РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота на тему

Установка ректифікації суміші сірковуглець – чотирьоххлористий вуглець продуктивністю 6,5 т/год по вихідній суміші з розробкою дефлегматора

Листів – _____, ілюстрацій – _____, таблиць – _____, додатків – ____, посилань – _____.

Об’єкт розробки та дослідження є основне обладнання установки ректифікації суміші сірковуглець – чотирьоххлористий вуглець.

Мета роботи – розробка ректифікаційної колони, дефлегматора.

В роботі визначені основні розміри ректифікаційної колони та дефлегматора, виконані розрахунки на міцність елементів конструкції дефлегматора, розглянуті питання технології його виготовлення та ремонту.

Ректифікаційна колона, дефлегматор, ректифікація, массобмінний контактний пристрій, основні розміри, технологія виготовлення, ремонт.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень

Вступ ..

1. Аналітичний огляд
2. Опис конструкції обладнання
3. Конструкційні матеріали
4. Визначення основних розмірів колони та заданого апарата
5. Розрахунки на міцність елементів заданого апарата
6. Технологія виготовлення теплообмінника
7. Ремонт теплообмінника
8. Техніка безпеки

Висновки

Література

ВСТУП

Ректифікація – це процес поділу бінарних чи багатокомпонентних сумішей за рахунок масо і теплообміну між парою і рідиною. Ректифікація дозволяє розділяти рідкі суміші на практично чисті компоненти шляхом багаторазових випаровування рідини і конденсації пари.

Колонні ректифікаційні апарати і установки є найважливішим масообмінним обладнанням хімічних, нафтохімічних та інших суміжних галузей промисловості. Найбільше поширення в процесах ректифікації отримали тарілчасті і насадкові апарати.

Основні області промислового застосування ректифікації та одержання окремих фракцій і індивідуальних вуглеводнів з нафтової сировини в нафтопереробній і нафтохімічній промисловості, окисі етилену, акрилонитрилу, акрилхлорсиланів – у хімічній промисловості.

Ректифікація широко використовується й в інших галузях народного господарства: коксохімічної, лісохімічної, харчовий, хіміко-фармацєвтичної промисловостях.

В дипломній роботі розглядається тарілчастої колона та дефлегматор установки ректифікації суміші сірковуглець – чотирьох хлористий вуглець.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Ректифікація – масообмінний процес розділення однорідної суміші летючих компонентів, здійснюваний шляхом протиточної багаторазової взаємодії пари, що утворюється при перегонці, з рідиною, що утворюється при конденсації цієї пари.

Розділення рідкої суміші засноване на різній летючості речовин. При ректифікації початкова суміш ділиться на дві чистини: дистилят – суміш, збагачену низькокиплячим компонентом (НК), і кубовий залишок — суміш, збагачену висококиплячим компонентом (ВК).

Процес ректифікації здійснюється в установці ректифікації, основним апаратом якої є колона ректифікації, в якій пари рідини, що переганяються, піднімаються знизу, а назустріч парам стікає рідина, що подається у вигляді флегми у верхнюю часитну апарату.

Зазвичай апарат ректифікації складається з двох частин або ступенів — верхньої та нижньої, кожна з яких є будь-яким способом організованою поверхнею контакту фаз між парою і рідиною.

Суть процесу ректифікації можна характеризувати як розділення рідкої суміші на дистилят і залишок в результаті протиточної взаємодії рідини з парами.

У нижньому ступені початкова, така, що піддається розділенню суміш, взаємодіє з парою, початковий склад якої дорівнює складу залишку; внаслідок цього із суміші витягується легколетючий компонент.

У верхньому ступені пар початкового складу, відповідного складу початкової суміші, взаємодіє з рідиною, початковий склад якої дорівнює складу дистиляту; внаслідок цього пара збагачується легколетючим компонентом до необхідної межі, а менш летючий компонент витягується з парової фази.

Пара для живлення апарату ректифікації виходить багаторазовим випаровуванням рідини, що має той же склад, що і залишок, а рідина — багаторазовою конденсацією пари, що має склад, однаковий із складом дистиляту.

Кількість дистиляту, отриманого в конденсаторі, дорівнює кількості пари, що прямує в цей пристрій. Отриманий в конденсаторі дистилят ділиться на дві частини — одна частина прямує назад в колону (флегма), інша є продуктом що выдберають (дистилят).

Хай для отримання 1 кмоль дистиляту необхідні випар D кмоль рідини і повернення в апарат шляхом конденсації для взаємодії з паровим потоком R кмоль. Останню величину назвемо флегмовым числом; вона є відношенням кількості поверненого в колону дистиляту (флегми) до кількості відібраного дистиляту у вигляді продукту.

Кількість пари, отриманої в нижній частині апарату ректифікації, що проходить по колоні і перехідного в конденсатор, званий дефлегматором, рівна

$DGp = GPR + Gp$ або $D = R+1$

Отримана рівність доводить, що розділення суміші при ректифікації можливо в результаті взаємодії потоків пари і рідин в апараті ректифікації при кратності випару (R+1) і кратності конденсації R.

Процес ректифікації може протікати при атмосферному тиску, а також при тиску вище і нижче атмосферного. Під вакуумом ректифікацію проводять, коли розділенню підлягають висококиплячі рідкі суміші. Підвищений тиск застосовують для розділення сумішей, що перебувають в газоподібному стані при нижчому тиску. Атмосферний тиск приймають при розділенні сумішей, що мають температуру кипіння від 30 до 150°С.

Ступінь розділення суміші рідин на компоненти, що становлять, і чистота отримуваних дистиляту і кубового залишку залежать від того, на скільки розвинена поверхня контакту фаз, від кількості флегми, що подається на зрошування, і пристрою колони ректифікації.

У техніці широко використовують установки ректифікацій, які доцільно класифікувати на періодичної та безперервної дії.

Широко поширений в промисловості процес ректифікації, що проводиться періодичним методом в умовах постійного флегмового числа. Цей процес для

малотоннажних виробництв має перевагу навіть в порівнянні з процесом безперервної ректифікації. Воно полягає в тому, що розділення суміші з будь-якого числа компонентів можливо за допомогою одного апарату ректифікації.

Проте чітка ректифікація засобом, що розглядався, за один прийом в більшості випадків нездійснена. Для досягнення бажаної чіткості розділення використовують технологічний прийом, що отримав назву фракційної ректифікації.

Установки ректифікацій, що безперервно діють, залежно від призначення працюють по різних схемах:

1) установки для ректифікації початкової суміші на два складники в апараті, що забезпечує як зміцнення, так і вичерпання летючого компоненту; 2) установки для екстрактної і азеотропної ректифікації; 3) установки для ректифікації багатокомпонентних сумішей.

Установка для розділення початкової суміші на два складники приведені на рис. 3.

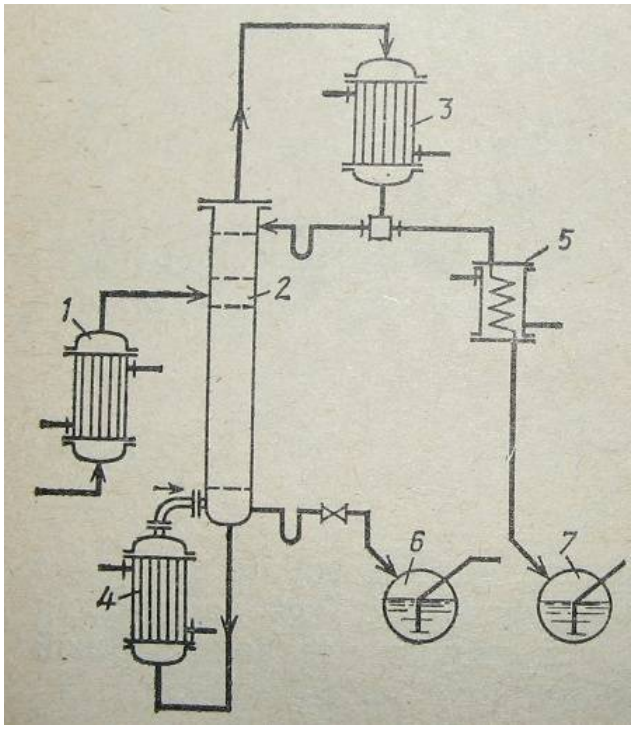


Рис. 1. Принципова схема установки ректифікації безперервної дії:
1 — підігрівач; 2 — колона ректифікації; 3 — дефлегматор;
4 — кип'ятильник; 5 — холодильник; 5 — сборник кубового залишку;
7 — сборник дистиляту

Початкова суміш поступає в підігрівач 1, де її температура підвищується за рахунок тепла гріючої водяної пари до температури кипіння. Нагріта суміш поступає в живлячу секцію колони ректифікації 2, приєднуючись до зрошування, яке забезпечується конденсацією пари в дефлегматорі 3.

Необхідне для проведення ректифікації багатокомпонентний випар рідини здійснюється в кип'ятильнику 4. У дефлегматорі 3 відбувається повна конденсація пари. З дільника потоку частка дистиляту, що відповідає флегмі, повертається в колону, а решта частки проходить через холодильник 5 і прямує в збірку 7. Менш летка частка початкової суміші безперервно відбирається з нижньої частки апарату ректифікації і поступає в збірку 6.

У схемі, що розглядалася, не враховується можливість раціонального використання тепла. Практично тепло потоків, що відходять, можна використовувати для нагрівання тих, що входять, і зокрема, нагрівати початкову суміш за рахунок тепла рідини, що віддаляється з нижньої частини колони.

Апарати, призначені для проведення процесів абсорбції і ректифікації, називають відповідно абсорберами і колонами ректифікацій. Залежно від способу створення поверхні фазового контакту ці апарати можна підрозділити на три основні групи:

а) апарати, в яких поверхнею фазового контакту є поверхня рідини, що розтікається по спеціальній насадці;

б) апарати, в яких поверхня фазового контакту створюється потоками газу (пара) і рідини;

в) апарати, в яких поверхня фазового контакту створюється шляхом розбризкування рідини.

Апарати, в яких поверхнею фазового контакту є поверхня рідини, що розтікається по насадці. До апаратів цього типу відносяться плівкові апарати і апарати із змоченою насадкою.

Плівкові апарати виконують переважно у вигляді листової (плоскопаралельною) насадки, а в деяких випадках у вигляді трубчастих теплообмінників.

На рис. 2 показаний контактний пристрій апарату з листовою насадкою.

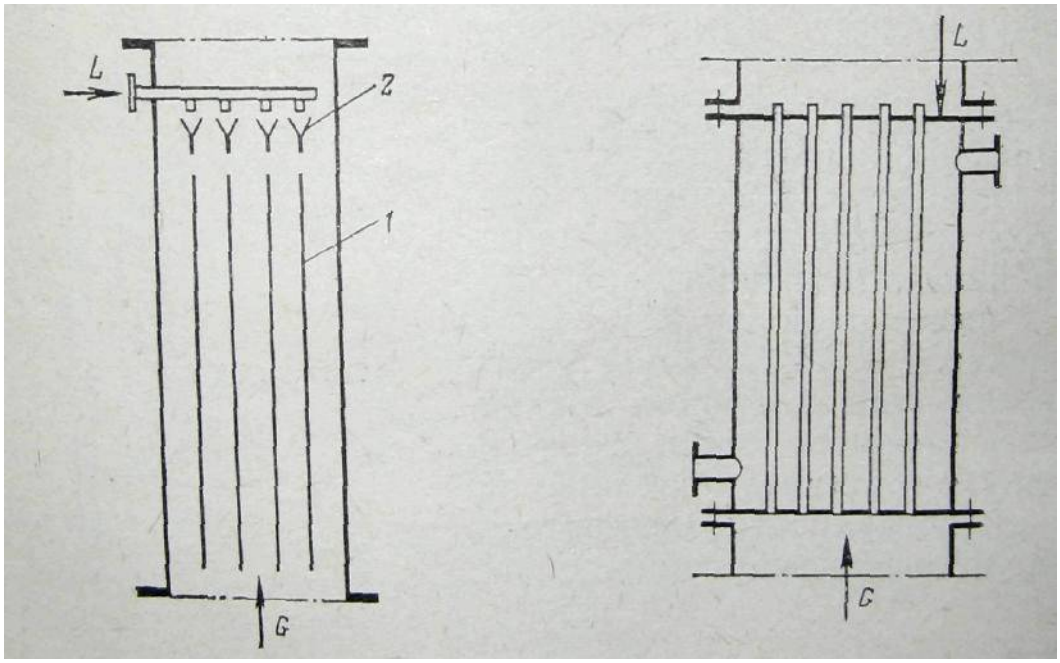


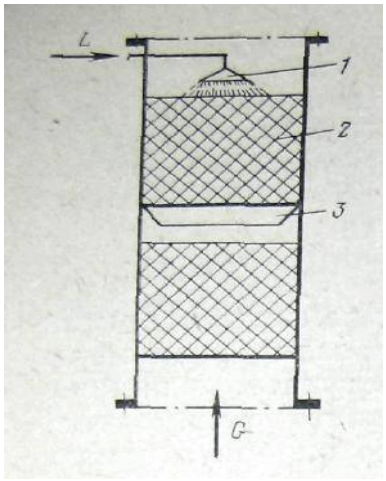
Рис. 2. Контактний пристрій апарату з листовою насадкою.

Рис. 3. Контактний пристрій трубчастого апарату.

Контактний пристрій є насадкою 1 у вигляді вертикальних листів з твердого матеріалу, поміщену в циліндрову колону. У верхній частині контактного пристрою знаходяться ті, що розподіляють рідину L пристосування 2, за допомогою яких листова насадка рівномірно зрошується з обох боків. Газ (пара) G поступає в нижню частину апарату і рухається назустріч рідині, взаємодіючи з нею. Контактний пристрій трубчастого апарату показаний на мал. 3. Рідина, що взаємодіє з газом (пором), поступає у верхню частину контактного пристрою на трубні грати, рівномірно розподіляється по трубах і у вигляді тонкої плівки стікає по їх внутрішній поверхні. Газ (пара) поступає в

нижню частину апарату під трубні грати, розподіляється по трубах і, піднімаючись вгору, взаємодіє з рідинною плівкою.

Апарати із змоченою насадкою виконуються у вигляді циліндрової колони, заповненої тілами насадок (насадкові колони). Схема насадкової колони приве-



дена на рис. 4.

Рис. 4. Схема насадкової колони:
1 — пристосування для розподілу рідини; 2 — насадка;
3 — пристрій для перерозподілу рідини.

Основними вузлами апаратів з насадкою є пристосування 1, що розподіляють рідину по насадці, тіла насадок *2* і пристрої 3, що направляють до центру рідину, що розтікається. Газ (пара) *G* і рідина *L* зазвичай взаємодіють при русі протитечією. Рідина поступає у верхню частку контактного пристрою, розподіляється по тілах насадок за допомогою пристосувань *1* і стікає вниз по поверхні: останніх. Газ (пара) вводиться знизу і рухається вгору по каналах, утворених тілами насадок.

Апарати із змоченою насадкою виконуються у вигляді циліндрової колони, заповненої тілами насадок (колони насадок).

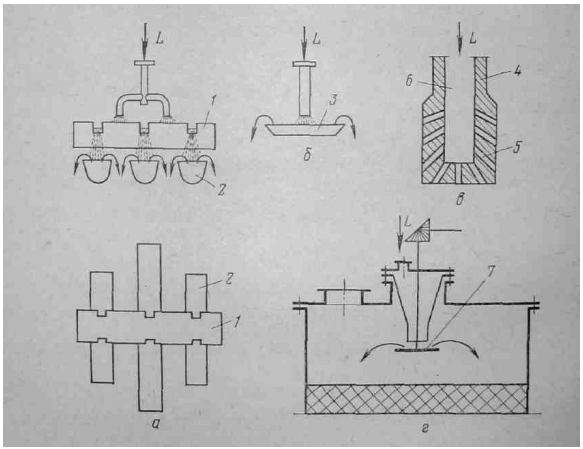


Рис. 5. Типи розподіляючих пристосувань:

1 – центральний жолоб; 2 – розподільні жолоби; 3 – тарілка;

4 – розподільний стакан; 5,6 – канал; 7 – диск.

На рис. 5, *а* показаний самотечный розподільник, в якому рідина *L* поступає в центральний жолоб *1,* розподіляється по жолобах *2* і розтікається по тілах насадок. У розподільнику, показаному на рис. 5б, рідина L поступає на тарілку 3 і, стікаючи через край останньою, розподіляється по тілах насадок.

