МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МОПП,
д.т.н, проф.
_____Архипов О.Г.
«____»_____2018р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до бакалаврської роботи на тему

_ Установка ректифікації суміші сірковуглець–чотирьоххлористий вуглець продуктивністю 6,0 т/год по вихідній суміші з розробкою кипятильника

Науковий керівник П.Й Єлісєєв

Студент групи МБ-14д К.В.Реуцький

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота на тему

Установка ректифікації суміші сірковуглець–чотирьоххлористий вуглець продуктивністю 6,0 т/год по вихідній суміші з розробкою кипятильника

(Назва теми)

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

Об’єкт дослідження – основне обладнання (тарільчата ректифікаційна колона та кипятильник) установки ректифікації суміші сірковуглець–чотирьоххлористий вуглець.

Ціль роботи – розрахунок основних конструкційних параметрів тарільчатої ректифікаційної колони та кипятильника в установці ректифікації.

В роботі для суміші сірковуглець–чотирьоххлористий вуглець розроблені колона та кипятильник:

- визначені основні розміри апаратів;
- проведені розрахунки кип’ятильника на міцність;
- розглянуті питання техніки безпеки;
- виявлено вплив розміру тарілок на розміри колони.

(Текст реферату)

ректифікація, колона, кипятильник, контактні пристрої, тарілка, отвори.

ЗМІСТ

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД 4
1.1 Ректификация подвійних сумішей при атмосферному тиску. 7
1.2 Ректификация під різним тиском. 9
2. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ 10
3. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА 12
3.1. Розрахунок ректифікаціоної колони 12
3.2. Розрахунок кипятильника 26
4. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ 37
4.1. Виготовлення основних елементів 37
4.2. Збирання теплообмінника 37
4.3. Випробування теплообмінника після його сборки 39
4.4. Ремонт теплообмінника 39
5. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ 50
ЛІТЕРАТУРА 61
ДОДАТКИ 63

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

У промисловості найбільшого поширення набув шаровий процес синтезу сірковуглецю, що проводиться в ретортах або електропечах, із застосуванням в якості сировини твердого вуглецевого матеріалу і сірки. Чавунні чи сталеві реакційні реторти встановлюються в спеціальних печах, що обігріваються природним або генераторним газом. В останньому випадку сірковуглецевих виробництво оснащується генераторної станцією [1].

В електропечах температура досягається за рахунок проходження електричного струму через шар вуглецевого матеріалу.

Але необхідність витрачати значну кількість енергії та решити проблему дифузійних процесів синтезу сірковуглецю призвело до розвитку цього процесу в псевдозрідженому шарі палевідного вуглецю.

Принципова технологічна схема отримання сірковуглецю в киплячому шарі показана на рис. 1.1.

Сірка з серопалавільного відділення 1 проходить фильтраци 2 і виходить у випарник-перегрівник 3. Перегретий до температури реакції проходять в реактор 4, де реагує з киплячим шаром лігнінового вугілля фракції 2 мм. З бункера 5 живильником 6 вугілля непрерівно подається в сушило 7, в якому відбувається його сушка і прогартовує. Готовий вугілля через живильник 8 подається в реактор, газоподібні продукти виводяться через гідроуловітель 9 в атмосферу.

Паро-газова суміш виносить з реактора мелкодисперсную золу, яка відділяється в золоуловлювачів 10. Надлишок сірки відділяється в башті сірчаної промивання 11 та збирається в збірнику 12. Газ промивається в башті 13 сероуглеродом і направляється на конденсацію. Сірковуглець-сирець зі збірки 14 йде на дистиляції [1, 2].

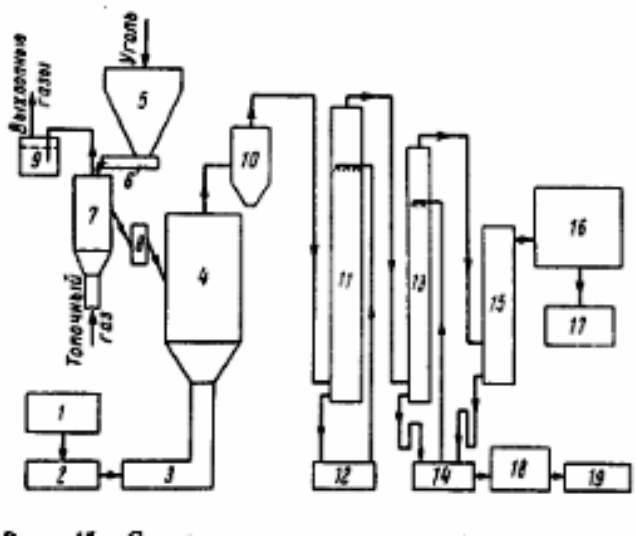


Рис. 1.1. Принципова технологічна схема отримання сірковуглецю в киплячому шарі [1]:

1 - сіркоплавильне відділення, 2 - фільтр, 3 - випарник, 4 - реактор, 5 бункер вугілля, 6 - шнековий живильник, 7 - сушарка, 8 - живильник реактора, 9 - гідроуловітель, 10 - золоуловітель, 11 - вежа сірчаної промивання, 12 - збірник сірки, 13 - вежі промивання сероуглеродом, 14 - збірник сірковуглецю, 15 - абсорбер, 16 - газгольдер, 17 - установка Клауса, 18 - дистиляція, 19 - склад сірковуглецю.

Для поділу суміші рідин зазвичай вдаються до перегонці. Поділ шляхом перегонки засноване на різній температурі кипіння окремих речовин, що входять до складу суміші. Так, якщо суміш складається з двох компонентів, то при випаровуванні компонент з більш низькою температурою кипіння (низькокиплячі компонент, скорочено НК) переходить в пари, а компонент з більш високою температурою кипіння (висококиплячий компонент, скорочено ВК) залишається в рідкому стані. Отримані пари конденсуються, утворюючи так званий дистилят; пропарена рідина називається залишком. Таким чином, в результаті перегонки НК переходить в дистилят, а НК - в залишок [3].

Описаний процес, називають перегонкою, але він не дає можливості провести повне розділення компонентів суміші і отримувати їх в чистому

вигляді. Обидва компоненти є летючими і тому обидва переходять в пари, хоча і в різному ступені. Тому що пари, що утворюються при перегонці, не являються собою чистою НК. Оскільки він внаслідок великої летючості випаровується в великій мірі, ніж ВК, то пари збагачені НК порівняно з вмістом його в вихідної суміші. В описаному явищі і полягає основна відмінність перегонки від випаровування. При випаровуванні один з компонентів (розчиненої речовина) нелетуч, і в пари переходить тільки летючий компонент (розчинник).

Для досягнення більш повного поділу компонентів застосовують більш складний вид перегонки - ректифікацію.

Ректифікація - процес поділу гомогенних сумішей летких рідин шляхом двостороннього масообміну і теплообміну між рідкої і парової фазами, що мають різні фізико-хімічні властивості. Ректифікація полягає в противоточній взаємодії пари, що утворюється при перегонці, з рідиною, що виходить при конденсації пари[4].

Уявімо собі апарат, в якому від низу до верху рухаються пари, а зверху (назустріч парам) подається рідина, що є майже чистий НК. При зіткненні піднімаються пари і часткове випаровування рідини. При цьому з парів конденсується переважно ВК, а з рідини випаровується переважно НК. Таким чином, стікає рідина збагачується ВК, а піднімаються пари збагачуються НК, в результаті чого виходять з апарату пари являють собою майже чистий НК. Ці пари надходять в конденсатор (дефлегматор), де і конденсуються. Частина конденсату, що повертається на зрошення апарату, називається флегмою, а інша частина - відводиться в якості дистиляту.

В даний час перегонка і ректифікація широко поширені в хімічній технології і застосовуються для отримання різноманітних продуктів в чистому вигляді, а також для поділу газових сумішей після їх зрідження. Однак при поділі чутливих до підвищених температур речовин, при добуванні цінних продуктів або шкідливих домішок з сильно розбавлених розчинів, поділі сумішей компонентів, що мають близькі температури

кипіння, в ряді випадків потребує застосування екстракції.

1.1 Ректификация подвійних сумішей при атмосферному тиску.

Ректифікацію можна проводити періодичним і безперервним способом.

При періодичної ректифікації (рис. 1.2) суміш завантажується в куб 1 і нагрівається пором, які пройшли через змійовик 2. Після того, як суміш в кубі закипить утворюються пари які починають надходити в колону 3, звідти по трубі 4 направляються в дефлегматор 5, де конденсуються. Частина конденсату (флегма) по трубі 6 стікає назад в колону, інша частина (дистилят) по трубі 7 надходить в холодильник 8 і звідси відводиться в приймач дистиляту[4-6].

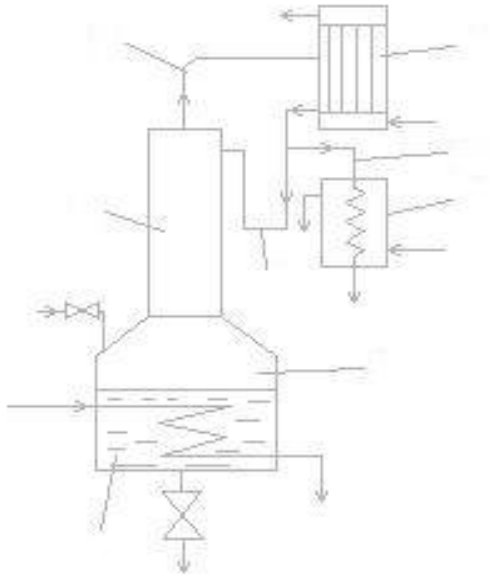


Рис. 1.2. Схема ректифікаційної установки періодичної дії:
1-куб; 2-змійовик; 3-колона; 4-труба для відводу парів з колони; 5-дефлегматор; 6-труба для повернення флегми; 7-труба для відбору дистиляту; 8-холодильник.

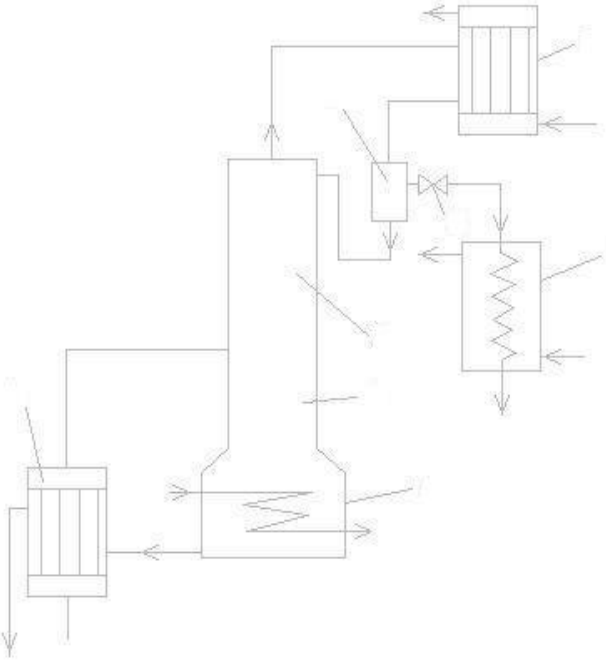


Рис. 1.3. Схема ректифікаційної установки безперервної дії:
1-теплообмінник; 2-зміцнює колона; 3-вичерпна колона; 4-кип'ятильник; 5-дефлегматор; 6-розподільний стакан; 7-холодильник; 8-вентиль, що регулює відбір дистиляту.

При такому процесі в колоні відбувається зміцнення пари, а в кубі - вичерпування суміші. Вичерпування триває протягом деякого часу, коли досягається необхідний склад суміші, операція закінчується і залишок відводиться з куба.

У міру протікання процесу умови роботи установки поступово змінюються. На початку процесу в колону надходять з куба пари, багаті на НК. У цей період потрібно невелика кількість флегми, щоб виділити з парів ВК. В ході процесу з куба виходять пари які все більш збагачуються ВК, і для виділення їх з парів кількість флегми має бути збільшено. Якщо ж кількість флегми залишається постійним, буде зростати вміст ВК в дистиляті.

При безперервної ректифікації (рис. 1.3) суміш подається в середню частину колони через теплообмінник 1, який обігрівається парою. У верхній частині колони 2 відбувається зміцнення пари. У нижній частині колони 3 відбувається вичерпування рідини. З вичерпною колони рідина стікає в кип'ятильник (куб) 4, що обігрівається парою. У кип'ятильник утворюються пари, що піднімаються вгору по колоні; залишок безперервно відводиться з куба. Пари, що виходять з зміцнює частини колони, надходять в дефлегматор 5, звідки флегма повертається в колону, а дистилят прямує в холодильник 7.

Переваги безперервної ректифікації в порівнянні з періодичної:

1) умови роботи установки не змінюються в ході процесу, що дозволяє встановити точний режим, спрощує обслуговування і полегшує автоматизацію процесу;

2) відсутні простої між операціями, що призводять до підвищення продуктивності установки;

3) витрата тепла менше, причому можливе використання тепла залишку на підігрів вихідної суміші в теплообміннику.

Завдяки перерахованих переваг в виробництвах великого масштабу застосовують головним чином безперервну ректифікацію, періодичні процеси ректифікації знаходять застосування лише в невеликих, нерівномірно працюючих виробництвах.

1.2 Ректификация під різним тиском.

Залежно від температури кипіння поділюваних рідин ректифікацію проводять під різним тиском. При температурах кипіння від 30 до 150º С зазвичай застосовують ректифікацію під атмосферним тиском. Ректифікацію в вакуумі застосовують при поділі висококиплячих рідин для зниження температур їх кипіння. Ректифікацію під тиском проводять при поділі рідин з низькою температурою кипіння[4-6].

Тиск в кубі завжди більше тиску нагорі колони на величину її гідравлічного опору. Це має особливо велике значення для процесу ректифікації, проведеного в вакуумі, так як в разі великого гідравлічного опору колони розрідження в кубі може виявитися недостатнім навіть при дуже глибокому вакуумі нагорі колони. Тому гідравлічний опір колон, що працюють при розрідженні, має бути якомога менше.

2. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Процес ректифікації (рис. 2.1) здійснюється в ректифікаційної установки, що включає колону ректифікації, що складається з нижньої частини, в якій відбувається видалення легколетучего компонента, з стекає вниз рідини, і верхньої (зміцнювальної) частини, в якій відбувається видалення легколетучего компонента, його насичення, дефлегматор. У ряді випадків в дефлегматоре відбувається конденсація всіх парів, що вийшли з колони. В кінцевому холодильнику дистилят охолоджується до заданої температурі. Іноді в дефлегматоре конденсується лише частина парів для отримання флегми, а повна конденсація і охолодження відбувається в холодильнику [1, 4-6]

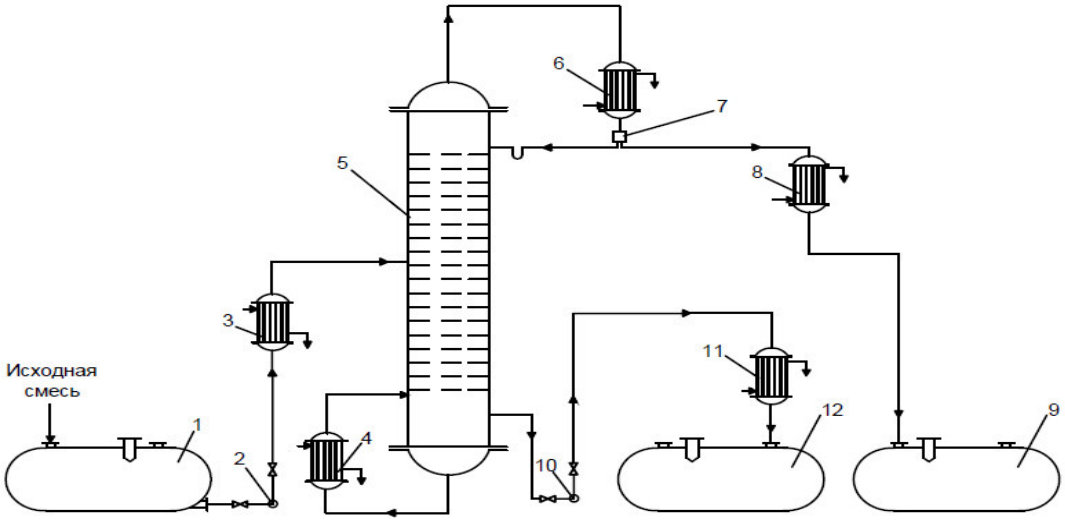


Рис. 2.1 Технологична схема ректификаційної установки:

Вихідна суміш з ємності (1) насосом (2) подається в підігрівач (3), де нагрівається до температури кипіння і надходить на живильну тарілку ректифікаційної колони (5). Стікаючи по тарілках рідина, потрапляє в куб, з якого надходить в кип'ятильник (4). З кип'ятильника пари рідини надходять в

нижню частину колони і рухаються назустріч вихідної суміші, барботуя через неї і збагачуючись низкокипящим компонентом. Виходячи з колони пари, потрапляють в дефлегматор (6) і конденсуються. Дистилят надходить в роздільник (7), де розділяється на два потоки: одна частина в якості флегми повертається в колону і стікає по тарілках вниз, збагачуючись при цьому висококиплячих компонентах, а інша частина надходить в холодильник (8), охолоджується і потрапляє в приймальну ємність (9). Під час роботи частина рідини з куба відводиться в холодильник (11) і надходить в приймальну ємність (12) в якості кубового залишку.

3. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок ректифікаціоної колони

В основі методу розрахунку лежить ряд вихідних припущень, що спрощують розрахункову процедуру [6-9, 11-14]. 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.

Зв'язок між рівноважними концентраціями рідини і пара для ідеальних розчинів встановлюється на підставі законів Рауля і Дальтона. На підставі даних по рівновазі можуть бути побудовані графіки:

1) крива рівноваги у-х;

2) ізобара температур кипіння і конденсації t - x, y.

Продуктивність по вихідної суміші – 6,0 т/ч;

Концентрація сірковуглець:

у вихідній суміші - a_F = 40 % (масс.),

у дистилляті - a_P = 97.5% (масс.),

у кубовому залишку - a_W = 1,8 % (масс.).

Температура:

охолоджуючої води - 12 °С,

дистиляту після холодильника - 22 °С,

кубового залишку після холодильника - 23 °С,

вихідної суміші - 20 °С.

Тиск насиченої водяної пари - 5 кгс/см^2,

Коефіцієнт надлишку флегми - 2.

Колона працює під атмосферним тиском.

Вихідна суміш і флегма вводяться в апарат при температурі кипіння

Визначення продуктивності по дистиляту і кубовому залишку

Продуктивність колони по дистиляту:

$$G_P = G_F \cdot \frac{a_F - a_W}{a_P - a_W} = 6000 \cdot \frac{0{,}4 - 0{,}018}{0{,}975 - 0{,}018} = 2395 кг/ч = 0{,}665 кг/с$$

Продуктивність колони по кубовому залишку:

$G_W = G_F - G_P = 6000 - 2395 = 3605$ кг/ч = 1,001 кг/с.

Перевірка:

$6000 \cdot 0{,}4 = 2395 \cdot 0{,}975 + 3605 \cdot 0{,}018$

$2400 = 2335{,}11 + 64{,}89$

$2400 = 2400$.

Визначення мінімального і дійсного флегмового числа

Перераховуємо масові концентрації в молярні

$$X = \frac{\frac{a}{M_A}}{\frac{a}{M_A} + \frac{1-a}{M_B}},$$

де X - концентрація низькокиплячого компоненту А в бінарній суміші;

а - вміст низькокиплячого компонента А в бінарній суміші, мас. частки;

M_A, M_B - молярна маса компонента А і В (відповідно).

Молярні маси: сірковуглець - 76 кг / кмоль. толуол – 154 кг/кмоль.

Тоді концентрація вихідної суміші:

$$X_F = \frac{\frac{a_F}{M_A}}{\frac{a_F}{M_A} + \frac{1-a_F}{M_B}} = \frac{\frac{0{,}465}{98{,}96}}{\frac{0{,}465}{98{,}96} + \frac{1-0{,}465}{92{,}14}} = 0{,}45;$$

$$X_F = \frac{\frac{a_F}{M_A}}{\frac{a_F}{M_A} + \frac{1-a_F}{M_B}} = \frac{\frac{0,4}{76}}{\frac{0,4}{76} + \frac{1-0,4}{154}} = 0,57$$

дистиляту:

$$X_P = \frac{\frac{a_P}{M_A}}{\frac{a_P}{M_A} + \frac{1-a_P}{M_B}} = \frac{\frac{0,975}{76}}{\frac{0,975}{76} + \frac{1-0,975}{154}} = 0,99$$

кубового залишку:

$$X_W = \frac{\frac{a_W}{M_A}}{\frac{a_W}{M_A} + \frac{1-a_W}{M_B}} = \frac{\frac{0,018}{76}}{\frac{0,018}{76} + \frac{1-0,018}{154}} = 0,036$$

Мінімальне флегмовое число визначаємо графо - аналітичним способом. Для цього на підставі досвідчених даних, в координатах у - х будуємо криву рівноваги для суміші дихлоетан - толуол при атмосферному тиску і криву температур кипіння і конденсації.

Таблиця 3.1 – Рівноважні склади рідини х та пари у в мол. % та температура кипіння в °С бінарних сумішей при 760 мм рт. стовп.

Суміш	x	0	5	10	20	30	40
Сірковуглець– чотири-хлористий вуглець	y t	0 76,7	13,2 73,7	24 71	42,3 66	54,4 62,3	64,5 59

Суміш	x	50	60	70	80	90	100
Сірковуглець– чотири-хлористий вуглець	y t	72,6 56,1	79,1 53,7	84,8 51,6	90,1 49,6	95 47,9	100 46,3

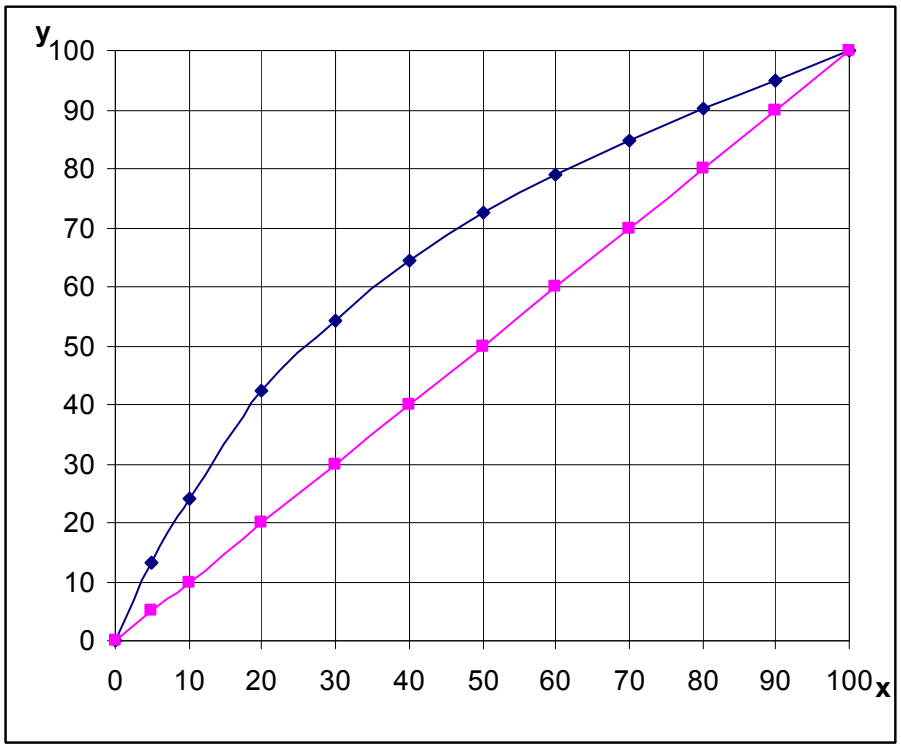


Рис. 3.1. Визначення мінімального флегмового числа

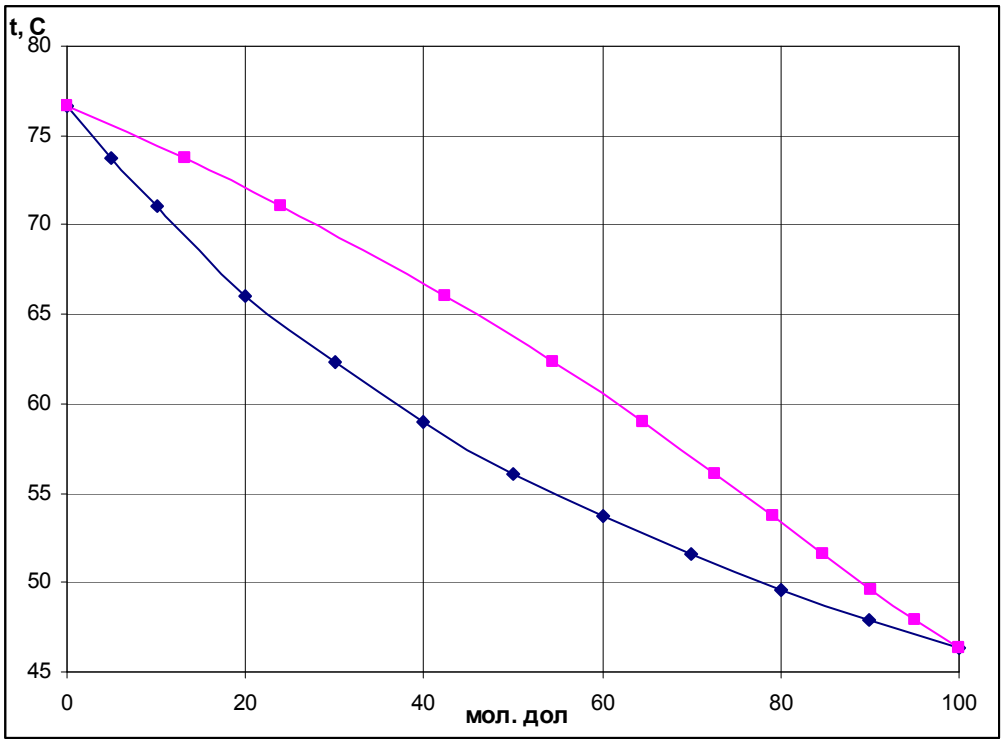


Рис. 3.2. Ізобара температур кипіння та конденсації

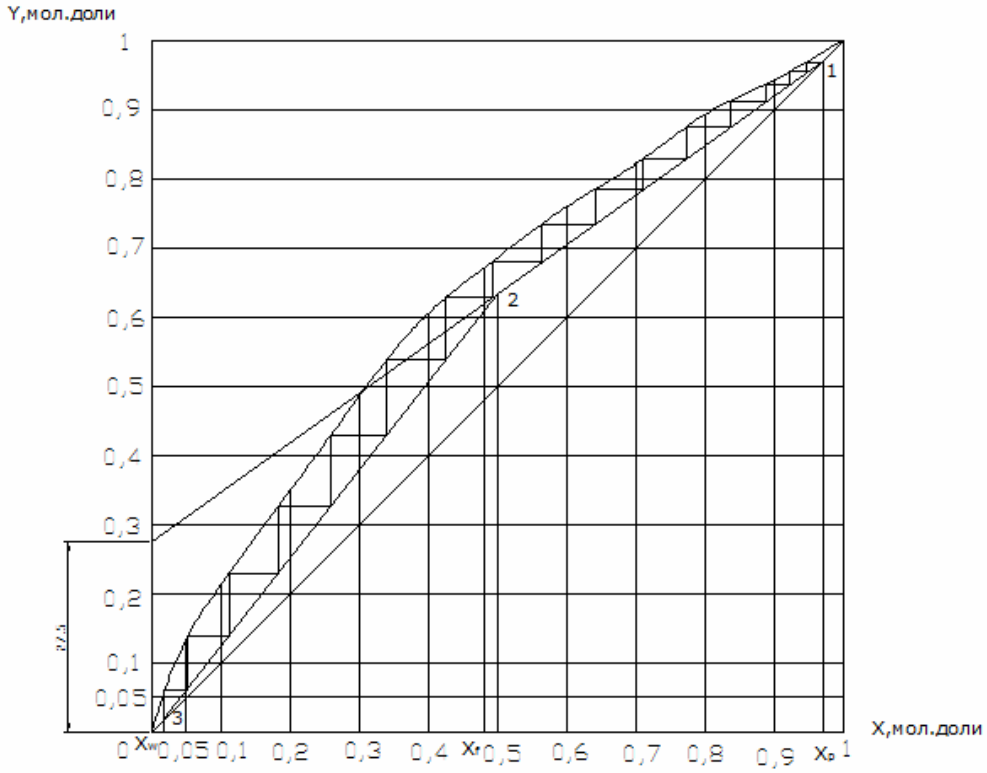


Рис. 3.3. Визначення числа теоретичних тарілок

На діаграмі у-х з точки 1 ($x_p = y_p$) через точку 2′ (x_F, y_F*) проводимо пряму лінію до перетину з віссю у. Відрізок, що відсікається на осі у, позначимо через Bmax = 0,376. За величиною цього відрізка знаходимо мінімальне флегмове число.

$$R_{min} = \frac{x_p}{B_{max}} - 1 = \frac{0{,}975}{0{,}376} - 1 = 1{,}58\,.$$

Дійсне флегмове число:

$R = K_R \cdot R_{min} = 2 \cdot 1{,}58 = 3{,}16.$

На діаграмі у-х наносимо лінії робочих концентрацій (робочі лінії) для оптимального флегмового числа R = 3,16: для цього на осі у відкладаємо відрізок, кінець якого з'єднуємо прямою з точкою 1 ($x_p = y_p$) ; точку перетину цієї прямої з вертикальной лінією, проведеної з абсциси XF, позначимо точкою 2 (X_F, y_F) і, нарешті, крапку 2 з'єднуємо з точкою 3 ($x_W = y_W$). Лінії 1-2 і 2-3 з'єднуються робочими лініями для верхньої і нижньої частин колони, відповідно.

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

Рідка фаза.

Середня мольна концентрація в нижній частині колони:

$$X_{ср}^{н} = \frac{X_W + X_F}{2} = \frac{0{,}036 + 0{,}4}{2} = 0{,}218.$$

Середня мольна концентрація в верхній частині колони:

$$X_{ср}^{в} = \frac{X_F + X_P}{2} = \frac{0{,}4 + 0{,}975}{2} = 0{,}687.$$

Середня масова концентрація по колоні:

$$a_{ср} = \frac{x_{ср} \cdot M_A}{x_{ср} \cdot M_A + (1 - x_{ср}) \cdot M_B},$$

$$a_{ср} = \frac{0{,}488 \cdot 76}{0{,}488 \cdot 76 + (1 - 0{,}488) \cdot 154} = 0{,}32.$$

Средня температура у ніжній частині колони:

$$t_{x\,ср}^{н} = \frac{t_{XW} + t_{XF}}{2} = \frac{76 + 68}{2} = 72\,°\text{C}.$$

Средня температура у верхній частині колони:

$$t_{x\,ср}^{в} = \frac{t_{XF} + t_{XP}}{2} = \frac{51 + 45}{2} = 48\,°\text{C}.$$

Средняя температура по колоні:

$$t_{X\,ср} = \frac{t_{x\,ср}^{н} + t_{x\,ср}^{в}}{2} = \frac{72 + 48}{2} = 60\,°\text{C}.$$

Значення t_{XW}, t_{XF}, t_{XP} взяті з діаграми t – x, y.

Средня мольна маса

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

$M_{x\,ср} = 76 \cdot 0{,}32 + 154 \cdot (1 - 0{,}32) = 129$ кг/кмоль.

Средня густина визначається за формулою:

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

де ρ_A и ρ_B – густина компонентів А и В при температурі $t_{x\,ср}$.

ρ_A = 1200 кг/м^3 при $t_{x\,ср}$ = 60 °С [7, с. 512]; ρ_B = 1556 кг/м^3.

$$\rho_{x\,ср} = \frac{1200 \cdot 1556}{1200 \cdot 0{,}32 + 1556(1 - 0{,}32)} = 1295 \text{ кг/м}^3.$$

Середній поверхневий натяг визначаємо за рівнянням

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

где σ_A та σ_B – поверхневий натяг компонентів А та В, н/м.

σ_A = 0,25 мПа·с при $t_{x\,ср}$ = 60 °С σ_B = 0,59 мПа·с.

$\sigma_{x\,ср}$ = 0,48 мПа·с.

Парова фаза.

