

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота на тему

Установка ректифікації суміші дихлоретан-талуол продуктивністю 6,5 т/год по вихідній суміші з розробкою дефлегматора

Листів – 98, ілюстрацій – 20, таблиць – 2, посилань – 25.

Об'єктом дослідження є дефлегматор установки ректифікації суміші дихлоретан-талуол продуктивністю 6,5 т/год.

Метою роботи є розробка дефлегматора установки ректифікації суміші дихлоретан-талуол продуктивністю 6,5 т/год.

Метод дослідження – теоретичний із застосуванням ЕОМ.

В результаті дослідження описано процес ректифікації суміші дихлоретан-талуол продуктивністю 6,5 т/год., технологічна схема ректифікаційній установки та конструкція сітчастої колони і дефлегматора. Наведено огляд літератури з перегонки рідини, апаратурного оформлення процесів перегонки рідини та огляд конструкції дефлегматора, дана стисла характеристика визначених процесів та обладнання (галузь застосування).

Ключові слова: перегонка рідини, дефлегматор, технологічна схема, сітчаста колона, ректифікація, теплообмінник.

Зміст	
Скорочення та умовні позначки.....	5
Вступ.....	7
1 Аналітичний огляд.....	8
2 Визначення основних розмірів колони та підігрівача	16
2.1 Опис принципальної технологічної ректифікаційної установки	16
2.2 Визначення продуктивності за дистиллятом та кубовим залишком	18
2.3 Визначення мінімального та дійсно числа флегми	19
2.4 Визначення середніх значень параметрів колони, фізико-хімічних та термодинамічних констант фаз.....	25
2.5 Визначення діаметру колони.....	32
2.6. Визначення гідравлічного опору колони з сітчастими тарілками	33
3 Тепловий розрахунок установки	35
3.1. Підігрівник вихідної суміші	35
3.2. Дефлегматор (конденсатор).....	37
3.3 Кип'ятильник (термосифонний рибойлір).....	39
3.4 Визначення діаметрів штуцерів колони	41
3.5 Вибір товщини стінки корпусу колони	45
3.6 Розрахунок та вибір ємностей установки	45
4 Розрахунки на міцність елементів дефлегматора	47
4.1 Початкові дані	47
4.2 Визначення розрахункових параметрів	48
4.2.1 Розрахункова температура	48
4.2.2 Допустимі напружини	49
4.2.3 Коефіцієнти міцності зварних швів	50
4.2.4 Робочий, розрахунковий і пробний тиск	51
4.2.5 Додатки до розрахункової товщини конструктивних елементів....	53
4.3 Розрахунок товщини стінки кожуха.....	54
4.3.1 Розрахунок циліндричної обичайки кожуха.....	54
4.3.2 Визначення допустимого надлишкового тиску	
Підготовчі роботи перед проведенням ремонту	57

4.4 Розрахунок розподільної камери.....	54
4.4.1 Розрахунок товщини циліндричної обичайки камери.....	54
4.4.2 Розрахунок товщини стінки днища камери.....	55
4.5 Розрахунок на міцність, жорсткість і стійкість елементів теплообмінних апаратів з компенсатором на кожусі	58
4.6 Розрахунок лінзового компенсатора.....	59
4.6.1 Умови застосування розрахункових формул.....	59
4.6.2 Визначення допоміжних величин.....	60
4.6.3 Розрахунок компенсатора на міцність.....	62
4.6.4 Розрахунок числа лінз компенсатора.....	64
5 Ремонтно – монтажні роботи.....	66
5.1 Підготовчі роботи перед проведенням ремонту	68
5.2 Ремонт холодильника	71
5.3 Проведення робіт на висоті	72
5.4 Проведення зварювальних і вогневих робіт.....	73
5.5 Зварювання теплообмінника	76
5.6 Кріплення труб в трубних решітках	78
6 Пристрої для стропування машин і апаратів.....	80
6.1 Типи, основні параметри та розміри.....	80
6.2 Крюки зварні	81
6.3 Вушки	83
6.4 Штуцери монтажні	84
6.5 Опорні лапи.....	85
6.6 Опори-стояки вертикальних апаратів	87
7 Техніка безпеки.....	91
Висновки	96
Перелік джерел посилання	97

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

G_W – продуктивність по кубового залишку, кг/год;

G_p – продуктивність по дистилляту, кг/год;

G_F – продуктивність по вихідній суміші, кг/год;

X – концентрація низько киплячого компонента А в бінарній суміші, мол. частки;

M_A, M_B – молярна маса компонента А и В (відповідно), кг/кмоль;

R_{min} – мінімальне флегмове число;

K_R – коефіцієнт надлишку флегми;

R – дійсне флегмове число;

X_{cp}^n – середня мольна концентрація низько киплячого компонента в нижній частині колони, %(мол.);

X_{cp}^s – середня мольна концентрація низько киплячого компонента у верхній частині колони, %(мол.);

X_{cp} – середня мольна концентрація низько киплячого компонента по колоні, %(мол.);

t_{xcp}^n – середня температура в нижній частині колони, °С;

t_{xw} – температура кубового залишку, °С;

t_{xf} – температура вихідної суміші, °С;

t_{xcp}^s – середня температура у верхній частині колони, °С;

t_{xp} – температура дистилляту, °С;

t_{xf} – температура вихідної суміші, °С;

t_{xcp} – середня температура по колоні, °С;

M_{xcp} – середня мольна маса, кг/кмоль;

ρ_{xcp} – середня щільність рідкої фази, кг/м³;

ρ_A – щільність компонента А при температурі t_{xcp} , кг/м³;

ρ_B – щільність компонента В при температурі t_{xcp} , кг/м³;

μ_{xcp} – середня в'язкість, Па·с;

μ_A – динамічний коефіцієнт в'язкості компонента А, Па·с;

μ_B – динамічний коефіцієнт в'язкості компонента В, Па·с;

σ_{xcp} – середнє поверхове натяжіння, Н/м;

σ_A – поверхневий натяг компонента А, Н/м;

σ_B – поверхневий натяг компонента В, Н/м;

$D_{x(t)}$ – коефіцієнт дифузії при середній температурі, м²/с;

$D_{x(20)}$ – коефіцієнт дифузії при $t = 20$ °С, м²/с;

V_A – мольний об'єм компонента А, см³/моль;

V_B – мольний об'єм компонента В, см³/моль;

U_{cp}^n – середня мольна концентрація низько киплячого компонента в нижній частині колони, %(мол.);

U_{cp}^s – середня мольна концентрація низько киплячого компонента у верхній частині колони, %(мол.);

U_W – мольна концентрація низько киплячого компонента в кубовому залишку, %(мол.);

U_F – мольна концентрація низько киплячого компонента у вихідній суміші, %(мол.);

U_P – мольна концентрація низько киплячого компонента в дистилаті, %(мол.);

U_{cp} – середня мольна концентрація низько киплячого компонента по колоні, %(мол.);

$t_{y_{cp}}$ – середня температура по колоні, °С;

$t_{y_{cp}}^s$ – середня температура у верхній частині колони, °С;

$t_{y_{cp}}^n$ – середня температура в нижній частині колони, °С;

$M_{y_{cp}}$ – середня мольна маса, кг/кмоль;

$\rho_{y_{cp}}$ – середня щільність, кг/м³;

$\mu_{y_{cp}}$ – середня в'язкість, Па·с;

μ_{y_A} – динамічний коефіцієнт в'язкості компонента А, Па·с;

μ_{y_B} – динамічний коефіцієнт в'язкості компонента В, Па·с;

D_y – коефіцієнт дифузії для парової фази, м²/с;

D_k^n – діаметр колони в нижньому перерізі, м;

W_y – швидкість пару, м/с;

β_{xf} – коефіцієнт масовіддачі в рідкій фазі, кмоль/(м²·с·кмоль/кмоль);

Pr' – дифузійний критерій Прандтля, рівний;

β_{yf} – коефіцієнт масовіддачі в паровій фазі, кмоль/(м²·с·кмоль/кмоль);

ВСТУП

Масобмінні процеси - процеси перенесення речовини з фази у фазу. Їх використовують для розподілу гомогенних і гетерогенних систем з метою концентрації речовин, що містяться у фазах. Фаза, перероблена таким чином, може бути кінцевим продуктом або напівпродуктом виробництва. Застосовуючи масобмінні процеси, також видаляють шкідливі домішки з технологічних середовищ, стоків і газових викидів, а також витягують з відходів, стоків і викидів цінні речовини.

Масопередача має місце в процесах перегонки і ректифікації, екстракції і вилуговування, сушки, абсорбції, адсорбції, кристалізації та ін.

При перегонці і ректифікації рідка суміш розділяється на складові компоненти. Відбувається перехід речовин з рідкої фази в парову і з парової в рідку.

При абсорбції відбувається селективне поглинання газів або пари рідкими поглиначами - абсорбентами, т. е. має місце перехід речовини з газової або парової фази в рідку.

При екстракції відбувається витягування одного або декількох речовин з розчинів або твердих речовин за допомогою розчинників. Процес витягування речовин з твердого тіла за допомогою розчинника називають вилуговуванням. При вилуговуванні речовина переходить з твердої фази в рідку.

При адсорбції відбувається виборче поглинання газів, пари або розчинених в рідині речовин твердим поглиначем - адсорбентом, здатним поглинати один або декілька компонентів з їх суміші.

Сушка - це видалення вологи з твердих або рідких вологих матеріалів шляхом її випару.

При кристалізації з рідкої фази виділяється речовина у вигляді кристалів.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1 Аналітичний огляд

Перегонкою (дистиляцією) називають розділення киплячих рідких сумішей різних за леткістю компонентів внаслідок їх часткового випаровування з подальшою конденсацією утвореної пари. Суміш може складатися з двох або багатьох компонентів. Компонент з меншою температурою кипіння або, відповідно, більшою пружністю пари називають легколетким компонентом (ЛЛК), компонент з більшою температурою кипіння або меншою пружністю пари — важко летким компонентом (ВЛК). Пара, що утворена при частковому одноразовому випарюванні, містить відносно більшу кількість ЛЛК, ніж вихідна суміш. При цьому рідка фаза збіднюється на ЛЛК. Такий процес часткового одноразового випарювання суміші з подальшою конденсацією пари називають простою перегонкою, конденсат, що утворюється під час простої перегонки, — дистилятом, а залишок вихідної суміші — залишком або кубовим залишком. Просту перегонку використовують для розділення сумішей, в яких показники леткості компонентів значно різняться, або для попереднього грубого розділення сумішей. Повнішого розділення сумішей на відносно чисті компоненти або на групи компонентів (фракції) досягають багаторазовим повторенням випарювання та конденсації. Такий процес називають ректифікацією. У харчовій промисловості дистиляцію використовують при виробництві етанолу, коньяку, олії, ароматичних сполук. Застосовують її також у нафтопереробній, хімічній, фармацевтичній промисловості.

При одноразовому випаровуванні взаємно розчинних рідин і подальшої конденсації пари отримують дві фракції: легку, в якій міститься більше низько кип'ячих фракцій, і важку, в якій міститься менше низькокип'ячих фракцій, ніж у вихідній сировині. Отже, при перегонці відбувається збагачення однієї фази низько киплячими, а інший-висококиплячий компонентах. Однак досягти необхідного розподілу компонентів нафти і отримати кінцеві продукти, киплячих в заданих температурних інтервалах, за допомогою перегонки не можна. Тому після однократного випару нафтові пари піддаються ректифікації.

Ректифікацією називається дифузійний процес розділення рідин, що розрізняються по температурах кипіння, за рахунок протитечійного, багатократного контактування пари і рідини. Контактуювання пари і рідини здійснюється у верти-кальних циліндричних апаратах-ректификационных колон-нах, забезпечених спеціальними уст-ройст-вами, - тарілками ректифікацій або насадкою, - що дозволяють створити тісний контакт між парою, підіймаючоюся вгору по колона, і рідина, стікає вниз.

У середню частину у вигляді пари, жид-кістки або парорідинної суміші подає-ця сировина, яку необхідно розділити на дві части-высококипящую і низько-кипячу. У простому випадку початкова сировина складається з двох компонентів (наприклад, бензолу і толуолу, Бутану і изобутана та ін.). Проте частіше сировина є багатоконпонентною сумішю, яку за допомогою ректифікації потрібно розділити на два продукти, один з яких містить в основному низькокипячі компоненти, а інший - висококипячі. Зона, в яку подається сировина, однократне випарювання нагрітої в печі або теплообмінику суміші на парову і рідку фази. В деяких випадках евапорационная зона відокремлена від колони, і евапорация робиться в самостійному апараті. Проте у більшості колон, зокрема на установках первинної перегонки, однократ-ное випар і ректифікація поєднуються.

Пари і рідина, що поступають на тарілку, не знаходяться в з-стоянні рівноваги, проте, вступаючи в зіткнення, прагнуть до цього стану. Рідкий потік з вищерозміщеної тарілки посту-паєт в зону більш високої температури, і тому з нього испа-ряється деяка кількість низькокипячого компонента, в результате чого концентрація останнього в рідині зменшується. З іншого боку, паровий потік, що поступає з тарілки, що пролягає нижче, потрапляє в зону нижчої температури і частину висококипячого продукту з цього потоку конденсується, переходячи в рідину. Концентрація висококипячого компонента в парах таким чином знижується, а низькокипящего-повышается. Фракційний склад пари і рідини по висоті колони безперервно змінюється. Частина колони ректифікації, яка розташована вище за введення сировини, називається концентраційною, а

розташована нижче введення - відгінною. У обох частинах колони відбувається один і той же процес ректифікації.

З верху концентраційної частини у паровій фазі виводиться цільовий продукт необхідної чистоти - ректифікат, а з низу - рідина, все ще достатньою мірою збагачена низькокипя-щим компонентом. У відгінній частині з цієї рідини окончатель-але відпарює низькокипячий компонент. У вигляді рідини з низу цієї частини колони виводиться другий цільовий компонент - залишок. Для нормальної роботи колони ректифікації необхідно, щоб з верху колони на тарілки неперервно, що пролягають нижче, стікала рідина (флегма). Тому частина готового продукту (ректифікату) після конденсації повертається на верхню тарілку колони у вигляді так званого зрошування. З іншою сторони, для нормальної роботи колони необхідно, щоб з низу колони вгору безперервно підіймалися пари. Щоб створити в колоні паровий потік, частина залишку, що йде з колони, підігрівається, випаровується і повертається назад в колону.

Колона ректифікації, принцип роботи

Випарний куб - зберігання і нагрівання кубової рідини

Колона - тепломасообмін всередині самої колони за рахунок насадки

Дефлегматор - конденсація парів, освіту флегми

Вузел відбору - відбір флегми і ректифікату.

Колона ректифікації - вертикальний циліндричний апарат зі зварним (або збірним) корпусом, в якому розташовані масо-і теплообмінні пристрої (горизонтальні тарілки 2 або насадка). У нижній частині колони (рис. 1.1) є куб 3, в якому відбувається кипіння кубової рідини. Нагрівання в кубі здійснюється за рахунок глухого пара, що перебуває в змійовику або в Кожухотрубчасті підігрівачі-кип'ятильник. Невід'ємною частиною колони ректифікації є дефлегматор 7, призначений для конденсації пари, що виходить з колони.

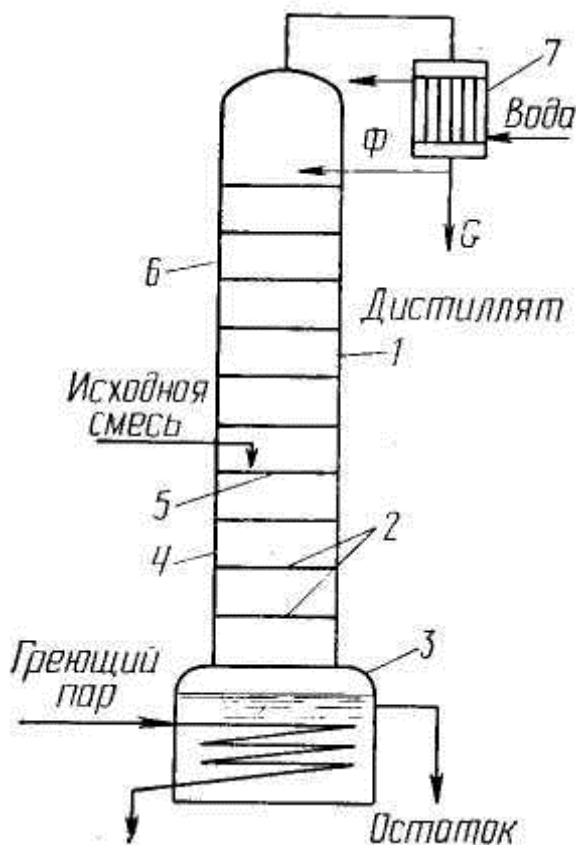


Рисунок 1.1 - Ректифікаційна колона - корпус; 2 - тарілки; 3 - куб;
4, 6 - вичерпна і зміцнює частини колони; 5-поживна тарілка; 7 – дефлегматор

Процеси, які відбуваються на тарілці, можна описати наступним чином (див. Рис. 1.2). Нехай на тарілку надходять пари складу L з нижньої тарілки, а з верхньої тарілки по переливної трубки стікає рідина складу B . В результаті взаємодії пари A з рідиною B (пар, барботірую через рідину, частково її випарує, а сам частково сконденсується) утворюється новий пар складу C і нова рідина складу D , що знаходяться в рівновазі. В результаті роботи тарілки новий пар C багатшими легколетучим речовиною в порівнянні з котрі вступили з нижньої тарілки паром A , тобто на тарілці пар C збагатився легколетучим речовиною. Нова рідина D , навпаки, стала біднішою легколетучим речовиною в порівнянні з що надійшла з верхньої тарілки рідиною B , тобто на тарілці рідина збіднюється легколетучим і збагачується важколетучим компонентом. Коротше, робота

тарілки зводиться до збагачення пара і збіднення рідини легколетучим компонентом.

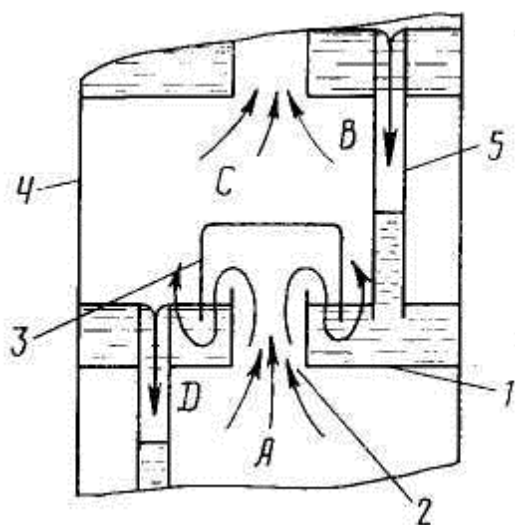


Рисунок 1.2 - Робота колпачкової тарілки: 1 - дно тарілки; 2-парової патрубок; 3 ковпачок; 4 - корпус колони; 5 - зливний патрубок

Тарілка, на якій досягається стан рівноваги між піднімаються з неї парами і стікає рідиною, називається теоретичною. В реальних умовах через короткочасного взаємодії пара з рідиною на тарілках не досягається стан рівноваги. Поділ суміші на реальній тарілці йде менш інтенсивно, ніж на теоретичної. Тому для виконання роботи однієї теоретичної тарілки потрібно більше ніж одна реальна тарілка.

Конструкції тарілок ректифікаційних колон вельми різноманітні. Розглянемо коротко основні з них.

Колони з ковпачковими тарілками широко застосовуються в промисловості. Використання ковпачків забезпечує хороший контакт між парою і рідиною, ефективне перемішування на тарілці і інтенсивний масообмен між фазами. За формою ковпачки можуть бути круглими, багатограними і прямокутними, тарілки - одно- і многоколпачковими.

Тарілка з жолобчастим ковпачками показана (рисунок. 1.3). Пар з нижньої тарілки проходить в зазори і потрапляє у верхні (перекинуті) жолоби, які направляють його в нижні жолоби, заповнені рідиною. Тут пар барботує через рідину, що забезпечує інтенсивний масообмен. Рівень рідини на тарілці підтримується переливним пристроєм.