Пневматичний розподільник (рис. 5, в) є товстостінним стаканом 4, в якому висвердлені канали 5. Рідина L нагнітається під тиском в центральний канал 6 і, розподіляючись по каналах 5, розбризкується над тілами насадок. У відцентровому розподільнику (рис. 5, г) рідина L розбризкується над тілами насадок диском, що обертається, 7.

Насадка (тіла насадок) може мати різноманітну форму. Практичне значення мають хордова і кільцева насадки, фасонні тіла насадок, спіральна і сітчаста металеві насадки.

Хордова насадка (рис. 6), як правило, виконується з дерев'яних брусів, розташованих правильними лавами один над одним.

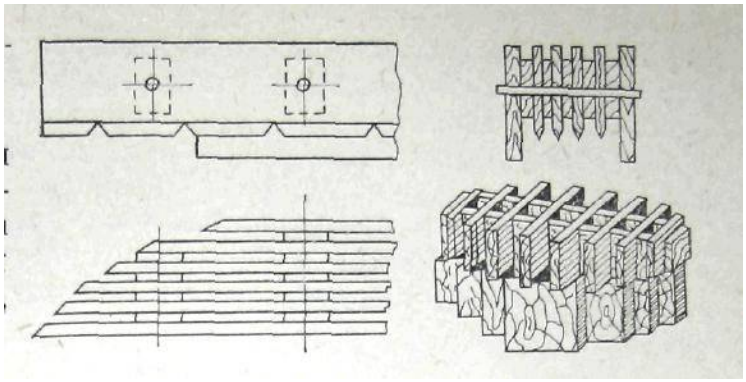


Рис. 6. Хордова насадка.

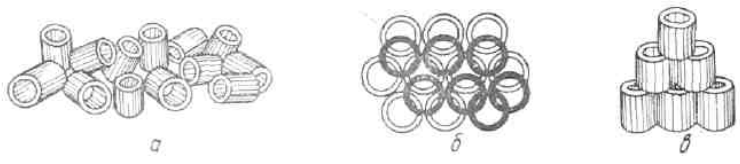


Рис. 7. Кільцева насадка.

Кільцева насадка (рис. 7) складається з керамічних або сталевих циліндрів, що завантажуються в апарат правильними лавами або навалом.

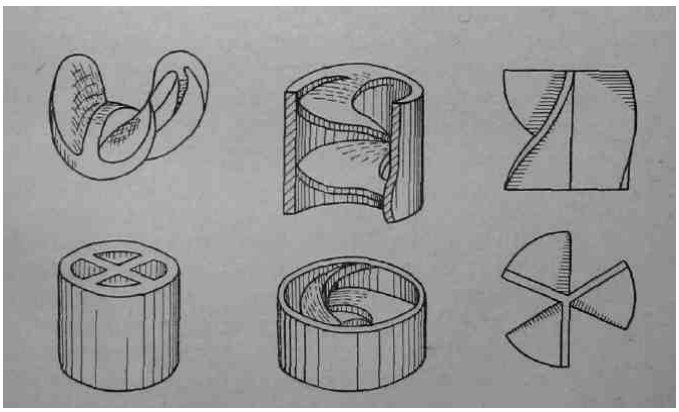


Рис. 8. Типи фасонних насадок.

Фасонну насадку (рис. 8) виконують у вигляді керамічних сідел, циліндрів з перегородками, пропелерів і т. д., завантажуваних в апарат навалом.

2. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ТА КОНСТРУКЦІЇ КОЛОНИ І ДЕФЛЕГМАТОРА

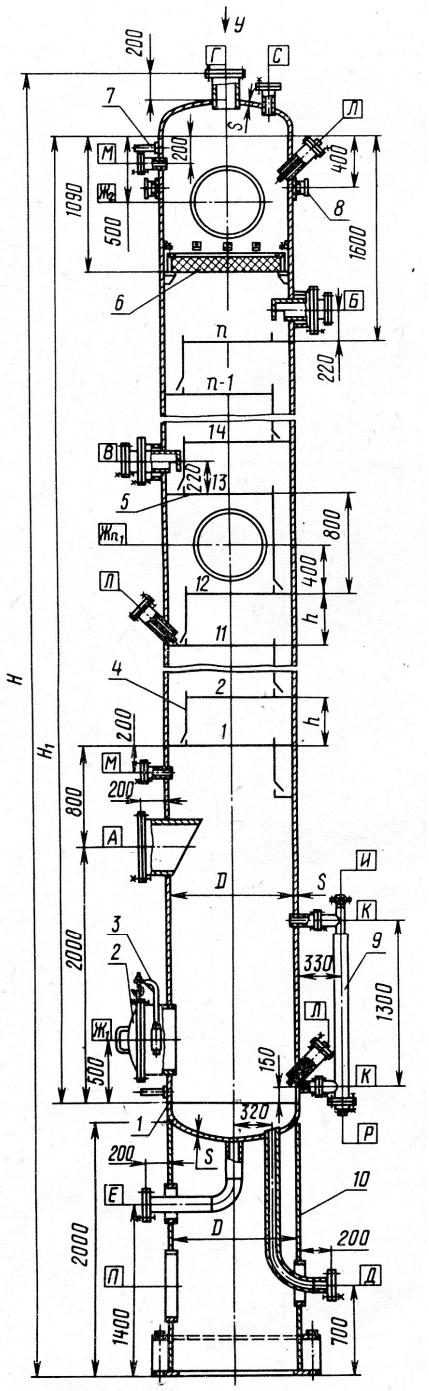
Вихідну суміш з проміжної ємності E_1 відцентровими насосами H_1 і H_2 подають в підігрівач П, де вона підігрівається до температури кипіння. Нагріта суміш надходить на поділ в колону ректифікації КР на тарілку живлення, де склад рідини дорівнює складу вихідної суміші $x_F = 35\%$.

Стікаючи вниз по колоні, рідина взаємодіє з парою, підіймається вгору. Пара утворюється при кипінні кубової рідини в кип'ятильнику К. Початковий склад пари приблизно дорівнює складу кубового залишку $x_W = 1,5\%$, тобто збіднений легколетучим компонентом. В результаті масообміну з рідиною пар збагачується легколетучим компонентом. Для більш повного збагачення верхню частину колони зрошують, відповідно до флегмового числа R = 1,9, рідиною (флегмою) складу $x_P = 96,5\%$, яку отримують в дефлегматорі Д шляхом конденсації пари, що виходить з колони. Частина конденсату виводиться з дефлегматора у вигляді готового продукту поділу - дистиляту, який охолоджується в теплообміннику X_2 і направляється в проміжну ємність E_3.

З кубової частини колони безперервно виводиться кубова рідина - продукт, збагачений труднолетучим компонентом, який охолоджується в теплообміннику Х1 і направляється в ємність E_2.

Таким чином, в ректифікаційної колоні здійснюється безперервний процес поділу вихідної бінарної суміші на дистилят (з високим вмістом сірковуглецю) і кубовий залишок (з високим вмістом чотирихлористого вуглецю).

Колона



Колонний апарат є суцільнозварною циліндровою посудиною з еліптичними відбортованими днищами, технологічними штуцерами і штуцерами для приєднання контрольно - вимірювальних пристроїв. Позначення і призначення штуцерів, їх умовний прохід і умовний тиск приведено в таблиці штуцерів на кресленні загального виду апарату.

Апарат обладнаний люками, діаметром 600 мм (ОСТ 26-2002-83), через які відбувається збірка і розбирання внутрішніх пристроїв (тарілок, ситчатого відбійника), а також огляд внутрішньої поверхні апарату, його чищення і ремонт. Колонний апарат забезпечений люками.

Колонний апарат забезпечений 18 ситчастими тарілками (ОСТ 26-01-108-85). Відстань між тарілками 500 мм, в місцях розташування люків - 800 мм.

Апарат встановлюється на циліндрову опору з кільцевим опорним поясом (тип 3 по АТК 24.200.04-80).

Апарат теплоізольований, втулки для кріплення теплоізоляції розміщуються згідно ГОСТ 17314-81.

Для запобігання віднесення крапель рідини разом з парою, що виходить з колони, у верхній частині колонного апарату встановлений ситчатий

відбійник. Для контролю за рівнем рідини в нижній (кубовій) частині колони встановлений рівнемір.

Початкова суміш подається в колону через штуцер входу живлення В. Перетікаючи до низу по колоні з тарілки на тарілку, рідина взаємодіє з парою, що підіймається вгору, що утворюється при кипінні кубової рідини. Пара барботує крізь шар рідини на тарілці, при цьому збагатившись низкокиплячим компонентом.

З кубової частини колони через штуцер Е безперервно виводиться рідина, яку подають у виносний кип'ятильник, де вона підігрівається до температури кипіння, і у вигляді пари подається в колону через штуцер А. Частина рідини, у вигляді продукту збагаченого висококиплячим компонентом, виводиться через штуцер Д.

Дефлегматор

Дефлегматор являє собою кожухотрубчастий теплообмінний апарати з компенсатором на кожусі, горизонтальний, складається з трубного пучка, розподільної камери та кришки, які з’єднуються між собою за допомогою фланців. Апарат обладнаний штуцерами для підведення та відведення робочих середовищ, нарізними пробками або штуцерами для спорожнення трубного та між трубного просторів, а також штуцерами-повітряниками, які установлюються в нижніх та верхніх частинах відповідних порожнин. Штуцери для введення та виведення середовищ повинні мати відповідні фланці. Апарат встановлено на сідловин опорах, одна з яких нерухома, а друга – рухома (ковзна).

Для виготовлення окремих вузлів та деталей кожухотрубчастих теплообмінників застосовують різні марки вуглецевих, низьколегованих, корозійностійких сталей, двошарові сталі, титан та кольорові метали (латунні теплообмінні труби). Вибір матеріалу залежить від розрахункових тисків та темпе-

ратур, а також від корозійних властивостей робочих середовищ у відповідних порожнинах теплообмінника.

При роботі кожухотрубчастих теплообмінників в їхніх елементах виникають температурні напруження, які обумовлені різними коефіцієнтами лінійного розширення матеріалів труб та кожуха, лінзовий компенсатор зменшує ці напруження.

Принцип роботи полягає в тому, що один теплоносій (найчастіше це вода) під надлишковим тиском потрапляє крізь вхідний штуцер у розподільчій камері в трубний простір, інший теплоносій крізь штуцер у кожусі потрапляє в міжтрубний простір, де крізь стінки трубок і відбувається теплообмін. Потім обидва теплоносії виводяться з апарату крізь вихідні штуцери.

3. КОНСТРУКЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕФЛЕГМАТОРА

При виборі і створенні теплообмінної апаратури необхідно враховувати такі важливі чинники, як теплове навантаження апарату, температурні умови процесу, физико-хімічні параметри робочих середовищ, умови теплообміну, характер гідравлічних опорів, його корозійну стійкість та термін експлуатації.

Хімічні продукти в тій чи іншій мірі завжди викликають корозію матеріалу апарату, тому для виготовлення їх застосовуються різні метали (залізо, чавун, алюміній) і їх сплави. Найбільше застосування знаходять сталі. Завдяки здатності змінювати свої властивості залежно від складу, можливості термічної і механічної обробки сталі з низьким змістом вуглецю добре штампуються, але погано обробляються різанням. Добавки інших металів - легуючих елементів - покращують якість сталей і додають їм особливі властивості (наприклад, хром покращує механічні властивості, зносостійкість і корозійну стійкість; нікель підвищує міцність, пластичність; кремній збільшує жаростійкість).

В дефлегматорі таке середовище:

- в міжтрубному просторі суміш – сірковуглець 96,5%, чотирьохлорістий вуглець 3,5%;

- в трубному просторі охолоджувальна вода.

Для таких умов обираємо сталь 08Х18Н10Т для трубної решітки,самих теплообмінних труб,для фланців штуцерів міжтрубного простору,для шпильок та гайок кріплень штуцерів міжтрубного простору.

Застосування сталі 08Х18Н10Т

Сталь 08Х18Н10Т застосовується в зварних конструкціях, які працюють в середовищах підвищеної агресивності.

Клас: Сталь корозійностійка звичайна

Хімічний склад сталі:

C (вуглець) до 0,1%, Si (кремній) до 0,8%, Mn (марганець) до 2%,

Ni (нікель) 10%,S (сульфур) до 0,02%, P (фосфор) до 0,035%,

Cr (хром) до 18%, Ti (титан) до 1

Фізичні властивості сталі 08Х18Н10Т

Густина$7,9 \cdot 10^3$ кг/м^3.

Теплопровідність - $0,147 \cdot 10^2$ Вт/(м · К) при 20 °С.

Питомий електроопір - $0,75 \cdot 10^6$ Ом·м при 20 °С.

Питома теплоємність- $0,504 \cdot 10^3$, Дж/(кг · К) при 20 °С.

Модуль пружності - 20,3 · 10-4 ,Н/мм^2 при 20 °С.

Технологічні параметри сталі 08Х18Н10Т

Сталь технологічна при операціях, пов'язаних з гарячою пластичною деформацією; інтервал гарячої деформації сталей 1200-850 °С. Всі стали допускають високі ступеня холодної пластичної деформації.

Зварювання стали 08Х18Н10Т

Сталь добре зварюється ручною і автоматичною електродуговою і газоелектричним зварюванням.

Для роподільчої камери, фланців штуцерів міжрубного простору, шпильок та гайок фланцевих з'єднань штуцерів трубного простору ми вибираємо Сталь 20.

Сталь конструкційна вуглецева якісна за видами обробки поставляється як ковані, калібрований, гарячекатана і серебрянка (кругла, із спеціальною обробкою).

Хімічний склад Сталі 20

До складу сплаву входять: вуглець (С) - 0.17-0.24%, кремній (Si) - 0,17-0,37%, марганець (Mn) - 0,35-0,65%; вміст міді (Cu) і нікелю (Ni) допускається не більше 0,25%, миш'яку (As) - не більше 0,08%, сірки (S) - не більше 0,4%, фосфору (P) - 0,035%.

Структура Сталі 20 являє собою суміш перліту і фериту. Термічна обробка Сталі 20 дозволяє отримувати структуру рейкового (пакетного) мартенситу. При таких структурних перетвореннях міцність зростає, і пластичність зменшується. Після термічного зміцнення прокат зі сталі 20 можна використовувати для виготовлення металевої продукції.

Застосування

Сталь 20 застосовують для виробництва малонавантажених деталей (пальці, осі, копіри, упори, шестерні), цементуемих деталей для тривалої і дуже тривалої служби (експлуатація при температурі не вище 350 °С), тонких деталей, що працюють на стирання. Сталь 20 без термічної обробки або після нормалізації використовується для виробництва гаків кранів, вкладишів підшипників і інших деталей для експлуатації під тиском в температурному діапазоні від -40 до 450 °С. Сталь 20 після хіміко-термічної обробки йде на виробництво деталей, яким потрібна висока поверхнева міцність (черв'яки, черв'ячні пари, шестерні). Широко застосовують ст20 для виробництва трубопровідної арматури, труб, призначених для паропроводів з критичними і надкритичними параметрами пара, безшовних труб високого тиску, зварних профілів прямокутного і квадратного перетину і т.д.

4. Визначення основних розмірів колони та дефлегматора

Ректифікаційна колона

При розрахунку ректифікаційної установки приймаємо такі припущення:

1) склад рідини, що стікає в куб колони, дорівнює складу пари, що піднімається з кип'ятильника в колону ($x_w = y_w$).

2) склад пара, що надходить з колони в дефлегматор, дорівнює складу рідини, що стікає з дефлегматора в колону ($y_p = x_p$).

3) приховані молярний теплоти пароутворення компонентів суміші рівні, а це значить, що один кмоль сконденсировавшейся пара випаровує один кмоль рідини, внаслідок чого, кількість пари, що піднімається по колоні, не змінюється.

4) вихідна суміш надходить в колону при температурі кипіння.

Визначення продуктивності по дистиляту і кубовому залишку

Продуктивність колони по дистилляту визначаємо по формулі:

$$G_P = G_F \cdot \frac{a_F - a_W}{a_P - a_W} = 6500 \cdot \frac{0{,}35 - 0{,}015}{0{,}965 - 0{,}015} = 2292 \text{ кг/ч} = 0{,}63 \text{ кг/с}$$

Продуктивність колони по кубовому залишку:

$G_W = G_F - G_P = 6500 - 2292 = 4208$ кг/ч = 1,17 кг/с

Перевірка: $G_F \cdot a_F = G_P \cdot a_P + G_W \cdot a_W$

$6500 \cdot 0{,}35 = 2292 \cdot 0{,}965 + 4208 \cdot 0{,}015$

$2275 = 2212 + 63$

$2275 = 2275$.