Середня мольна концентрація в нижній частині колони:

$$y^{н}_{ср} = \frac{y_W + y_F}{2} = \frac{0{,}019 + 0{,}64}{2} = 0{,}327.$$

Середня мольна концентрація у верхній частині:

$$y^{в}_{ср} = \frac{y_F + y_P}{2} = \frac{0{,}64 + 0{,}97}{2} = 0{,}805.$$

Средня мольна концентрація по колоні:

$$y_{ср} = \frac{y^{н}_{ср} + y^{в}_{ср}}{2} = \frac{0{,}327 + 0{,}803}{2} = 0{,}566.$$

Средня температура по колоні:

$$t_{у\,ср} = \frac{t^{н}_{у\,ср} + t^{в}_{у\,ср}}{2} = 62\,°\text{С}.$$

Средня мольна маса

$M_{у\,ср} = M_A \cdot y_{ср} + M_B \cdot (1 - y_{ср}) = 76 \cdot 0{,}566 + 154 \cdot (1 - 0{,}566) = 110$ кг/кмоль

Средня густина:

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

де Т = 273 + $t_{у\,ср}$, °С; Р = 1 кгс/см^2 (атмосферний тиск у колоні).

$$\rho_{y\,ср} = \frac{110}{22{,}4} \cdot \frac{1}{1{,}033} \cdot \frac{273}{(273 + 98{,}14)} = 3{,}08 \text{ кг/м}^3.$$

Визначення діаметра колони

Витрата, що проходить по колоні пари, може бути визначена:

$$V_y = \frac{G_y}{\rho_{y\,ср}} = \frac{G_p \cdot (R+1)}{\rho_{y\,ср}} = \frac{2395 \cdot (3{,}16+1)}{3600 \cdot 3{,}08} = 0{,}9 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Швидкість пару у колоні

$W = 1{,}4$ м/с.

Тоді діаметр колони

$$D = \sqrt{\frac{V_y}{0{,}785 \cdot W}} = \sqrt{\frac{0{,}9}{0{,}785 \cdot 1{,}4}} = 0{,}95 \text{ м}.$$

Приймаємо стандартне значення діаметра колони D = 1 м

Розрахунок висоти колони

Висоту колони визначаємо за рівнянням

$H = (n - 1) \cdot h + H_{сеп} + H_{куб} = (22 - 1) \cdot 0{,}5 + 0{,}8 + 2{,}0 = 13{,}3$ м.

Визначення гідравлічного опору колони з сітчатими тарілками

Гідравлічний опір колони ректифікації визначаємо за рівнянням

$$\Delta P_k = n * \Delta P_T$$

Для сітчатої тарілки приймаємо: діаметр отворів d_o = 12 мм, висота переливу $h_{пер}$ = 30 мм, вільний перетин тарілки Fo = 0,08 (8%).

Гідравлічний опір сітчатої тарілки визначимо за рівнянням:

$$\Delta P_{сух} = \zeta \frac{W_o^2 \cdot \rho_{у\,ср}}{2} = 1.82 \frac{15.63^2 \cdot 3{,}08}{2} = 684{,}71 \text{ Па};$$

Швидкість пари в отвірах:

$$W_o = \frac{W}{F_o} = \frac{1{,}25}{0{,}08} = 15{,}63 \text{ м/с},$$

$$\Delta P_\sigma = \frac{4\sigma}{1.3 d_0 + 0.08 d_0^2} = \frac{4 \cdot 20{,}8 \cdot 10^{-3}}{1.3 \cdot 0.012 + 0.08 \cdot 0.012} = 5.2 \text{ Па};$$

Для визначення статичного тиску рідини на тарілці визначаємо витрати рідкої фази в нижній частині колони:

$$L = G_P \cdot R + G_W = 2395 \cdot 3{,}16 + 3605 = 11173 \text{ кг/ч}$$

або в об'ємному вираженні 15,1 м^3/ч.

Для колони D = 1 м довжина сливного борту $l_{сл}$ = П = 0,8 м, тоді інтенсивність потоку. $\frac{L}{l_{сл}} = \frac{15{,}1}{0{,}8} = 18{,}9 \frac{м^3}{ч \cdot м}$

Так як $\frac{L}{l_{сл}} = 18{,}9 > 5 \frac{м^3}{ч \cdot м}$, то m = 10000.

Тоді за рівнянням:

$$ДР_{ст} = 1{,}3 \left[K \cdot h_{пер} + 3 \sqrt{K \left(\frac{L}{m \cdot l_{сл}} \right)^2} \right] \cdot c_{хср} \cdot g = 1{,}3 \left[0{,}5 \cdot 0{,}03 + 3 \sqrt{0{,}5 \left(\frac{18{,}9}{10000 \cdot 0{,}8} \right)^2} \right] \cdot 934{,}3 \cdot 9{,}81 = 328{,}85 Па.$$

Гідравлічний опір однієї тарілки

$$\Delta P_т = \Delta P_{сух} + \Delta P_\sigma + \Delta P_{ст} = 684.71 + 5.2 + 328.85 = 1018{,}76 \text{ Па}.$$

Гідравлічний опір колони:

$\Delta P_к = N_Д \cdot \Delta P_т = 22 \cdot 1078.76 = 22412{,}72$Па.

Теплові розрухунки

Підігрівач вихідної суміші

Рівняння теплового балансу для підігрівача:

$$Q = 1{,}05 \cdot G_F \cdot c_F' \cdot (t_{XF} - t_{нач}) = G_{г.п} \cdot r,$$

Питома теплоємність вихідної суміші

$$c_F' = a_F \cdot C_A + (1 - a_F) \cdot C_B,$$

де C_A, C_B – питомі теплоємності при середній температурі

$$t_{X_F}^{ср} = \frac{t_{X_F} + t_{нач}}{2} = \frac{72 + 20}{2} = 46\,°C;$$

$C_A = 0{,}245 \ \frac{ккал}{кг \cdot {}^oC}$; $C_B = 0{,}22 \ \frac{ккал}{кг \cdot {}^oC}$, [7, с. 562];

$$c_F' = 0{,}245 \cdot 0{,}311 + (1 - 0{,}465) \cdot 0{,}22 = 0{,}22 \frac{ккал}{кг \cdot {}^oC} = 922 \ \frac{Дж}{кг \cdot К}.$$

$$Q = 1{,}05 \cdot G_F \cdot c_F'(t_{XF} - t_{нач}) = 1{,}05 \cdot \frac{6000}{3600} \cdot 922\,(72 - 20) = 83902 \text{ Вт}.$$

Дефлегматор (конденсатор)

Витрата теплоти, що віддається охолоджуючої воді при конденсації парів в дефлегматоре, визначається з рівняння теплового балансу дефлегматора:

$$Q_Д = G_P \cdot (R + 1) \cdot r_P = G_B \cdot C_B \cdot (t_к - t_н),$$

Питома теплота пароутворення r_A і r_B при t_{Xp}=46°С:

$r_A = 351 \ \frac{кДж}{кг}$; $r_B = 206 \ \frac{кДж}{кг}$

$$r_P = 0{,}975 \cdot 351 + (1 - 0{,}975) \cdot 206 = 347 \ \frac{кДж}{кг}.$$

$$Q_Д = \frac{2395}{3600} \cdot (3.18+ 1) \cdot 347 \cdot 10^3 = 1{,}0 \cdot 10^6 \text{ Вт.}$$

Холодильники дистиляту та кубового остатку

Витрата теплоти, що віддається охолоджуючої воді у водяному холодильніку дистиляту, визначається з рівняння теплового балансу:

$$Q = G_P \cdot c_p' \cdot (t_{Xp} - t_{p\,кон}) = G_B \cdot C_B \cdot (t_к - t_н),$$

$$c_p' = a_P \cdot C_A + (1 - a_P) \cdot C_B,$$

$C_A = 0{,}24 \ \frac{ккал}{кг \cdot {}^oC}$; $C_B = 0{,}21 \ \frac{ккал}{кг \cdot {}^oC}$, при середній температурі

$$t_{ср} = \frac{t_{Xp} + t_{p\,кон}}{2} = 48\,°C;$$

$$c_p' = 0{,}975 \cdot 0{,}309 + (1 - 0{,}975) \cdot 0{,}442 = 0{,}22 \frac{ккал}{кг \cdot {}^oC} = 920 \frac{Дж}{кг \cdot К}.$$

$$Q = G_P \cdot c_p' \cdot (t_{Xp} - t_{p\,кон}) = \frac{2395}{3600} \cdot 920\,(48 - 22) = 15913 \text{ Вт.}$$

Витрата теплоти, що віддається охолоджуючої воді у водяному холодильніку кубового остатку, визначається з рівняння теплового балансу:

$$Q = G_w \cdot c_w' \cdot (t_{Xw} - t_{w\,кон}) = G_B \cdot C_B \cdot (t_к - t_н),$$

$$c_w' = a_w \cdot C_A + (1 - a_w) \cdot C_B,$$

$C_A = 0{,}323 \ \frac{ккал}{кг \cdot {}^oC}$; $C_B = 0{,}457 \ \frac{ккал}{кг \cdot {}^oC}$, при середній температурі

$$t_{ср} = \frac{t_{Xw} + t_{W\,кон}}{2} = 50\,°C;$$

$$c_w' = 0{,}018 \cdot 0{,}323 + (1 - 0{,}018) \cdot 0{,}457 = 0{,}456 \frac{ккал}{кг \cdot {}^oC} = 1912{,}5 \ \frac{Дж}{кг \cdot К}.$$

$$Q = G_w \cdot c_w' \cdot (t_{Xw} - t_{W\,кон}) = \frac{3605}{3600} \cdot 1912{,}5\,(72 - 22) = 67988 \text{ Вт.}$$

Кипятильник (випарник)

Кількість тепла Q_K, яке необхідно підвести у куб:

$$Q_K = Q_Д + G_P \cdot C_P \cdot t_{Xp} + G_W \cdot C_W \cdot t_{Xw} - G_F \cdot C_F \cdot t_{XF} + Q_{пот}.$$

Теплові втрати приймаємо 3% від корисно витрачається теплоти; питомі теплоємності взяті відповідно при $t_{Xp} = 45°C$, $t_{XF} = 68°C$, $t_{Xw} = 76°C$.

$C_P = a_P \cdot C_A + (1 - a_P) \cdot C_B = 0,975 \cdot 0,343 + (1 - 0,975) \cdot 0,477 =$

$= 0,344 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot {}^{o}\text{C}} = 1443 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

$C_F = a_F \cdot C_A + (1 - a_F) \cdot C_B = 0,4 \cdot 0,355 + (1 - 0,4) \cdot 0,489 = 0,422 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot {}^{o}\text{C}} = 1768,2 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$C_W = a_W \cdot C_A + (1 - a_W) \cdot C_B = 0,018 \cdot 0,37 + (1 - 0,018) \cdot 0,5 =$

$= 0,498 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot {}^{o}\text{C}} = 2085 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

$$Q_K = 1,03(0,958 \cdot 10^6 + \frac{2395}{3600} \cdot 1443 \cdot 45 + \frac{3605}{3600} \cdot 2085 \cdot 68 -$$

$$- \frac{6000}{3600} \cdot 1768.2 \cdot 76) = 1,0 \cdot 10^6 \ Вт.$$

Таблиця 3.2. Тепловий баланс ректифікаціонної колони, Вт

Потік	Прихід	Витрата
Q_F	83902	
$Q_д$		1000000
Q_{x1}		15913
Q_{x2}		67988
Q_K	1000000	
Разом:	183902	1240000

Визначення діаметрів штуцерів колони

Штуцер виходу пари з колони:

$$d = \sqrt{\frac{V_y}{0,785 \cdot W_y}},$$

де $V_y = 1,966$ м^3/с (.

Приймають $W_y = 15$ м/с, тоді

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

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера Ø426х11 мм, [11, с. 17].

Штуцер подачі флегми до колони:

$$d = \sqrt{\frac{V_ф}{0{,}785 \cdot W_ф}},$$

$$V_ф = \frac{G_R}{\rho_A} = \frac{G_D \cdot R}{\rho_A} = \frac{2704{,}66 \cdot 1{,}23}{3600 \cdot 751} = 1{,}23 \cdot 10^{-3}\ м^3/с.$$

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

Приймають $W_ф = 0{,}5$ м/с, тоді

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

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера Ø 70х3 мм, [11, с. 17].

Штуцер подачі вихідної суміші до колони:

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

при $t_{XF} = 77{,}4$ °С

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

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

Приймають $W_F = 0{,}8$ м/с, тоді

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

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера Ø70х3 мм, [11, с. 17].

Штуцер підводу пароріднинної суміші до колони, яка виходить з кип’ятильника:

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

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера Ø194х6 мм, [11, с. 17].

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

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

$$V_{кип} = \frac{G_F + G_R - G_W}{\rho_B} = \frac{6000 + 2704,66 \cdot 1,23 - 3295,34}{3600 \cdot 958,84} = 1,74 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Приймаємо $W_{кип}$ = 0,3 м/с, тоді

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

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера Ø95х4 мм, [11, с. 16].

Штуцер виходу кубового залишку з колони:

$$d = \sqrt{\frac{V_W}{0,785 \cdot W_W}},$$

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

ρ_B = 958,84 кг/м^3 – густина води при 98,8 °С.

Приймаємо W_W = 0,3 м/с, тоді

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

Стандартний розмір труби для виготовлення штуцера Ø70х3 мм, [11, с. 17].

Вибір товщини стінки корпуса колони

Вибираємо відповідно до рекомендацій цих методичних вказівок (табл. 2.2 Розділ 2.8) товщину стінки корпуса колонного апарата рівною 10 мм.

Розрахунок та вибір ємностей установки

Приймають, що установка повинна безперервно роботи протягом τ=6

годин=21600 с, а наповненість ємностей повинна складати 80% від їх повного об’єму (К=0,8).

Ємність вихідної суміші

При G_F = 6000 кг/ч, вибираємо ємність із каталогу [12] ГЭЭ-50-0,6-1-К-0,7.

Ємність дистиляту

При G_P = = 3605 кг/ч, вибирають ємність із каталогу [12] ГЭЭ-25-0,6-1-К-0,9

Ємність кубового залишку

При G_W = 3605 кг/ч, вибирають ємність із каталогу [12] ГЭЭ-25-0,6-1-К-0,9.

3.2. Розрахунок кипятильника

Витрата теплоти (табл. 3.2), що необхідно підвести у кипятильнику, визначено в розділі 3.1.

Даний апарат є кожухотрубчастим випарником у відповідності з ГОСТ 15119-79. У кожухотрубних випарниках в трубному просторі кипить рідина, а в міжтрубному просторі може бути рідкий, газоподібний, пароподібний, парогазовий або паро рідинний теплоносій. Він призначений для підігріву вихідної суміші. Потік пари в нижній частині колони найчастіше створюється в виносному кип'ятильнику з паровим простором, що обігрівається водяною парою чи будь-яким іншим теплоносієм (наприклад, гарячим нафтопродуктом). Залишок з колони направляється в кип'ятильник, де він частково випаровується. Пари з кип'ятильника повертаються в колону під нижню тарілку, а відпарений залишок виводиться з кип'ятильника.

Кип’ятильник зображено на рисунку 3.4.

Теплові втрати приймаємо 3% від корисно витрачаємої теплоти; питомі теплоємкості взяті відповідно при t_{Xp} = 83,7°С, t_{XF} = 94,85°С, t_{Xw} = 110,8°С.

$C_P = a_P \cdot C_A + (1 - a_P) \cdot C_B = 0,97 \cdot 0,343 + (1 - 0,97) \cdot 0,477 =$

$= 0,344 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot {}^{o}\text{C}} = 1443 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

$C_F = a_F \cdot C_A + (1 - a_F) \cdot C_B = 0,5 \cdot 0,355 + (1 - 0,5) \cdot 0,489 =$

$= 0{,}422 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot {}^{o}\text{C}} = 1768{,}2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

$C_W = \alpha_W \cdot C_A + (1 - \alpha_W) \cdot C_B = 0{,}02 \cdot 0{,}37 + (1 - 0{,}02) \cdot 0{,}5 =$

$= 0{,}498 \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot {}^{o}\text{C}} = 2085 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$.

$$Q_K = 1{,}03(0{,}958 \cdot 10^6 + \frac{3031{,}58}{3600} \cdot 1443 \cdot 83.7 + \frac{2968{,}42}{3600} \cdot 2085 \cdot 110.8 -$$

$$- \frac{6000}{3600} \cdot 1768.2 \cdot 94.85) = 999795 \; Bm.$$

Витрата гріючого пара при Р = 5 кгс/см^2:

$$G_{г.п} = \frac{Q_к}{r} = \frac{999795}{2117 \cdot 10^3} = 0{,}472 \text{ кг/с}.$$

Середня різниця температур дорівнює різниці між температурою насиченого пара при Р = 5 кгс/см^2 и температурою кипіння кубового залишку:

$\Delta t_{ср} = 151{,}1 - 110{,}8 = 40{,}3°\text{C}$.