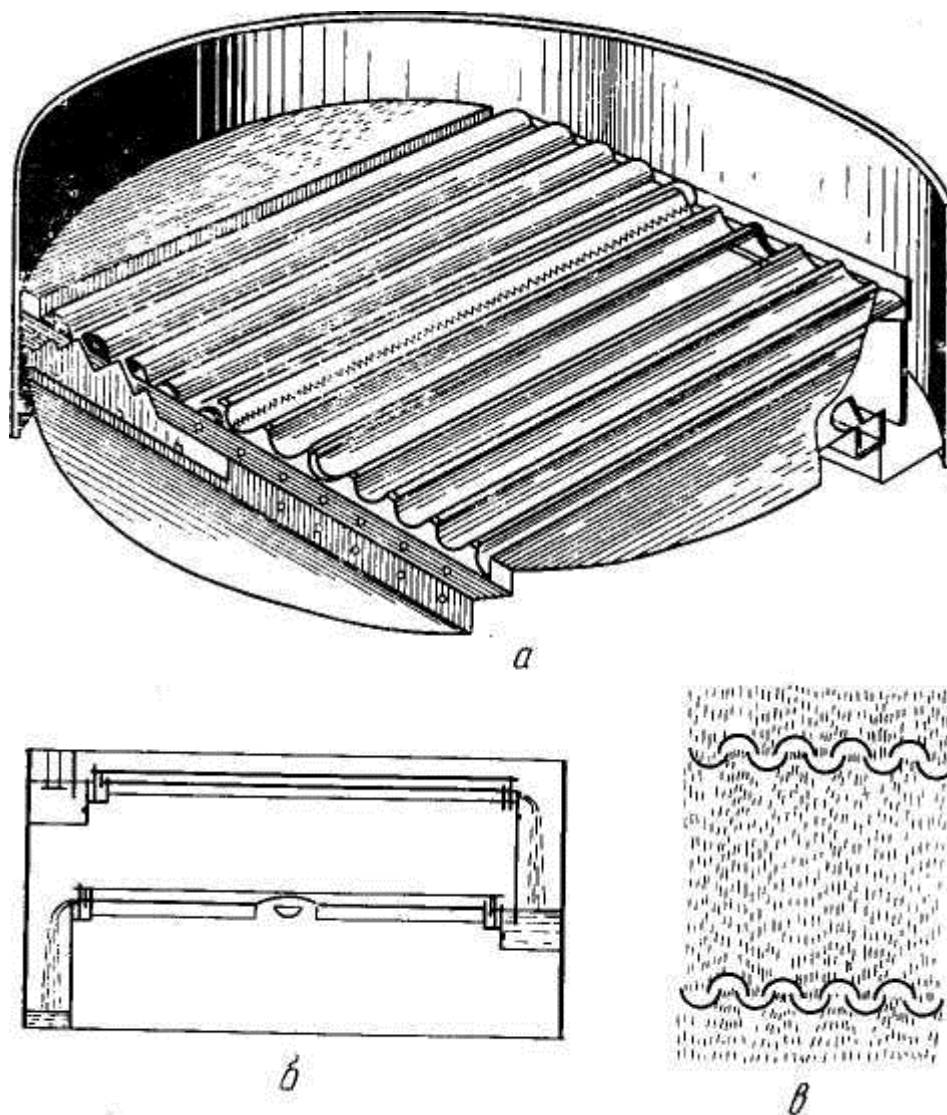


Рисунок 1.3 - Тарілка з жолобчастим ковпачками: а - загальний вигляд; б - поздовжній розріз; в - схема роботи тарілки

Колони з сітчатими тарілками показані на (рис. 1.4). Тарілки мають велику кількість отворів малого діаметра (від 0,8 до 3 мм). Тиск пара і швидкість його проходження через отвори повинні знаходитися у відповідності з тиском рідини на тарілці: пара повинна долати тиск рідини і перешкоджати її витоку через отвори на нижележачу тарілку. Тому сітчаті тарілки вимагають відповідного

регулювання і вельми чутливі до зміни режиму. У разі зменшення тиску пара рідина з сітчаті тарілок йде вниз. Сітчаті посуд чутливий до забруднень (опадів), які можуть забивати отвори, створюючи умови освіти підвищених тисків. Все це обмежує їх застосування.

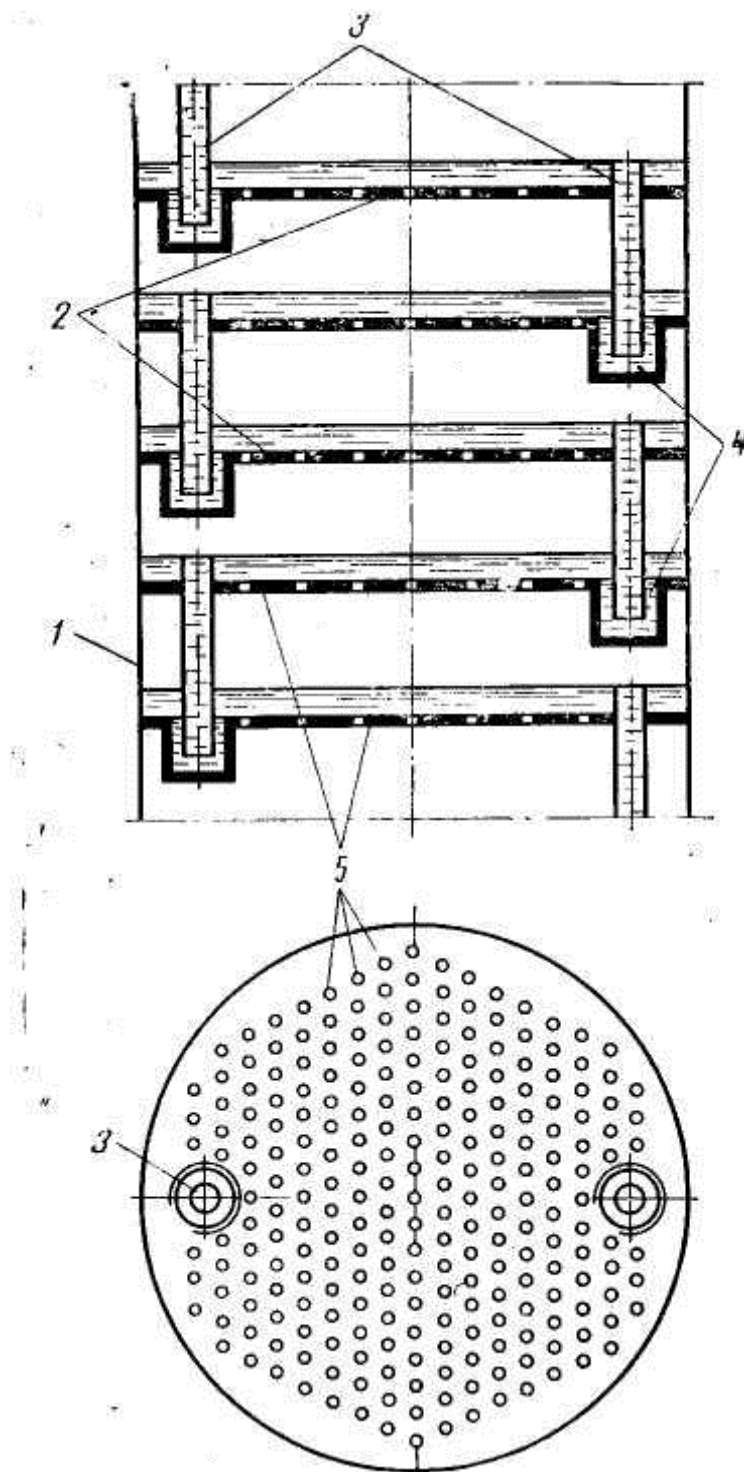


Рисунок 1.4 - Пристрій сітчаті тарілки: / - корпус колони; 2 - тарілка; 3 зливна труба; 4 гідравлічний затвор; 5 – отвори

Насадок колони (рисунку 1.5) відрізняються тим, що в них роль тарілок виконує так звана «насадка». В якості насадки використовують спеціальні керамічні кільця (кільця Рашига), кульки, короткі трубки, кубики, тіла сідлоподібної, спіралевидної і т. П. Форми, виготовлені з різноманітних матеріалів (фарфору, скла, металу, пластмаси і ін.).

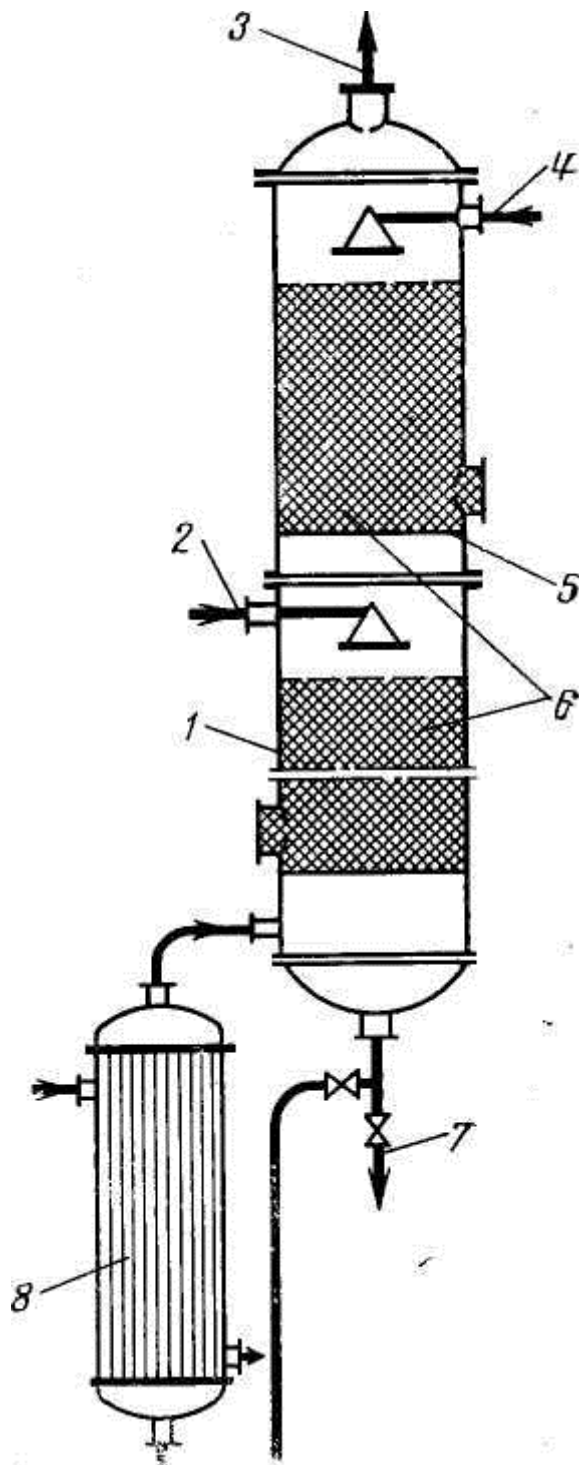


Рисунок 1.5 - Схема насадок ректифікаційної колони: 1 - корпус; 2 - введення початкової суміші; 3 - пар; 4 - зрошення; 5 - решітка; 6 - насадка; 7 - відвід висококиплячого продукту. 8 - виносний кип'ятильник

2 В ЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ КОЛОНИ ТА ПІДГРІВАЧА

Завдання

Продуктивність за вихідної сумішшю – 6,5 т/год;

Концентрація дихлоретану:

- у вихідні суміші – $\bar{x}_F=48\%$ (мас.);
- у дистилляту $\bar{x}_D=98\%$ (мас.);
- у кубовому залишку $\bar{x}_W=2,5\%$ (мас.).

Температура:

- вихідної суміші – 17 °С;
- охолоджувальної води – 25 °С;
- дистилляту після холодильника – 25 °С;
- кубового залишку після холодильника – 10 °С.

Тиск насиченої водяної пари – 6 кгс/см².

Коефіцієнт надлишку флегми – 1,7.

Умови:

- колона працює під атмосферним тиском;
- вихідну суміш та флегму вводять в апарат при температурі кипіння.

Розрахунок проводять у наступній послідовності

2.1 Опис принципіальної технологічної ректифікаційної установки

Принципова ректифікаційна установка безперервної дії представлена на рисунку 2.1. Вихідну суміш дихлоретан-талуол із проміжної ємності 1 відцентровим насосом 2 подають у підігрівник 3, де вона підігрівається за рахунок тепла конденсації пари, що гріє, до температури кипіння. Нагріта суміш поступає на поділ в ректифікаційну колону 4 на тарілку живлення і далі стікає вниз колони, де взаємодіє з парою, яка утворилась при кипінні кубової рідини у кип'ятильнику 5. Початковий склад пари приблизно рівний складу кубового залишку, який збіднений легколетким компонентом – талуол. В колоні на тарілках в результаті масообміну з рідиною пара

збагачується дихлоретаном, так як він є легколетким компонентом. Для більш повного збагачення верхню частину колони зрошують флегмою, яка утворилась у дефлегматорі 6 при конденсації пари у зв'язку з контактом через теплообмінну поверхню з охолоджувальною водою.

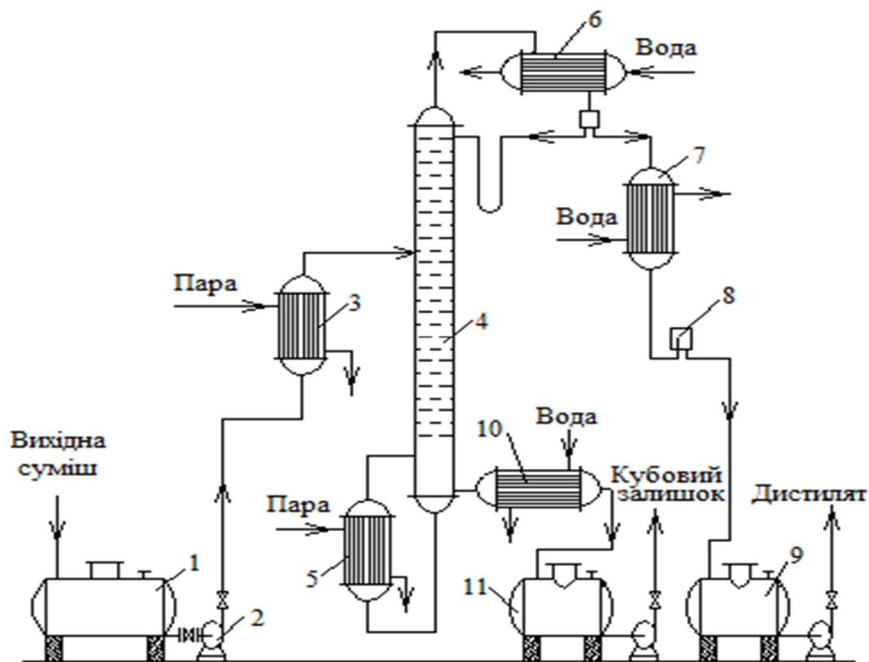


Рисунок 2.1 - Принципіальна схема ректифікаційної установки (пояснення позицій див. за текстом).

Друга частина конденсату виводиться з дефлегматора у вигляді готового продукту – дистилату, який охолоджується в холодильнику дистилату 7, проходить конденсатовідводчик 8 та направляється у проміжну ємність дистилату 9. З кубової частини колони самопливом безперервно виводиться кубовий залишок, який збагачений, так як вона є важколегким компонентом. Кубовий залишок охолоджують у холодильнику кубового залишку 10 і направляють у проміжну ємність кубового залишку 11.

Таким чином, у ректифікаційній колоні здійснюється безперервний нерівноважний процес поділу вихідної суміші дихлоретан-талуол на дистилат, та кубовий залишок.

2.2. Визначення продуктивності за дистилятом та кубовим залишком

Продуктивність колони ректифікації за дистилятом визначають за формулою :

$$G_D = G_F \frac{\bar{x}_F - \bar{x}_W}{\bar{x}_D - \bar{x}_W} = 6500 \frac{0,48 - 0,025}{0,98 - 0,025} = 2923,01 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,811 \frac{\text{кг}}{\text{с}}. \quad (1.1)$$

Продуктивність колони за кубовим залишком визначають із рівнянням :

$$G_W = G_F - G_D = 6500 - 2923,01 = 3576,99 \text{ кг/ч} = 0,993 \text{ кг/с}. \quad (1.2)$$

Перевірка:

$$6500 \cdot 0,48 = 2923,01 \cdot 0,98 + 3576,99 \cdot 0,025$$

$$2925 = 2865,58 + 59,42$$

$$2925 = 2925$$

2.3 Визначення мінімального та дійсно числа флегми

Перераховують концентрації потоків з масової долі у мольні долі за формулою

$$x_A = \frac{\frac{\bar{x}_A}{M_A}}{\frac{\bar{x}_A}{M_A} + \frac{1 - \bar{x}_A}{M_B}}, \quad (2.1)$$

де x_A – мольна доля низькокиплячого компонента А у бінарній суміші;

\bar{x}_A – масова доля низькокиплячого компонента А у бінарній суміші;

M_A, M_B – мольні маси відповідно компонентів А і В.

Мольні маси: метилового спирту – 98,97 кг/кмоль; вода – 92,13 кг/кмоль.

Тоді концентрація вихідної суміші:

$$x_F = \frac{\frac{\bar{x}_F}{M_A}}{\frac{\bar{x}_F}{M_A} + \frac{1 - \bar{x}_F}{M_B}} = \frac{\frac{0,48}{98,97}}{\frac{0,48}{98,98} + \frac{1 - 0,48}{92,13}} = 0,4618$$

дистиляту:

$$x_D = \frac{\frac{\bar{x}_D}{M_A}}{\frac{\bar{x}_D}{M_A} + \frac{1 - \bar{x}_D}{M_B}} = \frac{\frac{0,98}{98,98}}{\frac{0,48}{98,98} + \frac{1 - 0,48}{92,13}} = 0,9446$$

кубового залишку:

$$x_W = \frac{\frac{\bar{x}_W}{M_A}}{\frac{\bar{x}_W}{M_A} + \frac{1 - \bar{x}_W}{M_B}} = \frac{\frac{0,025}{98,98}}{\frac{0,025}{98,98} + \frac{1 - 0,025}{92,13}} = 0,0232$$

Мінімальне число флегми визначають графоаналітичним способом. Для

цього на основі дослідних даних [2, 9], див. табл. 2.1, в координатах у–х будують рівноважну криву для суміші дихлоретан-талуол при атмосферному тиску (рис. 3.2) та криву залежності температур кипіння та конденсації від складу рідини та пари (рис. 3.3). Рівноважні дані для бінарних сумішей наведено в таблиці 1.

Таблиця 2.1

Вміст дихлоретану (компонента А), мол. %		Температ ура кипіння, t, °С
у рідині (x)	у парі (y)	
0	0,0	100,8
5	13,5	107,8
10	21,3	106,4
20	34,8	102,7
30	48,5	99,8
40	60,5	97,1
50	68,3	94,3
60	75,9	89,4
70	85,4	86,8
80	91,0	84,4
90	95,9	82,3
100	100,0	80,2

На (рисунок 2.2 – 2.3) зображена робота ректифікаційної тарілки з використанням діаграми $y-x$. Теоретичною тарілці відповідає заштрихований прямокутний трикутник, катетами якого є величина приросту концентрації легколетучого компонента в парі, що дорівнює $y_s - y_a$, і величина зменшення концентрації легколетучого компонента в рідині, що дорівнює $x_B - x_D$. Відрізки, що відповідають зазначеним змінам концентрацій, сходяться на рівноважній кривій. Тим самим передбачається, що фази, що залишають тарілку, знаходяться в стані рівноваги. Проте насправді стан рівноваги не досягається, і відрізки зміни концентрацій не досягають рівноважної кривій. Тобто робочої (дійсної) тарілці буде відповідати менший трикутник, ніж той, який зображений

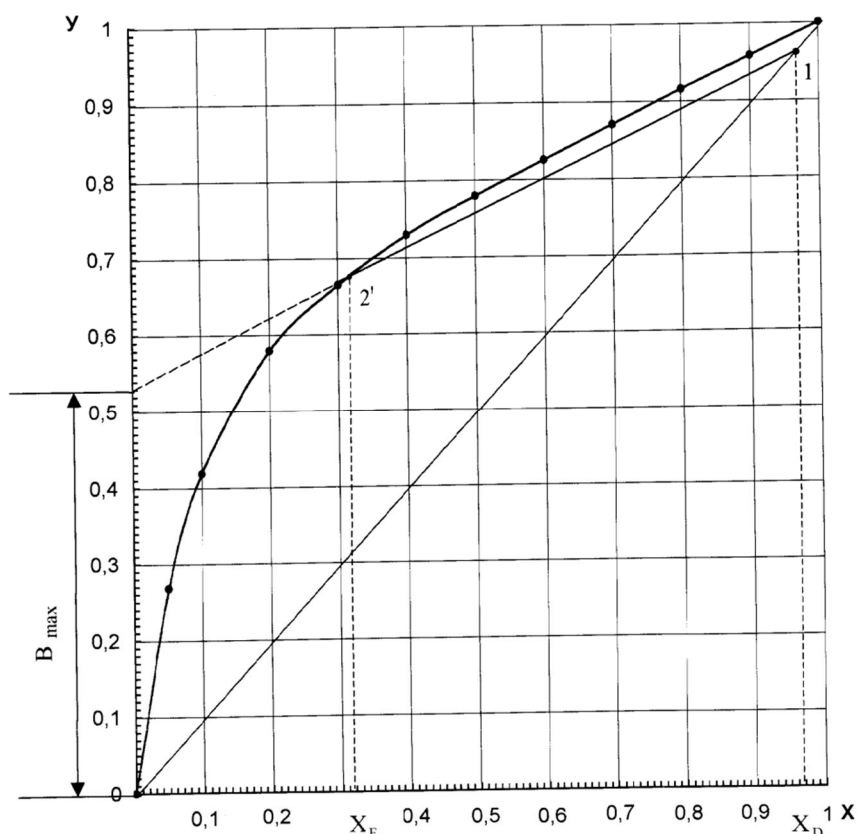


Рисунок 2.2 - до визначення мінімального флегмового числа на діаграмі $y - x$.