Визначення мінімального і дійсного флегмового числа

Перераховуємо масові концентрації в молярний за формулою: $X = \dfrac{\dfrac{a}{M_A}}{\dfrac{a}{M_A} + \dfrac{1-a}{M_B}}$,

де X - концентрація низькокиплячого компонента А в бінарній суміші,

мовляв. частки; а - вміст низькокиплячого компонента А в бінарній суміші, мас.долі; МА, МВ - молярна маса компонента А і В (відповідно).

Молярні маси: сірковуглець (CS) МА = 76 кг / кмоль; чотирихлористий вуглець (CCl4) МВ = 154 кг / кмоль.

Тоді концентрація вихідної суміші:

$$X_F = \frac{\frac{a_F}{M_A}}{\frac{a_F}{M_A} + \frac{1 - a_F}{M_B}} = \frac{\frac{0{,}35}{76}}{\frac{0{,}35}{76} + \frac{1 - 0{,}35}{154}} = 0{,}5218$$

дистиллята:

$$X_P = \frac{\frac{a_P}{M_A}}{\frac{a_P}{M_A} + \frac{1 - a_P}{M_B}} = \frac{\frac{0{,}965}{76}}{\frac{0{,}965}{76} + \frac{1 - 0{,}965}{154}} = 0{,}9824$$

кубового залишку:

$$X_W = \frac{\frac{a_W}{M_A}}{\frac{a_W}{M_A} + \frac{1 - a_W}{M_B}} = \frac{\frac{0{,}015}{76}}{\frac{0{,}015}{76} + \frac{1 - 0{,}015}{154}} = 0{,}0299$$

Мінімальна флегмове число визначити графоаналітичним способом. Для цього на підставі даних, наведених у таблиці 2.1 в координатах у-х будуємо криву рівноваги для суміші сірковуглець-чотирихлористий вуглець при атмосферному тиску (рис. 1) і криву температур кипіння і конденсації (рис. 2).

Таблиця 1 - Рівноважні склади рідини (х) і пара (у) в мовляв. % І температури кипіння (t) в ° С суміші сірковуглець-чотирихлористий вуглець при 760 мм.рт.ст.

зміст компонента А, мол. %		Температура кипіння, t, °С
в рідини (х)	в парі (у)	
0	0	76,7
5	13,2	73,7
10	24	71
20	42,3	66
30	54,4	62,3
40	64,5	59
50	72,6	56,1
60	79,1	53,7
70	84,8	51,6
80	90,1	49,6
90	95	47,9
100	100	46,3

На діаграмі у-х (рис.2.1) з точки 1 (хр = ур) через точку 2 '(XF, уF *) проводимо пряму лінію до перетину з віссю у. Відрізок, що відсікається на осі у, позначимо через Bmax = 0,46. За величиною цього відрізка знаходимо мінімальне флегмове число:

$$R_{\min} = \frac{x_p}{B_{\max}} - 1 = \frac{0{,}9824}{0{,}46} - 1 = 1{,}136$$

Дійсне флегмове число знаходимо, використовуючи рівняння:

$R = K_R \cdot R_{min} = 1{,}9 \cdot 1{,}136 = 2{,}16$

На діаграмі у-х наносимо лінії робочих концентрацій (робочі лінії) (рис. 2.3) для оптимального флегмового числа R = 2,16: для цього на осі у відкладаємо відрізок

$$B = \frac{x_p}{R+1} = \frac{0{,}9824}{2{,}16+1} = 0{,}31,$$

кінець якого з'єднуємо прямою з точкою 1 (хр = ур); точку перетину ці-

єї прямої з вертикальною лінією, проведеної з абсциси XF, позначаємо точкою 2 (XF, yF) і, нарешті, точку 2 з'єднуємо з точкою 3 (xW = yW). Лінії 1-2 і 2-3 є робочими лініями для верхньої і нижньої частин колони, відповідно.

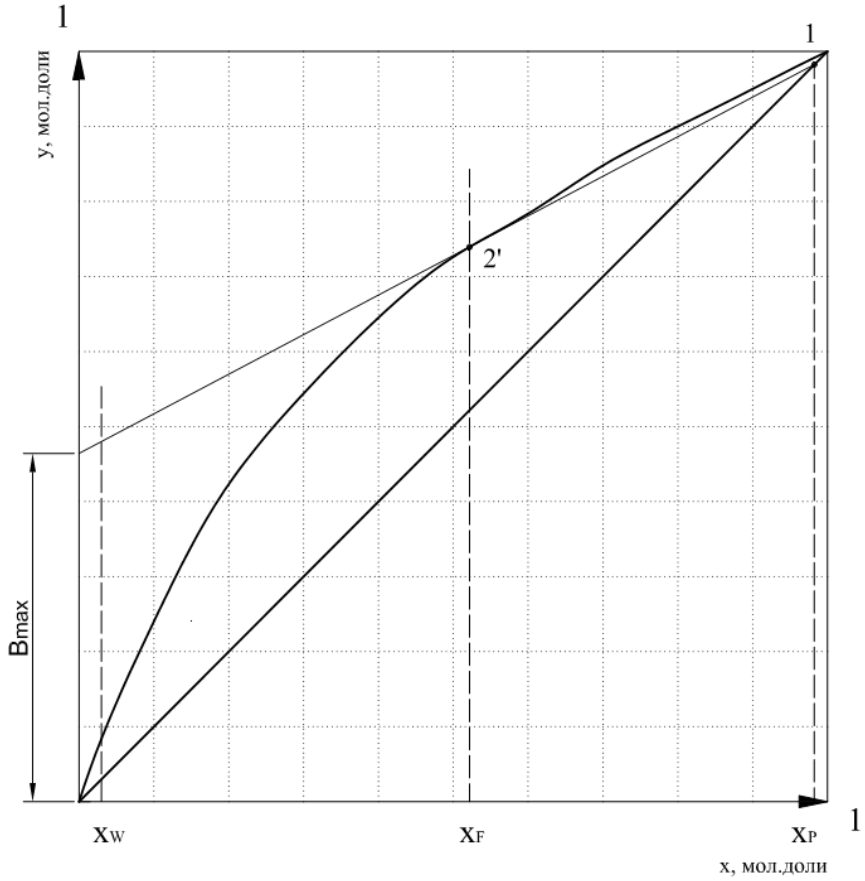


Рис. 1 – До визначення мінімального флегмового числа

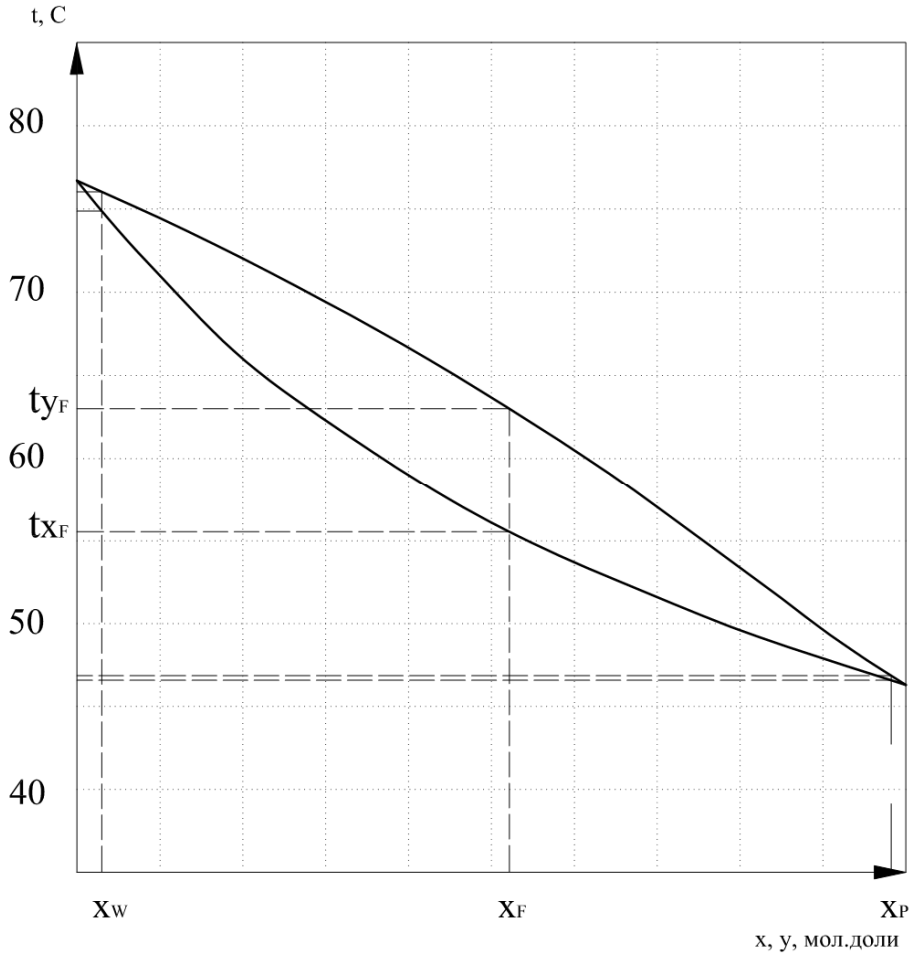


Рис. 2 – Ізобара температур кипіння і конденсації

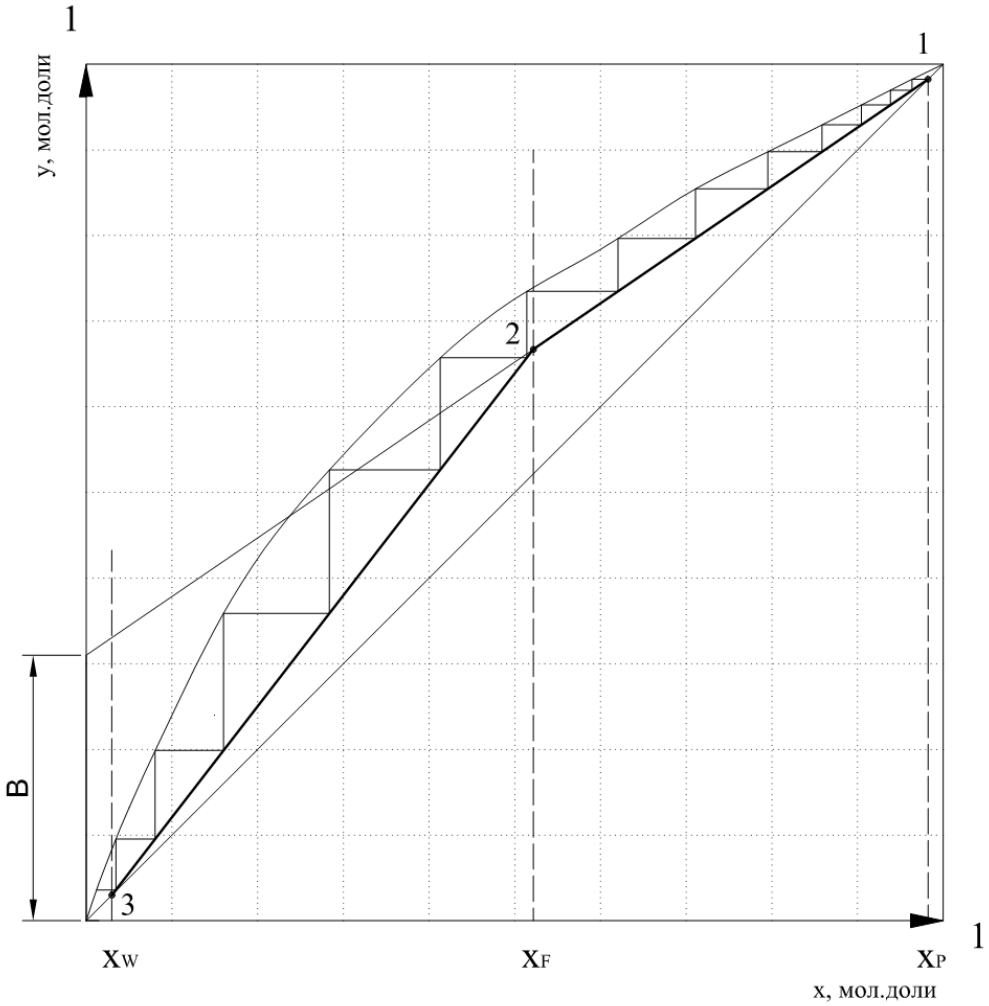


Рис. 3 – Побудова робочих ліній і визначення числа теоретичних тарілок

Визначення середніх значень параметрів по колоні, фізико-хімічних і термодинамічних констант фаз

Рідка фаза. Середня мольна концентрація в нижній частині колони:

$$X_{ср}^{н} = \frac{X_W + X_F}{2} = \frac{0{,}0299 + 0{,}5218}{2} = 0{,}2759$$

Середня молярна концентрація в верхній частині колони:

$$X_{ср}^{в} = \frac{X_F + X_P}{2} = \frac{0{,}5218 + 0{,}9824}{2} = 0{,}7521$$

Середня молярна концентрація по колоні:

$$X_{ср} = \frac{X^{н}_{ср} + X^{в}_{ср}}{2} = \frac{0{,}2759 + 0{,}7521}{2} = 0{,}5140$$

Середня масова концентрація по колоні:

$$a_{ср} = \frac{x_{ср} \cdot M_A}{x_{ср} \cdot M_A + (1 - x_{ср}) \cdot M_B} = \frac{0{,}5140 \cdot 76}{0{,}5140 \cdot 76 + (1 - 0{,}5140) \cdot 154} = 0{,}3429$$

За графіком (рис.2.2) визначаємо значення температур:

t_{XW}=74,87^{0}C,

t_{XF}=55,54^{0}C,

t_{XP}=46,58^{0}C.

Середня температура в нижній частині колони:

$$t^{н}_{x\,ср} = \frac{t_{XW} + t_{XF}}{2} = \frac{74{,}87 + 55{,}54}{2} = 65{,}21\,°C$$

Середня температура у верхній частині колони:

$$t^{в}_{x\,ср} = \frac{t_{XF} + t_{XP}}{2} = \frac{55{,}54 + 46{,}58}{2} = 51{,}06\,°C$$

Середня температура по колоні:

$$t_{X\,ср} = \frac{t^{н}_{x\,ср} + t^{в}_{x\,ср}}{2} = \frac{65{,}21 + 51{,}06}{2} = 58{,}14\,°C$$

Середня молярна маса:

$M_{x\,ср} = M_A \cdot X_{ср} + M_B \cdot (1 - X_{ср})$=

= 76$\cdot$ 0,5140 + 154 $\cdot$ (1 – 0,5140) = 113,91 кг/кмоль.

Середня щільність визначається по формулі:

$$\rho_{x\,ср} = \frac{\rho_A \cdot \rho_B}{\rho_B \cdot a_{ср} + \rho_A (1 - a_{ср})}$$

де ρ_A и ρ_B – щільність компонентів А і В [1, табл.VI] при температурі $t_{X\,ср}$.

ρ_A = 1203,07 кг/м^3, ρ_B = 1520,63 кг/м^3 при $t_{X\,ср}$ = 58,14 °С

$$\rho_{X\,ср} = \frac{1203{,}07 \cdot 1520{,}63}{1520{,}63 \cdot 0{,}3429 + 1203{,}07 \cdot (1 - 0{,}3429)} = 1394{,}42 \text{ кг/м}^3$$

Середнє поверхневий натяг визначається за рівнянням

$\sigma_{x\,ср} = \sigma_A \cdot X_{ср} + \sigma_B \cdot (1 - X_{ср})$,

де σ_A и σ_B – поверхневі натягу [1, табл.XXIV] компонентів А і В, Н/м.

$\sigma_A = 26{,}77 \cdot 10^{-3}$ Н/м, $\sigma_B = 22{,}23 \cdot 10^{-3}$ Н/м при $t_{X\,ср} = 58{,}14$ °С,

$\sigma_{X\,ср} = 26{,}77 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}514 + 22{,}23 \cdot 10^{-3} (1 - 0{,}514) = 24{,}56 \cdot 10^{-3}$ Н/м.

Парова фаза.