При орієнтовно прийнятом коефіцієнті теплопередачі К = 2000 Вт/м^2·К, [10, с. 47] поверхня кип'ятильника складе:

$$F = \frac{Q_к}{K \cdot \Delta t_{ср}} = \frac{999795}{2000 \cdot 40{,}3} = 9.2 \text{ м}^2. \text{ м}^2.$$

Приймаємо двоходовий кожухотрубчастий теплообмінник з наступними характеристиками [10, с. 51]:

Тип апарата – теплообмінник 273ТКВ-1,6-М1-О/25Г-3-1-И-гр.1 ТУ26-02-1090-88

Внутрішній діаметр кожуха D, мм 273

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 1

Розрахунковий тиск у трубному просторі P_m, МПа 0,26

Розрахунковий тиск у міжтрубному просторі $P_к$, МПа 0,5

Розрахункова температура труб t_m, °С 111

Розрахункова температура кожуха $t_к$, °С 152

Матеріал кожуха Ст10

Матеріал розподільної камери, кришки, трубної решітки та теплообмінних труб . . . . . .сталь 20

Середовище в трубному просторі – пожежовибухонебезпечне, шкідливе, 3 класу небезпеки за ГОСТ 12.1.007–76

Середовище в міжтрубному просторі – пожежовибухонебезпечне, шкідливе, 3 класу небезпеки за ГОСТ 12.1.007–76

Група теплообмінника по трубному простору 1

Група теплообмінника по міжтрубному простору 1

Загальне число циклів навантаження N 1000

Строк служби 10

Ескіз розраховуваного теплообмінника наведено на рис. 3.4.

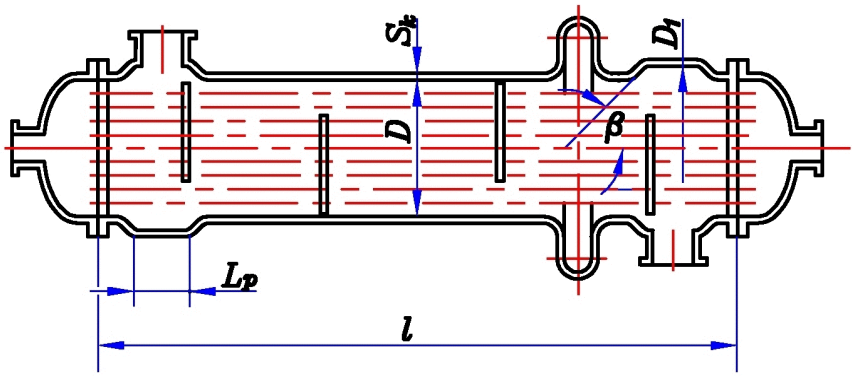


Рис. 3.4 – Апарат з розширником та компенсатором на кожусі

Розрахунок на міцність, жорсткість та стійкість

Розрахункова температура

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

$t_{кам} = 2\,t_m - t_к = 2 \cdot 98 - 152 = 70$ °С.

Розрахункову температуру ізольованих фланців визначаємо за формулою:

$t_ф = t$,

де t – розрахункова температура апарата, °С.

Розрахункову температуру ізольованих апаратних фланців та фланців штуцерів розподільної камери теплообмінника приймаємо рівною температурі розподільної камери, тобто $t_ф = t_{кам} = 70\,°C$.

Розрахункову температуру ізольованих фланців штуцерів кожуха приймаємо рівною температурі середовища міжтрубного простору, тобто $t_ф = t_к = 152\ °C$.

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

$$t_б = 0{,}97\, t_{кам} = 0{,}97 \cdot 70 = 68\,°C\ .$$

Розрахункова температура болтів фланцевих з'єднань штуцерів міжтрубного простору

$$t_б = 0{,}97 t_к = 0{,}97 \cdot 152 = 148\,°C.$$

Допустимі напружини

Допустимі напружини при розрахунковій температурі $[\sigma]$ і при температурі 20 °C $[\sigma]_{20}$, МПа, для матеріалів елементів апарата наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Допустимі напружини матеріалів елементів теплообмінника

Елементи апарата	Матеріал	Допустимі напружини, МПа		Відношення допустимих напружин $[\sigma]_{20}/[\sigma]$
		при температурі 20 °C $[\sigma]_{20}$	при розрахунковій температурі $[\sigma]$	
Кожух	Сталь 10	130	122	1,062
Трубна решітка	Сталь 20	147	144	1,02
Труби	Сталь 10	130	122	1,06
Фланці апаратні	Сталь 20	147	1444	1,02
Фланці штуцерів трубного простору	Сталь 20	147	144	1,02
Фланці штуцерів міжтрубного простору	Сталь 20	147	122	1,02
Шпильки	Сталь 35	130	126	1,01
Гайки	Сталь 20	124	120	1,06

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 $[\sigma]_{20}/[\sigma] = 1,068$ пробний тиск складає

$$P_{пр\,т} = 1,25\ P_т \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,25 \cdot 0,26 \cdot 1,02 = 0,332\ \text{МПа}.$$

Гідростатичний тиск при випробуванні трубного простору теплообмінника складає

$$P_{г\,тр} = \rho_в \cdot g \cdot H_c \cdot 10^{-6} = 1000 \cdot 9,81 \cdot 3450 \cdot 10^{-6} = 0,034\ \text{МПа},$$

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

Гідростатичний тиск при випробуванні трубного простору

$$P_{г\,тр} = 0,039 \le 0,05\ P_{пр\,т} = 0,5 \cdot 0,322 = 0,16\ \text{МПа}$$

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

$$P_{і\,т} = P_{пр\,т} = 0,322\ \text{МПа}$$

Умова

$$P_{і\,т} = 0,366\ МПа \ge 1,35\ P_т \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,35 \cdot 0,26 \cdot 1,02 = 0,358\ \text{МПа}$$

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

Для міжтрубного простору (кожуха) при відношенні допустимих напружин $[\sigma]_{20}/[\sigma] = 1,04$ пробний тиск складає

$$P_{пр\,к} = 1,25\ P_к \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,25 \cdot 0,5 \cdot 1,02 = 0,64\ \text{МПа}.$$

Гідростатичний тиск при випробуванні міжтрубного простору

$$P_{г\,к} = \rho_в \cdot g \cdot H_к \cdot 10^{-6} = 1000 \cdot 9,\ 81 \cdot 3 \cdot 10^{-6} = 0,03 >$$

$$> 0,05\, P_{пр\,к} = 0,05 \cdot 0,64 = 0,032\ \ МПа$$

складає понад 5% від пробного, тому розрахунковий тиск в умовах випробувань розраховуємо за формулою

$$P_{i\,к} = P_{пр\,к} + P_{г\,к} = 0,63 + 0,03 = 0,633\,\text{МПа}.$$

Умова

$$P_{i\,к} = 0,275 \le 1,35\, P_к \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]} = 1,35 \cdot 0,5 \cdot 1,01 = 0,69\,\text{МПа}$$

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 [13], 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 допуску, мм.

Добавку для компенсації корозії та ерозії C_1 розраховуємо за формулою

$$C_1 = П \cdot \tau + C_э \text{ мм},$$

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

Швидкість проникнення корозії для матеріалу міжтрубного простору приймаємо $П_к = 0,05$ мм/рік, а трубного – $П_т = 0$ мм/рік.

Добавка для компенсації корозії складає:

– для труб з боку трубного та міжтрубного просторів

$C_{1т} = 0$ мм;

– для кожуха

$$C_{1к} = П_к \cdot \tau = 0,05 \cdot 10 = 0,5 \text{ мм}.$$

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 просторі теплообмінника при розрахунковій температурі, МПа;

D – внутрішній діаметр обичайки кожуха, мм;

$\varphi_р$ – коефіцієнт міцності подовжніх зварних швів.

$$S_{рк} = \frac{0,5 \cdot 273}{2 \cdot 122 \cdot 0,9 - 0,5} = 1.4 \text{ мм}.$$

Відповідно до галузевого стандарту [13] виконавчу товщину стінки кожуха приймаємо рівною $S_к = 6$ мм. Добавка для компенсації мінусового допуску для сталевого листа товщиною 7 мм складає $C_2 = 0,6$мм.

Виконавчу товщину стінки кожуха визначаємо за формулою

$S_к \geq S_{рк} + C_к = 1.4 + 1.1 = 2.5$ мм.

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

Допустимий внутрішній надлишковий тиск в кожусі визначаємо за формулою [13]

$$[P] = \frac{2[\sigma]\cdot\varphi_p\cdot(S-C)}{D+(S-C)} = \frac{2\cdot 122\cdot 0{,}9\cdot(6-1{,}1)}{273+(6-1{,}1)} = 0.95 \text{ МПа}.$$

Умова міцності

$P_к = 0{,}5 \leq [P]_к = 0.95\ МПа$

виконується.

Умова застосування розрахункових формул

$$\frac{S-C}{D} = \frac{6-1{,}1}{273} = 0,018 \leq 0{,}1$$

виконується.

Розрахунок лінзового компенсатора

Умови застосування розрахункових формул

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

$$\frac{S_л}{d_н} = \frac{4}{408} = 0,01 < 0,035;$$

$$1,08 < \frac{D_л}{d_н} = \frac{558}{408} = 1{,}37 < 3,00;$$

$$\frac{2r}{D_л - d_н} = \frac{2\cdot 14}{558-408} = 0,19 < 0{,}4.$$

виконуються.

Визначення допоміжних величин

Розрахунковий діаметр западини хвилі компенсатора розраховуємо за формулою

$d_1 = d_н - S_л = 408 - 4 = 404$ мм.

Розрахунковий діаметр гребеня хвилі компенсатора визначаємо за формулою

$d_2 = D_л - S_л = 558 - 4 = 554$ мм.

Середній радіус тороїдального переходу хвилі компенсатора розраховуємо за формулою

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

Допоміжну величину впливу переходу розраховуємо за формулою

$$\rho_л = 2 - 100 \cdot \frac{r_s}{d_1 + d_2} = 2 - 100 \cdot \frac{16}{404 + 554} = 0,54 \text{ мм}.$$

Розрахункову ширину пластинчастої зони хвилі компенсатора визначаємо за формулою

$b_л = 0,5(d_2 - d_1 + \rho_л \cdot r_s) = 0,5 \cdot (554 - 404 + 0,54 \cdot 14) = 78.78$ мм.

Радіус закруглення пластинчастої зони хвилі компенсатора розраховуємо за формулою

$R_o = 0,25(d_2 + d_1 - 2b_л) = 0,25 \cdot (554 - 404 - 2 \cdot 78.78) = 200$ мм.

Середній діаметр хвилі компенсатора визначаємо за формулою

$d_{ср} = 0,5(d_2 + d_1) = 0,5 \cdot (554 + 404) = 479$ мм.

Характеристики хвилі обчислюємо за формулами :

$$\xi = \frac{d_2}{d_1} - 1 = \frac{554}{404} - 1 = 0,37;$$

$$\eta = \frac{d_2 - d_1}{2r_s} - 2 = \frac{554 - 404}{2 \cdot 14} - 2 = 3.36;$$

$\alpha = S_л / d_1 = 4/404 = 0,09$;

$\lambda = b_л / R_o = 78.78/200 = 0,4$;

$$\gamma = 1 + 1,25 \cdot \frac{d_2}{d_1} - \frac{3,2 \cdot r_s}{d_2 - d_1} = 1 + 1,25 \cdot \frac{554}{404} - \frac{3,2 \cdot 14}{554 - 404} = 2,34.$$

Розрахунок компенсатора на міцність

Розрахункову товщину S_3, мм, розраховуємо за формулою

$S_3 = 0,25(d_2 - d_1 - \gamma \cdot r_s) \cdot \sqrt{P/[\sigma_л]} =$

$$= 0{,}25 \cdot (554 - 404 - 2{,}34 \cdot 14) \cdot \sqrt{0{,}5/122} = 1{,}78 \text{ мм}.$$

Розрахункову товщину стінки компенсатора S_4, мм:

$$S_4 = \frac{P \cdot d_{ср}}{2[\sigma]_л \cdot \varphi} \cdot \frac{L}{d_2 - d_1 + 2\,l_к + 2{,}3\,r_s} = \frac{0{,}45 \cdot 544}{2 \cdot 122 \cdot 0{,}9} \cdot \frac{74}{554 - 404 + 2 \cdot 5 + 2{,}3 \cdot 14} = 0{,}42 \text{ мм}.$$

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

$$S_{лр} = S_4 \cdot \sqrt{0{,}5 + \sqrt{0{,}25 + (S_3 / S_4)^4}} = 0{,}27 \sqrt{0{,}5 + \sqrt{0{,}25 + (1.78/0{,}42)^4}} = 1.72 \text{ мм}.$$

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

Виконавчу товщину стінки лінзового компенсатора розраховуємо за формулою

$$S_л \geq S_{лр} + C_л = 1.72 + 0{,}5 = 2{,}52 \text{ мм}.$$

Остаточно приймаємо виконавчу товщину стінки компенсатора рівною 4 мм.

Допустимий тиск $[P]_1$ визначаємо за формулою

$$[P]_1 = 16 \left(\frac{S_л - C_л}{d_2 - d_1 - \gamma \cdot r_s} \right)^2 \cdot [\sigma]_л =$$

$$= 16 \cdot \left(\frac{4 - 0{,}8}{554 - 404 - 2{,}34 \cdot 14} \right)^2 \cdot 122 = 0.29 \text{ МПа}.$$

Допустимий тиск $[P]_2$ визначаємо за формулою (118)

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

$$= \frac{2 \cdot 122 \cdot 0{,}9 \cdot (4 - 0{,}8)}{479} \cdot \frac{554 - 404 + 2 \cdot 5 + 2{,}3 \cdot 14}{74} = 3{,}73 \text{ МПа}.$$

Допустимий тиск визначаємо за формулою (116)

$$[P]_л = \frac{[P]_1}{\sqrt{1 + \left(\frac{[P]_1}{[P]_2} \right)^2}} = \frac{0.29}{\sqrt{1 + \left(\frac{0.29}{3.73} \right)^2}} = 0{,}29 \text{ Ма}..$$

Конструкційні матеріали для виготовлення теплообмінника

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 даній роботі обираємо сталь 20, так як саме ця сталь забезпечує всі вимоги, які наведені вище.

Застосування стали 20

Сталь 20 застосовується в зварних конструкціях, які працюють в умовах впливу фосфорної, оцтової кислот та інших середовищах підвищеної агресивності.

Технологические параметры Ст20

Стали 20, 10 технологичны при операциях, связанных с горячей пластической деформацией; интервал горячей деформации сталей 735-680 °С; для плавок, содержащих 5-феррит, рекомендуется некоторое снижение температуры начала деформации. Все стали допускают высокие степени холодной пластической деформации.

4. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА РЕМОНТ ОБЛАДНАННЯ

4.1. Виготовлення основних елементів

Виробництво кожухотрубних теплообмінників вже давно спрямоване не тільки для забезпечення станцій центрального теплопостачання, але і для інших галузей. Їх часто застосовують в хімічній, харчовій та легкій промисловостях. Таке обладнання здатне забезпечити динамічний підігрів великих об'ємів рідини.

Порядок складання апаратів

Лінія збірки теплообмінників складається з безлічі візків-кантователей призначених для транспортування агрегатів від одного поста до іншого. На місцях збирання спершу готують корпус. Висвердлюють отвори під штуцера, підганяють зміцнюють кільця під внутрішній діаметр корпусу, після чого знімають фаску для зварювання. Потім приварюються ребра жорсткості, косинки і інші деталі. Після всіх приготувань, в корпус поміщається, окремо виготовлений, трубний пучок, який закріплюється різними сполуками.

Виготовлення трубного пучка

Виробництво трубчастих систем для кожухотрубних теплообмінників проводиться в кілька етапів. З круглих заготовок шляхом свердління і вальцювання створюються решітки, які в подальшому служать кріпленням для трубок. Потім проводиться обов'язкова шліфовка поверхонь решіток з наступним обдуванням стисненим повітрям для позбавлення від стружки. Потім в отвори протягується трубки і там Дорн, що робить їх з'єднання з гратами досить надійним. Додаткові перегородки монтуються до трубної системі за допомогою пайки. Після завершення цих етапів пучок готовий до монтажу.