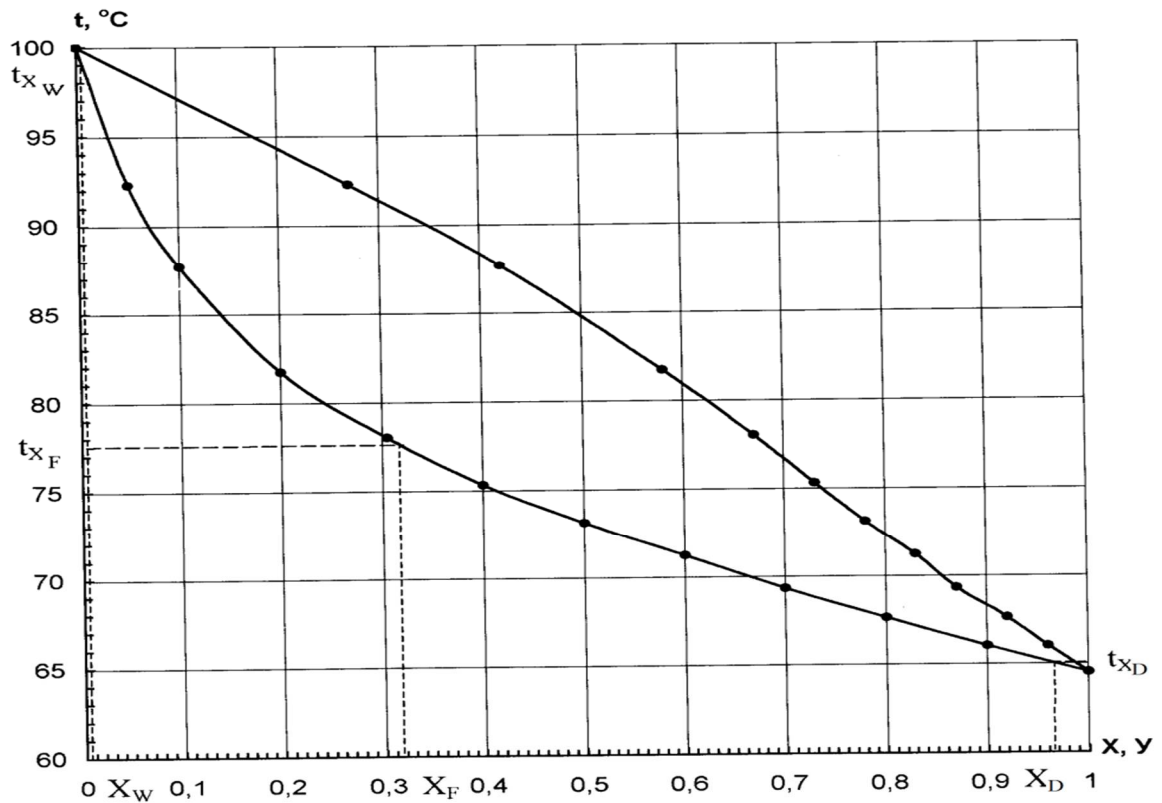


Рисунок 2.3 - Діаграма залежності температури кипіння та конденсації від складу рідини та пари ($t - x, y$).

(x_F, y_F^*) проводять пряму лінію до перехрещення з віссю ординат Oy . Відрізок, який відсікає пряма лінія на вісі Oy , позначають через $B_{\max} = 0,53$. Звідси знаходять мінімальне флегмове число:

$$R_{\min} = \frac{x_p}{B_{\max}} - 1 = \frac{0,9446}{0,391} - 1 = 1,42. \quad (2.2)$$

Якщо урахувати знаний коефіцієнту надлишку флегми K_R та задіяти рівняння, можна знайти робоче (дійсне) флегмове число

$$R = K_R \cdot R_{\min} = 1,5 \cdot 1,58 = 2,13. \quad (2.3)$$

На діаграмі $y - x$ наносять лінії робочих концентрацій (робочі лінії) для робочого флегмового числа $R = 1,23$ (дивись рисунок 2.4). Для цього на вісі ординат Oy відкладають відрізок

$$B = \frac{x_p}{R + 1} = \frac{0,9446}{2,37 + 1} = 0,301, \quad (2.4)$$

кінець якого з'єднують з точкою 1, яка має координати $(x_D = y_D)$. Точку перехрестя цієї прямої з вертикальною лінією, яка установлена в точці x_F вісі абсцис, позначають точкою 2, що має координати (x_F, y_F) . Та, кінець кінцем, точку 2 з'єднують з точкою 3 $(x_W = y_W)$. Лінії 1-2 та 2-3 є відповідно робочими лініями для верхньої та нижньої частин ректифікаційної колони.

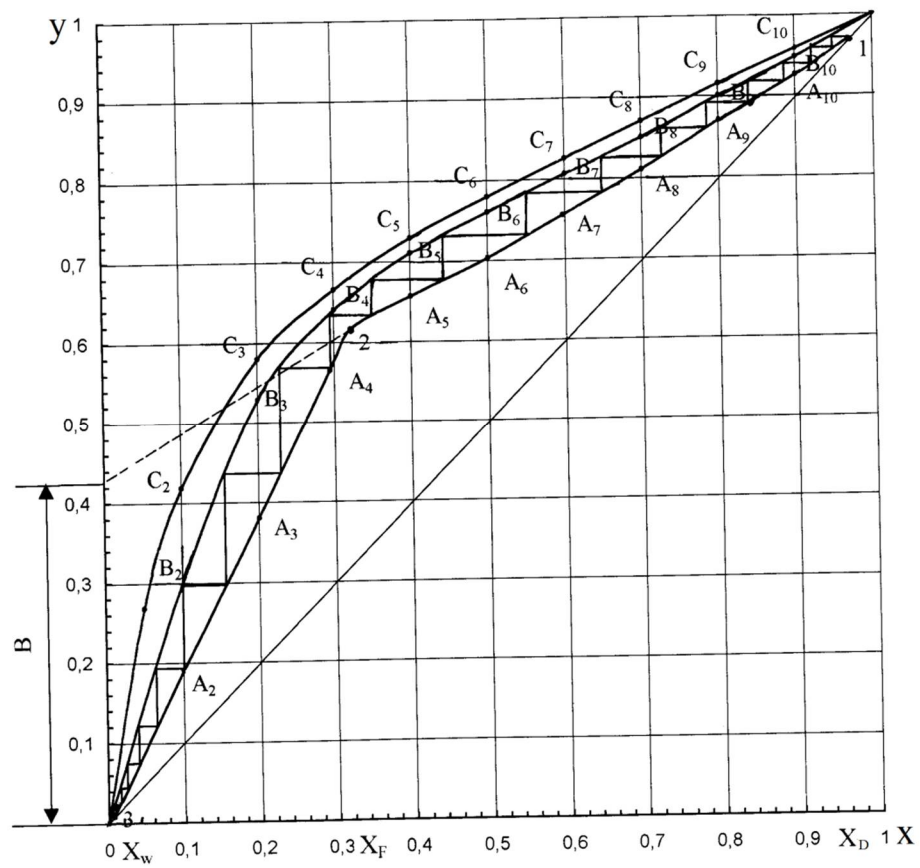


Рисунок 2.4 - будовання робочих ліній, кінетичної кривої та визначення числа дійсних тарілок на діаграмі $y-x$ (для наочного подання без дотримання масштабу).

2.4. Визначення середніх значень параметрів колони, фізико-хімічних та термодинамічних констант фаз

Рідка фаза.

Середня мольна концентрація для нижньої частини колони:

$$x_{\text{сеп}}^{\text{н}} = \frac{x_W + x_F}{2} = \frac{0,0232 + 0,416}{2} = 0,2196 . \quad (2.5)$$

Середня мольна концентрація для верхньої частини колони:

$$x_{\text{сеп}}^{\text{в}} = \frac{x_F + x_D}{2} = \frac{0,416 + 0,9446}{2} = 0,6803 .$$

Середня мольна концентрація в колоні:

$$x_{\text{сеп}} = \frac{x_{\text{сеп}}^{\text{н}} + x_{\text{сеп}}^{\text{в}}}{2} = \frac{0,2196 + 0,6803}{2} = 0,4499$$

Середня масова концентрація в колоні:

$$\bar{x}_{\text{сеп}} = \frac{x_{\text{сеп}} \cdot M_A}{x_{\text{сеп}} \cdot M_A + (1 - x_{\text{сеп}}) \cdot M_B} ,$$

(2.6)

$$\bar{x}_{\text{сеп}} = \frac{0,4499 \cdot 98,98}{0,4499 \cdot 98,98 + (1 - 0,4499) \cdot 92,13} = 0,467 .$$

Середня температура у нижньої частини колони:

$$t_{x \text{ сеп}}^{\text{н}} = \frac{t_{XW} + t_{XF}}{2} = \frac{100,8 + 95}{2} = 97,9 \text{ } ^\circ\text{C} . \quad (2.7)$$

Середня температура у верхньої частини колони:

$$t_{x\text{сер}}^e = \frac{t_{XF} + t_{XD}}{2} = \frac{95 + 80,7}{2} = 87,85 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Середня температура у колоні:

$$t_{x\text{сер}} = \frac{t_{x\text{сер}}^H + t_{x\text{сер}}^e}{2} = \frac{97,9 + 87,85}{2} = 85,7 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (2.8)$$

Значення t_{XW} , t_{XF} , t_{XP} взяті із діаграми $t - x$, y (див. рис. 3.3).

Середня мольна маса

$$M_{x\text{сер}} = M_A \cdot x_{\text{сер}} + M_B \cdot (1 - x_{\text{сер}}), \quad (2.9)$$

$$M_{x\text{сер}} = 98,98 \cdot 0,4499 + 92,13 \cdot (1 - 0,4499) = 95,211 \text{ кг/кмоль}.$$

Середня густина рідини визначається за формулою:

$$\rho_{x\text{сер}} = \frac{\rho_A \cdot \rho_B}{\rho_B \cdot \bar{x}_{\text{сер}} + \rho_A (1 - \bar{x}_{\text{сер}})} \quad (2.10)$$

де ρ_A и ρ_B – густина компонентів А та В при температурі $t_{x\text{сер}}$.

$$\rho_A = 1147 \text{ кг/м}^3, \rho_B = 793 \text{ кг/м}^3, \text{ при } t_{x\text{сер}} = 92,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\rho_{x\text{сер}} = \frac{1147 \cdot 793}{793 \cdot 0,4499 + 1147(1 - 0,4499)} = 920,870 \text{ кг/м}^3.$$

Середню в'язкість розраховують за рівнянням:

$$\lg \mu_{x\text{сер}} = x_{\text{сер}} \cdot \lg \mu_A + (1 - x_{\text{сер}}) \cdot \lg \mu_B, \quad (2.11)$$

де μ_A и μ_B – динамічні коефіцієнти в'язкості компонентів А та В, Па·с.

$$\mu_A = 1,2 \text{ мПа} \cdot \text{с}, \mu_B = 1,27 \text{ мПа} \cdot \text{с} \text{ при } t_{\text{сер}} = 92,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\lg \mu_{x \text{ сер}} = 0,4499 \cdot \lg 1,2 + (1 - 0,4499) \cdot \lg 1,27 = 0,044$$

$$\mu_{x \text{ сер}} = 1,35 \text{ мПа} \cdot \text{с} = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Середню силу поверхневого натягу визначають за рівнянням:

$$\sigma_{x \text{ сер}} = \sigma_A \cdot X_{\text{сер}} + \sigma_B \cdot (1 - X_{\text{сер}}), \quad (2.12)$$

де σ_A и σ_B – сили поверхневих натягів компонентів А та В, Н/м.

$$\sigma_A = 58,82 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}, \sigma_B = 53,21 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м} \text{ при } t_{x \text{ сер}} = 92,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\sigma_{x \text{ сер}} = 58,82 \cdot 10^{-3} \cdot 0,401 + 53,21 \cdot 10^{-3} (1 - 0,4499) = 55,18 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}.$$

Коефіцієнти дифузії при середній температурі $t_{x \text{ сер}}$ визначають за рівнянням :

$$D_{x(t)} = D_{x(20)} [1 + b \cdot (t - 20)],$$

де $D_{x(20)}$ – коефіцієнт дифузії при $t = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$, $\text{м}^2/\text{с}$;

$$b = \frac{0,2\sqrt{\mu}}{\sqrt[3]{\rho}}, \text{ тут } \mu [\text{мПа} \cdot \text{с}] \text{ и } \rho [\text{кг}/\text{м}^3] \text{ – в'язкість та густина розчинника}$$

(толуол) при $t = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$;

$$t = t_{x \text{ сер}}.$$

Коефіцієнт дифузії при $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ розраховують за емпіричним рівнянням :

$$D_{x(20)} = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{A \cdot B \cdot \sqrt{\mu} (V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}},$$

(2.13)

де V_A и V_B – мольні об'єми компонентів А и В, $\text{см}^3/\text{моль}$;

А, В – коефіцієнти, які залежать від властивостей компонентів, $A = 1$; $B = 1$

$$b = \frac{0,2\sqrt{\mu}}{\sqrt[3]{\rho}} = \frac{0,2\sqrt{0,586}}{\sqrt[3]{866}} = 0,015.$$

Мольні об'єми компонентів :

$$V_A = 1 \text{ см}^3/\text{моль};$$

$$V_B = 1 \text{ см}^3/\text{моль}.$$

$$D_{x(20)} = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,586}(1^{1/3} + 1^{1/3})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{98,98} + \frac{1}{92,13}} = 2,533 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}.$$

$$D_{x(t)} = 2,533 \cdot 10^{-8} \cdot [1 + 0,015 \cdot (92,7 - 20)] = 1,0905 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}.$$

Парова фаза.

Середня мольна концентрація у нижній частині колони:

$$y_{\text{сеп}}^H = \frac{y_W + y_F}{2} = \frac{0,0232 + 0,451}{2} = 0,2371 . \quad (2.14)$$

Середня мольна концентрація у верхній частині колони:

$$y_{\text{сеп}}^6 = \frac{y_F + y_D}{2} = \frac{0,451 + 0,9446}{2} = 0,6978 .$$

Середня мольна концентрація у колоні:

$$y_{\text{сеп}} = \frac{y_{\text{сеп}}^H + y_{\text{сеп}}^6}{2} = \frac{0,2371 + 0,6978}{2} = 0,4647 .$$

Середня температура у нижній частині колони:

$$t_{y_{\text{сеп}}}^H = 100,8 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Середня температура у верхній частині колони:

$$t_{y_{\text{сеп}}}^6 = 86,7 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Температури $t_{y_{\text{сеп}}}^H$, $t_{y_{\text{сеп}}}^6$ вишукані з діаграми $t - x$, y (рис. 3.3).

Середня температура у колоні:

$$t_{y\text{сep}} = \frac{t_{y\text{сep}}^H + t_{y\text{сep}}^6}{2} = \frac{100,8 + 86,7}{2} = 93,75 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (2.15)$$

Середня мольна маса

$$M_{y\text{сep}} = M_A \cdot y_{\text{сep}} + M_B \cdot (1 - y_{\text{сep}}) = 98,97 \cdot 0,4647 + 92,13 \cdot (1 - 0,4647) = 95,308 \text{ кг/кмоль}. \quad (2.16)$$

Середня густина:

$$\rho_{y\text{сep}} = \frac{M_{y\text{сep}}}{22,4} \cdot \frac{P}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T} \quad (2.17)$$

де $T = 273 + t_{y\text{сep}}$, $^\circ\text{C}$; $P = 1 \text{ кгс/см}^2$ (тиск в колоні атмосферний).

$$\rho_{y\text{сep}} = \frac{95,308}{22,4} \cdot \frac{1}{1,033} \cdot \frac{273}{(273 + 93,75)} = 0,978 \text{ кг/м}^3.$$

Середня в'язкість [1]:

$$\frac{M_{y\text{сep}}}{\mu_{y\text{сep}}} = \frac{y_{\text{сep}} \cdot M_A}{\mu_{yA}} + \frac{(1 - y_{\text{сep}}) \cdot M_B}{\mu_{yB}}, \quad (2.18)$$

де μ_{yA} и μ_{yB} – динамічні коефіцієнти в'язкості пари компонентів А та В;
 $\mu_{yA} = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$, $\mu_{yB} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$ при $t_{y\text{сep}} = 93,75 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$\frac{95,308}{\mu_{y\text{сep}}} = \frac{0,4647 \cdot 98,98}{1,7 \cdot 10^{-5}} + \frac{(1 - 0,4647) \cdot 92,13}{1,5 \cdot 10^{-5}},$$

$$\mu_{y\text{сep}} = 5,993 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}.$$

Коефіцієнт дифузії для паровій фази визначають за рівнянням :

$$D_y = \frac{4,3 \cdot 10^{-7} \cdot T^{3/2}}{P \cdot (V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}}, \quad (2.19)$$

де $P = 1 \text{ кгс/см}^2$ (тиск у колоні атмосферний);

$T = 273 + t_{y \text{ сеп}}, \text{ } ^\circ\text{C}$.

$$D_y = \frac{4,3 \cdot 10^{-7} \cdot 366,75^{3/2}}{1 \cdot (1^{1/3} + 1^{1/3})^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{32} + \frac{1}{18}} = 3,797 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}.$$

2.5. Визначення діаметру колони

Діаметр колони визначають за рівнянням.

Витрата пари, яка підіймається колоною, може бути розрахована як

$$V_y = \frac{G_y}{\rho_{y\text{сер}}} = \frac{G_D \cdot (R + 1)}{\rho_{y\text{сер}}} = \frac{2923,01 \cdot (1,42 + 1)}{3600 \cdot 0,978} = 1,921 \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2.21)$$

Швидкість пари визначають за рівнянням (2.9). Попередньо приймаємо відстань між тарілками $h = 500$ мм. Використовуємо раніше знайдені

$$\rho_{x\text{сер}} = 920,870 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{y\text{сер}} = 0,978 \text{ кг/м}^3.$$

Тоді діаметр колони

$$D = \sqrt{\frac{V_y}{0,785 \cdot W}} = \sqrt{\frac{1,921}{0,785 \cdot 1,2}} = 1,471 \text{ м}. \quad (2.22)$$

Приймаємо стандартне значення діаметра колони $D = 1,4$ м та уточнюємо швидкість пари у колоні:

$$W = \frac{V_y}{0,785 \cdot D^2} = \frac{1,921}{0,785 \cdot 1,4^2} = 1,25 \text{ м/с}. \quad (2.23)$$

Висоту колони визначають за рівнянням :

$$H = (n - 1) \cdot h + H_{\text{сер}} + H_{\text{куб}} = (17 - 1) \cdot 0,5 + 0,8 + 2,0 = 10,8 \text{ м}. \quad (2.24)$$

2.6. Визначення гідравлічного опору колони з сітчастими тарілками

Гідравлічний опір ректифікаційної колони визначають за рівнянням :

$$\Delta P_k = n \cdot \Delta P_T. \quad (2.25)$$

Для сітчастій тарілки приймаємо: діаметр отворів

$d_o = 3$ мм, висота переливу

$h_{пер} = 30$ мм, вільний переріз тарілки

$F_o = 0,08$ (8%).

Гідравлічний опір сухої сітчастої тарілки визначають за рівнянням.

$$\Delta P_{сух} = \zeta \frac{W_o^2 \cdot \rho_{у,сер}}{2} = 1,82 \frac{15.625^2 \cdot 0,978}{2} = 217.28 \text{ Па} \quad (2.26)$$

Швидкість пари в отворах тарілки:

$$W_o = W / F_o = 1.25 / 0,08 = 15.625 \text{ м/с} \quad (2.27)$$

Гідравлічний опір, який обумовлений силами поверхневого натягу рідини на тарілці

$$\Delta P_\sigma = \frac{4\sigma}{1,3d_o + 0,08d_o^2} = \frac{4 \cdot 55.18 \cdot 10^{-3}}{1,3 \cdot 0,008 + 0,08 \cdot 0,008^2} = 21.22 \text{ Па} \quad (2.28)$$

Для визначення статичного тиску рідини на тарілки розраховуємо витрату рідкої фази у нижній частині колони:

$$L = G_D \cdot R + G_F = 2923.01 \cdot 1,42 + 6500 = 10650,67 \text{ кг/ч} \quad (2.29)$$

Якщо в об'ємному вираженні, то $11.56 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для колони $D = 1,4$ м довжина зливного порогу $l_{зл} = \Pi = 0,860$ м

тоді інтенсивність потоку :

$$\frac{L}{l_{зл}} = \frac{11,56}{0,860} = 13,44 \frac{м^3}{сод \cdot м} \quad (2.30)$$

Так як $\frac{L}{l_{зл}} = 13,44 > 5 \frac{м^3}{ч \cdot м}$, то $m = 10000$

Тоді за рівнянням :

$$\begin{aligned} \Delta P_{cm} &= 1,3 \left[K \cdot h_{неp} + \sqrt[3]{K \left(\frac{L}{m \cdot l_{зл}} \right)^2} \right] \cdot \rho_{хсер} \cdot g = \\ &= 1,3 \left[0,5 \cdot 0,05 + \sqrt[3]{0,5 \left(\frac{11,56}{10000 \cdot 0,860} \right)^2} \right] \cdot 920,87 \cdot 9,81 = 410,56 \text{ Па}. \end{aligned} \quad (2.31)$$

Гідравлічний опір однією сітчастої тарілки складає

$$\Delta P_T = \Delta P_{сух} + \Delta P_{\sigma} + \Delta P_{ст} = 217,28 + 21,22 + 410,56 = 649,06 \text{ Па}. \quad (2.32)$$

Гідравлічний опір колони:

$$\Delta P_K = n \cdot \Delta P_T = 17 \cdot 649,06 = 11034 \text{ Па}. \quad (2.32)$$

Раніше про прийняття відстані між тарілками $h = 0,3$ м перевіряємо за відношенням :

$$h > 1,8 \cdot \Delta P_T / (\rho_{хсер} \cdot g), \quad (2.33)$$

$$1,8 \cdot \frac{649,06}{920,87 \cdot 9,81} = 0,1285 \text{ м},$$

$0,5 > 0,1285$ умова дотримується.