Середня молярна концентрація в нижній частині колони (приймаємо $y_W = x_W$, $y_F = 0{,}6671$ по рис.2.3):

$$Y_{ср}^{н} = \frac{y_W + y_F}{2} = \frac{0{,}0299 + 0{,}6671}{2} = 0{,}3485$$

Середня молярна концентрація в верхній частині колони (приймаємо $y_P = x_P$):

$$Y_{ср}^{в} = \frac{y_F + y_P}{2} = \frac{0{,}6671 + 0{,}9824}{2} = 0{,}8248$$

Середня молярна концентрація по колоні:

$$Y_{ср} = \frac{Y_{ср}^{н} + Y_{ср}^{в}}{2} = \frac{0{,}3485 + 0{,}8248}{2} = 0{,}5866$$

За графіком 2.2 визначаємо температури:

$t_{YW} = 76{,}03^0$С,

$t_{YF} = 62{,}98^0$С,

$t_{YP} = 46{,}86^0$С.

Середня температура в нижній частині колони:

$$t_{у\,ср}^{н} = \frac{t_{YW} + t_{YF}}{2} = \frac{76{,}03 + 62{,}98}{2} = 69{,}51\,°\text{С}.$$

Середня температура у верхній частині колони:

$$t_{у\,ср}^{в} = \frac{t_{YF} + t_{YP}}{2} = \frac{62{,}98 + 46{,}86}{2} = 54{,}92\,°\text{С}.$$

Середня температура по колоні:

$$t_{У\,ср} = \frac{t_{у\,ср}^{н} + t_{у\,ср}^{в}}{2} = \frac{69{,}51 + 54{,}92}{2} = 62{,}22\,°\text{С}.$$

Середня молярна маса:

$M_{у\,ср} = M_A \cdot y_{ср} + M_B \cdot (1 - y_{ср}) = 76 \cdot 0{,}5866 + 154 \cdot (1 - 0{,}5866) = 108{,}24$ кг/кмоль.

Середня щільність:

$$\rho_{y\,cp} = \frac{M_{y\,cp}}{22{,}4} \cdot \frac{P}{P_o} \cdot \frac{T_o}{T},$$

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

$$\rho_{y\,cp} = \frac{108{,}24}{22{,}4} \cdot \frac{1}{1{,}033} \cdot \frac{273}{(273 + 62{,}22)} = 3{,}82 \text{ кг/м}^3.$$

Визначення діаметра колони

Діаметр колони визначаємо за рівнянням:

$$D = \sqrt{\frac{V_y}{0{,}785 \cdot W}}$$

Витрата пари, що проходить по колоні складає:

$$V_y = \frac{G_y}{\rho_{y\ cp}} = \frac{G_p \cdot (R+1)}{\rho_{y\ cp}} = \frac{2292 \cdot (2{,}16+1)}{3600 \cdot 3{,}82} = 0{,}53 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Тоді діаметр колони:

$$D = \sqrt{\frac{V_y}{0{,}785 \cdot W}} = \sqrt{\frac{0{,}53}{0{,}785 \cdot 1{,}0}} = 0{,}82 \text{ м}.$$

Приймаємо стандартне значення діаметра колони D = 1,0 м.

Уточнюємо швидкість парів по колоні:

$$W = \frac{V_y}{0{,}785 \cdot D^2} = \frac{0{,}53}{0{,}785 \cdot 1^2} = 0{,}675 \text{ м/с}$$

Визначення висоти колони

Число теоретичних ступенів контакту, яке забезпечує задану чіткість поділу, визначається шляхом побудови "сходинок" між робочими лініями і рівноважної кривої для заданої суміші.

В результаті побудови (рис. 2.3) отримуємо число теоретичних тарілок N = 14. Тарілка харчування 7-я знизу.

Для знаходження дійсного числа тарілок, скористаємося значенням к.к.д. тарілок:

$$N_Д = \frac{N}{\eta} = \frac{14}{0{,}8} = 17{,}5 \approx 18$$

Тарілка харчування 9-я знизу з урахуванням к.к.д.

Висоту колони визначаємо за рівнянням:

$H = (N_д – 1) \cdot h_{МТ} + H_{сеп} + H_{куб} = (18 – 1) \cdot 0,5 + 0,8 + 2,0 = 11,3$ м.

Дефлегматор

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

$Q_Д = G_Р \cdot (R + 1) \cdot r_Р = G_В \cdot C_В \cdot (t_к – t_н)$,

Тут $r_Р = a_Р \cdot r_А + (1 – a_Р) \cdot r_В$.

Питомі теплоти пароутворення CS ($r_А$) и CCl_4 ($r_В$) при $t_{Хр}$=46,58°С [2, табл. Б8]: $r_А = 351,98 \frac{кДж}{кг}$; $r_В = 205,86 \frac{кДж}{кг}$

$r_Р = 0,965 \cdot 351,98 + (1 – 0,965) \cdot 205,86 = 346,87 \frac{кДж}{кг}$.

$Q_Д = \frac{2292}{3600} \cdot (2,16+ 1) \cdot 346,87 \cdot 10^3 = 0,698 \cdot 10^6$ Вт

Приймаємо температуру охолоджуючої води на виході з дефлегматора 28 ° С, тоді витрата охолоджуючої води:

$$G_В = \frac{Q_Д}{C_В \cdot (t_к – t_н)} = \frac{0,698 \cdot 10^6}{4190 \cdot (28 – 13)} = 11,11 \text{ кг/с.}$$

Середня різниця температур при протиточній схемі руху теплоносіїв:

46,58 °С ⟶ 46,58 °С

28 °С ⟵ 13 °С

Велика різниця температур: $\Delta t_б = 46,58 – 13 = 33,58$ °С;

менша різниця температур: $\Delta t_м = 46,58 – 28 = 18,58$ °С.

Тоді як $\frac{\Delta t_б}{\Delta t_м} = \frac{33,58}{18,58} = 1,81 < 2$, то:

$$\Delta t_{ср} = \frac{\Delta t_б + \Delta t_м}{2} = \frac{33,58 + 18,58}{2} = 26,08 \text{°С.}$$

Приймаємо орієнтовно коефіцієнт теплопередачі К = 500 Вт/(м^2 · К).

Поверхня теплообміну дефлегматора:

$$F = \frac{Q_Д}{K \cdot \Delta t_{ср}} = \frac{0{,}698 \cdot 10^6}{500 \cdot 26{,}08} = 53{,}53 \text{ м}^2.$$

Приймаємо двохходовий кожухотрубчастий1 теплообмінник з наступними характеристиками [3]:

- Діаметр кожуха 600 мм;
- Труба 25х2 мм;
- Кількість труб в теплообміннику 240 шт;
- Довжина труб 3,0 м;
- Поверхня теплообміну 57 м^2.

5. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ І ПРИНЦИПУ РОБОТИ АПАРАТУ

Колонний апарат є суцільнозварною циліндровою посудиною з еліптичними відбортованими днищами, технологічними штуцерами і штуцерами для приєднання контрольно - вимірювальних пристроїв. Позначення і призначення штуцерів, їх умовний прохід і умовний тиск приведено в таблиці штуцерів на кресленні загального виду апарату.

Апарат обладнаний люками, діаметром 600 мм (ОСТ 26-2002-83), через які відбувається збірка і розбирання внутрішніх пристроїв (тарілок, ситчатого відбійника), а також огляд внутрішньої поверхні апарату, його чищення і ремонт. Колонний апарат забезпечений люками.

Колонний апарат забезпечений 18 ситчастими тарілками (ОСТ 26-01-108-85). Відстань між тарілками 500 мм, в місцях розташування люків - 800 мм.

Апарат встановлюється на циліндрову опору з кільцевим опорним поясом (тип 3 по АТК 24.200.04-80).

Апарат теплоізольований, втулки для кріплення теплоізоляції розміщуються згідно ГОСТ 17314-81.

Для запобігання віднесення крапель рідини разом з парою, що виходить з колони, у верхній частині колонного апарату встановлений ситчатий відбійник. Для контролю за рівнем рідини в нижній (кубовій) частині колони встановлений рівнемір.

Початкова суміш подається в колону через штуцер входу живлення В. Перетікаючи до низу по колоні з тарілки на тарілку, рідина взаємодіє з парою, що підіймається вгору, що утворюється при кипінні кубової рідини. Пара барботирує через шар рідини на тарілки, при цьому збагатившись низькокиплячим компонентом.

З кубової частини колони через штуцер Е безперервно виводиться рідина, яку подають у виносний кип'ятильник, де вона підігрівається до температури кипіння, і у вигляді пари подається в колону через штуцер А. Частина рідини, у вигляді продукту збагаченого висококиплячим компонентом, виводиться через штуцер Д.

6 РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ, ЖОРСТКІСТЬ ТА СТІЙКІСТЬ

Початкові дані

Тип апарата – теплообменник 600 ТКГ-2,5-1,6-М21/20Г-4-4-У

Внутрішній діаметр кожуха D, мм 600

Довжина теплообмінних труб l, мм 3000

Зовнішній діаметр теплообмінної труби d_m, мм 20

Товщина стінки труби S_m, мм 2

Число ходів по трубам і 2

Умовний тиск у трубному простору P_m, МПа 1,6

Умовний тиск у міжтрубному простору $P_к$, МПа 1,6

Розрахункова температура труб t_m, °С 20

Розрахункова температура кожуха $t_к$, °С 50

Матеріал кожуха, матеріал розподільної камери, кришки, теплообміниіх труб, трубної решітки та перегородок. сталь марки 08Х18Н10Т

Середовище в трубному просторі –корозійне.

Середовище в міжтрубному просторі – корозійне.

Група теплообмінника по трубному простору 1

Група теплообмінника по міжтрубному простору 1

Загальне число циклів навантаження N 1000

Строк служби 10

Розрахункова температура

Розрахункову температуру розподільної камери $t_к^*$, °С, визначаємо за формулою:

$$t_{кам} = 2\,t_m - t_к = 2 \cdot 28 - 50 = 6\,°\text{C}.$$

Розрахункову температуру ізольованих фланців визначаємо за формулою:

$$t_{ф} = t,$$

де t - розрахункова температура апарата, °С.

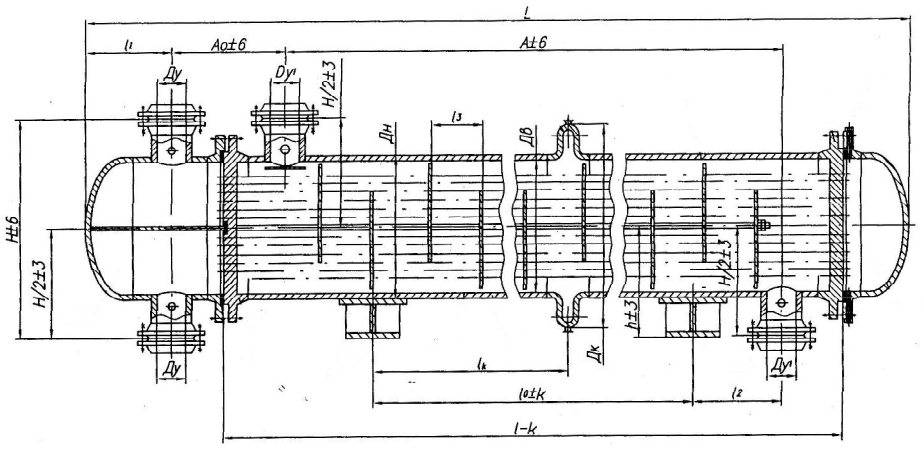


Рисунок 1 – Кожухотрубчатий теплообмінник з компенсатором на кожусі

Розрахункову температуру ізольованих апаратних фланців і фланців штуцерів розподільчої камери теплообмінника приймаємо рівною температурі розподільної камери, тобто $t_{ф} = t_{кам} = 50\,°\text{C}$.

Розрахункову температуру ізольованих фланців штуцерів кожуха приймаємо рівною температурі середовища міжтрубного простору, тобто $t_{ф} = t_{к} = 50\ °\text{C}$.

Розрахункову температуру болтів ізольованих фланцевих з'єднань визначаємо за формулою:

$$t_{б} = 0{,}97\,t\ .$$

Розрахункова температура болтів фланцевих з'єднань корпусів та фланців штуцерів розподільної камери дорівнює:

$$t_{б} = 0{,}97\,t_{кам} = 0{,}97 \cdot 6 = 5{,}8\,°\text{C}\ .$$

Розрахункова температура болтів фланцевих з'єднань штуцерів міжтрубного простору

$$t_{б} = 0{,}97\,t_{к} = 0{,}97 \cdot 50 = 48\,°\text{C}.$$

Допустимі напружини

Допустимі напружини при розрахунковій температурі $[\sigma]$ і при темпе-

ратурі 20 °С $[\sigma]_{20}$, МПа, для матеріалів елементів апарата наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Допустимі напружини матеріалів елементів теплообмінника

Елементи апарата	Матеріал	Допустимі напружини, Мпа		Відношення допустимих напружин $[\sigma]_{20}/[\sigma]$
		при температурі 20°С $[\sigma]_{20}$	при розрахунков.температурі $[\sigma]$	
Кожух	Сталь марки 08Х18Н10Т	168	162	1,037
Трубна решітка	Сталь марки 08Х18Н10Т	168	162	1,037
Труби	Сталь марки 08Х18Н10Т	168	162	1,037
Фланці апаратні	Сталь марки 08Х18Н10Т	168	162	1,037
Фланці штуцерів трубного простору	Сталь 20	147	144	1,021
Фланці штуцерів кожуха	Сталь марки 08Х18Н10Т	168	162	1,037
Болти та гайки кріплення апаратних фланців та штуцерів міжтрубного простору	Сталь марки 08Х18Н10Т	110	107	1,028
Болти фланцевих з'єднань штуцерів трубного простору	Сталь 35	130	127	1,024
Гайки фланцевих з'єднань штуцерів трубного простору	Сталь 20	126	124	1,016

Пробний тиск, при якому проводиться випробування апарата, визначаємо за формулою:

$$P_{пр} = 1{,}25\,P \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]}.$$

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

Для трубного простору при мінімальному відношенні допустимих напружин $[\sigma]_{20}/[\sigma] = 1{,}016$ пробний тиск складає:

$$P_{пр\,т} = 1{,}25\ P_т \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1{,}25 \cdot 1{,}6 \cdot 1{,}016 = 2{,}03\ \text{МПа}.$$

Гідростатичний тиск при випробуванні трубного простору теплообмінника складає:

$$P_{г\,тр} = \rho_в \cdot g \cdot H_c \cdot 10^{-6} = 1000 \cdot 9{,}81 \cdot 4{,}95 \cdot 10^{-6} = 0{,}049\ \text{МПа},$$

де Нс – висота стовпа води у трубному просторі (відстань між фланцями штуцерів у розподільній камері).

Гідростатичний тиск при випробуванні трубного простору:

$$P_{г\,тр} = 0{,}049 \le 0{,}05\ P_{пр\,т} = 0{,}05 \cdot 2{,}03 = 0{,}102\ \text{МПа}$$

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

$$P_{і\,т} = P_{пр\,т} = 2{,}03\ \text{МПа}.$$

Умова

$$P_{і\,т} = 2{,}03 МПа \le 1{,}35\ P_т \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1{,}35 \cdot 1{,}6 \cdot 1{,}016 = 2{,}19\ \text{МПа}$$

виконується, тому розрахунок елементів трубного простору в умовах гідравлічних випробувань проводити не потрібно.

Для міжтрубного простору (кожуха) при відношенні допустимих напружин $[\sigma]_{20}/[\sigma] = 1{,}021$ пробний тиск складає:

$$P_{пр\,к} = 1{,}25\ P_к \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1{,}25 \cdot 1{,}6 \cdot 1{,}021 = 2{,}04\ \text{МПа}.$$

Гідростатичний тиск при випробуванні міжтрубного простору:

$$P_{г\,к} = \rho_в \cdot g \cdot H_к \cdot 10^{-6} = 1000 \cdot 9{,}\ 81 \cdot 3{,}96 \cdot 10^{-6} = 0{,}039 <$$

$$< 0{,}05\ P_{пр\,к} = 0{,}05 \cdot 2{,}04 = 0{,}102\ \ МПа$$

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

$$P_{і\,к} = P_{пр\,к} = 2{,}04\ \text{МПа}.$$

Умова

$$P_{i\,к} = 2{,}04 \le 1{,}35\, P_к \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1{,}35 \cdot 1{,}6 \cdot 1{,}021 = 2{,}21\ \text{МПа}$$

виконується, тому розрахунок елементів міжтрубного простору в умовах гідравлічних випробувань проводити не потрібно.