4.2. Збирання теплообмінника

Збірка кожухотрубчастого теплообмінника здійснюється наступним

чином: Виробляють складання каркаса, для цього трубні решітки з виконаними в них отворами зварюють з кінцевими обичайками. Попередньо в одній з трубних решіток, наприклад лівої, по її окружності виконують різьбові гнізда, а в дистанціонуючих решітках з отворами під теплообмінні труби виконують отвори під стяжки і пази під протівобайпасние смуги. Далі, в різьбові гнізда трубної решітки вкручують стяжки. На стяжки по черзі встановлюють розпірні трубки і дистанціонуючі решітки, а в пази встановлюють протівобайпасние смуги. Кількість дистанціонуючих решіток залежить від довжини теплообмінника. Після установки останньої з дистанціонуючих решіток на вільні кінці стяжок нагвинчують гайки, а кінці протівобайпасних смуг закріплюють на трубних решітках, наприклад, зварюванням. Потім на кінцевих обичайках приварюють підкладні елементи в місцях кільцевих швів зварювання кожуха з кінцевими обичайками. Далі виробляють складання трубного пучка шляхом набивання теплообмінних труб через відповідні отвори трубних решіток і отвори дистанціонуючих решіток. Проводять кріплення кінців теплообмінних труб в трубних решітках будь-яким з методів, що застосовуються в техніці. Потім виготовляють кожух теплообмінника. Довжина кожуха відповідає відстані між кінцевими обичайками каркаса. Кілька кільцевих обичайок циліндричної форми різної довжини зварюють між собою зварним швом. Потім отриману циліндричну оболонку розрізають уздовж її утворює на дві частини і. Розгортають одну з частин, наприклад, щодо початкового положення на 180 °, в результаті чого поперечні шви на частинах і кожуха при складанні теплообмінника не збігаються, чим забезпечується відсутність місць перетину поздовжніх і кільцевих зварних швів на кожусі готового теплообмінника. На внутрішній поверхні частин і кожуха в місцях розташування дистанціонуючих решіток приварюють поперечні смуги і обробляють їх в розмір, близький до діаметру дистанціонуючих решіток (на 1-3 мм більше), за рахунок чого знижуються байпасні перетікання теплоносія при роботі теплообмінника. Розгорнуті частини і кожуха встановлюють на трубний пучок між кінцевими

обичайками і виробляють зварювання стиків частин і кожуха між собою зварним швом і з кінцевими обичайками звареним швом. Для забезпечення гарантованого проплавления без подварки кореня зварного шва зварювання частин і кожуха між собою і з кінцевими обичайками 3 виконують на підкладних елементах. Потім до кінцевих обичайок приварюють торцеві кришки і опори.

4.3. Випробування теплообмінника після його сборки

Після закінчення зборки, можна приступити до гідравлічних випробувань теплообмінників та їх комунікацій. Гідравлічне випробування проводиться водою або нафтопродуктом при тиску, що перевищує робоче в 1,5 рази, але не більше максимального тиску, зазначеного в паспорті апарату. Тиск преса підтримується не більше 5 хвилин, після чого воно спускається до робочого. Під час опресовування в першу чергу перевіряється герметичність пучків труб теплообмінника. Для цього знімаються всі краники корпусів з боку плаваючою головки. Виявлені пропуски негайно ж усуваються.

Апарат визнається таким, що витримав випробування, якщо не помічено падіння тиску за манометром, перетікання рідини між робочими просторами і течі через прокладки протягом 5 хв. У холодному стані апарату допускається протікання не більше 10 крапель води через прокладку в хвилину.

4.4. Ремонт теплообмінника

У процесі тривалої роботи теплообмінні апарати піддаються забрудненню і зносу. Поверхня їх покривається накипом, маслом, відкладеннями солей і смол, окислюється і т.п. Зі збільшенням відкладень зростає термічний опір стінки і погіршується теплообмін.

Знос теплообмінного апарату виражається в наступному:

1) зменшення товщини стінки корпусу, днища, трубних решіток;

2) випучини і вм'ятини на корпусі і днищах;

3) свищі, тріщини, прогари на корпусі, трубках і фланцях;

4) збільшення діаметра отворів для труб в трубній решітці;

5) прогин трубних решіток і деформація трубок;

6) заклинювання плаваючих головок і пошкодження їх струбцин;

7) пошкодження лінзових компенсаторів;

8) пошкодження сальникових пристроїв, коткових і пружинних опор;

9) порушення гідро- і теплоізоляції.

Підготовка до ремонту включає виконання наступних мероприятій:

1) знижується надлишковий тиск до атмосферного і апарат звільняється від продукту;

2) відключається арматура і ставляться заглушки на всіх підвідних і відвідних трубопроводах;

3) проводиться продування азотом або водяною парою з наступним промиванням водою і продувкою повітрям,

4) виконується аналіз на наявність отруйних і вибухонебезпечних продуктів;

5) скласти план і надати дозвіл на вогневі роботи, якщо вони необхідні в процесі ремонту;

6) складається акт здачі в ремонт.

Далі виконуються наступні роботи:

1) зняття кришок апарату, люків, демонтаж обв'язки і арматури;

2) виявлення дефектів вальцювання і зварювання, а також цілісності трубок гідравлічним і пневматичним випробуваннями на робочий тиск;

3) часткова зміна або відключення дефектних трубок, кріплення труб гнуття або зварюванням;

4) ремонт футеровки і антикорозійних покриттів деталей з частковою заміною;

5) ремонт або заміна зносилася арматури, трубопроводів, регулювання запобіжних клапанів;

6) зміна ущільнень розбірних з'єднань;

7) витяг трубок, чистка внутрішньої поверхні корпусу апарату і теплообмінних трубок, зачистка отвер¬стій в трубній решітці, зачистка решт трубок;

8) заміна частини корпусу, днищ (кришок) і зношених деталей;

9) виготовлення нових трубок;

10) монтаж трубного пучка і вальцювання труб в решетке;

11) ремонт плаваючих головок;

12) монтаж різьбових з'єднань;

13) гідравлічне випробування міжтрубному і труб¬ной частин апарату пробним тиском;

14) пневматичне випробування апарату.

Для очистки теплообменной аппаратуры используют химическую, абразивную или специальную очистку.

Хімічне очищення здійснюється без розтину і розбирання теплообмінника. Для очищення від накипу застосовують 5 - 15% розчин соляної кислоти з добавками інгібіторів. Для очищення від органічних відкладень використовуються вуглеводневі розчинники. Очищення від твердих відкладень шляхом заповнення теплообмінника на добу 5% розчином соляної кислоти з добавкою рідкого скла. Твердий осад розпушується в цьому розчині і потім легко змивається водою.

Абразивна очищення підрозділяються на механічну, гідропневматичне, гідромеханічну і піскоструминну.

Механічне очищення проводиться за допомогою шомполів, свердел, щіток, шарошок, різців, бурів з подачею води або повітря для видалення продуктів очищення.

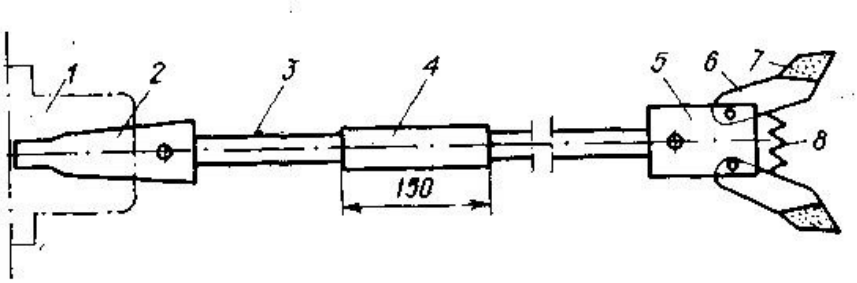


Рис. 4.1. – Пристрій для механічної чистки труб

1 – пневмодрель; 2 – конус Морзе; 3 – трубка; 4 – трубка-держатель; 5 – держатель резцов; 6 – резец; 7 – победитовый наконечник; 8 – пружина.

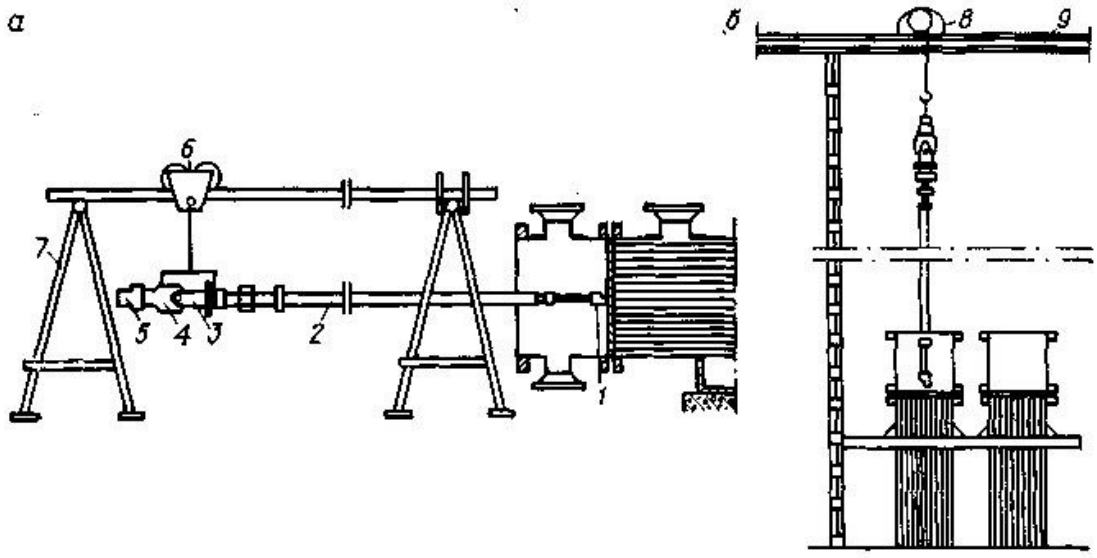


Рис4.2. – Пристрій для механичної чистки теплообмеників

а – горизонтального; б – вертикального.

1 – бур; 2 – полый вал; 3 – распределительный золотник; 4 – привод; 5 – упор; 6 – таль; 7 – тренога; 8 – лебедка; 9 – подкрановые пути.

Гідромеханічна очищення проводиться за допомогою води і повітря. В забруднену трубку одночасно подаються вода під тиском 0,5 - 0,6 МПа і стиснене повітря під тиском 0,7 - 0,8 МПа. Стиснене повітря, розширюючись, різко збільшує швидкість руху води, яка починає переміщатися по трубці послідовними водяними «пробками» з інтенсивними завихреннями. Спільне

рух води і повітря швидко руйнує відкладення на стінках трубок, очищаючи їх.

Гідромеханічна очищення полягає в наступному. Насосом високого тиску по напірним шлангах вода подається в порожнисту штангу, на кінці якої встановлено сопло з декількома отворами. Струмінь води виходить з сопла під великим тиском, ріже і відриває відкладення від стінок очищуються. Гідність такого методу - можливість очищення внутрішньої і зовнішньої поверхонь трубок, а також корпусу безпосередньо на місці установки апарату. При цьому досягається ступінь очищення значно вище, ніж при інших методах.

Піскоструминне очищення дає можливість досягти найбільш повного очищення труб, в результаті чого коефіцієнт теплопередачі відновлюється до значень, що відповідають відсутності термічних опорів, обумовлених забрудненнями. Сутність піскоструминного очищення полягає в обробці поверхні, що очищається суспензією піску в повітрі або воді, яка подається з великою швидкістю.

До спеціальному очищенню відноситься ультразвукове очищення. Ультразвукові перетворювачі за допомогою головок з вібраторами, що встановлюються в рідині (воді) всередині очищаемого обсягу, дозволяють повністю видалити тверді відкладення, що руйнуються під дією ультразвукових коливань і вимиваються звукопередающей середовищем.

Відмови теплообмінників відбуваються в основному через пропуску продукту через вальцювальні з'єднання і через корозію труб трубного пучка.

Приховані дефекти теплообмінників встановлюють обпресуванням міжтрубному простору при відкритих з обох торців кришках. Зношену або лопнула трубу обнружівают по появі в ній обпресувальна рідини, а неплоності в з'єднаннях кінців труб з трубними гратами - по пропускається рідини і запітніння.

Дефектні трубки зазвичай заглушають з двох кінців металевими пробками, що мають невелику конусність (3 - 5º). Пробки забивають туго, щоб надійно протистояти максимальному тиску в трубках.

Число отглушенних труб не повинно перевищувати 15% трубок в кожному потоці пучка; інакше значно зростає гідравлічний опір і помітно зменшується поверхню теплообміну.

При виході з ладу понад 15% трубок всі вони замінюються.

Заміна труб - складна операція, яка включає видалення дефектних труб, підготовку нових труб, кріплення нових труб в трубних решітках.

Труби видаляють з використанням оп¬равкі. Для цього Зенкера (висвердлюють) трубу приблизно на 3/4 довжини розвальцьованої частини, зменшуючи при цьому товщину її стінки. Після цього між трубою і внутрішньою поверхнею отвори решітки забивають спеціальну оправку, яка деформує стінку труби. Потім оправкой трубу вибивають з трубної решітки.

Для видалення приварених труб попередньо вирубують зварений шов вручну або спеціальною фрезою з приводом від гнучкого валу або переносний дрилі.

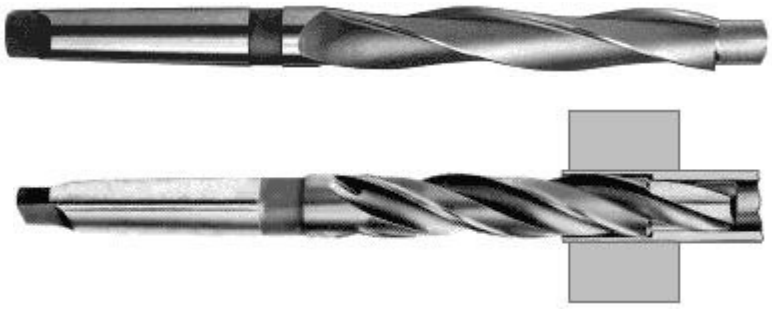


Рис. 4.3. – Зенковка для зменшення товщини стінок труб перед їх видаленням з трубних решіток

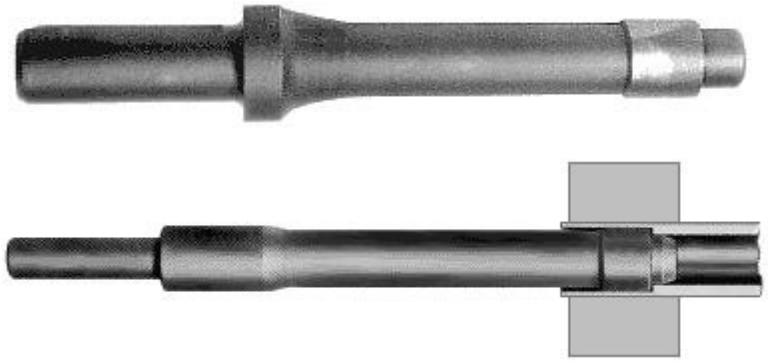


Рис. 4.5. – Оправлення для видалення з трубних решіток труб після їх обробки зенковки

Вставляються нові трубки відрізають по довжині трубного пучка з надбавкою 8 - 10 мм довжини. Кінці трубок зачищають до металевого блиску на довжину, рівну товщині решітки з надбавкою 10 мм на сторону. У трубній решітці всі отвори зачищають від задирок, іржі і бруду. Наявність поздовжніх рисок в отворах трубної решітки не допускається. Перед установкою трубок отвори в решітці продувають повітрям і насухо протирають. Трубки встановлюють в трубні решітки так, щоб їх кінці труб виступали на 3 - 5 мм від зовнішнього торця кожної решітки. Зазор між зовнішнім діаметром трубки і отвором в решітці не повинен перевищувати 1,5% діаметра трубки.

У трубних решітках кінці трубок кріпляться розвальцюванням або зварюванням.

Розвальцьовування є найбільш поширеним способом отримання міцних і герметичних з'єднань труб з трубними решітками теплообмінних апаратів. При вальцюванні відбувається пластична деформація труби.

Розвальцювання трубок здійснюють за допомогою спеціального інструменту - вальцювання. Вальцювання складається з металевого конуса, патрона з пазами і циліндричних роликів. Під кожен розмір труби свій патрон.

В процесі розвальцьовування ролики виходять з пазів і збільшують діаметр труби.