3 Тепловий розрахунок установки

3.1. Підігрівник вихідної суміші

Рівняння теплового балансу для підігрівника вихідної суміші:

$$Q = 1,05 \cdot G_F \cdot c_F' \cdot (t_{XF} - t_n) = G_{г.п.} \cdot r_{г.п.}, \quad (3.1)$$

де t_{XF} – температура кипіння вихідної суміші;

t_n – початкова температура суміші (див. завдання).

Теплові втрати приймають в розмірі 5% від корисної теплоти, що затрачується.

Питома теплоємність вихідної суміші

$$c_F' = \bar{x}_F \cdot c_A + (1 - \bar{x}_F) \cdot c_B \quad (3.2)$$

де c_A , c_B – питомі теплоємності метилового спирту та води при середній температурі

$$t_{X_F}^{сеп} = \frac{t_{X_F} + t_n}{2} = \frac{95 + 17}{2} = 56 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (3.3)$$

$$c_A = 0,311 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}; \quad c_B = 0,445 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}},$$

$$c_F' = 0,48 \cdot 0,311 + (1 - 0,48) \cdot 1 = 0,669 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} = 2804 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}. \quad (3.4)$$

$$Q = 1,05 \cdot G_F \cdot c_F' \cdot (t_{XF} - t_n) = 1,05 \cdot \frac{6500}{3600} \cdot 2804 (95 - 17) = 414641,5 \text{ Вт}. \quad (3.5)$$

Витрата пари, що гріє:

$$G_{г.п.} = \frac{Q}{r_{г.п.}} = \frac{414641,5}{2095 \cdot 10^3} = 0,197 \text{ кг/с}, \quad (3.6)$$

де $r_{г.п.} = 2095 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ при $P = 6 \text{ кгс/см}^2$

Середня різниця температур

158,1 \longrightarrow 158,1

17 \longrightarrow 95,0

Температура насиченої водяної пари при $P = 6 \text{ кгс/см}^2$ складає $151,1^\circ$. Більша різниця температур:

$$\Delta t_{\delta} = 158,1 - 17 = 141,1 \text{ } ^\circ\text{C};$$

менша різниця температур:

$$\Delta t_{\text{м}} = 158,1 - 95 = 63,1 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Так як $\frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}} = \frac{141,1}{63,1} = 2,23 \geq 2$, то середню різницю температур визначаємо за

рівнянням :

$$\Delta t_{\text{сеп}} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}}} = \frac{141,1 - 63,1}{\ln \frac{141,1}{63,1}} = 97,01 \text{ } ^\circ\text{C}. \quad (3.7)$$

Коефіцієнт теплопередачі приймають орієнтовно рівним $250 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$

Поверхня теплообміну підігрівника вихідної суміші

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{сеп}}} = \frac{414641,5}{250 \cdot 97,01} = 17,09 \text{ м}^2. \quad (3.8)$$

Вибирають одноходовий кожухотрубчастий теплообмінник із наступними характеристиками :

- діаметр кожуха 325 мм;
- труба \varnothing 25x2 мм;
- кількість труб в теплообміннику 100 шт.;
- довжина труб 3 м;
- поверхня теплообміну 19 м^2 .

3.2. Дефлегматор (конденсатор)

Витрата теплоти, що віддається охолоджуючій воді при конденсації пари в дефлегматорі, визначають із рівняння теплового балансу дефлегматора:

$$Q_D = G_D \cdot (R + 1) \cdot r_D = G_B \cdot C_B \cdot (t_k - t_n) \quad (3.9)$$

$$\text{де } r_D = \bar{x}_D \cdot r_A + (1 - \bar{x}_D) \cdot r_B .$$

(3.10)

Питомі теплоти пароутворення метилового спирту r_A та води r_B при $t_{XD}=65 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$r_A = 1098,4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} ;$$

$$r_B = 2346,4 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} .$$

$$r_D = 0,98 \cdot 1098,4 + (1 - 0,98) \cdot 2346,4 = 1123,36 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} .$$

$$Q_D = \frac{2704,66}{3600} \cdot (1,23 + 1) \cdot 1123,36 \cdot 10^3 = 1,882 \cdot 10^6 \text{ Вт}.$$

Приймаємо температуру охолоджуючої води на виході з дефлегматора 25°C , тоді витрата охолоджуючої води

$$G_B = \frac{Q_D}{c_B \cdot (t_k - t_{II})} = \frac{1,882 \cdot 10^6}{4190 \cdot (25 - 12)} = 34,55 \text{ кг/с.} \quad (3.11)$$

Середня різниця температур при протитечійної схемі руху теплоносіїв:

$$65 \text{ }^\circ\text{C} \longrightarrow 65 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$25 \text{ }^\circ\text{C} \longleftarrow 12 \text{ }^\circ\text{C}$$

Більша різниця температур:

$$\Delta t_6 = 65 - 12 = 53 \text{ }^\circ\text{C};$$

менша різниця температур:

$$\Delta t_M = 65 - 25 = 40 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Так як $\frac{\Delta t_6}{\Delta t_M} = \frac{53}{40} = 1,325 < 2$, то

$$\Delta t_{\text{сеп}} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_M}{2} = \frac{53 + 40}{2} = 46,5 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (3.12)$$

Приймають орієнтовно коефіцієнт теплопередачі $K=500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$

Поверхня теплообміну дефлегматора:

$$F = \frac{Q_D}{K \cdot \Delta t_{\text{сеп}}} = \frac{1,882 \cdot 10^6}{500 \cdot 46,5} = 80,94 \text{ м}^2. \quad (3.14)$$

Вибирають чотириходовий кожухотрубчастий теплообмінник із наступними характеристиками :

- одноходовий
- діаметр кожуха 600 мм;
- труба $\text{Ø } 25 \times 2$ мм;
- кількість труб в теплообміннику 257 шт.;
- довжина труб 4 м; поверхня теплообміну 81 м².

3.3. Кип'ятильник (термосифонний ребойлер)

В хімічній та нафтохімічній промисловості широко застосовують вертикальні термосифонні ребойлери для підводу тепла до нижньої частини ректифікаційних колон. Це пояснюється тим, що термосифонні ребойлери є найбільш економічним типом для більшості технологічних процесів.

Кількість теплоти Q_K , яке необхідно подавати в куб колони, визначається із рівняння теплового балансу колони:

$$Q_K = Q_D + G_D \cdot c_D \cdot t_{XD} + G_W \cdot c_W \cdot t_{XW} - G_F \cdot c_F \cdot t_{XF} + Q_{\text{пот.}}$$

(3.29)

Теплові втрати приймають 3% від теплоти, що корисно витрачається; питомі теплоємності беруть відповідно при температурах $t_{XD} = 65^\circ\text{C}$, $t_{XF} = 77,4^\circ\text{C}$, $t_{XW} = 98,8^\circ\text{C}$.

$$c_D = \bar{x}_D \cdot c_A + (1 - \bar{x}_D) \cdot c_B = 0,98 \cdot 0,65 + (1 - 0,98) \cdot 1 =$$

(3.30)

$$= 0,657 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} = 2752,8 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

$$c_F = \bar{x}_F \cdot c_A + (1 - \bar{x}_F) \cdot c_B = 0,45 \cdot 0,66 + (1 - 0,45) \cdot 1,003 =$$

$$= 0,849 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} = 3557,3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

$$c_W = \bar{x}_W \cdot c_A + (1 - \bar{x}_W) \cdot c_B = 0,015 \cdot 0,7 + (1 - 0,015) \cdot 1,005 =$$

$$= 1,0 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} = 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}.$$

$$Q_K = 1,03(1,882 \cdot 10^6 + \frac{2704,66}{3600} \cdot 2752,8 \cdot 65 + \frac{3295,34}{3600} \cdot 4190 \cdot 98,8 - \frac{6000}{3600} \cdot 3557,3 \cdot 77,4) = 1994572 \text{ Вт.} \quad (3.31)$$

Витрати пари, що гріє при $P = 5 \text{ кгс/см}^2$:

$$G_{r.n.} = \frac{Q_K}{r_{r.n.}} = \frac{1994572}{2117 \cdot 10^3} = 0,942 \text{ кг/с.} \quad (3.32)$$

Середня різниця температур рівна різниці між температурою насиченої пари при $P = 5 \text{ кгс/см}^2$ и температурою кипіння кубового залишку:

$$\Delta t_{сер} = 151,1 - 98,8 = 52,3^\circ\text{C.}$$

Приймають орієнтовно коефіцієнт теплопередачі $K=2000 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{K)}$, [7, с. 47], тоді поверхня кип'ятильника складе:

$$F = \frac{Q_K}{K \cdot \Delta t_{сер}} = \frac{1994572}{2000 \cdot 52,3} = 19,1 \text{ м}^2. \quad (3.33)$$

Вибирають одноходовий кожухотрубчастий теплообмінник із наступними характеристиками [7, с. 51]:

- діаметр кожуха 325 мм;
- труба $\varnothing 25 \times 2$ мм;
- кількість труб в теплообміннику 62 шт.;
- довжина труб 4 м;
- поверхня теплообміну $19,5 \text{ м}^2$.

Примітка:

При розрахунку поверхні кип'ятильника температура кипіння кубової рідини $t_{xw} = 98,8$ °C взята при атмосферному тиску. Не ураховували збільшення температури кипіння кубової рідини у зв'язку з збільшенням тиску в кубі колони на величину $\Delta P_k = 0,1-0,15$ кгс/см².

3.4. Визначення діаметрів штуцерів колони

Внутрішній діаметр штуцера визначають за рівнянням

Штуцер виходу пари з колони:

$$d = \sqrt{\frac{V_y}{0,785 \cdot W_y}}, \quad (3.34)$$

де $V_y = 1,966$ м³/с (см. розділ 3.5).

Приймають $W_y = 15$ м/с, тоді

$$d = \sqrt{\frac{1,966}{0,785 \cdot 15}} = 0,409 \text{ м.}$$

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера Ø426x11 мм, [7, с. 17].

Штуцер подачі флегми до колони:

$$d = \sqrt{\frac{V_\phi}{0,785 \cdot W_\phi}}, \quad (3.35)$$

$$V_\phi = \frac{G_R}{\rho_A} = \frac{G_D \cdot R}{\rho_A} = \frac{2704,66 \cdot 1,23}{3600 \cdot 751} = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}. \quad (3.36)$$

Так як швидкість потоку приймають орієнтовно, то можна прийняти густину флегми рівній густині чистого метилового спирту: $\rho_A = 751 \text{ кг/м}^3$ при $t = 65 \text{ }^\circ\text{C}$.

Приймають $W_\phi = 0,5 \text{ м/с}$, тоді

$$d = \sqrt{\frac{1,23 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,5}} = 0,056 \text{ м.}$$

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера $\text{Ø } 70 \times 3 \text{ мм}$, [7, с. 17].

Штуцер подачі вихідної суміші до колони:

$$d = \sqrt{\frac{V_F}{0,785 \cdot W_F}},$$

$$\rho_F = \frac{\rho_A \cdot \rho_B}{\rho_B \cdot \bar{x}_F + (1 - \bar{x}_F) \cdot \rho_A} \quad (3.37)$$

$$V_F = \frac{G_F}{\rho_F}; \quad (3.38)$$

при $t_{XF} = 77,4 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\rho_F = \frac{738,6 \cdot 973,43}{973,43 \cdot 0,45 + (1 - 0,45) \cdot 738,6} = 851,6 \text{ кг/м}^3,$$

$$V_F = \frac{6000}{3600 \cdot 851,6} = 1,957 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с.}$$

Приймають $W_F = 0,8 \text{ м/с}$, тоді

$$d = \sqrt{\frac{1,957 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,8}} = 0,056 \text{ м.}$$

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера $\text{Ø } 70 \times 3 \text{ мм}$, .

Штуцер підводу парорідинної суміші до колони, яка виходить з кип'ятильника:

Для розрахунку діаметру парорідинного трубопроводу рекомендують

наближену формулу:

$$d \approx d_{\text{вн}} \cdot \sqrt{n_{\text{тр}}}, \quad (3.39)$$

де $d_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр труби трубчатки кип'ятельника, м;

$n_{\text{тр}}$ – загальне число труб трубчатки кип'ятельника, шт..

$$d = 0,021 \cdot \sqrt{62} = 0,165 \text{ м.}$$

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера $\text{Ø}194 \times 6$ мм,

Штуцер виходу кубової рідини з колони, що далі надходить до кип'ятельника:

$$d = \sqrt{\frac{V_{\text{кип}}}{0,785 \cdot W_{\text{кип}}}},$$

$$V_{\text{кип}} = \frac{G_{\text{F}} + G_{\text{R}} - G_{\text{W}}}{\rho_{\text{В}}} = \frac{6000 + 2704,66 \cdot 1,23 - 3295,34}{3600 \cdot 958,84} = 1,74 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с.}$$

Приймаємо $W_{\text{кип}} = 0,3$ м/с, тоді

$$d = \sqrt{\frac{1,74 \cdot 10^{-3}}{0,785 \cdot 0,3}} = 0,086 \text{ м.}$$

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера $\text{Ø}95 \times 4$ мм, [7, с. 16].

Штуцер виходу кубового залишку з колони:

$$d = \sqrt{\frac{V_{\text{W}}}{0,785 \cdot W_{\text{W}}}},$$

$$V_W = \frac{G_W}{\rho_W} = \frac{3295,34}{3600 \cdot 958,84} = 9,547 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}.$$

$\rho_B = 958,84 \text{ кг/м}^3$ – густина води при $98,8 \text{ }^\circ\text{C}$.

Приймаємо $W_W = 0,3 \text{ м/с}$, тоді

$$d = \sqrt{\frac{9,547 \cdot 10^{-4}}{0,785 \cdot 0,3}} = 0,063 \text{ м}.$$

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера $\text{Ø}70 \times 3 \text{ мм}$.

3.5 .Вибір товщини стінки корпусу колони

Вибирають відповідно до рекомендацій цих методичних вказівок товщину стінки корпусу колонного апарата рівною 10 мм.

3.6. Розрахунок та вибір ємностей установки

Приймають, що установка повинна безперервно роботи протягом $\tau=6$ годин= 21600 с, а наповненість ємностей повинна складати 80% від їх повного об'єму ($K=0,8$).

Ємність вихідної суміші

$$V = \frac{G_F \cdot \tau}{K \cdot \rho_{x_{\text{сер}}}^{20}} = \frac{1,667 \cdot 21600}{0,8 \cdot 894,4} = 50,3 \text{ м}^3,$$

(3.40)

де $G_F=1,667$ кг/с;

$\rho_A=792$ кг/м³ – густина метилового спирту при 20 °С;

$\rho_B=998$ кг/м³ – густина води при 20 °С;

$\bar{x}_F=0,48$;

$$\begin{aligned} \rho_{x_{\text{сер}}}^{20} &= \frac{\rho_A \cdot \rho_B}{\bar{x}_F \cdot \rho_B + (1 - \bar{x}_F) \cdot \rho_A} = & (3.41) \\ &= \frac{1090 \cdot 732}{0,48 \cdot 732 + (1 - 0,45) \cdot 792} = 894,4 \text{ кг/м}^3 \end{aligned}$$

Вибирають ємність із каталогу [8] ГЭЭ-50-0,6-1-К-0,7.

Ємність дистиляту

$$V = \frac{G_D \cdot \tau}{K \cdot \rho_A^{20}} = \frac{0,751 \cdot 21600}{0,8 \cdot 792} = 25,6 \text{ м}^3, \quad (3.42)$$

де $G_D=0,751$ кг/с;

Вибирають ємність із каталогу [8] ГЭЭ-25-0,6-1-К-0,9

Ємність кубового залишку

$$V = \frac{G_W \cdot \tau}{K \cdot \rho_B^{20}} = \frac{0,915 \cdot 21600}{0,8 \cdot 998} = 24,7 \text{ м}^3,$$

де $G_W=0,915$ кг/с;

Вибирають ємність із каталогу [8] ГЭЭ-25-0,6-1-К-0,9.

4 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ДЕФЛЕГМАТОРА

4.1 Початкові дані:

Внутрішній діаметр кожуха D , мм	
Довжина теплообмінних труб l , мм	4000
Зовнішній діаметр теплообмінної труби d_o , мм	25
Товщина стінки труби S_o , мм	2
Число ходів по трубах	1
Розрахунковий тиск в трубному просторі, МПа	1,6
Розрахунковий тиск в міжтрубному просторі, МПа	1,6
Розрахункова температура труб, °С	50
Розрахункова температура кожуха, °С	80
Матеріал кожуха	12X18H10T
Матеріал розподільної камери	Ст3сп
Матеріал теплообмінних труб	12X18H10T
Матеріал трубної решітки	12X18H10T
Матеріал перегородок	12X18H10T
Матеріал прокладок розподільної камери	пароніт
Група теплообмінника	1

12X18H10T - деталі, що працюють до 600 ° С. зварні апарати і посудини, що працюють в розведених розчинах азотної, оцтової, фосфорної кислот, розчинах лугів і солей та інші деталі, що працюють під тиском при температурі від -196 до +600 ° С, а при наявності агресивних середовищ до +350 ° С.

Дихлоретан легко випаровується, пожежо- та вибухонебезпечний, токсичний. При вдиханні надає наркотичну дію, викликає отруєння. Канцероген і мутаген. Смертельна доза - 20 мл (через рот, повітря, шкіру), ГДК в повітрі - 0,01%. Небезпечний для навколишнього середовища, його період напіврозпаду становить цілих півстоліття. Через токсичності дихлоретан використовується тільки у виробничих цілях, де хімічна речовина знаходить широке застосування в самих різних областях

4.2 ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ПАРАМЕТРІВ

4.2.1 Розрахункова температура

Розрахункову температуру розподільної камери t_{eai} , °C, визначаємо за формулою:

$$t_{\text{eai}} = 2 \cdot t_{\text{o}} - t_{\text{e}} \quad (4.1)$$

$$t_{\text{eai}} = 2 \cdot 50 - 80 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розрахункову температуру ізольованих фланців визначаємо за формулою:

$$t_{\text{o}} = t_{\text{eai}} \quad (4.2)$$

Розрахункову температуру ізольованих апаратних фланців і фланців штуцерів розподільної камери теплообмінника приймаємо рівній температурі розподільної камери:

$$t_{\text{o}} = t_{\text{eai}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Розрахункову температуру ізольованих фланців штуцерів міжтрубного простору приймаємо рівній температурі середовища міжтрубного простору (кожуха):

$$t_{\text{o}} = t_{\text{e}} = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розрахункова температура болтів для ізольованих фланцевих з'єднань:

$$t_{\text{a}} = 0,97 \cdot t_{\text{eai}} \quad (4.3)$$

Розрахункова температура болтів корпусних фланцевих з'єднань і фланців штуцерів розподільної камери:

$$t_{\dot{a}} = 0,97 \cdot 20 = 19^{\circ}\text{C}$$

Розрахункова температура болтів фланцевих з'єднань штуцерів міжтрубного простору:

$$t_{\dot{a}} = 0,97 \cdot t_{\dot{e}}$$

$$t_{\dot{a}} = 0,97 \cdot 80 = 78^{\circ}\text{C}$$

4.2.2 Допустимі напружини

Допустимі напружини при розрахунковій температурі $[\sigma]$ і при температурі 20°C $[\sigma]_{20}$, МПа, для елементів апарату приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Допустимі напружини деталей теплообмінника

Елементи апарата	Матеріал	Допустимі напружини, МПа		Відношення допустимих напружин, $[\sigma]_{20}/[\sigma]$
		при температурі 20°C $[\sigma]_{20}$	при розрахунковій температурі $[\sigma]$	
Кожух	12X18Н 10Т	184	176,5	1,04
Розподільна камера	Ст3сп	154	154	1,00
Теплообмінні труби	12X18Н 10Т	184	176,5	1,04
Трубна решітка	12X18Н 10Т	184	176,5	1,04

Таблиця 4.1 – Допустимі напружини деталей теплообмінника

Перегородки	12X18Н	184	176	1,04
-------------	--------	-----	-----	------

	10Г		,5	
Фланці розподільної камери	СтЗсп	154	154	1,00
Фланці кожуха	12Х18Н 10Г	184	176 ,5	1,04
Болти кріплення фланців штуцерів трубного простору і апаратних фланців	40 Сталь	130	127	1,024
Болти і гайки кріплення штуцерів міжтрубного простору	20Х13	195	195	1,0
Примітка. Допустимі напружини при температурі 20°C і розрахунковій температурі визначені методом лінійної інтерполяції за [21].				