Коефіцієнти міцності зварних швів

Трубний та міжтрубний простори теплообмінника за розрахунковим тиском, температурою та характером робочого середовища відноситься до 1 групи посудин, для якої довжина контрольованих швів складає 100 % від їх загальної довжини. Для стикових швів з двостороннім суцільним проваром, виконаних автоматичним зварюванням, коефіцієнт міцності зварних швів приймаємо рівним $\varphi_p = 1{,}0$.

Для стикових (кільцевих) швів, які доступні зварюванню лише з одного боку та мають в процесі зварювання металеву підкладку з боку кореня шва, котра прилягає по всій довжині шва до основного металу, при контрольованій довжині швів 100 %, коефіцієнт міцності зварних кільцевих швів кожуха приймаємо рівним $\varphi_m = 1{,}0$.

Добавки до розрахункових величин

Суми добавок до розрахункових величин визначаємо за формулою

$C = C_1 + C_2$,

де C_1 – добавка для компенсації корозії та ерозії, мм;

C_2 – добавка для компенсації мінусового допуку, мм.

Добавку для компенсації корозії та ерозії C_1 розраховуємо за формулою:

$C_1 = П \cdot \tau + C_э$ мм,

де $П$ – швидкість проникнення корозії, мм/рік;

τ – розрахунковий строк служби теплообмінника, років;

$C_э$ – добавка для компенсації ерозії, мм.

Добавку для компенсації ерозії не враховуємо, приймаючи, що тепло-

обмінник працює з чистими рідкими середовищами (без твердих або абразивних частинок).

Швидкість проникнення корозії для матеріалу міжтрубного простору приймаємо $П_к = 0$ мм/рік, а трубного – $П_m = 0$ мм/рік.

Добавка для компенсації корозії складає:

– для труб з боку трубного та міжтрубного просторів:

$C_{1m} = 0$ мм;

– для кожуха:

$C_{1к} = П_к \cdot \tau = 0 \cdot 10 = 0$ мм.

Добавку для компенсації мінусового допуску C_2, мм, приймаємо за стандартом.

Розрахунок кожуха теплообмінника

Розрахунок товщини стінки циліндричної обичайки кожуха теплообмінника

Розрахункову товщину стінки кожуха від дії внутрішнього тиску визначаємо за формулою:

$$S_{рк} = \frac{P_к \cdot D}{2[\sigma]_к \cdot \varphi_р - P_к},$$

де $P_к$ – розрахунковий тиск у міжтрубному простору теплообмінника при розрахунковій температурі, МПа;

D – внутрішній діаметр обичайки кожуха, мм;

$\varphi_р$ – коефіцієнт міцності поздовжніх зварних швів.

$$S_{рк} = \frac{1,6 \cdot 600}{2 \cdot 162 \cdot 1,0 - 1,6} = 2,38 \text{ мм}.$$

Відповідно до галузевого стандарту [19] виконавчу товщину стінки кожуха приймаємо рівною $S_к = 6$ мм. Добавка для компенсації мінусового допуску для сталевого листа товщиною 6 мм складає $C_2 = 0,6$ мм. Добавку

$$C_2 = 0,6 > 0,05\,S = 0,05 \cdot 6 = 0,3 \text{ мм}$$

враховуємо, так як вона перевищує 5 % від номінальної товщини листа.

Сума добавок до розрахункової товщини стінки кожуха складає:

$C_к = C_{1к} + C_{2к} = 0{,}5 + 0{,}6 = 1{,}1$ мм.

Виконавчу товщину стінки кожуха визначаємо за формулою:

$S_к \geq S_{рк} + C_к = 2{,}38 + 1{,}1 = 3{,}48$ мм.

Остаточно приймаємо виконавчу товщину стінки кожуха рівною $S_к = 6$ мм.

Допустимий внутрішній надлишковий тиск в кожусі визначаємо за формулою:

$$[P] = \frac{2[\sigma]\cdot\varphi_p\cdot(S-C)}{D+(S-C)} = \frac{2\cdot 168\cdot 1{,}0\cdot(6-1{,}1)}{600+(6-1{,}1)} = 3{,}05\,\text{МПа}.$$

Умова міцності

$P_к = 1{,}49 \leq [P]_к = 3{,}05$ *МПа*

виконується.

Умова застосування розрахункових формул

$$\frac{S-C}{D} = \frac{6-1{,}1}{600} = 0{,}008 \leq 0{,}1$$

виконується.

Визначення товщини трубної решітки

Товщину трубної решітки приймаємо рівною 20 мм.

Розрахунковий тиск визначаємо за формулою:

$P = \max\{|P_m|;|P_k|;|P_m - P_k|\}$;

$P = \max\{|2{,}28|;|1{,}49|;|2{,}28 - 1{,}49|\} = 2{,}28$ МПа.

Розрахункову товщину трубної решітки за умови міцності максимальної без трубної зони визначаємо за формулою:

$$S_{рр} = 0{,}5\cdot D_e\cdot\sqrt{\frac{P}{[\sigma]_p}};$$

Де D_e - діаметр окружності, вписаної в максимальну безтрубну зону, визначається конструктивно. $D_e = 23{,}125$ мм.

$$S_{pp} = 0{,}5 \cdot 23{,}125 \cdot \sqrt{\frac{2{,}28}{175}} = 1{,}32 \text{ мм}$$

Виконавчу товщину трубної решітки за умови міцності максимальної без трубної зони визначаємо за формулою:

$$S_p \geq S_{pp} + C_p = 1{,}32 + 1{,}8 = 3{,}12 \text{ мм.}$$

Коефіцієнт ослаблення трубної решітки визначаємо за формулою:

$$\varphi_p = 1 - \frac{d_0}{t_p} = 1 - \frac{20{,}25}{26} = 0{,}221$$

Розрахункову товщину трубної решітки в перерізу канавки під повздовжню перегородку визначаємо за формулою:

$$S_{np} = S_{pp} \cdot \max\left\{1 - \sqrt{\frac{d_0}{b_n} \cdot \left(\frac{t_n}{t_p} - 1\right)}; \sqrt{\varphi_p}\right\}$$

$$S_{np} = 1{,}32 \cdot \max\left\{1 - \sqrt{\frac{20{,}25}{8} \cdot \left(\frac{45}{26} - 1\right)}; \sqrt{0{,}221}\right\} = 1{,}32 \cdot \max\{-6{,}4; 0{,}47\} = 0{,}62$$

Товщина трубної решітки в перерізу під повздовжню перегородку в розподільній камері має бути не менше:

$$S_n \geq S_{np} + C_p = 0{,}62 + 1{,}8 = 2{,}42 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань приймаємо товщину трубної решітки в перерізу канавки під повздовжню перегородку в розподільній камері рівною 18 мм.

Визначення допоміжних величин

Значення коефіцієнтів лінійного розширення матеріалів кожуха $\alpha_к$ і труб α_m приймаємо за нормативним документом.

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

$$\Delta = l \cdot \left| [\alpha_к \cdot (t_к - t_0) - \alpha_m \cdot (t_m - t_0)] \right| =$$

$$= 4000 \cdot \left| \left[13{,}8 \cdot 10^{-6} \cdot (200 - 20) - 14{,}46 \cdot 10^{-6} \cdot (230 - 20) \right] \right| = 2{,}21 \text{ мм.}$$

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

Необхідне число лінз в компенсаторі розраховуємо за формулою:

$$n_л = \frac{\Delta}{\Delta_л} = \frac{2{,}21}{4{,}3} = 0{,}51.$$

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

Жорсткість компенсатора визначаємо за додатком , $C_a = 86780$ Н.

Коефіцієнт жорсткості компенсатора визначаємо за формулою:

$$K_к = \frac{C_a}{n_л \cdot \Delta_л} = \frac{87680}{1 \cdot 4{,}3} = 20390{,}7 \text{ Н/мм}.$$

Внутрішній діаметр западини хвилі компенсатора визначаємо за формулою

$$d_к = d_н - 2S_л,$$

де $d_н$ – зовнішній діаметр западини хвилі компенсатора, $d_н = 608$ мм.

$$d_к = 608 - 2 \cdot 4 = 600 \text{ мм}.$$

Розрахунок лінзового компенсатора

Умови застосування розрахункових формул:

$$\frac{S_л}{d_н} \le 0{,}035; \quad 1{,}08 \le \frac{D_л}{d_н} \le 3{,}00; \quad \frac{2r}{D_л - d_н} \le 0{,}4 .$$

$$\frac{S_л}{d_н} = \frac{4}{608} = 0{,}0066 < 0{,}035;$$

$$1{,}08 < \frac{D_л}{d_н} = \frac{758}{608} = 1{,}25 < 3{,}00;$$

$$\frac{2r}{D_л - d_н} = \frac{2 \cdot 14}{758 - 608} = 0{,}19 < 0{,}4.$$

виконуються.

Визначення допоміжних величин

Розрахунковий діаметр западини хвилі компенсатора розраховуємо за

формулою:

$$d_1 = d_н - S_л = 608 - 4 = 604 \text{ мм}.$$

Розрахунковий діаметр гребеня хвилі компенсатора визначаємо за формулою:

$$d_2 = D_л - S_л = 758 - 4 = 754 \text{ мм}.$$

Середній радіус тороїдального переходу хвилі компенсатора розраховуємо за формулою:

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

Допоміжну величину впливу переходу розраховуємо за формулою:

$$\rho_л = 2 - 100 \cdot \frac{r_s}{d_1 + d_2} = 2 - 100 \cdot \frac{16}{604 + 754} = 0{,}82 \text{ мм}.$$

Розрахункову ширину пластинчастої зони хвилі компенсатора визначаємо за формулою:

$$b_л = 0{,}5(d_2 - d_1 + \rho_л \cdot r_s) = 0{,}5 \cdot (754 - 604 + 0{,}82 \cdot 16) = 81{,}56 \text{ мм}.$$

Радіус закруглення пластинчастої зони хвилі компенсатора розраховуємо за формулою:

$$R_o = 0{,}25(d_2 + d_1 - 2b_л) = 0{,}25 \cdot (754 + 604 - 2 \cdot 81{,}56) = 298{,}72 \text{ мм}.$$

Середній діаметр хвилі компенсатора визначаємо за формулою :

$$d_{ср} = 0{,}5(d_2 + d_1) = 0{,}5 \cdot (754 + 604) = 679 \text{ мм}.$$

Характеристики хвилі обчислюємо за формулами:

$$\xi = \frac{d_2}{d_1} - 1 = \frac{754}{604} - 1 = 0{,}248;$$

$$\eta = \frac{\frac{d_2 - d_1}{2}}{r_s} - 2 = \frac{754 - 604}{2 \cdot 16} - 2 = 2{,}688;$$

$$\alpha = S_л / d_1 = 4/604 = 0{,}0066;$$

$$\lambda = b_л / R_o = 81{,}56/298{,}72 = 0{,}27;$$

$$\gamma = 1 + 1{,}25 \cdot \frac{d_2}{d_1} - \frac{3{,}2 \cdot r_s}{d_2 - d_1} = 1 + 1{,}25 \cdot \frac{754}{604} - \frac{3{,}2 \cdot 16}{754 - 604} = 2{,}22.$$

Розрахунок компенсатора на міцність

Розрахункову товщину S_3, мм, розраховуємо за формулою:

$$S_3 = 0{,}25\left(d_2 - d_1 - \gamma \cdot r_s\right)\cdot\sqrt{P/[\sigma_л]} = = 0{,}25\cdot\left(754 - 604 - 2{,}22\cdot 16\right)\cdot\sqrt{1{,}49/188{,}5} = 2{,}54 \text{ мм}.$$

Розрахункову товщину стінки компенсатора S_4, мм, визначаємо за формулою:

$$S_4 = \frac{P\cdot d_{ср}}{2[\sigma]_л\cdot\varphi}\cdot\frac{L}{d_2 - d_1 + 2\,l_к + 2{,}3\,r_s} = \frac{1{,}49\cdot 679}{2\cdot 188{,}5\cdot 1{,}0}\cdot\frac{74}{754 - 604 + 2\cdot 5 + 2{,}3\cdot 16} = 1{,}01 \text{ мм}.$$

Розрахункову товщину стінки компенсатора $S_{пр}$, мм, визначаємо за формулою:

$$S_{лр} = S_4\cdot\sqrt{0{,}5 + \sqrt{0{,}25 + (S_3/S_4)^4}} = 1{,}01\sqrt{0{,}5 + \sqrt{0{,}25 + (2{,}54/1{,}01)^4}} = 2{,}64 \text{ мм}.$$

Суму добавок до розрахункової товщини стінки лінзового компенсатора при її товщині $S_л$ = 4,0 мм приймаємо рівною 0,8 мм.

Виконавчу товщину стінки лінзового компенсатора розраховуємо за формулою:

$$S_л \geq S_{лр} + C_л = 2{,}64 + 0{,}8 = 3{,}44 \text{ мм}.$$

Остаточно приймаємо виконавчу товщину стінки компенсатора рівною 4 мм.

Допустимий тиск $[P]_1$ визначаємо за формулою:

$$[P]_1 = 16\left(\frac{S_л - C_л}{d_2 - d_1 - \gamma\cdot r_s}\right)^2\cdot[\sigma]_л = 16\cdot\left(\frac{4 - 0{,}8}{754 - 604 - 2{,}22\cdot 16}\right)^2\cdot 188{,}5 = 2{,}36 \text{ МПа}.$$

Допустимий тиск $[P]_2$ визначаємо за формулою:

$$[P]_2 = \frac{2[\sigma]_л\cdot\varphi\cdot(S_л - C_л)}{d_{ср}}\cdot\frac{d_2 - d_1 + 2l_к + 2{,}3\cdot r_s}{L} =$$

$$\frac{2\cdot 188{,}5\cdot 1{,}0\cdot(4 - 0{,}8)}{679}\cdot\frac{754 - 604 + 2\cdot 5 + 2{,}3\cdot 16}{74} = 4{,}73 \text{ МПа}.$$

Допустимий тиск визначаємо за формулою:

$$[P]_л = \frac{[P]_1}{\sqrt{1 + \left(\frac{[P]_1}{[P]_2}\right)^2}} = \frac{2{,}36}{\sqrt{1 + \left(\frac{2{,}36}{4{,}73}\right)^2}} = 2{,}11 \text{ МПа}.$$

Розрахунок компенсатора на малоциклову втомленість

Допустимі величини амплітуди інтенсивності напружин від переміщення при числі циклів деформації N_{ϖ} і амплітуди інтенсивності напружин від тиску при числі циклів N_p визначаємо за формулою.

Так як точні дані про числа циклів N_{ϖ} і N_p відсутні, приймаємо

$N_{\varpi} = N_p = 0{,}5\,N = 500$.

Допустиму амплітуду інтенсивності напружин від розмаху тисків розраховуємо за формулою:

$$[\sigma]_{a\varpi} = [\sigma]_{ap} = \frac{2300 - t}{2300} \cdot \frac{A}{\sqrt{n_N \cdot N}} + \frac{B}{n_\sigma} = = \frac{2300 - 200}{2300} \cdot \frac{0{,}6 \cdot 10^5}{\sqrt{10 \cdot 500}} + \frac{270}{2} = 909{,}7\,\text{МПа}.$$

Напружини від деформації розраховуємо за формулою:

$$\sigma_\omega = \frac{E_л \cdot S_л}{n_л \cdot b_л^2} \cdot (2 + \lambda) \cdot \Delta\varpi = \frac{197 \cdot 10^3 \cdot 4}{1 \cdot 81{,}56^2} \cdot (2 + 0{,}27) \cdot 2{,}21 = 594{,}28\,\text{МПа}.$$

Із деяким збільшенням у бік запасу міцності приймаємо $\Delta P = P$.

Напружину від тиску визначаємо за формулою:

$$\sigma_p = 3[\sigma]_л \cdot \frac{\Delta P}{[\Delta P]} = 3 \cdot 197 \cdot \frac{1{,}49}{2{,}11} = 417{,}34\,\text{МПа}.$$

Умова міцності:

$$\frac{\sigma_{\varpi}}{2[\sigma]_{a\varpi}} + \frac{\sigma_p}{2[\sigma]_{ap}} = \frac{594{,}28}{2 \cdot 909{,}7} + \frac{417{,}34}{2 \cdot 909{,}7} = 0{,}556 < 1{,}0\,.$$

виконується.