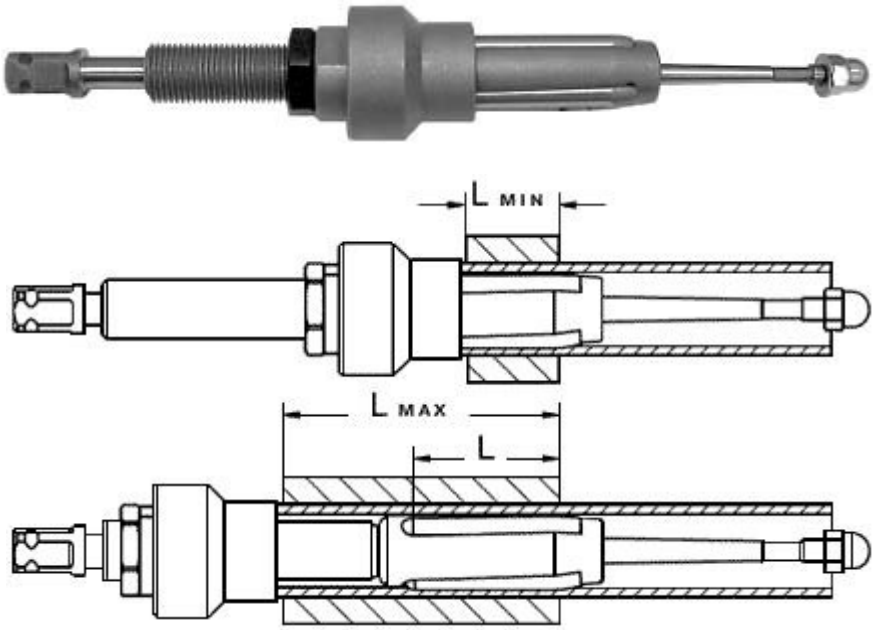


Рис 4.6. - Вальцовки з регулюванням глибини вальцювання

L – рабоча длина ролика; L_{min} – минимальна глубина вальцевання;

L_{max} – максимальна глубина вальцевання

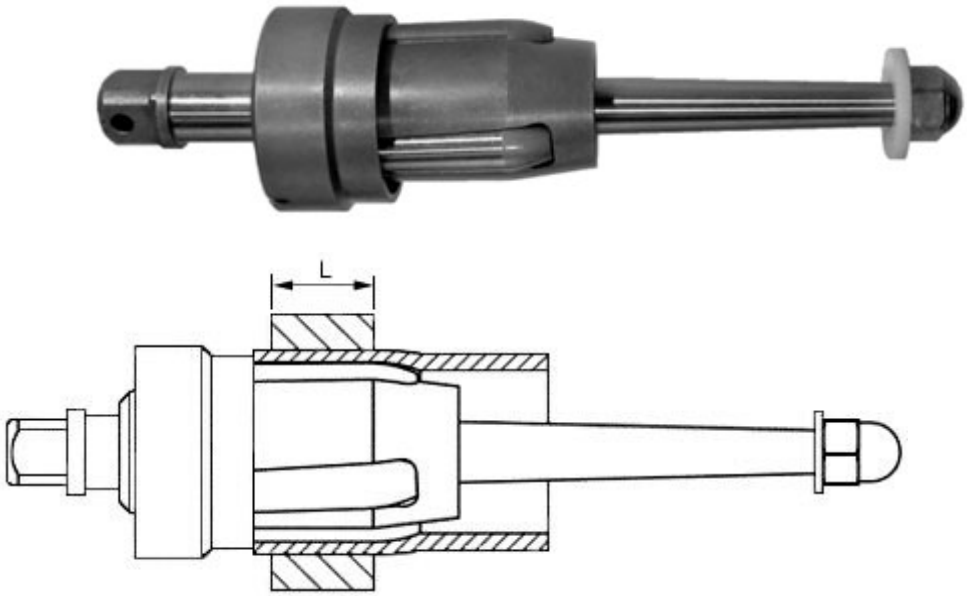


Рис4.7. – Вальцовки з фіксованою глибиною вальцювання

Так як трубки при розвальцьовуванні подовжуються, спочатку розвальцьовують всі кінці трубок в одній решітці, а потім в інший.

Порядок розвальцьовування трубок наступний: спочатку вальці чотири трубки хрест на хрест, потім все трубки по периметру і далі інші.

При розвальцьовуванні можливі наступні дефекти:

1) відсутність характерного переходу між розвальцьованої і неразвальцованной частинами труб;

2) надмірна довжина дзвіночка або роздутий вихід труби за трубною решіткою;

3) одностороннє випинання трубки на виході з гнізда;

4) підрізу труби по крайках гнізда трубної решітки;

5) тріщини і розриви в Вальцьована частини труби або у дзвонику.

Зварювання труб з трубними решітками проводять тільки в поєднанні з розвальцюванням. Таке кріплення труб застосовують в теплообмінниках, що працюють при температурі вище 450 ° С і тиску більш як 14,0 МПа або коли до герметичності з'єднань висувають особливі вимоги, пов'язані з пожежо- або вибухонебезпечність, а також токсичністю або радіоактивністю робочого середовища.

Застосування зварювання без додаткової розвальцьовування доцільно тільки для апаратів, у яких товщина трубної решітки менше зовнішнього діаметра теплообмінних труб.

Також при ремонтах теплообмінної апаратури виникає необхідність ремонту корпусу. Зношені ділянки корпусу визначають за допомогою гідравлічного опресування або ультразвукової дефектоскопії.

Випучини і вм'ятини на корпусі виправляються ударами кувалди по мідній підкладці. Якщо дефекти неможливо усунути ударами, то пошкоджені частини видаляються або на них ставляться накладки.

Дефектні штуцера і трубні решітки при досягненні максимальних величин зносу і прогину замінюються.

Свищі і тріщини усуваються шляхом заварки або постановкою накладок з попереднім видаленням дефектного ділянки.

За допомогою кольорової дефектоскопії визначають протяжність і положення кінців тріщин, виявлених в корпусі. Ці кінці до заварки засверливают свердлами діаметром 3 - 4 мм. Некрізні тріщини глибиною не більше 0,4 товщини стінки раз¬деливаются під заварку односторонньої вирубкою на максимальну глибину тріщини зі зняттям крайок під кутом 50 - 60 °. При тріщині понад 100 мм зварювання проводять обратноступенчатим методом. Наскрізні і некрізні тріщини глибиною більше 0,4 товщини стінки обробляють на всю товщину вирубкою зубилом або газорезкі. При появі гнездообразно тріщин пошкоджені місця вирізують і закриваються латками без гострих кутів. Латки вваривать врівень з основним металом. Площа латки не повинна перевищувати 1/3 площі листа апарату.

При частковій заміні корпусу апарату необхідно виконувати наступні вимоги:

1) матеріал для виготовлення нових частин корпусу по механічним і хімічним властивостям повинен бути однаковим з матеріалом ремонтується корпусу;

2) товщина листа замінної частини повинна бути не менше проектної;

3) електроди повинні відповідати зварювального матеріалу;

4) замикають обичайки повинні бути шириною не менше 400 мм;

5) поздовжні шви в горизонтальних апаратах не повинні бути в нижній частині апарату;

6) кромки поверхні обичайки і основного металу на ширині 10 мм необхідно зачистити перед зварюванням до чистого металу;

7) поздовжні шви в окремих обичайках циліндричної частини апарату, а також меридіональні або хордові шви днищ, що примикають до обичайок, повинні бути зміщені відносно один одного не менш ніж на 100 мм;

8) відстань між поздовжніми швами в окремих обичайках має бути не менше 200 мм;

9) при зварюванні стиків необхідно передбачити плавний перехід від одного елемента до іншого.

Опресовування теплообмінників проводиться при знятих кришках. Вода при гідравлічному випробуванні подається в міжтрубний простір. Поява води в будь-який з трубок або в місці вальцювання трубки в трубній решітці вказує на дефекти в ремонті. Якщо дефектів ремонту не виявлено, то теплообмінник збирають (встановлюють кришки) і піддають остаточного випробування водою. Спочатку обпресовують на контрольне тиск корпус (міжтрубний простір) при відкритих спускних муфтах на кришках, потім з нього повністю спускають воду і при відкритих спускних муфтах на корпусі відпресовують трубне простір.

Відсутність течі через спускні і фланцеві з'єднання свідчать про надійну щільності і міцності. Після зняття заглушок апарат здають в експлуатацію.

5. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Незалежно від способу отримання сірковуглецю все його виробництва відносятся до особо небезпечним з причин: високої токсичності сірковуглецю і сірководню; особливо пожежонебезпеки сірковуглецю, що має дуже низьку температуру спалаху і самозаймання; здатності сірковуглецю електризуватися; здатності сірковуглецю і сірководню утворювати в суміші в повітрям вибухонебезпечні концентрації в широких межах. Систематичне і планомірне покращення умов праці потребують від робітників – ІТР і робочих – міцних знань в області охорони праці, промислової санітарії і техніки безпеки. У зв'язку з цим постає необхідність систематизувати нормативні матеріали у вигляді тематичних збірників, що містять як раніше видані загальні нормативні документи, так і нові закони, що стосуються питань охорони праці і техніки безпеки. Правила, з моменту введення їх в дію, розповсюджуються на всі проектовані і реконструйовані об'єкти, а в частині експлуатації на всі підприємства і діючі установки.

Хімічні виробництва характеризуються підвищеною небезпекою праці її робітників, несуть потенційну небезпеку професійних отруєнь і захворювань, травматизму, забруднення навколишнього середовища і так далі. Тому питанням охорони праці приділяється велика увага.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори

Існують такі небезпечні і шкідливі фактори як:

- забруднення атмосфери шкідливими викидами;

- шум і вібрація, джерелом яких є: компресори, елементи вентиляційних систем, трубопроводи для переміщення рідин, газів;

- широке використання електричного струму: в електродвигунах потужністю до 100 кВт, у штучному освітленні, у контрольно-вимірювальних і регулюючих приладах;

- статична електрика, що накопичується при зливі, наливі і перекачуванні органічних речовин по трубопроводах, у процесах пропарювання резервуарів, при фільтрації і перемішуванні рідин, їхньому розбризкуванні;

- іонізуюче випромінювання, джерелом якого є контрольно - вимірювальні і регулюючі прилади, нейтралізатори зарядів статичної електрики і т.д. ;

- наявність на виробництві шкідливих хімічних і вибухонебезпечних речовин.

Токсичні властивості речовин виробництва

Сірковуглець. Відноситься до сильнодіючих отруйних речовин. Пари сірковуглецю мають шкідливий вплив головним чином на нервову систему.

Розрізняють гострі і хронічні отруєння сірковуглецем.

Гострі отруєння настають при концентрації сірковуглецю в повітрі 1000-2000 мг/м^3 і виражаються в появі сильних головних болів і нудоти. При більш високих концентраціях або при тривалому перебуван-ванні в такій атмосфері настає розлад чутливості, головокружляння, що переходить в наркоз з подальшим психічним збудженням. Концентрацію в 1500 мг/м^3 прийнято вважати смертельною.

Тривала робота в атмосфері з концентрацією сірковуглецю вище ГДК може привести до хронічних отруєнь, які проявляються в різних формах нервових і психічних розладів.

Рекомендуються наступні заходи по наданню першої допомоги при інтоксікации сірковуглецем: винос потерпілого на свіже повітря; спокій; тепло (теплі грілки і тепле пиття); тривале вдихання кисню; при нарушении дихання - штучне дихання методом "рот-в-рот" або рот-в-ніс "; при важких формах отруєння постраждалі госпіталізуються.

Транспортування хворого на машині в несвідомому стані тільки в супроводі лікаря; стабільне положення хворого - на боці.

Сірководень. Надзвичайно отруйний газ, який надає при концентраціях в повітрі понад 1000 мг/м^3 майже миттєве дію на організм, опоруїтися втратою свідомості і судомами. У разі особливо високих концентрацій настає швидка смерть від паралічу дихальних центрів.

Малі концентрації сірководню, починаючи з 1 мг/м^3, легко відчуваються органолептіческі лише до певної межі, після чого настає притуплення нюху або його втрата. Небезпечні концентрації сірководню (понад 1000 мг/м^3) майже не відчутні, і це є однією з причин гострих відтравлень сірководнем на виробництві.

При концентраціях нижче 1000 мг/м^3 сірководень викликає подразнення слизових оболонок очей, відчуття різі в очах, світлобоязнь.

Перша допомога при гострих отруєннях сірководнем полягає в неповільному переміщенні постраждалого на свіже повітря, медичний кисень. У більш важких випадках - штучне дихання. При потраплянні в очі - примочки 3% борною кислотою.

Гранично допустима концентрація сірководню в повітрі виробництвських приміщень - 10 мг/м^3.

Сірчистий газ. В основному подразнює слизові оболонки і верхні дихатільні шляху, викликаючи кашель, чхання, сльози. Внаслідок цього вже прі незначних концентраціях людина змушена покинути небезпечну зону або надіти протигаз.

Сірчаний пил. Викликає подразнення слизової оболонки очей. Розвиваючи кон'юнктивіти не тривалою і не настільки гострі, як при дії сіроводню. Різь в очах і кон'юнктивіти обумовлюються кислотністю сірки. Захисним засобом є герметичні окуляри.

Перша допомога - промивання очей 2% содовим розчином.

Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Вентиляція приміщення.

При потраплянні в приміщення великих кількостей шкідливих та

вибухонебезпечних речовин на виробництві передбачена витяжна аварійна вентиляція, що повинна спрацьовувати у випадку аварійної ситуації, яка включається автоматично та вручну.

Автоматичне включення аварійної вентиляції відбувається за спрацювання встановлених в приміщенні сигналізаторів довибухових концентрацій при концентрації пари і газів 20% від нижньої межі запалення (НКМЗ) з подачею попереджувального сигналу.

Освітлення виробничих приміщень.

Виробничі приміщення можуть освітлюватись природним та штучним світлом. Приміщення хімічної лабораторії відноситься до III (точності роботи) розряду.

Заходи боротьби з шумом і вібраціями

На даному виробництві використані наступні методи захисту від шуму**:** для обслуговуючого персоналу компресорної передбачене окреме приміщення, венткамери винесені в окреме приміщення, вентилятори встановлені на віброізолюючі підпори, на повітроводах використані гнучкі вставки. Окрім того, для захисту від вібрації на установці передбачені засоби індивідуального захисту: віброизолююче взуття і рукавички.

Для захисту від шуму на установці передбачені наступні засоби індивідуального захисту: навушники, вкладиші і шоломи [1].

Заходи захисту від статичної електрики

По можливості утворювати заряди статичної електрики до особливо-небезпечних рідин відноситься сірковуглець. Захист від іскрових розрядів статичної електрики вважається задовільною, якщо виключається можливість розрядів з енергією 0,4-0,5 Вт. Основним заходом усунення небезпеки утворення статичної електрики є заземлення. Необхідно заземлювати всі металеві конструкції апаратів, резервуари, транспортери, зливо-наливні пристрої, трубопроводи. Параллельно йдуть трубопроводи, що знаходяться на відстані 10 см один від одного, з'єднують перемичками через кожні 20 м для вирівнювання електричних потенціалу. При наливанні сірковуглецю в

цистерни, бочки та інші ємності в разі застосування гумових шлангів їх постачають металевими наконечниками, які з'єднують мідним дротом, оповитої по шлангу, з трубопроводом. Наконечники виготовляють з металу, що не утворює іскру при ударі. Не можна допускати появи вільно падаючої струменя, шланг або сифон повинні бути опущені до дна.

Для забезпечення безперервного відводу зарядів статичної електрики з тіла людини у вибухонебезпечному приміщенні підлога виконана електропровідною [1].

Заходи електробезпеки

Електробезпека на установці забезпечується застосуванням засобів колективного й індивідуального захисту.

На установці використовується електричний струм високої напруги (до 6 кВ). Електродвигуни на установці працюють під напругою 380 вольт, а окремі під напругою до 6000 вольт. При безаварійній роботі електрообладнання, а також при дотриманні персоналом установки встановлених правил електробезпеки, ніяких травм від ураження електричним струмом на установці відбутися не може. Однак при порушенні одного з цих умов може відбутися травмування персоналу електрострумом, викликаючим важкі опіки і ураження нервової системи.

Для запобігання можливості ураження електричним струмом вибухозахищене обладнання і електрообладнання загального призначення для зовнішніх установок має бути захищене від атмосферної дії (дощ, сніг та пил), не допускається використання неізольованих дротів, а також використання дротів і кабелів з поліетиленовою ізоляцією або оболонкою. У пожеженебезпечних зонах будь-якого класу можуть використовуватись електричні машини напругою до 10 кВ, електроапарати, пристрої, шафи та набори зажимів, що мають відповідну ступінь захисту оболонки.

Засоби захисту від ураження електричним струмом:

– пристрої заземлення і занулення;

– знаки безпеки;

– огороджуючі пристрої;

– ізолюючі пристрої та покриття;

– пристрої автоматичного вимкнення;

– пристрої дистанційного управління;

– перешкоджаючі пристрої;

– блискавковідводи та розрядники [2].

Розрахунок заземлюючого контуру здіснюють, виходячи з умови, що загальний опір заземлюючого контуру $R_{з.з.п.}$ повинен бути меншим за 4 Ом.