4.2.3 Коефіцієнти міцності зварних швів

Трубний простір теплообмінника по розрахунковому тиску, температурі і характеру робочого середовища відноситься до 1 групи апаратів [21], для якої довжина контрольованих швів складає 100% від їх спільної довжини. Для стикових швів з двостороннім суцільним проваром, виконаних автоматичною зваркою, коефіцієнт міцності зварних швів трубного простору приймаємо рівним

$$\varphi_p = 1$$

4.2.4 Робочий, розрахунковий і пробний тиск

Умовний тиск в теплообміннику згідно завданню в трубному просторі $P_{\text{тр}}=1,6\text{МПа}$, у міжтрубному просторі $P_{\text{к}}=1,6\text{МПа}$.

Розрахунковий тиск визначаємо за формулою

$$P = \max \{ |P_{\delta}|; |P_{\epsilon}|; |P_{\delta} - P_{\epsilon}| \}, \quad (4.4)$$

де P_{δ} - розрахунковий тиск в трубному просторі, МПа;

P_{ϵ} - розрахунковий тиск в міжтрубному просторі, МПа.

$$P = \max \{ 1,6; 1,6; |1,6 - 1,6| \} = 1,6 \text{ МПа}$$

Під пробним тиском в апараті слід приймати тиск, при якому проводиться випробування апарату на міцність і герметичність. Випробування сталевих зварних апаратів повинно проводитися пробним тиском, який визначається за формулою

$$P_{\text{пр}} = 1,25 \cdot P \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]}, \quad (4.5)$$

де P - розрахунковий тиск в трубному і міжтрубному просторах відповідно, $P_{\text{т}}=1,6 \text{ МПа}$, $P_{\text{к}}=1,6 \text{ МПа}$;

Відношення $[\sigma]_{20}/[\sigma]$ приймаємо по тому з використовуваних матеріалів елементів кожної порожнини апарату, для якого воно є найменшим.

Для трубного простору при мінімальному відношенні допустимих напружин $[\sigma]_{20}/[\sigma]=1,0$, пробний тиск складає

$$P_{\text{пр} \delta} = 1,25 P_{\delta} \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,25 \cdot 1,6 \cdot \frac{154}{154} = 2,0 \text{ МПа} ;$$

Гідростатичний тиск при випробуванні трубного простору теплообмінника

$$P_{\text{г} \delta} = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot H_{\text{в}} \cdot 10^{-6} = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,06 \cdot 10^{-6} = 0,01 \text{ МПа} ; \quad (4.6)$$

де $H_{\text{в}}$ - висота стовпа води в трубному просторі, $H_{\text{в}}=1,06\text{м}$;

Гідростатичний тиск при випробуванні

$$P_{\text{г} \delta} = 0,01 \text{ МПа} \leq 0,05 P_{\text{пр} \delta} = 0,05 \cdot 2,0 = 0,1 \text{ МПа} ; \quad (4.7)$$

складає менше 5% від пробного, тому за розрахунковий тиск в умовах випробування приймаємо пробний тиск.

$$P_{\dot{a}\dot{o}} = P_{\dot{i}\dot{o}} = 2,0 \text{ МПа}$$

Умова

$$P_{\dot{a}\dot{o}} = 2,0 \text{ МПа} \leq 1,35 \cdot P_{\dot{o}} \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,35 \cdot 1,6 \cdot \frac{154}{154} = 2,16 \text{ МПа} \quad (4.8)$$

виконується, тому розрахунок елементів трубного простору в умовах гідравлічного випробування проводити не потрібно.

Для міжтрубного простору при відношенні допустимих напружин $[\sigma]_{20} / [\sigma] = 1,0$ пробний тиск складає

$$P_{\dot{i}\dot{e}} = 1,25 P_{\dot{e}} \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,25 \cdot 1,6 \cdot 1,0 = 2,0 \text{ МПа} ;$$

Гідростатичний тиск при випробуванні міжтрубного простору

$$P_{\dot{a}\dot{a}\dot{e}} = \rho_{\dot{a}} \cdot g \cdot H_{\dot{e}} \cdot 10^{-6} = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,06 \cdot 10^{-6} = 0,01 \text{ МПа} \leq \\ \leq 0,05 P_{\dot{i}\dot{e}} = 0,05 \cdot 2,0 = 0,1 \text{ МПа}$$

складає менше 5% від пробного, тому за розрахунковий тиск в умовах випробування приймаємо пробний тиск

$$P_{\dot{e}\dot{e}} = P_{\dot{i}\dot{e}} = 2,0 \text{ МПа} ;$$

Умова

$$P_{\dot{a}\dot{e}} = 3,21 \text{ МПа} \leq 1,35 P_{\dot{e}} \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,35 \cdot 1,6 \cdot 1,0 = 2,16 \text{ МПа}$$

виконується, тому розрахунок елементів міжтрубного простору в умовах гідравлічного випробування проводити не потрібно.

4.2.5 Додатки до розрахункової товщини конструктивних елементів

Сума додатків до розрахункової товщини трубних решіток складає:

$$\tilde{N} = C_1 + C_2 + C_3, \quad (5.9)$$

де C_1 – додаток для компенсації корозії і ерозії, мм;

C_2 – добавка для компенсації мінусового допуску, мм;

Добавка для компенсації корозії і ерозії C_1 визначається за формулою

$$C_1 = П \cdot \tau + C_3, \quad (4.10)$$

де $П$ – швидкість проникнення корозії, $П=0,05$ мм/рік,

τ – термін служби апарата, $\tau=20$ років,

C_3 – добавка для компенсації ерозії, $C_3=0$.

$$C_1 = 0,05 \cdot 20 + 0 = 1 \text{ мм},$$

Добавка C_2 приймається по стандартах на прокат залежно від товщини листа за таблицею 3.4 [21], $C_2=0,8$ мм.

Технологічна добавка C_3 передбачає компенсацію стоншування стінки елемента апарату при технологічних операціях – витяжці, штампуванні, гнутті і т. д. Приймаємо $C_3=0$.

$$\text{Тоді } C = 1 + 0,8 + 0 = 1,8 \text{ мм.}$$

Сума добавок до розрахункової товщини кожуха, камери та еліптичного днища

Добавка C_2 приймається по стандартах на прокат залежно від товщини листа за таблицею 3.4 [21], $C_2=0,5$ мм.

$$\text{Тоді } C = 1 + 0,5 + 0 = 1,5 \text{ мм.}$$

4.3 Розрахунок товщини стінки кожуха

4.3.1 Розрахунок циліндричної обичайки кожуха

Циліндрична обичайка (кожух) є одним з основних елементів хімічних апаратів. В даному випадку обичайка виготовляється з листа (рисунку 4.2).

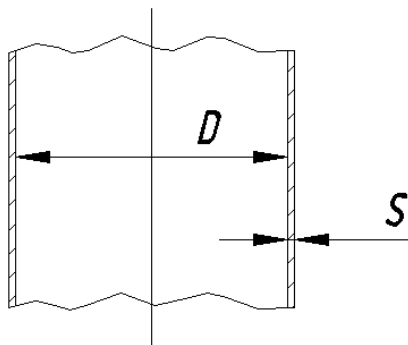


Рисунок 4.2

Розрахункова товщина стінки апарата визначається за формулою

$$S_p = \frac{P_k \cdot D}{2 \cdot [\sigma]_k \cdot \phi_p - P_k}, \quad (4.11)$$

де P_k – розрахунковий внутрішній тиск в міжтрубному просторі теплообмінника, $P=1,6$ МПа;

D – внутрішній діаметр обичайки (кожуха), $D=600$ мм;

$[\sigma]_k$ - допустима напружина для матеріалу обичайки кожуха при розрахунковій температурі, $[\sigma]_k = 150$ МПа ;

ϕ_p – коефіцієнт міцності подовжніх швів, $\phi_p=1$.

$$S_\delta = \frac{1,6 \cdot 600}{2 \cdot 176,5 \cdot 1 - 1,6} = 2,75 \text{ мм}$$

Виконавча товщина стінки обичайки кожуха визначається за формулою

$$S \geq S_p + C, \quad (4.12)$$

$$S \geq 2,75 + 1,5 = 4,25 \text{ мм}$$

Виконавча товщина стінки обичайки кожуха теплообмінника приймається $S=5$

мм.

4.3.2 Визначення допустимого надлишкового тиску

Для отриманого значення S розраховуємо допустимий внутрішній тиск за формулою

$$[P] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_p \cdot (S - C)}{D + (S - C)}, \quad (4.13)$$

$$[P] = \frac{2 \cdot 176,5 \cdot 1,0 \cdot (5 - 1,5)}{600 + (5 - 1,5)} = 2,05 \text{ МПа}$$

При цьому повинна виконуватися умова

$$P_k \leq [P], \quad (4.14)$$

$1,6 \text{ МПа} < 2,05 \text{ МПа}$, умова виконується.

5.3.3 Перевірка умов застосування розрахункових формул

Розрахункові формули застосовуються при відношенні товщини стінки до діаметру

$$\frac{S - C}{D} \leq 0,1, \quad (4.15)$$

$$\frac{5 - 1,5}{600} = 0,006 < 0,1,$$

умова виконується, отже, формули застосовуються.

4.4 Розрахунок розподільної камери

4.4.1 Розрахунок товщини циліндричної обичайки камери

Розрахункова товщина стінки камери визначається за формулою (4.11)

$$S_p = \frac{P_k \cdot D}{2 \cdot [\sigma]_k \cdot \varphi_p - P_k},$$

де P_k – розрахунковий внутрішній тиск в міжтрубному просторі теплообмінника, $P=1,6 \text{ МПа}$;

D – внутрішній діаметр обичайки (кожуха), $D=600$ мм;

$[\sigma]_k$ - допустима напружина для матеріалу обичайки кожуха при розрахунковій розрахунковій температурі, $[\sigma]_k = 154$ МПа ;

φ_p – коефіцієнт міцності подовжніх швів, $\varphi_p=1$.

$$S_\delta = \frac{1,6 \cdot 600}{2 \cdot 154 \cdot 1 - 1,6} = 3,13 \text{ мм}$$

Виконавча товщина стінки обичайки кожуха визначається за формулою (5.12)

$$S \geq 3,13 + 1,5 = 4,63 \text{ мм}$$

Виконавча товщина стінки обичайки кожуха теплообмінника приймається $S=5$ мм.

Визначення допустимого надлишкового тиску

Для отриманого значення S розраховуємо допустимий внутрішній надлишковий тиск за формулою (5.13)

$$[p] = \frac{2 \cdot 154 \cdot 1,0 \cdot (5 - 1,5)}{600 + (5 - 1,5)} = 1,79 \text{ МПа}$$

При цьому повинна виконуватися умова (4.14)

$$1,6 \text{ МПа} < 1,79 \text{ МПа}, \text{ умова виконується.}$$

Перевірка умов застосування розрахункових формул

Розрахункові формули застосовуються при відношенні товщини стінки до діаметру за формулою (5.15)

$$\frac{5 - 1,5}{600} = 0,006 < 0,1,$$

умова виконується, отже, формули застосовуються.

4.4.2 Розрахунок товщини стінки днища камери

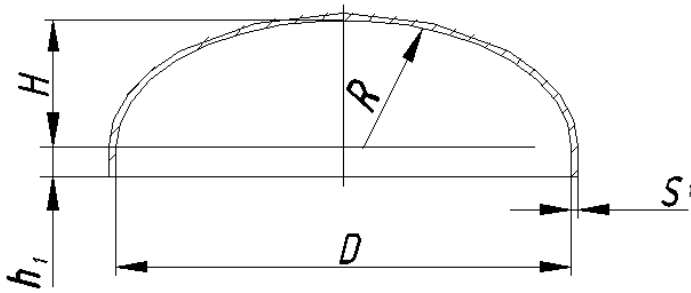


Рисунок 4.2 - еліптичне днище

Розрахункова товщина стінки днища камери визначається за формулою

$$S_{ip} = \frac{P_r \cdot R}{2 \cdot [\sigma]_r \cdot \varphi_p - 0,5 \cdot P_r}, \quad (4.16)$$

де P_r – розрахунковий внутрішній надлишковий тиск в розподільній камері теплообмінника, $P_r = 1,6 \text{ МПа}$;

$R = D$ – для стандартних еліптичних днищ з $H = 0,25D$;

φ_p - коефіцієнт міцності зварних швів, $\varphi_p = 1$,

$[\sigma]_r$ - допустима напружина для матеріалу днища при

розрахунковій температурі, $[\sigma]_r = 154 \text{ МПа}$;

$$S_{io} = \frac{1,6 \cdot 600}{2 \cdot 154 \cdot 1 - 0,5 \cdot 1,6} = 3,13 \text{ мм}$$

Виконавча товщина стінки днища визначається за формулою (4.12)

$$S_1 \geq 3,13 + 1,5 = 4,63 \text{ мм}$$

Приймаємо товщину стінки днища камери $S_1 = 5 \text{ мм}$.

Визначення допустимого тиску

Для набутого значення S розраховуємо допустимий внутрішній надлишковий тиск за формулою

$$[P] = \frac{2 \cdot [\sigma]_{p.k} \cdot \varphi_p \cdot (S_1 - C)}{R + 0,5 \cdot (S_1 - C)}, \quad (4.17)$$

$$[P] = \frac{2 \cdot 154 \cdot 1 \cdot (5 - 1,5)}{600 + 0,5 \cdot (5 - 1,5)} = 1,8 \text{ МПа}$$

При цьому повинна виконуватися умова (5.14)

$$1,6 \text{ МПа} < 1,8 \text{ МПа, умова виконується.}$$

Перевірка умов застосування розрахункових формул

Розрахункові формули для еліптичних днищ застосовуються при виконанні

умов

$$0,002 \leq \frac{S_1 - C}{D} \leq 0,1, \quad (4.18)$$

$$0,2 \leq \frac{H}{D} \leq 0,5, \quad (4.19)$$

де H – висота опуклої частини днища, $H=150$ мм, [21].

$$0,002 \leq \frac{5-1,5}{600} = 0,006 \leq 0,1,$$

$$0,2 \leq \frac{150}{600} = 0,25 \leq 0,5, \text{ умови виконуються, отже, формули}$$

застосовуються.

4.5 Розрахунок на міцність, жорсткість і стійкість елементів теплообмінних апаратів з компенсатором на кожусі

Прийнята товщина трубних решіток повинна забезпечувати можливість кріплення труб в решітках. Для решіток, в яких кріплення теплообмінних труб проводиться розвальцьовуванням або зваркою з подальшим розвальцьовуванням, прийнята товщина решітки повинна забезпечувати міцність і гарантований тиск герметизації вальцювального з'єднання, а також невикривлення решітки при розвальцьовуванні труб. Мінімальна товщина трубних решіток прийнята з цих міркувань:

$$S_p = 24i$$

Виконавча товщина трубної решітки S_p , мм, має задовольняти умові міцності безтрубної зони

$$S_p \geq S_{pp} + C_p,$$

(4.20)

- S_{pp} – розрахункова товщина трубної решітки,
 C_p – сума добавок до розрахункової товщини решітки, мм.

Розрахункову товщину трубних решіток за умови міцності максимальної безтрубної зони визначаємо за формулою

$$S_{p\delta} = 0,5 D_a \sqrt{D/[\sigma]_b} \quad (4.21)$$

$$S_{p\delta} = 0,5 \cdot 64 \sqrt{1,6/184} = 3 \text{ и}$$

- D_e – діаметр кола, вписаного в максимальну безтрубну зону
 e визначається конструктивно

$$24 \geq 3 + 1,8 = 4,8 \text{ и} \quad - \text{ умова виконується}$$

4.6 Розрахунок лінзового компенсатора

4.6.1 Умови застосування розрахункових формул

Розрахункові формули застосовні, якщо виконуються умови:

$$\frac{S_\xi}{d_i} \leq 0,035; \quad 1,08 \leq \frac{D_\xi}{d_i} \leq 3,00; \quad \frac{2r}{D_\xi - d_i} \leq 0,4$$

(4.22)

- $S_\xi = 4 \text{ мм}$ – товщина стінки лінзового компенсатора;
 $d_i = 608 \text{ мм}$ – зовнішній діаметр западини хвилі компенсатора;
 $D_\xi = 758 \text{ мм}$ – зовнішній діаметр гребеня хвилі компенсатора;

$r = 14 \text{ мм}$ - внутрішній радіус тороїдального переходу в верхній та нижній частинах хвилі компенсатора

$$\frac{S_{\xi}}{d_i} = \frac{4}{608} = 0,0066 < 0,035$$

$$1,08 < \frac{D_{\xi}}{d_i} = \frac{758}{608} = 1,25 < 3,00$$

$$\frac{2 \cdot r}{D_{\xi} - d_i} = \frac{2 \cdot 14}{758 - 608} = 0,19 < 0,4$$

4.6.2 Визначення допоміжних величин

Розрахунковий діаметр западини хвилі компенсатора визначають за формулою

$$d_1 = d_i - S_{\xi} \quad (4.23)$$

$$d_1 = 608 - 4 = 604 \text{ мм}$$

Розрахунковий діаметр гребеня хвилі компенсатора визначають за формулою

$$d_2 = D_{\xi} - S_{\xi} \quad (4.24)$$

$$d_2 = 758 - 4 = 754 \text{ мм}$$

Середній радіус тороїдального переходу хвилі компенсатора розраховують за формулою

$$r_s = 0,5(2r + S_{\xi}) \quad (4.25)$$

$$r_s = 0,5 \cdot (2 \cdot 14 + 4) = 16 \text{ мм}$$

Допоміжну величину впливу переходу розраховують за формулою

$$\rho_{\xi} = 2 - 100 \frac{r_s}{d_1 + d_2} \quad (5.26)$$

$$\rho_{\xi} = 2 - 100 \cdot \frac{16}{604 + 754} = 0,82 \text{ мм}$$

Розрахункову ширину пластинчастої зони хвилі компенсатора розраховують за формулою

$$b_{\xi} = 0,5(d_2 - d_1 + \rho_{\xi} \cdot r_s)$$

(4.27)

$$b_{\xi} = 0,5 \cdot (754 - 604 + 0,82 \cdot 16) = 81,5 \text{ мм}$$

Радіус закруглення пластинчастої зони хвилі компенсатора визначають за формулою

$$R_o = 0,25(d_2 + d_1 - 2b_{\xi})$$

(4.28)

$$R_o = 0,25 \cdot (754 + 604 - 2 \cdot 81,5) = 298,8 \text{ мм}$$

Середній діаметр хвилі визначають за формулою

$$d_{\text{нб}} = 0,5(d_2 + d_1)$$

(4.29)

$$d_{\text{нб}} = 0,5 \cdot (754 + 604) = 679 \text{ мм}$$

Характеристики хвилі визначають за формулами:

$$\xi = \frac{d_2}{d_1} - 1$$

(4.30)

$$\xi = \frac{754}{604} - 1 = 0,25$$

$$\eta = \frac{d_2 - d_1}{2r_s} - 2$$

(4.31)

$$\eta = \frac{754 - 604}{2 \cdot 16} - 2 = 2,69$$

$$\alpha = S_{\xi} / d_1$$

(4.32)

$$\alpha = \frac{4}{604} = 0,007$$

$$\lambda = b_{\xi} / R_o$$

(4.33)

$$\lambda = \frac{81,5}{298,8} = 0,27$$

$$\gamma = 1 + 1,25 \frac{d_2}{d_1} - \frac{3,2 r_s}{d_2 - d_1} \quad (4.34)$$

$$\gamma = 1 + 1,25 \cdot \frac{754}{604} - \frac{3,2 \cdot 16}{754 - 604} = 2,22$$

4.6.3 Розрахунок компенсатора на міцність

Виконавчу товщину стінки компенсатора розраховують за формулою

$$S_{\epsilon} \geq S_{\epsilon\delta} + \tilde{N}_{\epsilon} \quad (4.35)$$

$S_{\epsilon\delta}$ – розрахункова товщина стінки компенсатора, мм;

C_{ϵ} – сума добавок до розрахункової товщини стінки компенсатора, мм.

Суму добавок до розрахункової товщини стінки компенсатора при $S_{\epsilon} = 4,0$ мм приймають рівною не більше 0,8 мм.