7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ

Технологія виготовлення кожухотрубчатих теплообмінників включає багато різноманітних стадій. Кожухотрубчатий теплообмінник складається з циліндричної обичайки, до якої приварені трубні решітки Решітки можуть виготовлятися як за одне ціле з фланцями, так і окремо. Решітки, виготовлені окремо від фланців, установлюються після приварки самих фланців до кожуха, після чого вони вставляються усередину і приварюються до фланців. Після установки однієї з ґрат, роблять установку труб у відповідні отвори. Установка труб відбувається наступним чином: по осях у крайніх крапках заводять трубки, після чого усередину кожуха вставляють трубні перегородки і приварюють їх, потім встановлюють інші трубки другі трубні ґрати. Якщо трубки не попадають в отвори їх центрують за допомогою шомпола, що вставляється усередину трубки. Кожну з трубок приварюють до трубних ґрат по довжині окружності, після чого вальцюють. Після закінчення зварювальних робіт внутрішню порожнину кожуха тобто міжтрубний простір перевіряють на герметичність гідроіспитом. Якщо іспит міжтрубного простору пройшло успішно, то встановлюють розподільну камеру і кришку, що являє собою обичайку до якої з однієї сторони приварений фланець, а з іншого боку - стандартне еліптичне днище. Виробляється гідравлічний іспит трубного простору. Горизонтальний апарат установлюють на сідлові опори.

Технологія виготовлення окремих частин корпуса різноманітна і залежить від габаритів теплообмінника, для якого ці частини виготовляють. Якщо теплообмінник невеликого діаметра то його корпус (кожух) можуть виготовляти з труби, , якщо ж діаметр досить великий то обичайку корпуса вальцюють зі стандартного листа металу

Виготовлення циліндричних обичайок.

Виробляється розмітка листових заготовок з метою позначення меж обробки і раціонального розкрою листа для найбільш повного використання

металу. Розмітка проводиться на розмічальних столах або плитах. По маркуванню листа перевіряється відповідність марки металу, довжини, товщини і ширини листа вимогам креслення. Лист укладається на розмічальний стіл маркуванням вгору і на ньому розмічається базова ризику вздовж кромки з найменшою серповидною косінею. На аркуші розмічаються ризики під відрізку, ризики з непаралельністю не більше 1 мм під строжку і контрольні ризики. Різання листа здійснюють на гільйотинних ножицях. Після різання здійснюють обрале ння крайок на крайкострогальні верстаті. Після цього лист подається до пресу для подгибки крайок. Після подгибки крайок лист подається до листозгинальна машина з трьома валками розташованими симетрично, де листу надається необхідна кривизна з урахуванням пружнення матеріалу обичайки. Збиранняу поздовжнього стику виконують за допомогою струбцин. Після приварювання на роликоопорах заводної і вихідної планок, зварним трактором проводиться зварювання внутрішнього шва на флюсовій подушці, а після зачистки кореня шва зварюється зовнішній поздовжній шов. Після зварювання зовнішнього шва на стенді шов зачищають, знімають посилення і видаляють вхідну і вихідну планки. Далі обичайка подається до листозгинальної машини на правку, контролюються зварні шви ультразвуковою дефектоскопією. Отвори в обичайці під штуцери виконують вирізкою газовим різаком з попередньою розміткою.

Виготовлення еліптичного днища виконують за технічними умовами на виготовлення і поставку днищ, які викладені в стандартах на днища, ОСТ 26-291-72. Днища можна виготовляти штампуванням на пресах, методом обкатки роликами, електрогідравлічною і електромагнітної штампуванням. Формування днища методом штампування на пресах проводять в наступному порядку. Заготівля за допомогою транспортера подається в нагрівальну піч для рівномірного нагріву до необхідної температури. Нагріта заготовки спеціальними захопленнями витягується з печі і подається на транспортер, за допомогою якого транспортується до штампу, що знаходиться під пресом. Потім за-

готовку встановлюють на протяжне кільце і штампують, як правило, за одну операцію. У процесі штампування нагріта заготовка швидко охолоджується і напресовується на пуансон. Заготовка знімається при ході пуансона вгору. Завершальні операції передбачають розмітку днищ для підрізування торця і розмітку отворів, підрізування торця і обробку отворів, термообробку, очищення, контроль і таврування.

Виготовлення фланців.

Заготовки для фланця отримують гнучкою прокату. Технологічний процес виготовлення заготовок за цим методом полягає в розрізанні смуги або профілю на мірні заготовки, згинанні в кільце і стиковому зварюванні. Далі заготовки піддають механічній обробці, обробляють поверхні ущільнювачів і внутрішній діаметр фланця. Потім висвердлюють отвори під болти. Фланці штуцерів штампують у відкритих штампах. За один хід преса прошивають отвори і обрізають задирки на кривошипних пресах в комбінованих штампах. Отримані заготовки також механічним але обробляють.

Складання і зварювання штуцерів з плоским фланцем.

Плоский фланець укладається ущільнювальної по-поверхнею на складальну плиту. По внутрішньому діаметру укладаються підкладки, по товщині рівні величині недовода торця патрубка до ущільнювальної поверхні фланця. Патрубок торцем встановлюється у фланець на підкладки. Витримуються перпендикулярність осі патрубка до ущільнювальної поверхні фланця, зазор між патрубком і фланцем. Патрубок прихоплюється зварюванням і потім приварюється до фланця, що відповідає товщини на вальцювальному верстаті, являє собою три обертових хитка розташованих друг до друга під кутом 600 , через які в осьовому напрямку пропускають металевий лист зворотно-поступальним рухом. Трубні ґрати виготовляють у такий спосіб: з листа металу вирізують диск, розмічають за допомогою координатно-розточувального верстата, а потім свердлильним верстатом роблять отвори. В отвори трубних ґрат установлюють трубки з подальшої їхній обваркой і

розвальцьовуванням. Виготовляють труби литтям у форми. Труби, після установки, приварюють, а потім розвальцьовують. Обичайки штуцерів і розподільної камери виготовляють способом аналогічним і основний. Стандартні еліптичні днища виготовляють за допомогою штамповки. Фланці, що з'єднують кришку, розподільну камеру і корпус виготовляють виточуванням на фрезерному верстаті, чи штампуванням.

8. РЕМОНТ ТА МОНТАЖ

Застосовувані на хімічних і нафтопереробних заводах поверхневі теплообмінники розрізняються по конструктивному і матеріальному оформленню, режиму роботи, характеру руху теплообмінних потоків, просторовому розташуванню, величині поверхні теплообміну й ін. Найбільше поширення одержали кожухотрубчаті теплообмінники і теплообмінники типу "труба в трубі". Останнім часом широко впроваджуються більш високоефективні пластинчасті теплообмінники, а для агресивних середовищ - графітові теплообмінники. Способи монтажу і технологія ремонту перерахованих теплообмінників різні й визначаються їхньою конструкцією, розташуванням у просторі щодо інших апаратів технологічної установки, а також умовами експлуатації.

Кожухотрубчаті теплообмінні апарати складаються з циліндричного кожуха і поміщеного в ньому пучка труб, тому, незважаючи на конструктивну розмаїтість, монтаж таких теплообмінників залежить тільки від їхньої ваги, розмірів і просторового розташування.

Вага і розміри випускаємих в дійсний час кожухотрубчатих теплообмінників дозволяють транспортувати їх до місця монтажу, у зібраному цілком на заводі-виготовлювачі виді. Для транспортування використовують залізничні платформи, трейлери, автомашини, сани й ін.

Теплообмінники установлюють відповідно до проекту чи горизонтально вертикально на різних оцінках. Опорною конструкцією для них мо-гут служити: фундаменти у виді двох бетонних чи залізобетонних стовпів з анкерними болтами (при низькому горизонтальному розташуванні) і балки висотних металоконструкцій (при вертикальному розташуванні і горизонтальному розташуванні на великих висотах).

До корпуса апарата приварюють дві опори, відстань між який відповідає нормалям. Для установки теплообмінника на вже існуючий фундамент

відстань між опорами можна змінювати в невеликих межах. Між корпусом і опорами апарата повинні міститися підкладки з листової сталі, що запобігають ум'ятини на корпусі. До корпуса вертикально розташованих теплообмінників замість опор приварюють лапи з ребрами жорсткості.

У переважній більшості випадків теплообмінники встановлюють у проектне положення за допомогою самохідних кранів. Якщо в конкретних умовах підйому вантажопідйомність кранів недостатня, практикується встановлення теплообмінників за допомогою двох кранів, що працюють строго согласванно.

Теплообмінники, розміщені в два яруси і більше, доцільно піднімати великими блоками з декількох апаратів після їх взаємної трубопровідної обв'язки, якщо піднімальні засоби дозволяють це робити. Для стикування однотипних теплообмінників в уніфікації їхній трубопровідній обв'язці строго витримують при виготовленні настановні розміри штуцерів на корпусі і на розподільній камері. При підйомі блок обв'язаних теплообмінників укладають у ґратчастий твердий контейнер, за який і роблять стропування.

До трубопровідної обв'язки приступають після остаточної перевірки положення корпуси і закріплення болтів, що з'єднують його чи опори лапи з постаментом. Положення теплообмінника выверяют чи рівнем схилу, підкладаючи, якщо це необхідно, під опорні площини сталеві планки.

При горизонтальному розташуванні теплообмінників температурні деформації корпуса між опорами можуть досягати декількох міліметрів, тому одна з опор повинна бути рухливий. Нерухому опору, звичайно встановлювану з боку нерухомих трубних ґрат, закріплюють намертво; гайки болтів рухливої опори, що має овальні вирізи, не затягують на 1-1,5 мм, але фіксують контргайками. Зазор між болтами й овальними вирізами повинний розташовуватися убік можливого подовження теплообмінника. Поверхні ковзання захищають так, щоб виключно защемлення.

Монтуємі теплообмінники повинні бути спресовані на спробний тиск

на заводі-виготовлювачі, тому на монтажній площадці їхній в одиночку не обпресовують, обмежуючи перевіркою загальної системи теплообміну разом із трубопровідною обв'язкою після завершення монтажних робіт. У тих випадках, коли отсутствує акт заводського іспиту, або апарат тривалий час знаходився на чи складі монтажній площадці, перед монтажем теплообмінник піддають ревізії і, якщо в цьому є необхідність, ремонту.

Способи виявлення дефектів і їхнього усунення залежать від конструктивного виконання як нового, так і колишнього в експлуатації теплообмінника.

Виявлення й усунення дефектів. Фактичну товщину стінки днищ і секційних перегородок у них вимірюють шляхом висвердлювання отворів, а також за допомогою ультразвукових толщиномерів. Якість приварки секційних перегородок до днищ перевіряють, заливаючи воду. Її подають почергово в кожну секцію, для чого на кришці попередньо заглушають усі штуцера, а кришку установлюють відкритою стороною (чашею) нагору.

Стан кріплення кінців труб у трубних ґратах спочатку перевіряють шляхом візуального огляду. Широко поширене кріплення кінців труб у гніздах трубних ґрат, розвальцьовуванням. Відмінна риса теплообмінних труб - мала товщина їх, тому кріплення кінців труб у трубних ґратах варто перевіряти особливо ретельно. Якість розвальцьовування оцінюють по стані розвальцьованої поверхні, що повинна бути рівномірно деформована, а також за результатами вимірів внутрішнього діаметра розвальцьованого кінця труби; він повинний перевищувати вихідний діаметр на 15-30 % товщини стінки труби. Якість нового розвальцьованого з'єднання характеризують ступенем розвальцьовування,

Необхідно, щоб кінці труб виступали над поверхнею ґрат на довжину, рівну товщині стінок труб, і були відбортовані. Дзвіночок (відбортованої ділянка) кінця труби повинний бути цілим, без розривів і тріщин. Варто звертати увагу на ділянки переходу від розвальцьованої поверхні стінки труби до

не розвальцьованого вони повинні бути плавними, без гострих підрізів стінок.

У більшості випадків труби швидше зношуються по кінцях, тому, вимірюючи їхню товщину, можна судити про стан теплообмінних труб у цілом. Надмірно зношені труби не можуть забезпечити надійність розвальцьованого з'єднання.

У теплообмінниках застосовують також зварене кріплення труб у трубних решітки, якщо решітки і труби виготовлені зі зварюванням металів. Велика різниця товщини ґрати і стінки труби утрудняють якісне виконання зварювальних робіт. При огляді звертають особливу увага на рівномірність зваренного шва і його товщину, тому що шви в процесі експлуатації піддаються корозійному й ерозійний зношенням.

Візуальним оглядом і шляхом виміру діаметрів вільних перетинів установлюють ступінь забруднення внутрішніх поверхонь труб відкладеннями, що не були вилучені при промиванні. Ці відкладення знімають механічним чищенням; вона полягає в розпушуванні і соскобленні з поверхні труб відкладень за допомогою різних інструментів. Процес механічного чищення трудомісткий. У найпростішому випадку труби вручну пронизують шомполами - довгими прутками з наконечником.-йоршем. Після цього (а іноді й одночасно) труби продувають пором, подаваним у кожну з них окремо. При необхідності ці операції чергують скільки раз, поступово збільшуючи діаметр наконечник-настовбурчуючи.

На заводах знайшли застосування різні пристосування для механізації чищення. В основу їхній покладений принцип обертального буравлення. Обертовий наконечник-бур повільно проштовхується в трубу, що очищається, під дією власної ваги (у випадку вертикально встановлених теплообмінників) чи зусиллям робітника (у випадку горизонтально встановлення теплообмінників). Бур на різьбленні з'єднаний з порожнім (трубчастим) валом, довжина якого дорівнює довжині труби, що очищається. Вал приводиться у

обертальний рух від пневмо- чи електродвигуна через редуктор. Пристосування постачено золотниковим пристроєм для подачі усередину труб промивної води, що через наскрізні отвори на поверхні бура виходить назовні, змиваючи розпушений бруд. У деяких випадках замість води в труби подають водяну пару; при цьому варто особливо дотримувати правила безпеки щоб уникнути опіків.

Після механічного чищення внутрішні поверхні труб бажано протягом деякого часу промивати гарячою водою. Приховані дефекти теплообмінників твердої конструкції встановлюють обпресуванням меж-трубного простору при відкритих з обох торців кришках. Зношену чи трубу, що лопнула, виявляють по появі в ній обпресувальної рідини, а нещільності в з'єднаннях кінців труб із трубними ґрати мі - по рідині, що пропускається, і запотіванню.

Заміна труби, що вийшла з ладу - складна операція. За трубними решітками труби ріжуть ножівкою (якщо вони доступні для цього), а труби, розташовані з боку ґрат, - спеціальною голівкою з різцем, приводом для який служить вальцювальна турбинка чи електродріль. Невеликий різець встановлюють у проріз барабана робочою частиною нагору так, що своєї нижньої скошений торцевою поверхнею він сідає- на поверхню конуса, що подає, що зв'язаний з барабаном ковзною шпонкою. На барабан насаджена фіксуюча завзята шайба, який він притискається до трубних ґрат і фіксує положення різця в того листа, де труба повинна бути відрізана. Змінювану трубу за допомогою виточеної по її зовнішньому діаметрі оправлення витягають через один із ґрат і замість неї вставляють нову, кінці якої развальцьовують у решітках та приварюють до них.

Сутужніше змінювати трубу з привареними кінцями. для цього чи вручну пневматичним молотком зрізують шов, а іноді механічно обробляють гніздо в ґратах. На практиці зношені труби заміняють новими дуже рідко; їх звичайно заглушають із двох кінців металевими (напер-мір, сталевими) пробками, що мають невелику конусність (3-5°). Пробки забивають туго, щоб

вони надійно протистояли максимальному тиску в трубах.

Число відглушаємих труб не повинне перевищувати 10% загального їхнього числа в пучку, що приходиться на один потік, інакше значно зростає гідравлічний опір і помітний зменшується поверхня теплообміну. У загальному випадку виявлення декількох дефектних труб у давно працюючих теплообмінниках указує на можливість виходу з ладу всіх труб, так як вони працюють в однакових умовах. Тому відглушенням зношених труб можна підтримати експлуатаційну придатність теплообмінника до найближчого капітального чи середнього ремонту, під час котрого теплообмінник чи його пучок цілком заміняють новим.

У залежності від конструктивного рішення нещільні з'єднання кінців труб із трубними ґратами підварюють чи електрозварюванням підвальцьовують. Ділянки, що зварюються, зачищають металевими щітками, виявлені тріщини вирубують зубилом. Велике значення мають якість і діаметр електрода, а також величина струму зварювання. Підвальцьовка також вимагає високої кваліфікації виконавця. Надмірної підвальцьовкой з'єднання можна вивести з ладу, тому, якщо одне чи дворазова підвальцьовка не дає результату, трубу з обох кінців приварюють до торців трубних решіток. У цьому випадку прилеглі кінці труб після зварювання варто під-вальцювати, щоб зняти вплив нагрівання при зварюванні.