Пожежобезпека

Зважена в повітрі сірчаний пил вибухонебезпечний. Нижній концентраційнна межа її вибуховості може коливатися в широких межах. Фракції 850 мкм має нижня межа вибуховості -2,3 г/м^3, а зважена в повітрі пил меленої сірки фракції 150 мкм - 17,6 г/м^3 .

На складах сірки при її розвантаження з вагонів та перевалки виділяється багато пилу, але концентрація сірчаної пилу на складах сірки не досягає вибухонебезпечних значень. Але може трапитися, що локальний "хлопок" сірчаної пилу в окремій ділянці склад; викличе струшування пилу, з утворенням вибухонебезпечної суміші в великому обсязі. Тому на складах сірки не можна допускати скоплення пилу в небезпечних кількостях.

Транспортування і зберігання сірки в розплавленому (рідкому) стані повністю виключає можливість вибухів сірчаної пилу.

Сірковуглець. Вибухонебезпечність сірковуглецю характеризується наступними показниками: температурою спалаху, межами вибуховості парів в воз-дух, температурою самозаймання, швидкістю поширення полумя, здатністю утворювати електростатичну електрику.

Температура спалаху парів. Це мінімальна температура рідини, при якій її пари утворюють з повітрям суміш, здатну займатися від джерела запалювання. Температура спалаху парів сірковуглецю - мінус 30 ° С.

Температурні межі вибуховості сірковуглецю становлять мінус 50 ° С - плюс 26 ° С. Концентраційні межі вибуховості - 1,0 - 50% (об.) Або в масових концентраціях - 34-1700 г/м^3.

На межі вибуховості сірковуглецю підвищення тиску до 1,0 МПа заметного впливу не робить. Зменшення тиску нижче атмосферного спочатку незначно змінює межі вибуховості; при більш високому вакуумі межі зближуються, і, нарешті, досягається таке розрідження, при якому поширення полум'я неможливо, незалежно від концентрації парів сірковуглецю. Підвищення температури суміші розширює межі вибуховості.

Зниження вмісту кисню в суміші звужує межі вибуховості. Мінімально необхідний вміст кисню в пароповітряної суміші, при якому можливо її займання становить 3,75% (об.). Діоксид уг-лерода і азот володіють аналогічним флегматізірующім ефектом.

Температура самозаймання. Значення коливаються від 90 до 150 ^{0}С.

Швидкість поширення полум'я. Швидкість залежить від складу горючої суміші, форми, обсягу і розмірів судини, по якому суміш поширюється. У трубах вона приблизно подвоюється. Максимальна швидкість поширеною-ня полум'я палаючих парів сірковуглецю дорівнює 48,5 см/с.

На виробництві сірковуглецю найважливішими умовами пожежної безпечності є заходи щодо запобігання утворенню вибухонебезпечних сумішей і усунення джерел ініціювання вибуху.

Попередження утворення паро- та газоповітряних вибухонебезпечних сумішей. Вибухонебезпечні паро- і повітряні суміші в виробництвах сірковуглецю можуть при певних умовах утворитися як в виробничих по-ня, так і всередині технологічної апаратури.

До основних заходів щодо запобігання утворенню вибухонебезпечних сумішей в виробничих приміщеннях відносяться наступні.

1. Забезпечення герметизації технологічного обладнання і трубопроводів, що проектують-дов герметизація обладнання повинна забезпечуватися правильним вибором і застосуванням ущільнювача

матеріалу (прокладок) фланцевих з-єднань і їх конструкцією. Як прокладки застосовується пароніт, який стійкий до хімічної дії продуктів виробництва сірковуглецю і витримує температурні коливання ° т мінус 50 °С до плюс 200 °С.

Сірковуглецевих виробництва розташовують розгалуженою мережею технологи-ческих трубопроводів, нещільності в яких можуть послужити причиною газовиділень, а отже, і аварій. Їх проектування та експлуатація повинні відповідати "Правилам будови і безпечної експлуатації трубопроводів для горючих, токсичних і зріджених газів", а також "Інструкції з проектування технологічних сталевих трубопроводів Ру до 10 МПа".

Всі технологічні трубопроводи в залежності від фізико-хімічних властивостей і робочих параметрів (тиску і температури) речовин, що транспортуються поділяються на групи і категорії.

Для трубопроводів, по яких транспортуються шкідливі речовини 1 і 2 класу небезпеки, встановлена група IIа і I категорія. незалежно від тиску і температури переміщуваного продукту. Сірковуглець відноситься до другого класу небезпеки.

До таких трубопроводах пред'являються найжорсткіші вимоги при їх проектуванні і при експлуатації (періодичність та способи контролю товщини стінок трубопроводів, контроль за герметичністю фланцевих з'єднань).

2. Витримка параметрів процесу відповідно до вимог тих-нологічних регламентів і оперативне вжиття заходів у разі відхилення параметрів від норм. У зв'язку з особливою небезпекою сірковуглецевих виробництв технологічні регламенти для них затверджуються начальником або його заступником. На підставі регламенту по кожному робочому місця складаються виробничі інструкції. Знання инструкцій обслуговуючим персоналом періодично перевіряється.

3. Джерелом загазованості можуть з'явитися каналізаційні трапи.В слу-чаї несправності їх гідрозатворів гази з каналізаційної мережі будуть

проникати у виробничі приміщення і утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям.

4. На сірковуглецевих виробництвах повинен здійснюватися систематичний-ський контроль за загазованістю виробничих приміщень за графіком, затвердженим головним інженером підприємства і погодженим з місцьними органами санітарного нагляду. Контроль може здійснюватися шляхом лабораторних аналізів або за допомогою автоматичних газоаналізаторів.

5. Важливим засобом запобігання загазованості є безперебійне але працює ефективна припливно-витяжна вентиляція.

Всі ці заходи мають не тільки протипожежне значення, але і забезпечивают належний санітарний стан у всіх робочих приміщеннях сірковуглецевих виробництв.

Утворення паро- та газоповітряних сумішей у середині технологічного обладнання виробництва сірковуглецю може призвести до вибухів з важкими наслідками. Такі суміші можуть утворитися: при пуску обладнання після ремонту; при зупинці на ремонт і під час ремонту; при тривалому простої обладнання.

Для запобігання утворенню вибухонебезпечних сумішей всередині апаратів останавливаемое обладнання і трубопроводи повинні бути звільнені від сірковуглецю перед розкриттям. При цьому апарати до трубопроводи відглушить від комунікацій сірковуглецю, сірководню та природного газу. Приступати до їх ремонту можна тільки після отримання результатів аналізу на вміст в апаратах сірковуглецю, сірководню, природного газу, який мав би перевищувати ГДК. Якщо має бути робота всередині апарату, який продувається інертним газом, то його потрібно продути повітрям з доведенням вмісту кисню в апараті до атмосферного.

Для протипожежного захисту технологічної установки передбачена система протипожежного водопроводу із розходом води 170 л/сек. та 50 л/сек. – на передвижну техніку.

До цієї системи підключені:

– лафетні стовбури (12шт.) - для гасіння та зрошення обладнання і трубопроводів, розташованих на відкритих майданчиках;

– водяна зрошувальна система колонних апаратів;

– у приміщеннях компресорної та насосної встановлені пожежні крани. На мережі протипожежного водопроводу передбачені гідранти.

Система парогасіння обладнана стояками, встановленими у всіх пожеженебезпечних місцях. Вся система парогасіння сухотрубна. Подача пару здійснюється від пожежних гребінок, розташованих у безпечних місцях.

Первинні засоби пожежогасіння:

– вогнегасники порошкові типу ВП-9 та вуглекислотні ОУ-5, які встановлю-ються поблизу місць, де можливе виникнення пожежі.

– пісок, азбестове полотно, кошма.

Розміщення ящиків з піском і лопатами, азбестових полотен передбачується в безпосередній близькості від пожеженебезпечних місць.

Висновки

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

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

У ході виконання даного дипломної роботи були розраховані матеріальний і тепловий баланси. Виконано конструктивний розрахунок проектованого апарату, в ході якого визначено основні розміри проектованої колони та теплообмінника:

1) діаметр колони – 1000 мм;

2) висота колони – 13300 мм;

3) кількість тарілок – 22;

4) діаметр кип’ятильника – 273 мм;

5) діаметр трубок – 20х2 мм;

6) довжина трубок – 3000 мм;

7) кількість трубок – 68 шт;

Визначено діаметри штуцерів, підібрані стандартні конструктивні елементи.

Накреслена графічна частина : загальний вигляд кип’ятильник, загальний вид колони ректифікації, технологічна схема ректифікаційної установки, збірні одиниці апаратів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Химия и технология сероуглерода / Пеликс А. А., Аранович Б. С., Петров Е. А., Котомкина Р. В. - Л.: Химия, 1986. - 224 с., ил.
2. Смуров В.С., Аранович Б.С. Производство сероуглерода М. -Л.: Химия, 1966. – 272 с.
3. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст] / А.Г. Касаткин. – М.: Химия, 1973. – 752 с.
4. Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. Процессы и аппараты химической технологии, 4-е изд. [Текст] / А.Н. Плановский, В.М. Рамм, С.З. Каган. – М.: Химия, 1967. – 848 с
5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии [Текст] / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
6. Плановский А.Н., Николаев П.И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии, 3-е изд. [Текст] / А.Н. Плановский, П.И. Николаев.– М.: Химия, 1987. – 496 с.
7. Справочник химика, т. 5. – М.: Химия, 1968. – 975 с.
8. Судаков Е.Н. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки. Справочник [Текст] / Под редакцией Е.Н. Судакова, 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 568 с.
9. 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. [Текст] / Г.С. Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский – М.: Химия, 1991. – 496 с.
10. Кужель В.В., Смыкалов К.А., Ковалюк Н.И. и др. Емкостные стальные аппараты завода «Павлоградхиммаш». Каталог. [Текст] / В.В. Кужель, К.А. Смыкалов, Н.И. Ковалюк и др – М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 1989. – 32 с.
11. Коган В.Б., Фридман В.М, Кафаров В.В. Равновесие между жидкостью и паром. Справочное пособие, книга 1-я и 2-я. . [Текст] / В.Б. Коган, В.М. Фридман, В.В. Кафаров. – М.-Л.: Наука, 1966. – 640 с. – 786 с.

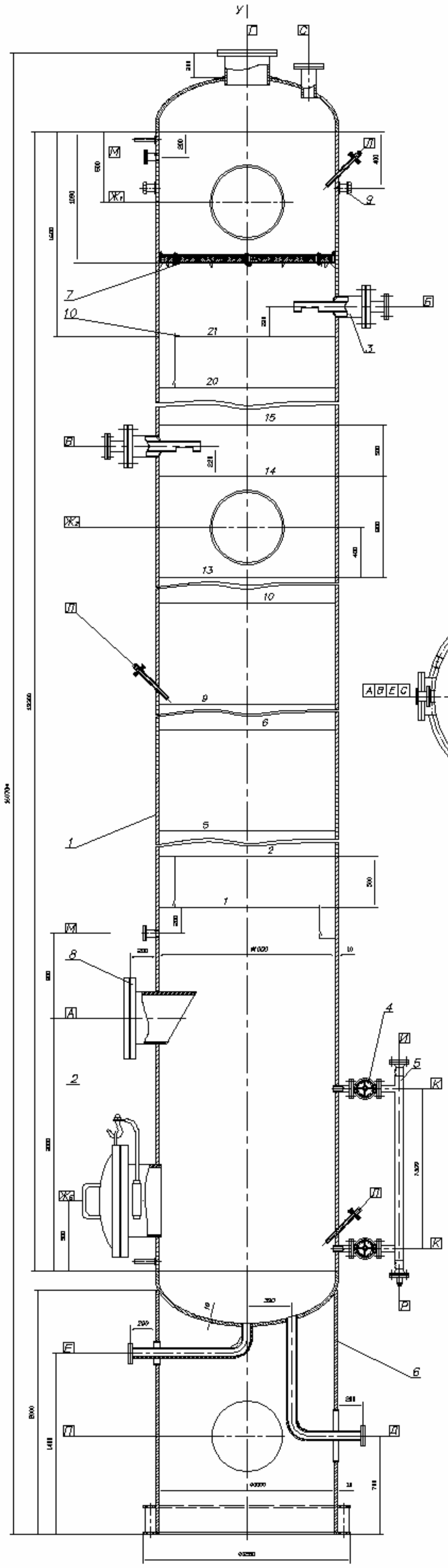
12. Іванченко В.В., Архипов О.Г., Штонда Ю.М. Конструювання та розрахунок колонних апаратів: навчальний посібник. [Текст] / В.В. Іванченко, О.Г. Архипов, Ю.М. Штонда.– Сєвєродонецьк: вид-во СНУ ім. В.Даля. – 2015. – 324 с.

13. Дытнерский Ю.И. и др. Колонные аппараты. Каталог [Текст] / Под ред. Ю.И. Дытнерского 2-е изд-во. – М.: ЦИНИНЕФТЕХИММАШ, 1978. – 220 с.

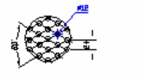
14. Чернышев А.К., Коптелов В.Г., Листов В.В., Заичко Н.Д. Основные теплофизические свойства газов и жидкостей. Номографический справочник [Текст] / А.К. Чернышев, В.Г. Коптелов, В.В. Листов, Н.Д. Заичко. – Кемеровское изд-во, 1971. – 225 с.

15. Строкан Б.В., Сухотин А.М. (ред.) Коррозионная стойкость оборудования химических производств: способы защиты оборудования от коррозии - Л.: Химия, 1987. — 280 с.

ДОДАТКИ



Розташування отворів на сітчастій тарілці



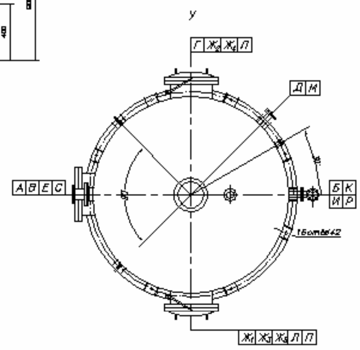
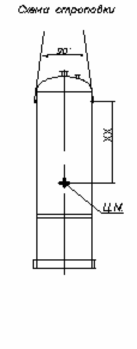


Схема строповки



Технічна характеристика

1. Апарат застосовується для ректифікації розчину сірковуглець–чотири–хлористий вуглець
2. Тиск, МПа
   - робочий 1,6
   - розрахунковий 1,7
   - пробний 1,5
3. Температура, °С
   - робоча 74
   - розрахункова 70
4. Середовище пожежовибухонебезпечне, шкідливе.
5. Надбавка для компенсації корозії, 1 мм
6. Термін експлуатації, 10 років
7. Число циклів навантаження за весь термін служби, не більше 1000
8. Група апарата за ГСТУ 3–17–191–2000 : 1
9. Апарат встановлюється на відкритій ділянці
10. Маса апарату в робочому стані, не більше : 18700кг

Таблиця штуцерів

Поз.	Найменування	Кіл.	Прохід умовн. Dу, мм	Тиск умовн, МПа (кгс/см²)
А	Вхід пари (газа)	1	350	1,6 (16)
Б	Вхід флегми	1	150	1,6 (16)
В	Вхід живлення	1	150	1,6 (16)
Г	Вихід пари (газа)	1	150	1,6 (16)
Д	Вихід кубового залишку	1	80	1,6 (16,0)
Е	Вихід рідини на циркуляцію	1	80	1,6 (16)
Ж	Люк	5	500	1,6 (16,0)
И	Для регулятора рівня	1	50	4 (40)
К	Для камери урівнеміра	2	50	2,5 (25)
Л	Для виміру температури	3	М27х1,5	–
М	Для виміру тиску	2	50	1,6 (16)
П	Лаз	2	500	–
Р	Дренаж	1	50	–
С	Резервний	1	50	1,6 (16)