Розрахункову товщину стінки компенсатора визначають за формулою

$$S_{\epsilon\delta} = S_4 \cdot \sqrt{0,5 + \sqrt{0,25 + (S_3 / S_4)^4}} \quad (4.36)$$

де

$$S_3 = 0,25 (d_2 - d_1 - \gamma \cdot r_s) \cdot \sqrt{P / [\sigma]_{\epsilon}} \quad (4.37)$$

$$S_3 = 0,25 \cdot (754 - 604 - 2,22 \cdot 16) \cdot \sqrt{\frac{1,6}{176,5}} = 2,73 \text{ иї}$$

$$S_4 = \frac{P \cdot d_{cp}}{2 [\sigma]_{\epsilon} \cdot \varphi} \cdot \frac{L}{d_2 - d_1 + 2 l_{\epsilon} + 2,3 r_s} \quad (4.38)$$

$$S_4 = \frac{1,6 \cdot 679}{2 \cdot 176,5 \cdot 1} \cdot \frac{80}{754 - 604 + 2 \cdot 5 + 2,3 \cdot 16} = 1,25 \text{ иї}$$

Позначення в формулах (4.36)-(4.38):

$[\sigma]_{\xi}$ – допустима напружина для матеріалу лінзи при розрахунковій температурі, МПа;

виконавча довжина компенсатора, мм;

приєднувальна довжина циліндричної частини компенсатора, мм;

коефіцієнт міцності подовжнього зварного шва компенсатора.

$$S_{\xi\delta} = 1,25 \cdot \sqrt{0,5 + \sqrt{0,25 + (2,73/1,25)^4}} = 2,88 \text{ ì}$$

Виконавчу товщину стінки компенсатора розраховують за формулою

$$S_{\xi} \geq S_{\xi\delta} + \tilde{N}_{\xi} \quad (4.39)$$

$$S_{\xi} = 2,88 + 0,6 = 3,48 \text{ ì}$$

Приймаємо:

$$S_{\xi} = 4 \text{ ì}$$

Допустимий тиск $[\mathcal{D}]_{\xi}$, МПа, визначають за формулою

$$[P]_{\xi} = \frac{[P]_1}{\sqrt{1 + \left(\frac{[P]_1}{[P]_2}\right)^2}} \quad (4.40)$$

де

$$[P]_1 = 16 \left(\frac{S_{\xi} - \tilde{N}_{\xi}}{d_2 - d_1 - \gamma \cdot r_s} \right)^2 \cdot [\sigma]_{\xi} \quad (4.41)$$

$$[\mathcal{D}]_1 = 16 \cdot \left(\frac{4 - 0,6}{754 - 604 - 2,22 \cdot 16} \right)^2 \cdot 176,5 = 2,5 \text{ ìä}$$

$$[P]_2 = \frac{2 [\sigma]_{\xi} \cdot \varphi \cdot (S_{\xi} - C_{\xi}) \cdot d_2 - d_1 + 2 l_{\xi} + 2,3 r_s}{d_{cp}} \cdot L \quad (4.42)$$

$$[\mathcal{D}]_2 = \frac{2 \cdot 176,5 \cdot 1 \cdot (4 - 0,6) \cdot 754 - 604 + 2 \cdot 5 + 2,3 \cdot 16}{679} = 4,35 \text{ ìä}$$

$$[D]_{\text{к}} = \frac{2,5}{\sqrt{1 + \left(\frac{2,5}{4,35}\right)^2}} = 2,16 \text{ Па}$$

При цьому повинна виконуватися умова

$$P_{\text{к}} \leq [P],$$

1,6 МПа < 2,16 МПа, умова виконується.

4.6.4 Розрахунок числа лінз компенсатора

Різницю у видовженні кожуха і труб в робочих умовах, яку необхідно скомпенсувати, визначаємо за формулою

$$\Delta = l \cdot |\alpha_{\text{к}}(t_{\text{к}} - t_0) - \alpha_{\text{т}}(t_{\text{т}} - t_0)| \quad (4.43)$$

$\alpha_{\text{к}}, \alpha_{\text{т}}$ – коефіцієнти лінійного розширення матеріалів відповідно

е кожуха та труб, $1/^\circ\text{C}$;

$t_{\text{к}}, t_{\text{т}}, t_0$ – температури відповідно кожуха, труб і виготовлення апарата, $^\circ\text{C}$, ($t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$)

l - довжина труб, мм $l = 4000$ мм

$$\alpha_{\text{к}} = 16,6 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{\text{т}} = 16,6 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$$

$$\Delta = 4000 \cdot \left| 16,6 \cdot 10^{-6} \cdot (80 - 20) - 16,6 \cdot 10^{-6} \cdot (50 - 20) \right| = 1,5 \text{ мм}$$

За додатком визначаємо компенсуючу здатність однієї лінзи компенсатора при загальному числі циклів навантаження $N = 10^3$, $\Delta_{\text{к}} = 4,3 \text{ мм}$

Необхідне число лінз в компенсаторі розраховуємо за формулою

$$n_{\text{к}} = \frac{\Delta}{\Delta_{\text{к}}} = \frac{1,5}{4,3} = 0,35$$

Отримане число лінз округляємо до найближчого більшого цілого числа,
тобто $n_g = 1$.

5 Ремонтно – монтажні роботи

Виведення в ремонт устаткування (або демонтаж при виключенні з схеми) здійснюється по письмовому розпорядженню начальника цеху. На підставі письмового розпорядження заступник начальника цеху встановлює і підписує порядок виведення устаткування в ремонт або посилається на відповідні розділи інструкції.

У об'єм робіт з підготовки устаткування до ремонту входить:

- зупинка об'єкту (устаткування, машин, комунікацій), відключення системи арматурою;
- скидання тиску, звільнення об'єкту від продукту, сировини;
- відключення електроенергії, зняття напруги на щитах, вивішування заборонних і попереджувальних плакатів, установка огороджувачів;
- від'єднання ремонтного об'єкту від комунікацій за допомогою заглушок;
- пропарювання, продування, провітрювання об'єкту і відповідне прибирання від продукту і сировини приміщення.

Якість підготовчих робіт визначається виконанням аналізу на вміст паливних, отруйної, вибухонебезпечної пари або газів, яких повинно бути не більш за ГДК по санітарних нормах.

На арматурі, що відсікає ремонтне устаткування від того, що діє, вивішуються таблички, що забороняють її розтин, а арматуру що підлягає ремонту, позначають крейдою або фарбою.

Установка заглушок повинна проводитися силами ремонтної служби цеху, під керівництвом механіка або майстра цієї служби.

При установці заглушок ремонтною службою цеху механік (майстер) несе відповідальність за дотримання ремонтною службою правил техніки безпеки і пожежної безпеки при виконанні цієї роботи і за якість установки заглушок.

Перед проведенням ремонтних робіт, механік або майстер цеху проводить виконавцям інструктаж про порядок ведення робіт, дотриманням правил протипожежною і техніці безпеки, потім допускає до виконання ремонтних робіт по оформленому разом із застосуванням засобів захисту, вказаних в наряді.

Інструктаж робітником підрядних організацій про основні небезпеки і шкідливі виробничі чинники в даному цеху в об'ємі першого інструктажа начальник зміни перед початком робіт.

Весь персонал має бути ознайомлений про місце і час проведення ремонтних робіт сторонньою організацією.

При виникненні пожежі або аварії, а так само в разі порушення технологічного режиму і появи небезпеки для оточуючого персоналу цеху повинен дати вказівку про припинення робіт підрядчиком і видалити їх з цеху або небезпечної зони.

Основні правила при роботі всередині апаратів, ємностей, колодязях

Проведення такого роду робіт вимагає письмового дозволу головного інженера, узгодження з органами пожежного нагляду, наявність акту огляду ємності й дотримання особливих заходів безпеки у відповідності зі спеціальною інструкцією, а саме:

- повністю відкриті лази й люки, забезпечення максимального повітрообміну;
- обов'язкове заземлення посудини;
- цілісність ізоляції токопроводів;
- неможливість зміни електродів при включеному струмі;
- наявність повного комплекту захисного одягу у зварника;
- після закінчення робіт перед закриттям посудини перевірити її порожнечу й відсутність усередині сторонніх предметів.

Вогневі роботи дозволяється проводити тільки після виконання всіх підготовчих робіт і заходів, передбачених нарядом-допуском.

Напередодні для проведення вогневих робіт в пожежну частину прямує письмове сповіщення з вказівкою найменування цеху, номери корпусу, місця і характеру вогневих робіт.

Перед початком і періодично в процесі проведення робіт необхідно проводити аналізи стану повітряного середовища на місці робіт.

В разі підвищення змісту горючих речовин в небезпечній зоні, усередині апарату або трубопроводу вогневі роботи негайно припиняються. Ці роботи можуть бути відновлені тільки після виявлення і усунення причини загазованості і відновлення нормальної повітряної середовища.

Під час проведення вогневих робіт технологічним персоналом цеху мають бути прийняті заходи, що виключають виділення в повітряну середовища вибухонебезпечних речовин.

При виконанні газонебезпечних робіт з вибухонебезпечними газами необхідно користуватися інструментами, що не дають іскр при ударі, а для освітлення застосовувати переносні електролампи з напругою 12 вольт у вибухозахищеному виконанні, мати засоби індивідуального захисту: протигази ПШ-1, ПШ-2.

5.1 Підготовчі роботи перед проведенням ремонту

Заборонено під час роботи теплообмінного апарату проводити його ремонт або виконувати роботи, пов'язані з ліквідацією нещільностей з'єднань окремих елементів апарату, що перебувають під тиском.

Справність запобіжних клапанів, манометрів та іншої арматури теплообмінного апарату повинні перевіряти працівники, що їх обслуговують, відповідно до інструкції з обслуговування теплообмінних апаратів.

Теплообмінний апарат або ділянку трубопроводу, що підлягають ремонту, необхідно перекрити як з боку суміжних теплопроводів і обладнання, так і з боку дренажних і обвідних ліній, — щоб уникнути попадання в них пари або гарячої води.

Дренажні лінії і повітряні клапани, що сполучаються безпосередньо з атмосферою, повинні бути відкриті.

Виводити з роботи для ремонту або для внутрішнього огляду теплообмінні апарати і ділянки трубопроводу, що від'єднується від діючого обладнання, необхідно двома послідовно установленими засувками, між якими повинен бути дренажний пристрій, що сполучається безпосередньою атмосферою.

Допускається однією засувкою виводити з дії теплообмінний апарат з тиском до 6 МПа (60 кгс/см²); у цьому разі не повинно бути виходу пари в атмосферу крізь дренаж, який відкрито на час ремонту або внутрішнього огляду на виведеній з роботи ділянці.

У разі проведення робіт усередині теплообмінного апарата необхідно обов'язково перекрити арматуру й установити заглушку. Товщина заглушки повинна відповідати параметрам робочого середовища. Для полегшення перевірки встановлення заглушок останні повинні мати добре видимі хвостовики.

З теплообмінних апаратів і трубопроводів, виведених з роботи для ремонту, слід зняти тиск і звільнити їх від пари і води. З електроприводів вимикальної арматури необхідно зняти напругу, а з мережі живлення електроприводів — запобіжники. Цю арматуру необхідно закрити.

Вентилі відкритих дренажів, що сполучаються безпосередньо з атмосферою необхідно відкрити. Вентилі дренажів закритого типу після дренажу теплообмінного апарата (трубопроводу) повинні бути закриті; між запірною арматурою і теплообмінним апаратом (трубопроводом) повинна бути арматура, що безпосередньо сполучається з атмосферою. Не електрифікована вимикальна арматура і вентилі дренажів необхідно заблокувати ланцюгами або іншими пристосуваннями і замкнути на замки. Виконання зазначених вимог обов'язкове на трубопроводах з установленою заглушкою.

На вентилях, засувках замикальної арматури слід вивішувати заборонні знаки безпеки "Не відкривати! Працюють люди"; на вентилях відкритих дренажів — "Не закривати! Працюють люди"; на ключах керування електроприводами замикальної арматури - "Не вмикати! Працюють люди"; на місці проведення робіт — настановний знак "Працювати тут!".

Розпочинати ремонт апаратів і трубопроводів, що не мають дренажів і повітряних клапанів, а також за наявності надлишкового тиску в них заборонено.

Дренажування води і пароводяної суміші слід проводити через спускову арматуру.

Якщо під час допуску виник сумнів у тому, що, внаслідок засмічення лінії дренажу, вода із виведеного у ремонт трубопроводу повністю не видалена, розпочинати ремонтні роботи заборонено.

Засувки і вентилі необхідно відкривати і закривати тільки із застосуванням важелів, передбачених інструкцією з експлуатації арматури; не дозволяється для подовження плеча рукоятки або маховика використовувати випадкові предмети.

Для проведення ремонтних робіт на одному з підігрівників високого тиску за груповою схемою їхнього увімкнення необхідно вимкнути всю групу підігрівників.

Під час відгвинчування болтів фланцевих з'єднань трубопроводів послаблювати болти слід обережно, — щоб запобігти можливому викиданню пароводяної суміші у разі неповного дренажу трубопроводу. Крім цього, необхідно запобігти випаданню із фланців металевих прокладок і вимірювальних шайб і падінню їх униз — шляхом відгородження розташованих нижче ділянок, улаштування настилів, установлення піддонів тощо.

Дозволяється відключати однією засувкою (без установлення заглушок) теплообмінні апарати на тих потоках, де робочий тиск не перевищує атмосферний і температура теплоносія менше плюс 45°C.

5.2 Ремонт холодильника

Поточний ремонт. Ремонт дозволяється проводити без звільнення від вмісту. Перевіряються зовнішнім оглядом стан зовнішньої поверхні корпусу, кришки, штуцерів теплообмінника. При виявленні дефектів теплообмінник звільняється від вмісту, складається акт на готовність до ремонту, дефекти усуваються. При великих дефектах теплообмінник виводиться на середній ремонт достроково. Перевірити, підтягнути і, при необхідності, замінити кріпильні деталі і прокладки. Перевірити стан комунікацій. При необхідності провести ремонт або заміну окремих ділянок трубопроводів. Замінити дефектні прокладки. Запірну арматуру перевірити на працездатність. Виробляється підтягування і перебивання сальників. Дефекти усуваються. У теплообмінників, що мають запобіжні клапани, перевірити працездатність запобіжного клапана. Провести перевірку затягування болтових з'єднань фланців комунікацій, запірної арматури. Перевірити стан теплоізоляції (якщо вона є). При необхідності провести її ремонт. Перевірити стан захисних кожухів на агресивних середовищах, якщо потрібно - замінити.

Середній ремонт. Середній ремонт проводиться при повністю звільненому теплообміннику, складається акт на готовність його до роботи. Середній ремонт включає в себе всі роботи поточного ремонту, а також наступні роботи:

- провести часткову розбирання теплообмінника (кришки, штуцери розкриваються);
- провести візуально перевірку стану поверхні зварних швів корпусу, кришок, секційних перегородок в них, штуцерів і, залежно від характеру дефектів, провести ремонт (заміна штуцерів на нові, підварювання місць корозії або заміна окремих частин стінок корпусу і кришок вставкою);
- провести перевірку стану трубних решіток, кінців труб, їх розвальцьовування або зварних швів (відповідно до конструктивним виконанням). Виявлені дефекти усунути;
- провести гідроопресовку міжтрубному простору тиском згідно вимогам креслення (для виявлення дефектних труб і дефектів в корпусі);

- дефектні труби замінити на нові, якщо це можливо. При неможливості заміни - дефектні труби заглушити з обох кінців металевими пробками (з цього ж металу, що і труби).

Теплообмінники, що були в контакті з продуктом, ремонтвані із застосуванням зварювання, піддаються перед ремонтом випалу на спеціальному майданчику випалу.

Якщо поверхня пошкоджених трубок перевищує 15% всієї теплопередаючої поверхні, ремонтувати теплообмінник установкою пробок не можна: необхідно замінити або трубки, або весь теплообмінник. У теплообмінниках, колишніх контактують з продуктом або рідинами, або парами його містять, трубки глушити забороняється. Перевірити комунікації теплообмінника. Зношені труби, патрубки, відводи відремонтувати або замінити новими. Провести ревізію запірної арматури з розтином. Дефекти усунути. При наявності запобіжного клапана - провести ревізію з розтином, змастити, відрегулювати. Провести зміну всього зношеного кріплення. Прокладки замінити. Провести збірку теплообмінника. При наявності запобіжного клапана його розібрати, отревизировать, змастити, відрегулювати і опломбувати на тиск скидання згідно «Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском». Теплообмінник перевірити на герметичність робочим тиском. Дефекти усунути.

Капітальний ремонт. Капітальний ремонт проводиться при повністю звільненому теплообміннику, складається акт на готовність його до ремонту. Капітальний ремонт теплообмінника полягає в повному розбиранні теплообмінника і включає в себе всі вимоги середнього ремонту, а також ремонт або заміну частин корпусу, кришок, трубних решіток, заміна дефектних труб, трубних пучків або всієї трубчатки, ремонт або заміну запірної арматури, трубопроводів. У теплообмінника, що має теплоізоляцію, проводиться її ремонт або заміна при необхідності. Виробляється заміна прокладок і всього зношеного кріплення. Після збирання проводиться опресовування міжтрубному простору і трубчатки. Дефекти усуваються.

Всі роботи проводяться відповідно до дефектною відомістю.

Технічне обслуговування. Для підтримки теплообмінника в постійній готовності до дії і забезпечення його нормальної роботи необхідно проводити технічне

обслуговування теплообмінника. До технічного обслуговування теплообмінника допускаються особи, що вивчили будову, правила безпеки при його роботі, вимоги цього керівництва, а також інструкцію з експлуатації обслуговується ними обладнання та властивості матеріалів. Технічне обслуговування теплообмінника проводиться в процесі експлуатації. Своєчасне і якісне виконання заходів з технічного обслуговування попереджає появу несправностей і відмов у роботі та забезпечує високий рівень експлуатаційної надійності теплообмінника. Усі несправності, виявлені в процесі технічного обслуговування, повинні бути усунені, зауваження про технічний стан теплообмінника і його складових частин занесені в журнал обліку технічного обслуговування, в паспорт на теплообмінник.

5.3 Проведення робіт на висоті

Роботи на висоті більш 1,3 м повинні виконуватися із застосуванням приставних сходів, драбин, риштовання й лісів, що мають огороження або при обов'язковому застосуванні перевірених і випробуваних запобіжних поясів, якщо робота проводиться з необгороджених поверхонь.

Ліси й підмости допускаються до експлуатації тільки після технічного приймання їх по актах.

Підйом і спуск людей на ліси допускається тільки по сходах, закріпленим верхнім кінцем до поперечок лісів, що виключають можливість їх зсуву.

Скупчення на настилах людей в одному місці не допускається.

Одночасне провадження робіт на дві й більш ярусах по одній вертикалі без відповідних захисних козирків забороняється;

Під час грози й при вітрі силою 6 балів і більш роботу на лісах, а також їх монтаж і демонтаж слід припинити.

Для роботи на висоті застосовуються переносні сходи й драбини. Нижні кінці переносних сходів і драбин повинні мати обкуття з гострими наконечниками, а при користуванні ними на асфальтних, бетонних підлогах повинні мати черевики з гуми або іншого нековзного матеріалу.

Переносні дерев'яні сходи й розсувні сходи-драбини довжиною більш 3м повинні мати не менш 2-х металевих стяжних болтів, установлених під шаблями. Загальна довжина сходів не повинна перевищувати 5м і забезпечувати робітникові можливість робити роботу стоячи на шаблї, що перебуває на відстані не менш 1м від верхнього кінця сходів.

5.4 Проведення зварювальних і вогневих робіт

До вогневих робіт відносять виробничі операції, зв'язані із застосуванням відкритого вогню, нагріванням до температур, здатних викликати займання матеріалів.

На проведення вогневих робіт оформляється наряд-допуск, що передбачає розробку і подальше здійснення комплексу заходів щодо підготовки і безпечного проведення робіт, вказаний термін його дії, і тривалість проведення робіт, склад бригади, вимоги до робітників.

Відповідальним за підготовку об'єкту до проведення вогневої роботи призначається інженерний – технічний працівник цеху (як правило, начальник зміни), у веденні якого знаходиться експлуатаційний персонал даного об'єкту.

Відповідальний за проведення вогневих робіт зобов'язаний:

- перевірити у виконавців наявність і справність засобів індивідуального захисту, інструменту і пристосувань, їх відповідність виконуваній роботі, наявність посвідчень і талонів – попереджень;

- проводити інструктаж виконавців про правила безпечного ведення робіт;
- забезпечити місце проведення робіт первинними засобами пожежогасінні.

Виконавці вогневих робіт несуть відповідальність за виконання всіх мерів безпеки, передбачених в наряді – допуску.

Якщо вогневі роботи проводяться усередині ємкості, то вони вимагають письмового дозволу головного інженера, узгодженого з органами пожежної охорони, наявність акту огляду ємності і дотримання особливих заходів безпеки згідно спеціальної інструкції. До таких заходів відносять забезпечення

максимального повітрообміну, заземлення ємності, цілісність ізоляції токопроводов, наявність повного комплекту захисного одягу, неможливість електродів при включеній напрузі.

Для проведення робіт усередині ємкостей повинна призначатися бригада в складі не менш 2-х чоловік (працівник, спостережник). Газонебезпечні роботи усередині ємкостей проводяться при постійній присутності газорятівного. Перебування усередині ємкостей допускається, як правило, одній людині. При необхідності перебування в ємкості більшого числа працівників мають бути розроблені, внесені до наряду-допуску і додатково здійснені заходи безпеки, що передбачають призначення що не менш одного спостерігаючого персонально на того, що одного працює в апараті, порядок входу і евакуації працівників, порядок розміщення шлангів, забірних патрубків протигазів, сигнально-рятувальних вірвовок, наявність засобів зв'язку і сигналізації на місці проведення робіт.

У всіх випадках на працівника, що спускається в ємність, має бути надітий рятувальний пояс з сигнально-рятувальним мотузком.

Основні правила з електробезпеки

Експлуатація електроустаткування повинна проводитися відповідно до "Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів" і "Правил улаштування електроустановок" (ПУЕ).

Не дозволяється включати електродвигуни і агрегати без попередньої перевірки наявності надійного заземлення.

Включення і відключення електродвигунів здійснюється в діелектричних рукавичках, стоячи на ізолюючій підставі.

Заміну згорілих запобіжників робити при знятій напрузі в діелектричних рукавичках, стоячи на ізолюючій підставі і в окулярах.

Забороняється робити заміну ламп і освітлювальної арматур під напругою.

Електротехнічні роботи в цеху можуть проводитися тільки з дозволу начальника цеху, майстра зміни, енергетика цеху і під спостереженням останнього.