Зношені ділянки корпуса знаходять за допомогою гідравлічної опресовці чи ультразвукової дефектоскопії. Підозрілі ділянки свердлять для того, щоб виміряти залишкову товщину звичайними вимірювальними інструментами (штангенциркулем, лінійкою й ін.). Корпус ремонтують, накладаючи на його зовнішню поверхню латки з листової сталі тієї ж марки, з якої виготовлений корпус. Латки приварюють внахлестку. Не слід вирізувати ушкоджені ділянки корпуса газорізкою для того, щоб приварити потім латку стиковим швом: газорізкою можна зашкодити поблизу-лежачі труби, і, крім того, підганяти латку для стикового зварювання дуже важко. Розміри латки, що на-

кладається, повинні бути такими, щоб, по-перше, вона цілком покривала зношена ділянка і, по-друге, зварювання приходилася на ділянки корпуса з достатньою товщиною. Описаний спосіб ремонту корпуса не придатний для апаратів, піднаглядних інспекції котлонадзору.

Збирання й іспит.

Після ремонту теплообмінник піддають опресовці при знятих кришках, потім кришки навішують і закріплюють. Усі муфти і вентилі в корпусі і кришках повинні бути очищені. Зібраний апарат піддають остаточному обпресуванню водою. Спочатку опресовивають на контрольний тиск міжтрубний простір (корпус) при відкритих спускних муфтах на кришках, потім з нього цілком спускають воду і при відкритих спускних муфтах на корпусі обпресовують трубний простір. Величина контрольного тиску звичайно вказується в паспорті апарата. При відсутності в паспорті цих даних корпус апарата (міжтрубний простір) випробують як ємність, а трубний простір - на подвоєний робочий тиск. Відсутність течі через спускові і фланцеві з'єднання свідчить про надійну щільність і міцність. Після зняття заглушок апарат здають в експлуатацію.

9. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

9.1. Заходи боротьби з шумом і вібрацією

Чинниками шуму та вібрації є насоси, компресори, та гази, які переміщуються по трубопроводах.

Для зменшення вібрації машин і устаткування, а також для усунення шуму прийняти наступні заходи:

- амортизація і віброізоляція устаткування за допомогою ресор і пружних матеріалів;

- балансування і центрівка деталей і механізмів;

- застосування динамічних віброгасителів;

- заповнення резонуючих порожнин віброізолюючим матеріалом.

Для зменшення дії шуму на організм людини, при роботі застосовуються навушники і берюши по ГОСТ 12.1.029-80.

9.2. Заходи для захисту від статичної електрики

Іскри зарядів статичної електрики часто є джерелом пожеж і вибухів.

Статичною електрикою називаються електричні розряди, що утворюються в результаті тертя діелектрика об провідник чи об діелектрик.

У цеху статична електрика виникає головним чином при русі по трубопроводах рідин, що електризуються, і газів (вуглекислого газу, азоту, повітря).

Для захисту устаткування від утворення статичної електрики не допускається наповнення ємкостей, цистерн, контейнерів вільно падаючим струменем рідких органічних продуктів. Заповнення цистерн, ємкостей та ін. повинно вестися по патрубку, що доходить до дна, щоб уникнути вільного падіння струменя.

Для уникнення накопичення статичної електрики на верстатах ємкостей, збірок, цистерн, автоконтейнерів та ін. апаратів вони повинні заземлятися при сливі і наливанні. Справність заземляючого дроту необхідно перевіряти постійно при проведенні зливно-наливних операцій.

Всі шлангові вузли на зсипно-насипних естакадах і точках засипу цистерн, контейнерів та ін. повинні мати справні перемички з дроту. Дріт необхідно надійно закріплювати на проушинах, приварених до патрубків.

9.3. Заходи електробезпеки

При роботі з електроінструментом класу 1 застосування засобів індивідуального захисту (діелектричних рукавичок, галош, килимів і тому подібне) обов'язкове.

Забезпечення недоступності струмопровідних частин, які знаходяться під напругою; усунення небезпеки поразки струмом при появі напруги на корпусах, кожухах електроустаткування, що досягається використанням малої напруги, застосуванням подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалів, захисним заземленням, зануленням, відключенням; застосування спеціальних засобів електричних вимірювань; організація безпечної експлуатації електроустановок.

9.4 Пожежна безпека

Пожежа і вибух може відбутися: при недотриманні правил охорони праці, технологічних регламентів і інструкцій; при неправильному веденні вогняних робіт, від несправності електричної проводки, від короткого замикання, від перевантаження електродвигунів, від несправності електронагрівальних приладів, від розряду статичної електрики, від грозового розряду, від самозаймання промасленого обтирального матеріалу, від самозаймання полімерів, активованого вугілля, від іскри при ударі, при пропуску горючих газів або рідин через пошкодження або нещільність в системі апаратів і комунікацій, при недотриманні правил зберігання горючих речовин та ін.

Пожежна безпека повинна забезпечуватися:

- системою запобігання пожежі;

- системою пожежного захисту.

Безпека людей повинна бути забезпечена при виникненні пожежі в будь-якому місці цеху.

Небезпечними чинниками пожежі, що впливають на людей є:

- відкритий вогонь і іскри;

- підвищена температура повітря, предметів і т.п.;

- токсичні продукти горіння;

- дим;

- обвалення і пошкодження будівель, споруд, установок;

- вибух;

Запобігання пожежі повинне досягатися:

- запобіганням утворенню горючого середовища;

- запобіганням утворенню в горючому середовищі (або внесення до неї) джерел запалення;

- підтримкою температури горючого середовища нижче максимально допустимої по горючості;

- підтримкою тиску в горючому середовищі нижче максимально допустимого по горючості.

Пожежний захист повинен забезпечуватися:

- максимально можливим застосуванням негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів замість пожежонебезпечних;

- обмеженням кількості горючих речовин і їх розміщенням;

- ізоляцією гарячого середовища;

- запобіганням розповсюдженню пожежі за межі вогнища;

- застосуванням засобів пожежогасінні;

- евакуацією людей;

- застосуванням засобів сповіщення про пожежу;

- застосуванням засобів колективного і індивідуального захисту людей.

Засоби пожежогасіння, призначення і правила їх застосування.

Основними вогнегасними засобами є: вода, піна, інертні гази, водяна пара, галлоїдірованні вогнегасні склади, сухі вогнегасні речовини. Їх основним призначенням є створення умов, при яких припиняється горіння.

Поширеним засобом вогнегасіння є вода. Потрапляючи в зону вогню, вода нагрівається і випаровується, віднімаючи велику кількість тепла, знижуючи температуру полум'я. Якщо температура стане нижча за температуру займання речовини, що горить, то горіння припиниться, водяну пару, що утворилася, зупиняючи доступ повітря до місця горіння, якщо при цьому концентрація кисню в зоні горіння буде знижена до 11-12% - горіння припиниться.

Крім того, сильний струмінь води може збити полум'я з речовини, що горить, що полегшує гасіння пожежі.

Не можна застосовувати воду для гасіння пожежі в місцях, де розташовано електроустаткування, що знаходиться під струмом, оскільки вода - хороший провідник електрики. Неприпустимо застосування води для гасіння речовин, займистих при зіткненні з водою.

Іншим ефективним засобом гасіння пожежі є водяна пара. Вона ефективний в приміщеннях об'ємом не більше 50 $м^3$, в місцях, закритих від протоки повітря, в димарях, лотках, де розташовані трубопроводи. Вогнегасна дія водяної пари заснована на розбавленні ним повітря у сфері вогню. При змісті пари в повітрі в кількості 35% про. горіння припиняється.

Водяна пара застосовується як застережливий засіб займання при пропуску горючого нагрітого продукту через нещільність арматури і трубопроводів; струмінь пари, що подається до місця пропуску, ізолює продукт, що витісняється, від повітря.

Для гасіння ЛСР в хімічній промисловості широко застосовується вогнегана піна. Піна є масою бульбашок газу, ув’язненими в рідині. Піна ізолює полум'я, унаслідок чого практично припиняється надходження пари в зону горіння і одночасно охолоджується поверхня рідини. Піна нешкідлива для людей, майже не електропровідна, може бути легко і досить швидко отримана під час пожежі.

У хімічній промисловості як вогнегасі засоби застосовуються інертні гази і деякі рідкі і тверді речовини.

З інертних газів для гасіння пожеж застосовується діоксид вуглецю і азот. Їх вогнегасна дія визначається тим, що вони розбавляють середовище, що горить, і віднімають у нього тепло, чому знижується температура полум'я і відбувається гальмування процесу горіння.

Діоксид вуглецю, вживаний для гасіння пожеж, викидається з балонів, де знаходиться в рідкому стані під великим тиском. Миттєво випаровуючись, він утворює білі пластівці "вуглекислотного снігу"

Потрапляючи у вогнище, пластівці випаровуються, знижують температуру речовини, що горить, і розбавляють навколишнє повітря. При вмісті діоксиду вуглецю в повітрі в межах 35-38% горіння припиняється.

Діоксид вуглецю є незамінним засобом для швидкого гасіння невеликих вогнищ пожежі, на ліквідацію вогню потрібно 10 секунд.

Унаслідок своєї не електропровідності діоксид вуглецю застосовується також для гасіння електродвигунів, що зажевріли, і ін. електричних установок.

Для гасіння за допомогою діоксиду вуглецю застосовується автоматичні стаціонарні установки, пересувні, переносні вогнегасники.

Примітка: Одяг, що горить, на людині гасити вогнегасниками пінними або вуглекислотними забороняється.

Пісок - застосовується для гасіння невеликих вогнищ. Зберігається в спеціальних ящиках, повинен бути сухим, чистим і дрібним. Ящики з піском і совками повинні бути забарвлені в червоний колір і опломбовані.

Кошма (азбестове полотно) - застосовується для гасіння вогню на засувках, фланцях та ін. арматурі, трубопроводах при витіканні з них продукту, що горить, або газу.

Її накидають на місце виходу продуктів, притискують її до цього місця, щоб припинити доступ повітря до вогнища горіння.

Якщо на людині спалахнув одяг, то його щільно закутують кошмой. Для цієї мети застосовують також суконні ковдри.

Не можна допускати, щоб людина, на якій зажеврів одяг біг, тому що полум'я роздувається і поверхня вогнища збільшується.

9.5. Заходи для запобігання шкідливим і небезпечним чинникам при експлуатації і ремонті технологічного устаткування.

9.5.1 Допуск для проведення робіт

Для виконання ремонтно-монтажних робіт існує система допуску, дозволів і нарядів на проведення особливо небезпечних робіт.

Допуск - це спеціальний документ, в якому містяться наступні дані: місце, час, склад бригади і відповідальна особа за проведення ремонтних робіт. Тут же вказані засоби безпеки для проведення робіт і зафіксований факт перевірки цих засобів, закріплений підписами цих осіб, які провели перевірку. Допуск затверджений головним інженером підприємства і узгоджений з пожежною охороною, з газорятівною службою.

Перед проведенням ремонтних робіт необхідно скласти план організації робіт (ПОР); всі учасники робіт повинні бути ознайомлені з ПІР і пройти інструктаж по техніці безпеки.

Всі роботи по монтажу колони необхідно виконувати у відповідності з ПОР.

9.5.2 Організація робочого місця.

При ремонтно-монтажних роботах кожне робоче місце повинне відповідати вимогам ТБ:

- вільні проходи (шляху доставки деталей, інструментів);

- огорожа зон робіт (оберігаючі і застережливі пристрої);

- у нічний час спеціальне освітлення.

При виконанні ремонтних робіт підрядчик не повинен допускати захаращування матеріалами та будівельними відходами проїздів до пожежних гідрантів, місць, а також території навколо та в середині цехів до різного устаткування.

Щодня після закінчення робіт безпосередній керівник зобов'язаний забезпечити прибирання місць. У місцях, що представляють небезпеку при проведенні ремонтних робіт, підрядчиком повинен бути вивішений застережливий плакат, та захищені отвори для передачі устаткування і матеріалів в ремонтну зону. Ліси, підмостки та інші пристосування для виконання будівельних та монтажних робіт на висоті повинні бути інвентарними, виготовлятися за типовими проектами та відповідати вимогам ГОСТ 12.2.012-75. Для лісів повинні застосовуватися тільки металеві кріпильні елементи (болти, хомути скоби), стійки, рами, опорні сходи та інші вертикальні елементи лісів повинні бути встановлені по схилу і розкріплюватися відповідно до проекту. Нижні частини стійки, розміщені біля проїздів повинні бути захищені від ударів проїжджаючого транспорту.

Забороняється встановлювати ліси на нерівній поверхні, а також вирівнювати під ними підкладку за допомогою цегли, каменів, обрізків дощок, та інших предметів. Забороняється кріпити ліси до парапетів балками та іншими виступаючими частинами будівель і споруд.

При висоті лісів (стоячих та підвісних) більше 6 м повинно бути не менше 2х настилів: робочій (верхній) та захисний (ніжній). Роботи на декількох ярусах по одній вертикалі без проміжних захисних настилів між ними не допускається.

Підйом і спуск людей на ліси допускається тільки по сходах, розташованих на відстані не більше 40 м один від одного, закріпленим верхнім кінцем до поперечини лісів, ухил сходів не повинен перевищувати 60 градусів до горизонталі.

Зміцнення гачків, хомутів і пальців підвісних монтажних лісів на вмонтованих елементах конструкції повинно проводиться до їх підйому.

9.5.3 Порядок підготовки устаткування до проведення ремонтних робіт.

При підготовці до ремонту устаткування і комунікації повинні бути:

- зупинені згідно вимогам технологічного регламенту;

- звільнені від продуктів, що залишилися в них;

- продуті азотом, повітрям;

- очищені від забруднень;

- відключені від устаткування, що діє, і комунікацій за допомогою заглушок;

- здані в ремонт по відповідній інструкції.

Розтин апарату необхідно проводити тільки у присутності начальника зміни або відповідального за проведення робіт.

9.5.4 Техніка безпеки при роботі на висоті.

Роботи, що виконуються на висоті 1,5 м від поверхні ґрунту або перекриття, над якими проводяться роботи з монтажних пристосувань або безпосередньо з елементів конструкцій, устаткування, машин і механізмів при їх установці, експлуатації, монтажі і ремонті, називаються роботами на висоті.

Ці роботи повинні виконуватися із застосуванням приставних сходів, драбин, підмостів, лісів, що мають огорожі або при обов'язковому застосуванні перевірених і випробуваних запобіжних поясів, якщо робота проводиться з необгороджених поверхонь.

При роботі на висоті необхідного враховувати вимоги до лісів, до підмостків, до кріплень сходів, до підвісних і підйомних пристроїв.

Роботи на висоті ведуться з використанням телескопічних веж, підвісних люльок з лебідками, а також приставних сходів - драбин і пристосувань перевірених на міцність і таких, що забезпечують безпеку ведення робіт.

До засобів індивідуального захисту монтажників відносяться:

- запобіжний пояс;
- спецодяг;
- каска;
- взуття;
- сумка для інструменту.

Для огорожі робочих місць допускається застосовувати металеву сітку заввишки не менше 1 м з поручнем.

Огорожі і поручні повинні витримувати зосереджене навантаження 70 кгс.

При неможливості і недоцільності пристрою огорож робочі повинні бути забезпечені запобіжними поясами.

Підйом та спуск людей на ліси допускається тільки по сходах, із закріпленим верхнім кінцем до поперечини лісів, ухил сходів не повинен перевищувати 60° до горизонтальної поверхні.

Люди, які працюють на висоті повинні бути забезпечені індивідуальними сумками або інструментальним ящиком, забезпечені захисними касками.

При установці подмостей висотою більше 2,5 м вони повинні кріпитися до стіни.

Лінії електропередачі, розташовані ближче 5 м від металевих лісів необхідно (на час установки або розбирання лісів) зняти, знеструмити або укласти в дерев'яні короби.

Підйом людей на підмостки допускається тільки по приставних сходах або трапах.

Прогин при максимальному розрахунковому навантаженні не повинен бути більше 20 мм.