Технічні вимоги

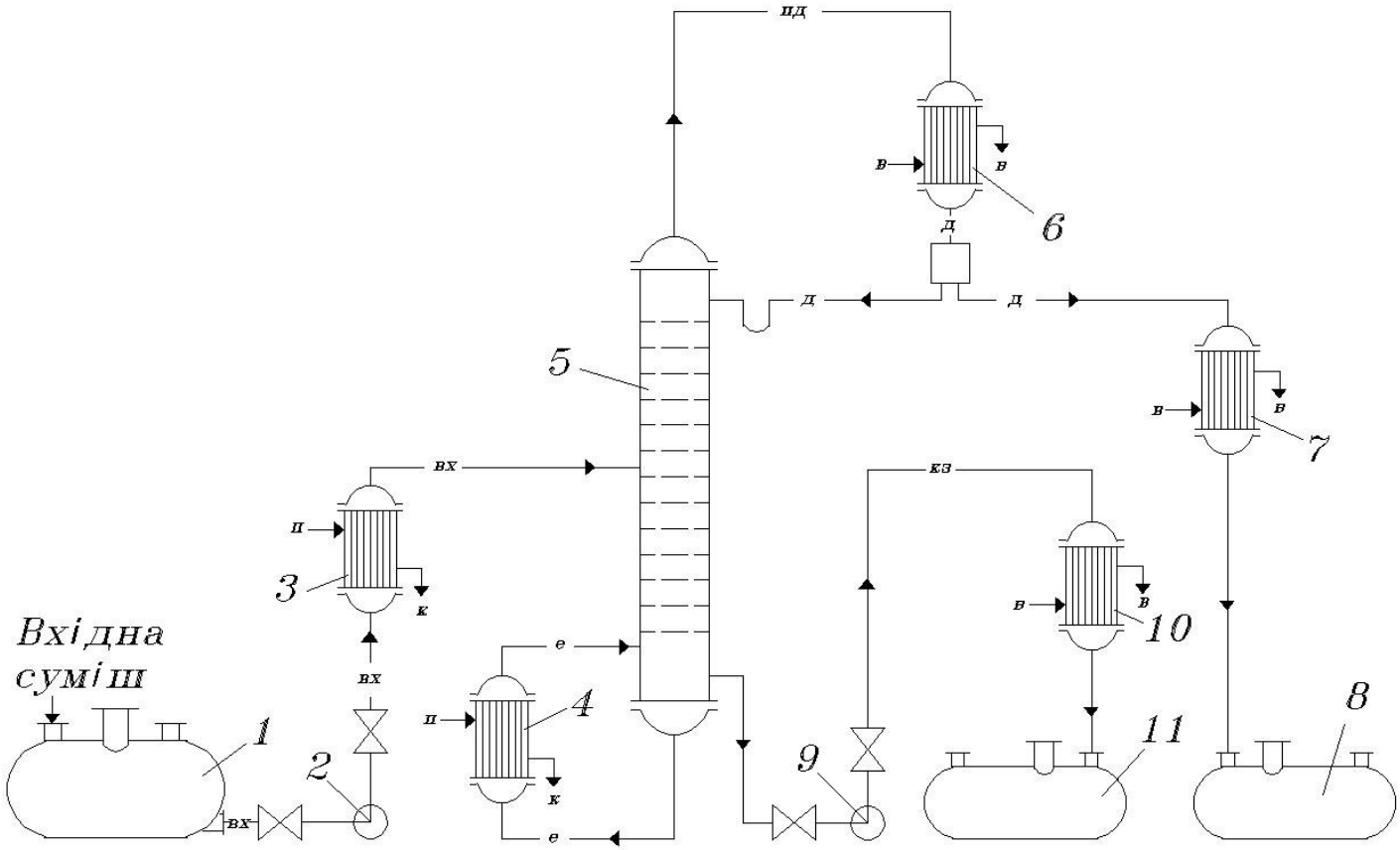
1. Вимоги до матеріалів, виготовлення, випробування, прийом та доставка апарата за ГСТУ 3–17–191–2000 "Посудини та апарати стальні зварні. Загальні технічні умови".
2. На апарат поширюється дія ДНАОП 0.00–1.07–94 "Правила побудови та безпечної експлуатаії посудин, що працюють під тиском."
3. Зварювання проводити у відповідності з вимогами ГСТУ 3–020–2001 "Зварювання плавленням металевих матеріалів в хімічному та нафтовому машинобудуванні. Вимоги до технологічного процесу."
4. Зварні шви піддати контролю ультразвуковою дефектоскопією в обсязі 100%.
5. Основний матеріал колонного апарата – сталь 08Х21Н6М2Т ГОСТ 5632–72.
6. Міцність і щільність колонного апарату, зварних і роз'ємних з'єднань перевірити гідравлічним випробуванням пробним тиском.
7. Апарат повинен бути теплоізольований.
8. Апарат доставляється в зібраному вигляді.
9. Дійсне розташування штуцерів – на вигляді зверху.

Апарат колонний тарільчатий

1:2

Лист 1 Листов 3

МБ–14g



Позн.	Найменування	К/л	Примітки
1,8,11	Ємність	3	
2,9	Відцентровий насос	2	
3	Підігрівач вихідної суміші	1	
4	Кип'ятильник	1	
5	Ректифікаційна колона	1	
6	Дефлегматор	1	
7	Холодильник дистиляту	1	
10	Холодильник кубового залишку	1	

Умовне позначення		Найменування середовища в трубопроводі
Букв.	Графічне	
	– в — в –	Вода
	– п — п –	Пар
	– к — к –	Конденсат
	–вх — вх–	Вихідна суміш
	– е — е –	Пара–рідинна емульсія
	–пд — пд–	Пари дистиляту
	– д — д –	Дистилят
	–кз — кз–	Кубовий залишок

Технологічна схема ректифікаційної установки

Лит. Д | Масса | Масштаб 1:1

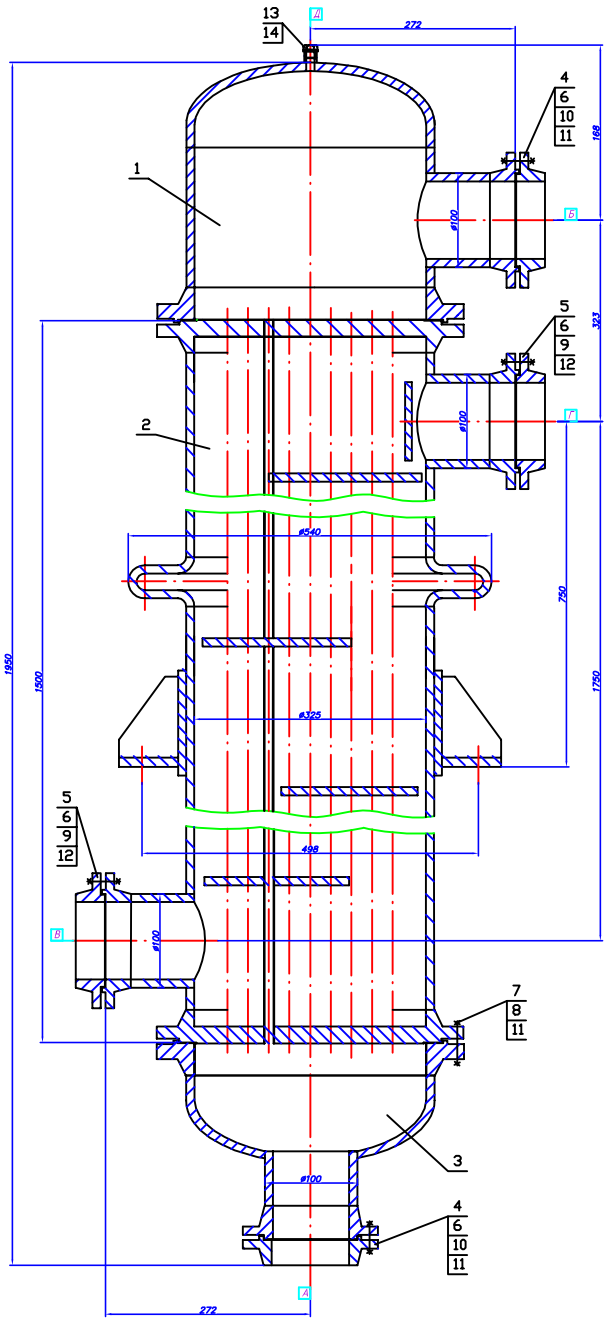
Лист | Листов

ар.МБ–14д

Копировал | Формат А1

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса 1 шт.	Найм – ня і марка матеріалу	Приміт-ка
		Складальні одиниці				
1		Камера верхня	1			
2		Пучок трубний	1			
3	102.021.01.000 ВО	Камера нижня	1			
		Деталі				
4		Гайка ковпачкова М14	2	0,02		
5		Прокладка	2	0,001		
		Стандартні вироби				
6		Фланець 2–150–16Ст20				
		ГОСТ 12821–80	4	8,28		
7		Фланець 3–150–16Ст20				
		ГОСТ 12821–80	1	7,88		
8		Пробка М18х1,5–20				
		АТК 24.201.05–90	4	0,1		
9		Прокладка Б–150–16 ПОН				
		ГОСТ 15180–86	4	0,001		
10		Прокладка 1–500–1,6				
		ГОСТ 28759.6–90	2	0,034		

Подп. и дата | Инв. N дубл. | Взам. инв. N | Подп. и дата | Инв. N подл.



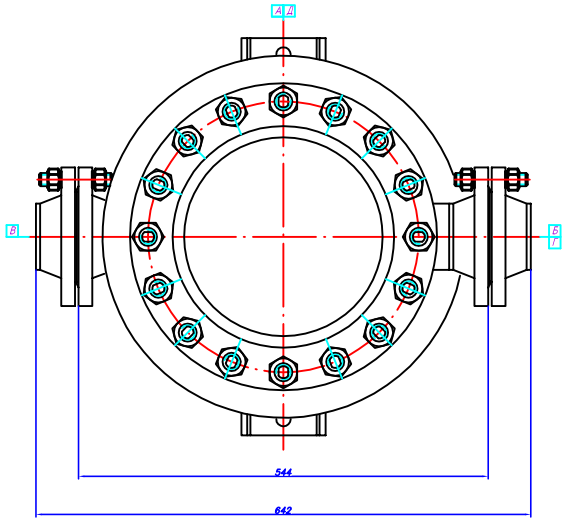
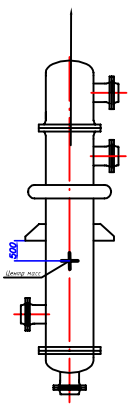


Схема строповки



ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

1. Апарат призначений для теплообміну між рідкими та газовими середовищами
2. Число ходів по трубам 1
3. Тиск, МПа
   робочий
   в трубах 0,26
   в кожусі 0,5
   розрахунковий
   в трубах 0,39
   в кожусі 0,5
   пробний
   в трубах 0,39
   в кожусі 0,5
4. Температура, °С
   робоча
   в трубах 110
   в кожусі 147
   розрахункова
   в трубах 110
   в кожусі 147
5. Середовище
   в трубах пожежовибухонебезпечне, шкідливе, 3 кл. небезпеки за ГОСТ 12.1.007–76
   в кожусі вибухонебезпечне, шкідливе, 3 кл. небезпеки за ГОСТ 12.1.007–76
6. Добавки для компенсації корозії до розрахункових товщин кожуха, розподільної камери та кришки, 0,5 мм
7. Розрахунковий строк служби, рік 10
8. Число циклів навантаження за весь строк служби, не більше 1000
9. Група апарату за ГСТУ 3–17–191–2000 1
10. Маса апарату в робочому стані, 8290кг

ТАБЛИЦЯ ШТУЦЕРІВ

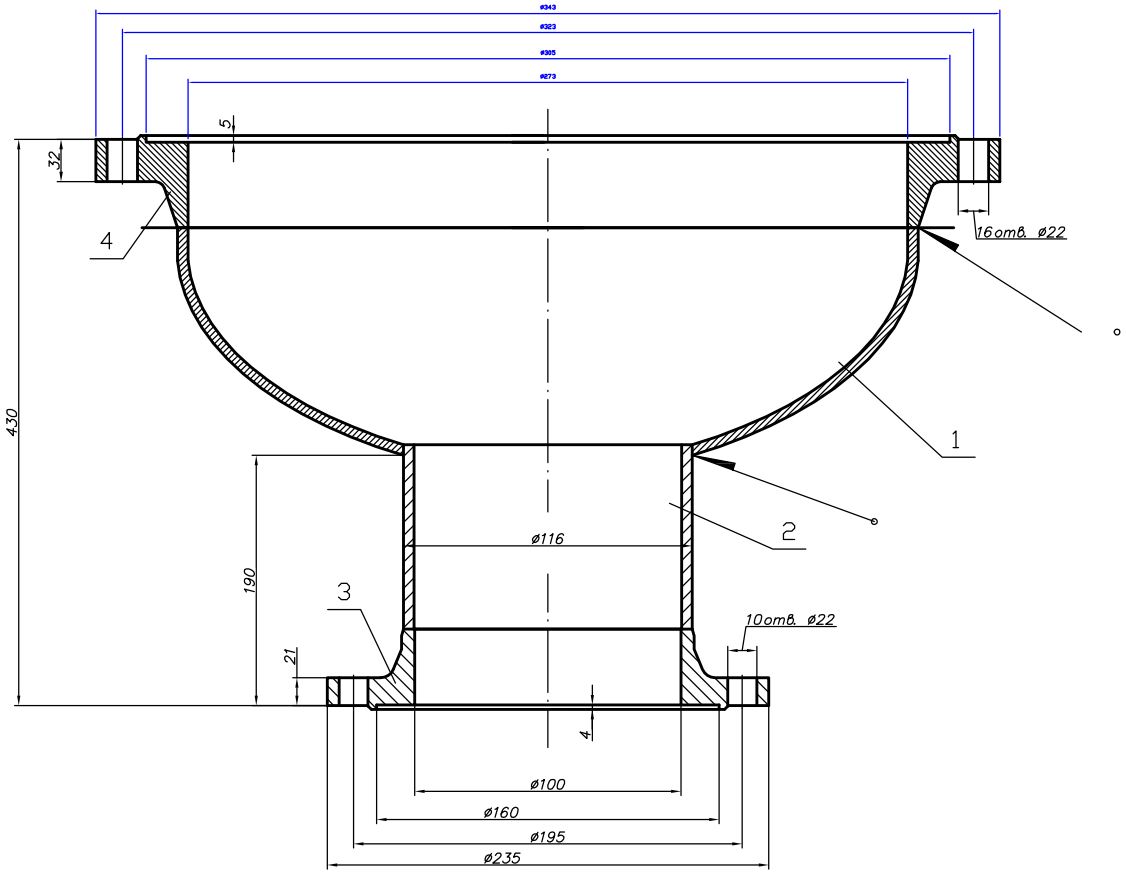
Поз.	Призначення	К-ть	Прохід умовний D_y, мм	Тиск умовний P_y, МПа
А	Вхід середовища в труби	1	100	1,6
Б	Вихід середовища з труб	1	100	1,6
В	Вхід середовища в кожух	1	100	1,6
Г	Вихід середовища з кожуха	1	100	1,6
Д	Повітряник	1	М18х1,5	–
Е	Дренаж	1	М18х1,5	–
Ж	Повітряник	1	М14х1,25	–
И	Дренаж	1	М14х1,25	–

ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

1. Виготовлення, випробування та приймання апарату виконати відповідно до ГСТУ 3–17–191–2000 "Посудини та апарати сталеві зварні". Загальні технічні умови.
2. Апарат підлягає веденню Держнаглядохоронпраці України.
3. Основні конструкційні матеріали кожуха, розподільної камери та труб – сталь 10 за ГОСТ 1050–88, трубних решіток, фланців апаратних та фланців штуцерів – сталь 20 за ГОСТ 1050–88.
4. Зварювання виконати відповідно до вимог ГСТУ 3–020–2001 "Зварювання плавленням металевих матеріалів в хімічному та нафтовому машинобудуванні. Вимоги до технологічного процесу".
5. Кріплення труб в трубних решітках виконати відповідно до ГСТУ 3–071–2004 "Апарати кожухотрубчасті теплообмінні та повітряного охолодження. Кріплення труб в трубних решітках".
6. Зварні шви піддати контролю ультразвуковою дефектоскопією в об'ємі 100%.
7. Герметичність та міцність апарату, роз'ємних та зварних з'єднань перевірити відрадіальним випробуванням, наведених в п.3 технічної характеристики.
8. Стропування апарату виконати відповідно до схеми стропування, показаної на кресленні.

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	Теплообмінник	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								1:8
Пров.						Лист 1	Листов 3	
Т. контр.								
Н. контр.								
Утв.								

Копировал Формат А1



Технічні вимоги

1. Зварювання проводити у відповідності з вимогами ГСТУ 3-020-2001 "Зварювання плавленням металевих матеріалів в хімічному та нафтовому машинобудуванні. Вимоги до технологічного процесу."
2. Зварні шви піддати контролю ультразвуковою дефектоскопією в обсязі 100%.

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса 1 шт.	Найм - ня і марка матеріалу	Примі-тка
		Деталі				
1		Днище еліптичне	1			
2		Патрубок	1			
		Стандартні вироби				
3		Фланець 3-100-1,6-Ст20				
		ГОСТ 12821-80	1			
4		Фланець 1-273-1,6-Ст20				
		ГОСТ 12821-80	1			

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	Камера нижня	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						Д		1:2
Пров.								
Т. контр.						Лист 1	Листов 1	
Н. контр.								
Утв.								