Всі металеві частини електроустаткування і електроустановок, які можуть опинитися під напругою внаслідок напруги ізоляції, мають бути заземлені.

Включення електрозварювального апарата в мережу і його відключення, повинно впровадитися тільки черговим електриком після ретельного огляду агрегату, проводів і заземлення.

Кожен робітник повинен пам'ятати, що електричний струм небезпечний для життя. Сила струму 0,1 А - смертельна для людини.

Для забезпечення електробезпечності застосовують окремо або в поєднанні наступні технічні способи і засоби: захисне заземлення, занулення, захисне відключення, вирівнювання потенціалів, мала напруга, ізоляція струмоведучих частин, електричний поділ мереж, огорожувальні пристрої, блокування, попереджувальна сигналізація, знаки безпеки, попереджувальні плакати, електрозахисні засоби.

5.5 Зварювання теплообмінника

Елементи теплообмінників зварюють, як правило, електродуговою зваркою (ручною, напівавтоматичною, автоматичною під флюсом, електрошлаковою, аргонодуговою).

Типи зварних швів, зварювальні матеріали (електроди, присадочні матеріали, флюси, захисні гази) і режими зварювання регламентуються стандартами і вибираються при проектуванні теплообмінника і розробці технологічного процесу його виготовлення залежно від марки сталі, з якої виготовляється теплообмінник, товщини зварюваних елементів, місць розташування зварних швів і умов роботи теплообмінника. Зварювальні роботи проводяться на спеціально відведених майданчиках, що мають зварювальне і допоміжне устаткування і зварювальників високої кваліфікації.

Якість зварних швів безпосередньо впливає на надійність теплообмінника а і на безпеку його експлуатації. Згідно з "Правилами" зварні шви посудин, що працюють під тиском, піддаються зовнішньому огляду і вимірюванню, механічним

випробуванням на контрольних зразках, вирізаних із зварних з'єднань, просвічуванню гамма променями, ультразвуком, дослідженню макро- і мікроструктури і гідравлічним випробуванням. Результати випробувань заносяться в паспорт теплообмінника.

Зовнішньому огляду і вимірюванню піддають усі зварні шви. При зовнішньому огляді звертають увагу на тріщини в шві і в околшовній зоні, які можуть з'явитися із-за нерівномірної усадки металу шва при його твердінні. У зварному шві не повинно бути напливів, підрізів і пористості, а також відступів від форми і розмірів, заданих в кресленні.

Механічним випробуванням піддають зразки, вирізані при зварюванні листів з контрольних пластин, а при зварюванні труб - з контрольних стиків. Механічні випробування включають випробування на розтягування, на вигин або сплющення, а в деяких випадках - на ударну в'язкість. Результати випробувань вважаються незадовільними, якщо показники властивостей хоч одного із зразків виходять більш ніж на 10 % за межі, що допускаються.

Металографічні дослідження проводять у випадках, коли апарат призначений для роботи при температурі вище 450°C або при тиску більше 5 МПа. Їх проводять також в тих випадках, коли теплообмінник виготовляється з легованої сталі, схильної до підгартування. В процесі металографічного дослідження виявляють макро- і мікроскопічні дефекти зварного шва: непровари, тріщини, пори і шлакові включення, а також визначають макро- і мікроструктуру металу шва і зони термічного впливу зварювання. Зразок для металографічного дослідження вирізають з контрольної пластини або з контрольного стику упоперек вісі шва. Якщо металографічне дослідження дало незадовільні результати, апарат до експлуатації не допускається.

Контроль рентгено- або гама-просвічуванням повинні проходити зварні шви усіх апаратів, що працюють під тиском. Залежно від тиску, під яким буде працювати апарат, і температури робочого середовища "Правила" встановлюють відсоток довжини зварних швів, що підлягають просвічуванню. Довжина ділянок швів, що підлягають просвічуванню, коливається в межах від 10 до 100% повної довжини шва. Невеликі тріщини і непровари

просвічуванням не виявляються, тому для їх виявлення краще перевіряти шов ультразвуком.

Усі дефекти зварних швів, що виходять за допустимі межі, вирубують, а місця вирубання заварюють. Після заварки дефектних місць зварний шов повторно просвічують, або піддають контролю за допомогою проникаючих рідин або магнітопорошковим методом.

5.6 Кріплення труб в трубних решітках

Развальцювання називають процес кріплення труб в отворах трубних решіток за рахунок пластичних деформацій стінок, що виникають в результаті тиску, створюваного з боку внутрішньої поверхні труб.

Технологічний процес розвальцювання складається з підготовки труб і отворів в решітці під розвальцювання, установки труб і їх кріплення в решітках.

Кінці труб, призначених для розвальцювання, піддають відпалу, обрізують з торця, знімають задири і зачищають зовнішню поверхню до металевого блиску на довжині, рівній 2-2,5 товщині трубних решіток. Обрізання і зачистку найдоцільніше проводити на токарних або револьверних верстатах. Для обдирання поверхонь застосовують просте пристосування, яке дозволяє швидко і безпечно очищати кінці труб під час їх обертання.

В якості обладнання для розвальцювання труб можуть використовуватися машини з електричними або пневматичними реверсируемими двигунами. У склад розвальцювального обладнання входить пристрій обмеження крутного моменту, який забезпечує автоматичну зупинку обертання розвальцювального інструмента при досягненні заданої величини крутного моменту. При виборі розвальцювального обладнання слід керуватися необхідною величиною і точністю обмеження крутного моменту.

Розвальцювочний інструмент, що охолоджується, використовується при роботі з електричними розвальцювочними машинами. Охолодження і змащення збільшують стійкість інструмента і стабільність ступеню розвальцювання. Крім того, застосування цього інструмента збільшує продуктивність праці, так як відпадає

необхідість замінювати інструмент через кожні декілька труб, щоб запобігти його перегріву.

Розвальцьовочний інструмент, що не охолоджується, з нерегулюємою глибиною розвальцьовування використовується з пневматичними машинами.

Роликове розвальцьовування вводять в трубу і її обертанням і осьовим переміщенням забезпечують деформацію труби до отримання з'єднання. Така схема призводить до об'ємного напруженого стану, в радіальному напрямі виникає напруження стиснення, в двох інших напрямках - розтягування.

6 ПРИСТРОЇ ДЛЯ СТРОПУВАННЯ ПОСУДИН ТА АПАРАТІВ

Для стропування посудин та апаратів при монтажі, демонтажі та при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт використовують різні конструкції стропових пристроїв.

На вертикальних апаратах застосовують крюки, цапфи, монтажні штуцери та вушки. Крюки, цапфи та монтажні штуцери на вертикальних апаратах слід розміщувати вище центру ваги апарата.

На горизонтальних апаратах застосовують вушки, цапфи та монтажні штуцери.

Крюки, вушки та цапфи для апаратів вантажопідйомністю від 5 до 320 кН виготовляють за стандартом [5].

Монтажні штуцери вантажопідйомністю від 320 до 2500 кН виготовляють за стандартом [6].

Монтажні штуцери подовжені вантажопідйомністю від 200 до 1000 кН виготовляють за стандартом [7].

6.1 Типи, основні параметри та розміри

Стандартом [5] передбачаються стропові пристрої наступних типів і виконень:

– тип 1, виконення 1 і 2 (крюки зварні сталеві вантажопідйомністю від 5 до 160 кН);

– тип 2, виконення 1 і 2 (крюки штамповані сталеві вантажопідйомністю від 10 до 320 кН);

– тип 3, виконення 1-3 (вушки сталеві вантажопідйомністю від 10 до 320 кН);

– тип 4, виконення 1 і 2 (цапфи сталеві вантажопідйомністю від 10 до 320 кН).

Стандартом [6] передбачаються монтажні штуцери наступних виконень:

– виконення 1 (вантажопідйомністю від 320 до 630 кН, які застосовуються для посудин та апаратів діаметром від 800 до 3600 мм);

– виконення 2 (вантажопідйомністю понад 630 до 1000 кН, які застосовуються для посудин та апаратів діаметром від 1600 до 6400 мм);

– виконення 3 (вантажопідйомністю понад 1000 до 2500 кН, які застосовуються для посудин та апаратів діаметром від 2200 до 8000 мм).

Стандартом [7] передбачаються подовжені монтажні штуцери наступних виповнень:

- виповнення 1 (вантажопідйомністю від 200 до 500 кН, які застосовуються для посудин та апаратів діаметром від 800 до 4000 мм);
- виповнення 2 (вантажопідйомністю понад 500 до 1000 кН, які застосовуються для посудин та апаратів діаметром від 2200 до 6400 мм)

6.2 Крюки зварні

Конструкція та розміри зварних крюків (стропових пристроїв типу 1 виповнення 1) наведені на рисунку 1.1

Зварний крюк складається зі скоби 1 та пластини 2. Зварні крюки застосовуються як із пластинами, так і без них.

Конструкція і розміри скоби та пластини наведені на рисунку 1.1. Якщо нема потреби у використанні підкладної пластини, скоба приварюється безпосередньо до корпусу апарата.

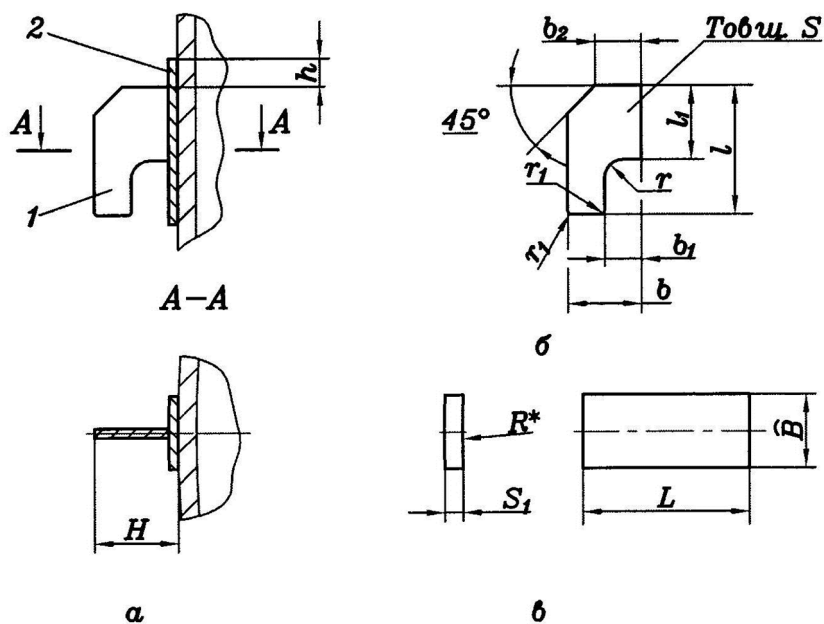


Рисунок 6.1 - Крюк зварний (строповий пристрій типу 1 виконання 1):

a – крюк; *б* – скоба; *в* – пластина

1 – скоба; *2* – пластина

Примітка. Радіус R^* вибирається за таблицю.

Приклад умовного позначення стропового пристрою типу 1 виконання 1, вантажопідйомністю 80 кН (8 т), зі сталі марки ВСт3сп5, для циліндричної обичайки з радіусом кривизни зовнішньої поверхні корпусу понад 600 до 850 мм ($R=750$ мм):

Крюк 1-1-8-750-ВСт3сп5 ГОСТ 13716-73.

Приклад умовного позначення скоби стропового пристрою типу 1, вантажопідйомністю 80 кН (8 т), зі сталі марки ВСт3сп5:

Скоба 1-8-ВСт3сп5 ГОСТ 13716-73.

6.3 Вушки

Конструкція та розміри вушок (стропових пристроїв типу 3 виповнень 1 і 2) наведені на рисунках 6.2

Вушко складається із серги 1 та підкладної пластини 2, які зварюються між собою, а пластина приварюється до обичайки або днища. Якщо нема потреби у застосуванні підкладної пластини, серга приварюється безпосередньо до корпусу апарата.

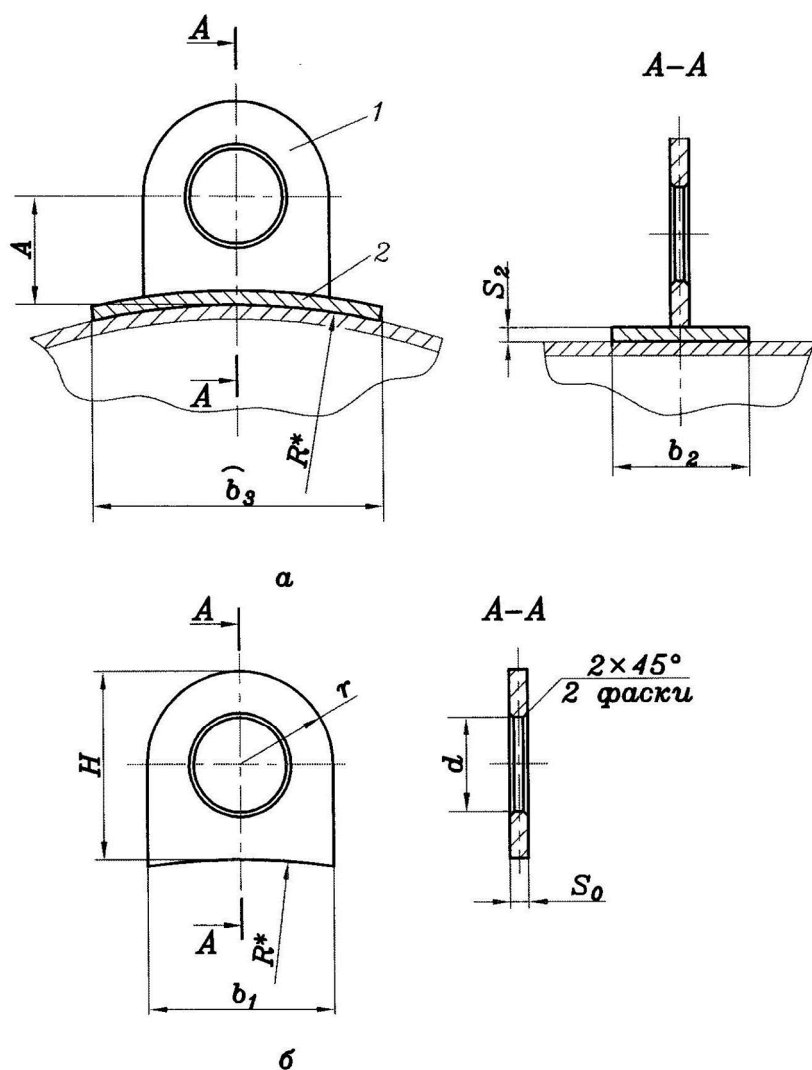


Рисунок 6.2 - Вушко (строповий пристрій типу 3 виповнення 1):

a – вушко; *б* – серга

1 – серга; 2 – пластина

Примітка. Радіус R^* вибирається за таблицею

6.4 Штуцери монтажні

Конструкції та розміри монтажних штуцерів вантажопідйомністю від 320 до 2500 кН [6] та їх деталей наведені на рисунках 6.3

Монтажний штуцер складається з оболонки 1, до якої приварюють фланець 2 та косинки 3. В оболонку вварене ребро 4. Залежно від виконання кількість ребер складає від 1 до 3. Штуцер приварюють до обичайки апарата або до підкладного листа.

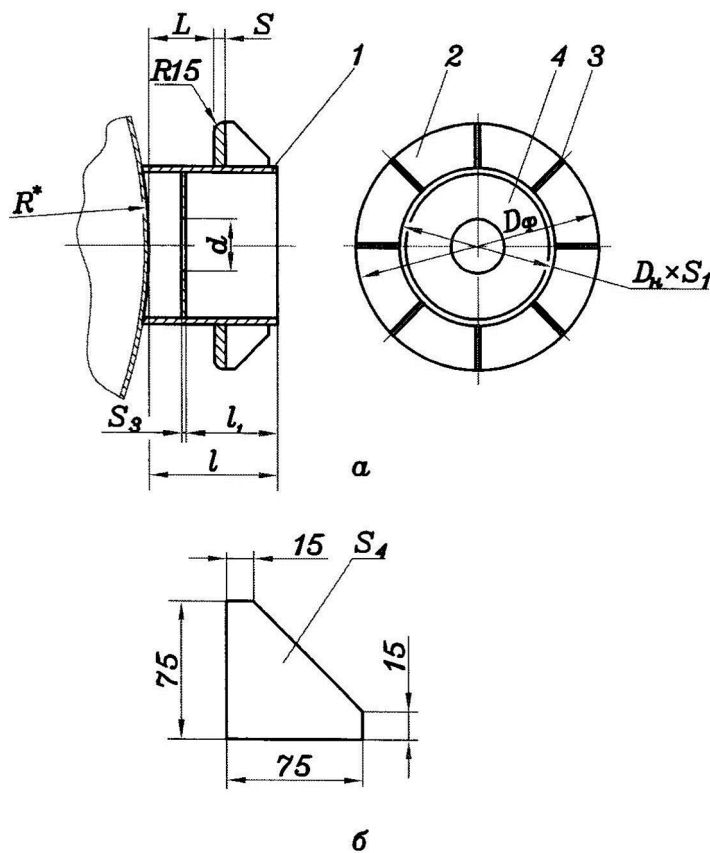


Рисунок 6.3 - Штуцер монтажний виконання 1:

a – штуцер, *б* –косинка

1 – оболонка, 2 – фланець, 3 – косинка, 4 – ребро

Розмір R^* , наведений на рисунках 6.3 дорівнює $0,5(D+2S)$, де D – внутрішній діаметр обичайки апарата, мм; S – товщина стінки обичайки, мм.

6.5 Опорні лапи

Опорні лапи виготовляють наступних виповнень [12]:

- 1 (штамповані);
- 2 (зварні);
- 3 (зварні зі збільшеним вильотом для ізоляції);
- 4 (штамповані зі збільшеним вильотом для ізоляції).

Штампована опорна лапа (типу 1 або 4) складається із скоби *1*, яку приварюють до обичайки апарата або до накладного листа *2*.

Конструкції та розміри опорних лап типів 1 і 4 наведені на рисунку 6.4 та 6.5

Зварна опорна лапа (типу 2 або 3) складається із пластини *1* до якої приварюють ребра *2*. Лапу приварюють до обичайки апарата або до накладного листа *3*.

Товщина накладного листа повинна бути не менше товщини стінки обичайки.

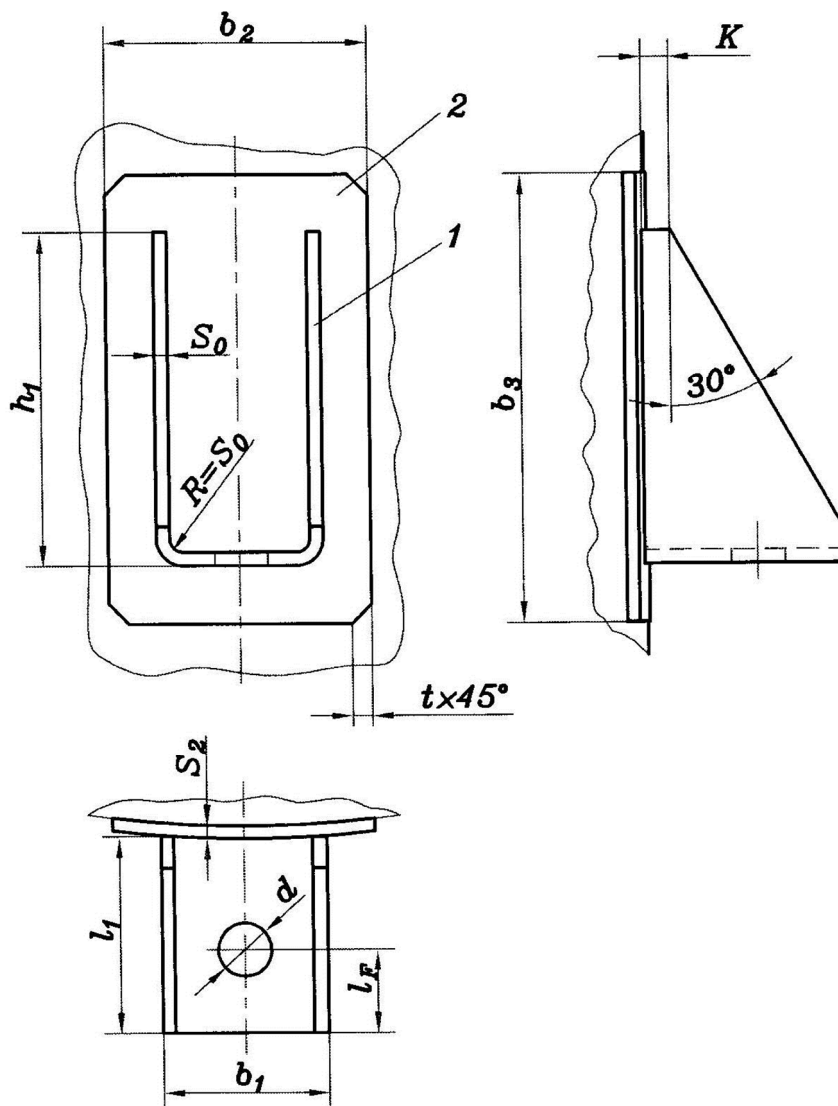


Рисунок 6.4 - Штампована опорна лапа:

1 – скоба; 2 – накладний лист

Лапа опорная 4-100000 ГОСТ 26296-84.