При довжині трапів і мостків більше 3 м під ними повинні встановлюватися проміжні опори. Ширина трапів і мостків не повинна бути менше 0,6 м. Трапи і мостки повинні мати огорожі. По всій довжині трапа через кожних 30-40 см повинні бути планки для упору ніг перетином 20х40 мм.

Переносні сходи і драбини повинні мати пристрої, що запобігають при роботі можливості зрушення і перекидання.

Нижні кінці переносних сходів і драбин повинні мати оковування з гострими наконечниками, а при користуванні ними на асфальтових, бетонних і подібних підлогах повинні мати черевики з гуми або іншого нековзного ма-

теріалу. При необхідності верхні кінці сходів повинні мати спеціальні крюки для закріплення до конструкцій.

Переносні дерев'яні сходи і розсувні сходи-драбини завдовжки більше 3 м повинні мати не менш 2-х металевих стяжних болтів, встановлених під ступенями. Розсувні сходи-драбини повинні бути обладнані пристроями, що виключають можливість їх мимовільного зрушення.

Загальна довжина сходів не повинна перевищувати 5 м.

Вертикальні сходи, сходи з кутом нахилу до горизонту більш 75° при висоті більше 5 м повинні мати, починаючи з висоти 3 м, огорожі у вигляді дуг.

Загальна довжина (висота) приставних сходів повинна забезпечувати робочому можливість проводити роботу в положенні стоячи на ступені, що знаходиться на відстані не менше 1 м від верхнього кінця сходів.

При роботі з приставних сходів на висоті більше 1,3 м слід застосовувати запобіжний пояс, прикріплених до конструкції споруди або до сходів за умови кріплення її до конструкції.

Дерев'яні сходи випробовуються два рази у рік, металеві - один раз в рік.

Перевірка справності приставних сходів проводиться щомісячно відповідальною особою.

Місця установки приставних сходів на ділянках руху транспорту або людей належить захищати або охороняти.

Забороняється працювати з механізованим інструментом з приставних сходів.

9.5.5. Організація безпечного проведення вогняних робіт

До вогняних робіт відносяться виробничі операції, зв'язані із застосуванням відкритого вогню, іскроутворюванням і нагріванням до температур, здатних викликати займання матеріалів і конструкцій (електрозварювання,

електрорізка, бензорізка, паяльні роботи, обробка металу з виділенням іскр і тому подібне).

До виконання вогняних робіт допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, навчені безпечним методам і прийомам роботи, що пройшли перевірку знань і посвідчення, що отримали, талон-попередження по пожежній безпеці.

Місця проведення вогняних робіт можуть бути постійними і тимчасовими.

Вогняні роботи на тимчасових місцях проводяться безпосередньо в приміщеннях або на території підприємства в цілях ремонту устаткування або монтажу комунікацій і будівельних конструкцій по спеціальному дозволу.

Постійні місця організовуються в спеціально обладнаних відповідно до протипожежних норм майстерень або на відкритих майданчиках.

Вогняні роботи на цих місцях проводяться без письмового дозволу.

На проведення вогняних робіт оформляється дозвіл, що передбачає розробку і подальше здійснення комплексу заходів щодо підготовки до безпечного проведення робіт.

Устаткування і комунікації, на яких проводитимуться вогняні роботи повинні бути зупинені, підготовлені до проведення вогняних робіт і здані по акту згідно інструкціям, що діють на підприємстві.

Місце проведення вогняної роботи повинне бути позначено (захищено), а при необхідності виставлені пости з метою недопущення перебування сторонніх осіб в небезпечній зоні.

Перед початком і періодично в процесі проведення вогняних робіт необхідно проводити аналізи стану повітряного середовища на місці робіт. Результати аналізів записуються в дозволі. У разі проведення аналізів більш 1-го разу в зміну результати записуються в цеховому журналі аналізів повітряного середовища, який повинен знаходитися у начальника зміни.

9.5.6. Проведення земляних робіт

Для отримання документації на виробництво земляних робіт необхідно подати письмову заявку начальникові бюро Генплану ПКО підприємства.

Начальник бюро Генплану ПКО підприємства згідно заявці переносить в натуру, складає схему розбиття ділянки місцевості з нанесенням підземних комунікацій.

У разі, коли по умові робіт необхідно проводити перетин проїжджих доріг і тротуарів, потрібно отримати дозвіл начальника господарського цеху, узгоджений з головним архітектором, пожежною охороною і начальником виробництва, на території кожного проводяться земляні роботи.

У разі, коли по умові робіт необхідно проводити перетин залізничних шляхів, потрібно отримати дозвіл начальника ОХЖДТ і головного архітектора.

Організація, ведуча роботи, призначає свого відповідального керівника з числа ІТР.

Всі видані начальником бюро Генплану ПКО підприємства схеми розбиття і дозволу реєструються, і їм привласнюється порядковий номер в спеціальному журналі.

Схема розбиття і дозвіл повинні знаходитися на місці виробництва робіт у відповідального керівника.

Всі вимоги представників підприємства про припинення робіт повинні негайно виконуватися виконавцем робіт.

Особа, відповідальна за виробництво робіт, не має права змінювати трасу або місце виробництва робіт. Якщо у виданій схемі розбиття є неточності або не вказані окремі споруди, відповідальний за виробництво робіт зобов'язаний звернутися до начальника відповідного цеху або до начальника бюро Генплану.

Якщо в процесі роботи з'явилися не вказані в дозволі підземні комунікації, то роботи негайно припиняються і викликається представник відповідної служби і начальник бюро Генплану.

При перетині кабелів, трубопроводів і інших споруд організація, що проводила земляні роботи, приймає заходи по їх закріпленню і викликає представника відповідного цеху (служби) для огляду.

При перетині траншей з підземними комунікаціями, що діють, розробка ґрунту механізованим способом вирішується на відстані не менше 2,0 м від бічної стінки і не менше 1,0 м над верхом труби, кабелю і ін.

Перед засипкою пересічних кабелів, трубопроводів або інших споруд викликається представник відповідного цеху, який дає письмовий дозвіл і, у разі потреби, присутній на місці.

Котловани і траншеї, що розробляються на вулицях, проїздах, а також в місцях, де відбувається рух людей або транспорту, повинні бути захищені. На огорожі необхідно встановлювати попереджувальні написи і знаки, а в нічний час сигнальне освітлення.

У місцях проходу людей траншеї повинні бути обладнані перехідними містками, що освітлюються в нічний час.

Термін дії дозволу на виробництво земляних робіт встановлюється в 10 календарних діб.

Після прокладки кабелів або трубопроводу викликається на місце проведення робіт представник бюро Генплану для зйомки і занесення їх на виконавчі планшети в план підземних комунікації.

Без візи начальника бюро Генплану і здачі виконавчої документації засипка трас не вирішується, а при самовільній засипці, на вимогу начальника бюро Генплану, траса повинна бути розкрита у вказаних місцях.

Після закінчення земляних робіт проводиться планування відновлюються бетонні і асфальтові покриття організацією, про що переводила земляні роботи.

9.5.6.19 земляних робіт.

9.5.7 Організація безпечного проведення газонебезпечних робіт

До газонебезпечних робіт відносяться роботи, пов'язані з оглядом, чищенням, ремонтом, розгерметизацією технологічного устаткування, комунікацій, зокрема роботи усередині ємкостей, при проведенні яких є або не виключена можливість виділення в робочу зону взриво-пожеженебезпечним або шкідливої пари, газів і інших речовин, здатних викликати вибух, загоряння, надати шкідливу дію на організм людини, а також роботи при недостатньому змісті кисню (об'ємна частка нижче 20 %).

У цеху складений перелік газонебезпечних робіт. У переліку роздільно вказані газонебезпечні роботи:

I - що проводяться з оформленням наряду-допуску;

II - роботи, що проводяться з оформленням наряду-допуску без засобів захисту;

III - що проводяться без оформлення наряду-допуску, але з обов'язковою реєстрацією таких робіт перед їх початком в журналі;

IV - викликані необхідністю ліквідації або локалізації можливих аварійних ситуацій і аварій.

На проведення газонебезпечних робіт оформляється наряд-допуск, що передбачає розробку і подальше здійснення комплексу заходів щодо підготовки і безпечного проведення робіт.

Газонебезпечні роботи, що періодично повторюються, є невід'ємною частиною технологічного процесу, характеризуються аналогічними умовами їх проведення, постійністю місця і характеру робіт, певним складом виконавців (установка і зняття заглушок на насосах, заміна всмоктуючих і нагнітальних клапанів на компресорах природного газу) можуть проводитися без оформлення наряду-допуску. Всі ці роботи включаються в перелік газонебезпечних робіт.

Реєструються ці роботи в цеху в журналі обліку газонебезпечних робіт, що проводяться без оформлення нарядів-допусків. Журнал повинен бути пронумерований, прошнурований і скріпляє мастичним або сургучним друком. Термін зберігання журналу - три місяці з дня його закінчення.

Порядок оформлення документації на проведення газонебезпечних робіт.

Наряд-допуск на проведення газонебезпечних робіт з діагональною жовтою смугою складається і підписується спільно заст. начальника цеху і механіком цеху, підписується начальником цеху або особою що його заміщає, узгоджується з командиром ВГСО, інженером по охороні праці виробництва, при необхідності з суміжними цехами, і затверджується начальником виробництва.

Головним інженером підприємства або його заступником по виробництву наряд-допуск затверджується у випадках, коли газонебезпечні роботи проводяться усередині ємкостей без засобів захисту органів дихання, при необхідності роботи в киснево-ізолюючих протигазах і коли начальник виробництва не може ухвалити рішення по безпечному проведенню газонебезпечних робіт.

При затвердженні наряду-допуску головним інженером або його заступником по виробництву, додатково узгоджується з начальником виробництва і заступником генерального директора по охороні праці або начальником відділу охорони праці.

Наряд-допуск оформляється в двох екземплярах, і після твердження обидва екземпляри передаються в цех для остаточного оформлення.

Після виконання підготовчих робіт особа, відповідальна за підготовку до проведення газонебезпечних робіт, здає об'єкт особі, відповідальній за проведення газонебезпечних робіт, що підтверджується підписами в наряді-допуску.

Під час проведення газонебезпечної роботи один екземпляр наряду-допуску знаходиться у начальника зміни, другої, - у відповідального за проведення цієї роботи.

Після закінчення газонебезпечної роботи обидва екземпляри наряду-допуску передаються механікові цеху. Один екземпляр зберігається в справах механіка цеху не менше трьох місяців, другий екземпляр механік цеху не пізніше за п'ять днів після закінчення газонебезпечної роботи передає у ВГСО.

Якщо по оформленому наряду-допуску робота не проводилася протягом одного місяця, то в п.18 робиться відмітка "Робота не проводилася" і один екземпляр передається у ВГСО.

Наряд-допуск оформляється на одну одиницю устаткування і може діяти підряд протягом п'яти календарних днів.

У всіх випадках проведення робіт в ємкостях, а також робіт пов'язаних з розгерметизацією устаткування і трубопроводів (зняття і установка заглушок і ін.), до наряду-допуску повинні бути прикладені схеми розташування запорної арматури, видалення продукту, промивки, пропарювання апарату і установки заглушок, підписана начальником цеху або його заступником.

9.5.8 Проведення випробувань устаткування.

Агрегати і газові колектори, що працюють з пальними, вибухонебезпечними і токсичними середовищами, перед включенням їх в роботу після проведення ремонтів і оглядів з розтином або розбиранням, повинні піддаватися випробуванню на герметичність.

Знов змонтовані або такі, що пройшли ремонти із застосуванням зварки судини та трубопроводи, до пневматичного випробування на герметичність повинні бути випробувані на міцність.

При випробуванні на герметичність агрегати повинні бути заздалегідь від'єднані від решти апаратів та трубопроводів, що не вимагають перевірки, а також тих, що вимагають перевірки на герметичність, але при іншому випробувальному тиску. Відключення проводиться шляхом закриття запорної арматури і установки заглушок.

Гідравлічні випробування проводяться з періодичністю, яку разом з величиною пробного тиску і порядком його підйому вказано в паспорті на апарат. Треба навести вимоги техніки безпеки до гідравлічних випробувань стосовно даного проекту.

До таких вимог відносять:

- попередню підготовку апарату;
- попередній його огляд;
- температурні межі випробувань;
- заборону використання повітря для підйому тиску;
- поступовий підйом тиску, згідно рекомендаціям паспорту;
- для контролю тиску використання двох манометрів.

Пневматичні випробування повинні проводиться відповідно до інструкції про порядок проведення випробування на герметичність судин, що працюють під тиском.

При проведенні випробувань необхідно дотримання наступних засобів безпеки:

- попередній зовнішній і внутрішній огляд зварних швів;
- апарат, повинен бути очищений, промитий і продутий;
- межі зон повинні бути захищені (вивішені попереджувальні прапорці);
- у зоні огорож ніхто не повинен знаходитися;
- підйом тиску повинен проводиться плавно і припиняється під час проміжного огляду;
- манометри повинні знаходитися поза зоною, що охороняється;

Агрегати, призначені для роботи із пожеженебезпечними середовищами, допускається випробовувати повітрям лише в тому випадку, якщо вони не були в роботі, або перед випробуванням були повністю очищені і лабораторним аналізом встановлена безпека середовища в судинах і трубопроводах.

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 даної дипломної роботи були розраховані матеріальний і тепловий баланси. Виконано конструктивний розрахунок основних апаратів, в ході якого визначено основні розміри проектованої колони та дефлегматора.

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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. Доманский И.В., Исаков В.П. и др. Под общей редакцией Соколова В.Н. Машины и аппараты химических производств: Примеры и задачи. – Л.: Машиностроение, 1982. – 384 с.
5. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки. Справочник/Под редакцией Судакова Е.Н., 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 568 с.
6. 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.
7. 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.
8. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии, 4-е изд. – М.: Химия, 1967. – 848 с.
9. Романков П.Г., Курочкина М.И. Расчетные диаграммы и номограммы по курсу "Процессы и аппараты химической промышленности". – Л.: Химия, 1985. – 54 с.
10. 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.
11. Дытнерский Ю.И. и др. Колонные аппараты. Каталог/ Под ред. Дытнерского Ю.И., 2-е изд-во. – М.: ЦИНИНЕФТЕХИММАШ, 1978. – С. 220.

12. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии, 3-е изд. – М.: Химия, 1987. – 496 с.
13. Машины и аппараты химических производств: Учебник для вузов по специальности “Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов” /И.И. Поникаров, О.А. Перелыгин, В.Н. Доронин, М.Г. Гайнуллин.– М.: Машиностроение, 1989. – 368 с.
14. Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т.1 / Пер. с англ. Под ред. Б.С. Петухова, В.К. Шикова.–М.: Энергоатомиздат, 1987.–560 с.
15. Справочник по теплообменникам: В 2-х т. Т.2 / Пер. с англ. Под ред. О.Г. Мартыненко и др.–М.: Энергоатомиздат, 1987.– 352 с.
16. Ткаченко Г.П., Бриф В.М. Изготовление и ремонт кожухотрубчатой теплообменной аппаратуры.– М.: Машиностроение, 1980. – 160 с.
17. Кожухотрубчатые теплообменные аппараты общего и специального назначения. Каталог.–М.: АООТ “ЦИНТИхимнефтемаш”, 1991.– 106 с.
18. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые общего назначения. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и кожухотрубчатые с температурным компенсатором на кожухе. Каталог.–М.: ОАО “ВНИИнефтемаш”, 2003.– 70 с.
19. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые общего назначения. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые с плавающей головкой, кожухотрубчатые с U-образными трубами и трубные пучки к ним. Каталог.–М.: ОАО “ВНИИнефтемаш”, 2001.– 89 с.
20. ТУ 26-02-11-02-89. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые повышенной тепловой эффективности с расширителем на кожухе. Технические условия. М.: ОАО “ВНИИнефтемаш”, 1989.– 48 с.
21. ТУ 3612-024-00220303-02. Аппараты теплообменные кожухотрубчатые с неподвижными трубными решетками и кожухотрубчатые с

температурным компенсатором на кожухе. Технические условия. М.: ОАО “ВНИИнефтемаш”, 2002.– 112 с.

22. Методические указания к выполнению курсовой работы на тему "Расчет ректификационной установки непрерывного действия" для студентов дневной и заочной форм обучения специальностей 7.091601; 7.091602; 7.091604; 7.091612; 7.090220/ Составители: Ильиных А.А., Носач В.А., Резанцев И.Р. – Северодонецк: СТИ ВНУ им. Владимира Даля, 2005. – 90с.
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.