. При цьому розрізняють спринклерні і дренчерні установки.

Автоматична установка газового пожежогасіння (АУГП) застосовується у вигляді батарей газового пожежогасіння, призначених для захисту двох і більше приміщень або модулів з пристроєм для розпилювання газового складу, який знаходиться в захищеному приміщенні або поряд з ним.

Для об'ємного пожежогасіння у складі автоматичної системи газового гасіння для захисту окремих приміщень використовується модуль газовий пожежний. Як вогнегасна речовина в модулі використовується хладон. Газова установка складається із станції пожежогасіння, магістральних і розподільних трубопроводів. Система автоматичного пуску має оповіщувачі, приймальну станцію, виконавські органи, лінії зв'язку. При підвищенні концентрації диму в приміщенні оповіщувачі спрацьовують і видають імпульс на приймальну станцію, відбувається підлив піропатронів клапанів розподільного пристрою і

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

головки затвора пускового балона батареї. Через головку, що розкрилася, стисле повітря під тиском з пускового балона батареї поступає в секційний колектор і розкриває мембранні головки робочих балонів. Вогнегасна рідина через головки поступає в секційний колектор, відкриває за-мочний клапан і через клапан розподільного пристрою по заданому напрямку поступає в магістральний трубопровід, потім до випускних насадок.

Система протипожежного водопостачання – це комплекс інженерних водопровідних пристроїв та споруд, призначених для забору води з вододжерела, її транспортування, зберігання запасів та подавання до місця пожежі. Таку систему поділяють на дві частини: внутрішню (всередині будівель) та зовнішню. Протипожежний водопровід є одним з найбільш важливих елементів системи протипожежного водопостачання. Протипожежні водопроводи бувають низького або високого тиску.

Пожежний кран – комплект пристроїв, який складається із клапана (вентиля), що встановлюється на пожежному трубопроводі і обладнаного пожежною з'єднувальною головкою, а також пожежного рукава з ручним стволом. Пожежні крани розміщуються у вбудованих або навісних шафках, які мають отвори для провітрювання і пристосовані для опломбування та візуального огляду їх без розкривання.

Населені пункти, підприємства, установи, організації, будинки повинні бути забезпечені протипожежним водопостачанням для зовнішнього пожежогасіння. Його проектування та улаштування слід здійснювати відповідно до вимог СНиП 2.04.02.

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

15. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. - Суми : Сумський держав-ний університет, 2019. - 32 с.

16. Масообмінне обладнання, <https://studfile.net/preview/9163948/page:8/>.

17. Врагов А.П., Михайловский Я.Э. Оптимизационное проектирование ректификационных колонн с использованием ПЭВМ: Учебное пособие. – Сумы: Изд-во СумГУ, 2000. – 65 с.

18. Основи охорони праці, <https://buklib.net/books/21960/>.

					ХІ.Р.00.00.00.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66