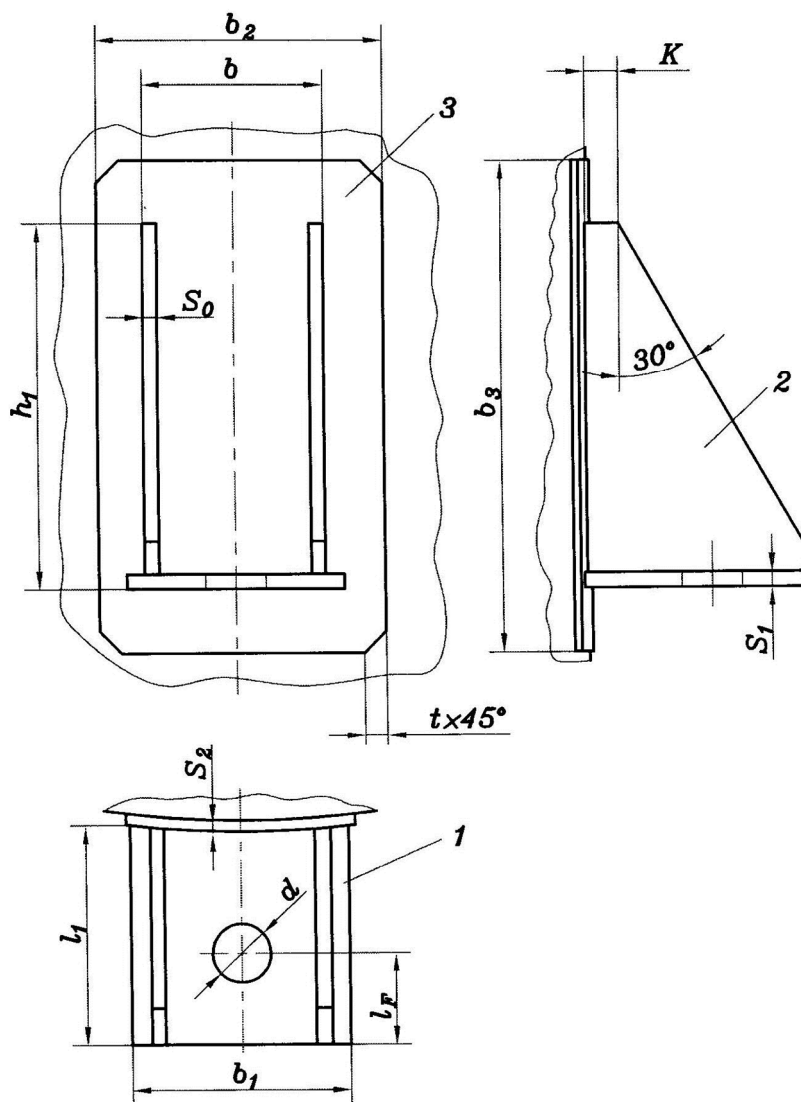


Рисунок 6.5 - Зварна опорна лапа:

1 – пластина; 2 – ребро; 3 – накладний лист

6.6 Опори-стояки вертикальних апаратів

Стандарт установлює п'ять типів опор-стояків:

- тип 1 (опора з листового прокату для апаратів з еліпсоїдними та конічними днищами з навантаженням на опору від 4 до 250 кН);
- тип 2 (опора з труб для апаратів з еліпсоїдними днищами з навантаженням на опору від 10 до 160 кН);
- тип 3 (опора з кутникової сталі для апаратів з еліпсоїдними днищами з навантаженням на опору від 25 до 100 кН);

– тип 4 (опора полегшена для апаратів з еліпсоїдними та конічними днищами з кутом при вершині 90° з навантаженням на опору від 4 до 100 кН);

– тип 5 (опора з двотаврової сталі для апаратів з еліпсоїдними днищами з навантаженням на опору від 63 до 160 кН).

Опори-стояки з листового прокату (типу 1) мають два виконання:

- виконання 1 (зварні);
- виконання 2 (штамповані).

Конструкція та розміри зварних опор-стояків з листового прокату (типу 1 виконання 1) наведені на рисунку 6.6.

Зварна опора-стояк типу 1 виконання 1 складається із пластини 2, до якої приварюють ребра 1.

Конструкція та розміри опора-стояк з двотаврової сталі (типу 1 виконання 2) наведені на рисунку 6.7.

Штампована опора-стояк типу 1 складається із скоби 1, до якої приварюється накладка 2.

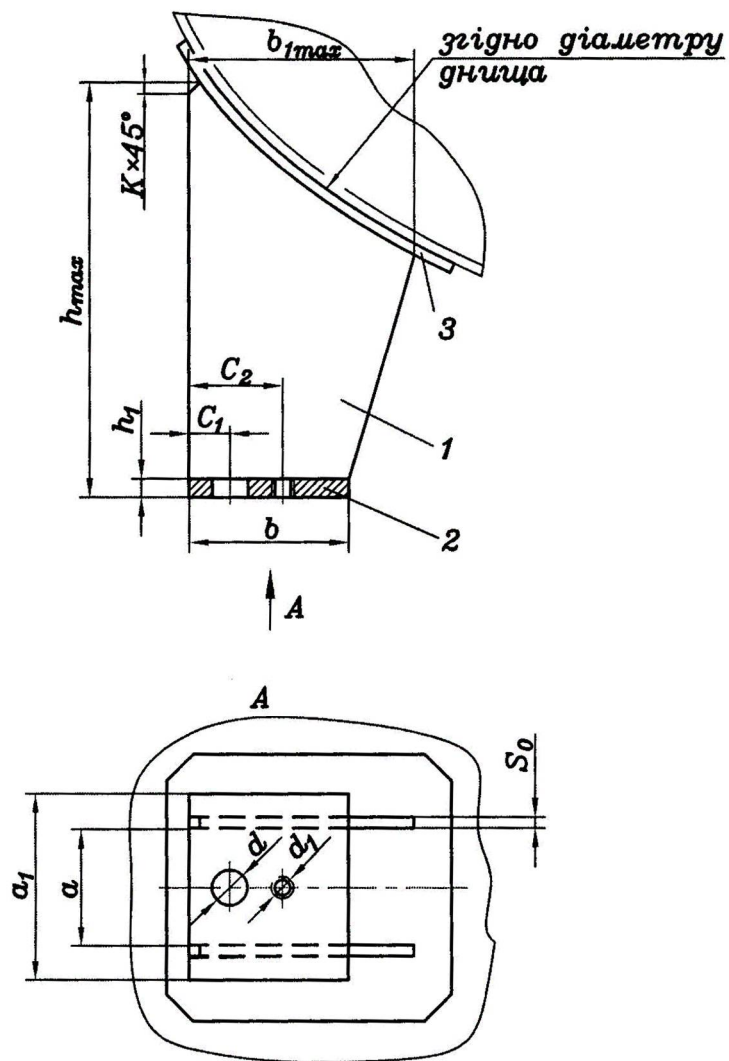


Рисунок 6.6 - Опора-стояк зварна з листового прокату (типу 1 виконання

1):

1 – ребро; 2 – пластина; 3 – підкладний лист

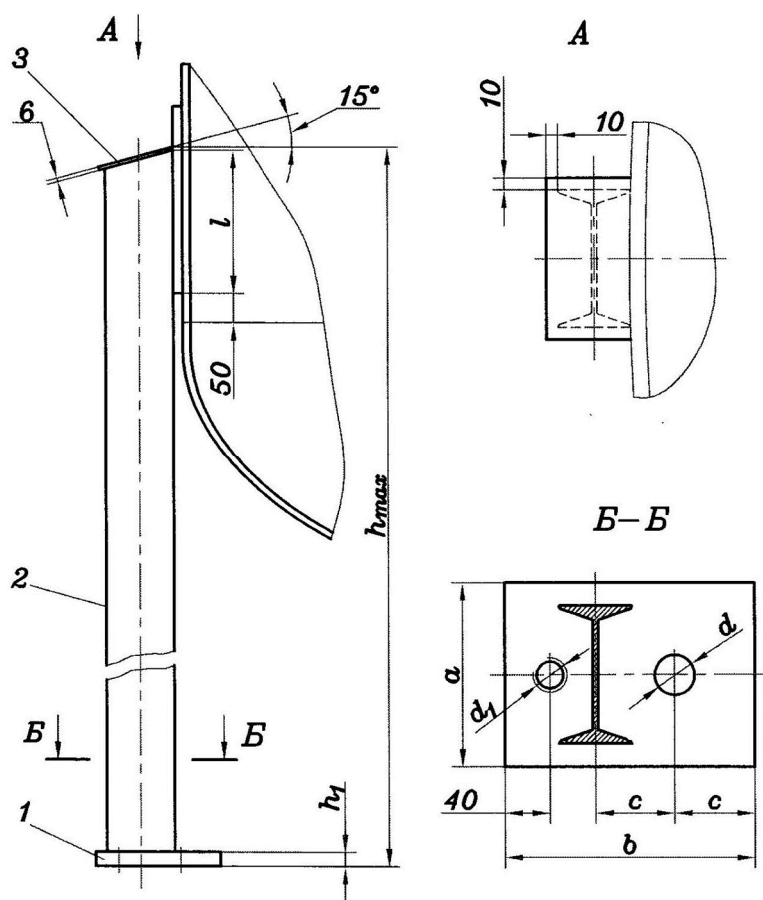


Рисунок 6.7 - Опора-стояк з двотаврової сталі (типу 5):

1 – пластина; 2 – стояк; 3 – заглушка; 4 – підкладний лист

Опори-стояки типів 3 та 5 приварюють до обичайки апарата або до підкладних листів.

Маса опор наведена в таблиці 7.13.

Нарізний отвір d_1 призначено для установлювальних гвинтів за стандартами (рисунок 7.2.3-7.2.8).

Приєднувальні розміри опор-стояків з листового прокату (типу 1) на еліпсоїдному дніщі апарата.

7 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Хімічні виробництва характеризуються підвищеною небезпекою праці робітників, несуть потенційну небезпеку професійних отруєнь і захворювань, травматизму, забруднення довкілля та ін. Тому питанням охорони праці приділяється велика увага, вони спрямовані на забезпечення безпечних та здорових умов праці, безаварійної роботи устаткування, пожежної безпеки, тощо.

Для запобігання аваріям, неполадкам, нещасним випадкам і забезпечення нормальних умов праці необхідно дотримувати норми і вимоги технологічного регламенту, інструкцій по робочих місцях, інструкцій по охороні праці. Небезпечні чинники виробничих процесів:

1 Прорив горючого газу або легкозаймистої рідини через нещільність, що утворилася, в апаратах комунікаціях з подальшим загорянням або вибухом.

2 Утворення вибухонебезпечної газової суміші в апаратах і трубопроводах при попаданні кисню, повітря в систему при незадовільному продуванні комунікацій і апаратів азотом, а також при пропуску газу або пари легкозаймистої рідини в приміщення.

3 Отруєння тих, що працюють при контакті з токсичними речовинами, вживаними у виробничих процесах.

4 Хімічні опіки при попаданні агресивних речовин на шкіру.

5 Термічні опіки при попаданні пари, гарячого конденсату на шкіру, при зіткненні з гарячими поверхнями апаратів або трубопроводів, загорянні газу, що прорвався, або легкозаймистої рідини.

6 Обмороження при зіткненні із зрідженими газами.

7 Поразка електричним струмом при несправності електроустаткування.

8 Механічні травми при обслуговуванні і ремонті устаткування і трубопроводів з порушенням техніки безпеки.

9 Задуха від недоліку кисню при виконанні робіт в кабельних тунелях, колодязях, пріямках.

10 Шкідливі викиди в робочу зону та водоймища.

До роботи з кислотами, лугами та іншими їдкими речовинами

допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли інструктаж з охорони праці.

Працівник повинен дотримуватися:

- правила внутрішнього розпорядку;
- посадової інструкцію;
- Інструкція з охорони праці та пожежної безпеки;
- правила особистої гігієни.

Працівник повинен бути забезпечений спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту і правильно їх використовувати. При роботі з їдкими речовинами крім робочого костюма повинні застосовуватися гумові рукавички, гумове взуття, прогумований фартух, респіратор з протикислотному патроном, захисні окуляри. Термін служби вищевказаних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) встановлюється до їх зносу. Забороняється працювати з їдкими речовинами в пошкодженій спецодязі або при її відсутності.

Працівник повинен вміти надати першу допомогу при нещасному випадку, в першу чергу - промити уражене місце 1% -ним розчином питної соди (при обливаючи кислотою) або 1% -ним розчином лимонної кислоти (при контакті з лугом), а потім - великою кількістю води . Вищевказані розчини в кількості по 1 л повинні входити до складу медичної аптечки на складі.

При підйомі і переміщенні ємностей з їдкими речовинами гранично допустимі навантаження для жінок не більше 10 кг, для чоловіків - не більше 50 кг на одного працівника.

Про кожний нещасний випадок, що стався на виробництві, начальник складу сповіщає директора підприємства. Начальник складу зобов'язаний:

- негайно організувати першу допомогу потерпілому і при необхідності доставку його до установи охорони здоров'я;

-прийняти невідкладні заходи щодо запобігання розвитку аварійної ситуації та впливу травмуючого фактора на інших осіб.

Особи, які допустили невиконання або порушення інструкції з охорони праці, піддаються дисциплінарному стягненню і позапланового інструктажу.

Дана інструкція в частині дотримання заходів безпеки також підходить для роботи практично з усіма хімічними речовинами, крім особливо відзначених випадків, які описуються додатково.

Вимоги безпеки перед початком роботи.

Перед початком роботи необхідно перевірити справність засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) і надіти їх.

Необхідно перевірити справність роботи вентиляції і освітленість робочого місця.

Перевірити наявність етикеток на каністрах, бутлях, барабанах і їх цілісність.

Вимоги безпеки під час роботи.

Концентровані кислоти повинні зберігатися і фасувати в скляну тару (крім плавикової кислоти, яка фасується в пластикові пляшки). Наповнення судин і переливання слід проводити сифоном або на фасувальному обладнанні. Луги фасуються тільки сухим пластмасовим совком.

При розведенні міцних кислот слід кислоту наливати в воду, а не навпаки.

Бутлі з кислотами, барабани і мішки з лугами слід переносити удвох в спеціальних латах або перевозити на спеціальному візку.

При роботі з їдкими речовинами і їх розчинами забороняється засмоктувати рідину ротом через піпетку.

Розчини для нейтралізації кислот і лугів повинні бути приготовлені заздалегідь і знаходитися на полиці поруч з робочим місцем протягом всієї

тривалості роботи. Також повинні бути приготовлені пісок для засипання розливів кислоти і ємність з водою.

Категорично забороняється зберігати кислоти і луги спільно з легкозаймистими рідинами (ЛЗР) і з вогненебезпечними речовинами (окислювачами). Сірчана й азотна кислоти не повинні стикатися з тирсою, соломою.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

Про будь-якої аварійної ситуації негайно повідомити начальнику складу і керівнику підприємства.

Якщо пролита луг, то її треба засипати піском або тирсою, потім видалити їх совком і віником і залити забруднене місце 1% -ним розчином оцтової кислоти, а потім - великою кількістю води. Якщо пролита кислота, її засипають піском (ні в якому разі не тирсою!), Потім видаляють просочений пісок лопатами і засипають забруднене місце кальцинованої содою.

При попаданні на шкіру і в очі лугу або кислоти діяти відповідно до пункту 5.

При пожежі діяти за інструкцією з пожежної безпеки.

Вимоги безпеки після закінчення роботи.

Перевірити і привести в порядок робоче місце. Забороняється залишати невимиті фасувальне обладнання. Залишки кислот і лугів після фасування необхідно віднести в місця постійного зберігання з обов'язковим зазначенням на етикетці залишку маси. Рекомендується розфасовувати тарне місце повністю, бутель (каністру) відразу вимити.

Спецодяг після роботи з кислотами необхідно провітрити, гумові ЗІЗ промити водою і висушити.

Ретельно вимити руки, у відповідних випадках - вичистити зуби і прополоскати рот.

Методика приготування 1% -них промивних розчинів для промивання очей і шкірних покривів.

10 грамів лимонної кислоти або соди кальцинованої розчинити в 1 літрі води в порцеляновій гуртку № 3. Перелити розчини в п / е банки БЦ-1000.

Зробити відповідні етикетки на липкою папері.

Зберігати розчини поруч з аптечкою, а під час фасування - поруч з робочим місцем.

ВИСНОВКИ

Конструкція дефлегматора, його основних складових одиниць і розрахунки виконані відповідно до діючої в хімічному машинобудуванні нормативно-технічної документації.

Розрахунки дефлегматора на міцність виконані в повному обсязі і підтверджують працездатність розробленої конструкції апарата.

У ході виконання даного дипломного проекту було виконано конструктивний розрахунок проектованого апарату, в ході якого визначено основні розміри проектованої колони та дефлегматора:

- 1) діаметр колони – 1400 мм;
- 2) висота колони – 10800 мм;
- 3) відстань між тарілками – 400 мм;
- 4) кількість тарілок – 17 шт;
- 5) діаметр дефлегматора – 600 мм;
- 6) діаметр трубок – 25x2 мм;
- 7) довжина трубок – 4000 мм;
- 8) кількість трубок – 257 шт;

Визначено діаметри штуцерів, підібрані стандартні конструктивні елементи.

Накреслені графічна частина: загальний вигляд дефлегматора, технологічна схема ректифікаційної установки, збірні одиниці апаратів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576с.
- 2 Справочник химика, т. 5. – М.: Химия, 1968. – 975 с.
- 3 Отраслевой стандарт (Ост 26-01-1488-83).
- 4 Борисов Г.С., Брыков В.П., Дытнерский Ю.И. и др. Под ред. Дытнерского Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии, 2-е изд., перераб. И дополн. – М.: Химия, 1991. – 496 с.
- 5 Коган В.Б., Фридман В.М., Кафаров В.В. Равновесие между жидкостью и паром. Справочное пособие, книга 1-я и 2-я. – М.-Л.: Наука, 1966. – 640 с. + 786 с.
- 6 Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии, 4-е изд. – М.: Химия, 1967. – 848 с.
- 7 Романков П.Г., Курочкина М.И. Расчетные диаграммы и номограммы по курсу «Процессы и аппараты химической промышленности». – Л.: Химия, 1985. – 54 с.
- 8 Чернышев А.К., Коптелов В.Г., Листов В.В., Заичко Н.Д. Основные теплофизические свойства газов и жидкостей. Номографический справочник. – Кемеровское изд-во, 1971. – 225 с.
- 9 Дытнерский Ю.И. и др. Колонные аппараты. Каталог/ Под ред. Дытнерского Ю.И., 2-е изд-во. – М.: ЦИНИНЕФТЕХИММАШ, 1978. – С. 220.
- 10 Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии, 3-е изд. – М.: Химия, 1987. – 496 с.
- 11 Вихман Г.Л., Круглов С.А. Основы конструирования аппаратов и машин нефтеперерабатывающих заводов. «Машиностроение», 1978 г. 326 с.
- 12 Аппараты теплообменные кожухотрубчатые общего назначения. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и кожухотрубчатые с температурным компенсатором на кожухе. Каталог. М.: АООТ «ВНИИнефтемаш». 2001.—.70 с.

13 Лашинский А. А., Толчинский А. Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. – М.: Машиностроение, 1970. –752с.

15 ТУ 3612-024-00220302-02 Аппараты теплообменные кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и кожухотрубчатые с температурным компенсатором на кожухе. Технические условия. М.: АООТ “ВНИИнефтемаш”. 2002.– 145 с.

16 ТУ 3612-023-00220302-02 Аппараты теплообменные кожухотрубчатые с плавающей головкой, кожухотрубчатые с U-образными трубами и трубные пучки к ним. Технические условия. М: АООТ “ВНИИнефтемаш”. 2001.–112 с.

17 ТУ 26-02-1102-89. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые повышенной тепловой эффективности с расширителем на кожухе. Технические условия. М.: АООТ “ВНИИнефтемаш”, 1989.–.48 с.

18 ОСТ 26-01-1512-76. Компенсаторы линзовые осевые на Ру 2,5 МПа. Технические требования.

19 ГСТУ 3-071-2004. Апарати кожухотрубчасті теплообмінні та повітряного охолодження. Кріплення труб в трубних решітках.

20 СОУ МПП 71.120-217:2009. Посудини та апарати сталеві зварні. Загальні технічні умови.

21 О.І. Барвін та ін. Конструювання і розрахунок сталевих зварних посудин та апаратів. Обичайки та днища. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту імені Володимира Даля. 2005. – 310 с.

22 О. І. Барвін та ін. Конструювання і розрахунок сталевих зварних посудин та апаратів. Фланцеві з'єднання. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту імені Володимира Даля, 2007. – 306 с

23 В. В. Іванченко, О.І Барвін, Ю. М Штонда. Конструювання та розрахунок кожухотрубчастих теплообмінних апаратів: – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля. – 2006. – 208 с.

24 Ермаков В.И., Шеин В.С. Ремонт и монтаж химического оборудования: Учебное пособие для вузов. – Л.: Химия, 1981. – 368 с.

25 Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. -Вид.5-е, доп.-Львів:Афіша, 2002.-350с.