КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕКТИФІКАЦІЙНИХ КОЛОН

НТУ «Дніпровська політехніка»

Соколов Тимур Олександрович, група 185-21ск-1 ФПНТ
***Науковий керівник:*к.т.н., зав. кафедри Коровяка Євгеній Анатолійович**

Ректифікаційні колони можуть бути класифіковані залежно від:

а) внутрішнього пристрою, що забезпечує контакт між парою та рідиною;

б) тиску, що застосовується в процесі ректифікації;

в) призначення колони.

За внутрішнім устроєм ректифікаційні колони поділяються на дві основні групи: тарілчасті та насадкові. У тарілчастих колонах контакт між рідкою та паровою фазами в основному відбувається східчасто у шарі рідини на тарілці та частково у міжтарільчастому просторі.

У насадочній колоні контакт між потоками, що масообмінюються, відбувається безперервно по висоті шару насадки. Тарілчасті ректифікаційні колони поділяються на ковпачкові та безковпачкові (сітчасті, гратчасті, дірчасті та ін). Залежно від способу перетікання рідини з тарілки на тарілку безковпачкові тарілки можуть бути провального типу, в яких рідина стікає на тарілки нижче отвори через отвори в тарілці, або з переливами, як і у ковпачкових тарілок.

Насадкові колони розрізняються за типом насадки, що застосовується, а також за способом заповнення колони насадкою - суцільним шаром по всій висоті колони або окремими шарами, розміщеними на спеціальних підтримуючих розподільних решітках (тарілках).

Залежно від застосовуваного тиску колони ректифікації поділяються на вакуумні, атмосферні і колони, що працюють під тиском.

Під атмосферними колонами зазвичай мають на увазі колони, в яких тиск трохи перевищує атмосферний. Тиск у цих колонах залежить від величини опору внутрішніх пристроїв колони, а також від опору комунікацій та апаратури, розташованої після колони, на потоці парів ректифікату [1, 2].

Ступінь розділення суміші рідин на складові компоненти і чистота одержуваних дистиляту і кубового залишку залежать від того, наскільки розвинена поверхня контакту фаз, від кількості флегми, що подається на зрошення, і пристрою ректифікаційної колони.

У промисловості застосовують тарілчасті, насадкові, плівкові трубчасті та відцентрові плівкові апарати. Вони різняться переважно конструкцією внутрішнього пристрою апарату, призначення якого — забезпечення взаємодії рідини та пари.

Переважне використання тарілчастих колон у процесах перегонки пояснюється їх значно більшою продуктивністю, порівняно з насадковими.

При виборі колони ректифікації для проектованого поділу слід мати на увазі, що тарілчасті колони дуже малого діаметра значно дорожче відповідних насадкових колон, проте в міру збільшення діаметра вартість насадкових колон зростає значно більше.

Тривалий досвід промислової експлуатації насадкових колон показав доцільність їх використання при діаметрах не більше 0,8 м. При подальшому збільшенні діаметра насадкової колони погіршується рівномірний розподіл флегми по насадці, утворюються канали, якими переважно спрямовується флегма, і ефективність колони різко знижується.

Найбільш поширені ковпачкові тарілчасті колони, хоча останнім часом отримали перевагу сітчасті, клапанні, пластинчасті та інші ефективніші види барботажних пристроїв, головним призначенням яких є максимальний розвиток міжфазного контакту, що сприяє інтенсифікації масообміну між парами та флегмою.

Ковпачкові тарілки менш чутливі до забруднень, ніж колони з сітчастими тарілками, і відрізняються більш високим інтервалом стійкою роботи колони з ковпачковими тарілками. Ковпачкові тарілки стійкі щодо газу та рідини працюють при значних змінах навантаження. До їх недоліків слід про нести складність пристрою і високу вартість, низькі граничні навантаження по газу, відносно висока гідравлічний опір, складність очищення. Для нормальної роботи ковпачкових тарілок необхідно, щоб всі прорізи в ковпачках були відкриті для рівномірного проходу газу Ця умова досягається при швидкості д бачення газу більше 0,6 м/с.

У сітчастих тарілках газ проходить крізь отвори тарілки і розподіляється у рідині у вигляді дрібних струмочків та бульбашок. Газ повинен рухатися з певною швидкістю та мати тиск, достатній для того, щоб подолати тиск шару рідини на тарілці та запобігти стіканню рідини через отвори тарілки. Сітчасті тарілки відрізняються простотою пристрою, легкістю монтажу, огляду та ремонту. Гідравлічний опір цих тарілок невеликий. Сітчасті тарілки стійко працюють у широкому інтервалі швидкостей газу, причому у певному діапазоні навантажень по газу та рідині ці тарілки мають високу ефективність. Водночас сітчасті тарілки чутливі до забруднення та опадів, які забивають отвори тарілок. У разі раптового припинення надходження газу або значного зниження його тиску з сітчастих тарілок зливається вся рідина, і для відновлення процесу потрібно знову запускати колону.

Клапанні тарілки. Принцип дії: круглий клапан, що лежить над отвором у тарілці, зі зміною витрати газу своєю вагою автоматично регулює величину площі зазору між клапаном і площиною тарілки для приходу газу, і тим самим підтримує постійну швидкість газу при закінченні барботажний шар. При цьому зі збільшенням швидкості газу в колоні гідравлічний опір клапанної тарілки збільшується незначно. Перевага: стійкий до опору. Діапазон сталої роботи як у ковпачкової тарілки. Їх виготовляють із різних матеріалів.

Усі тарілки крім сітчастих та клапанних використовують для роботи в агресивних середовищах [3, 4].

Отвори розташовуються у вершинах рівностороннього трикутника, а ряди отворів перпендикулярно потоку рідини, тобто так само як і круглі ковпачки на ковпачкових тарілках.

Отвори розташовуються від корпусу колони на відстані 50 мм, від зливної та переливної планки або переливного порогу на відстані 75 – 100 мм (великі

значення – для однопотокових тарілок, менші – для двопотокових). Отвори пропускаються в місцях розташування опорних балок та ребр жорсткості.

Для забезпечення рівномірної роботи тарілки загальну висоту неспіненого шару рідини рекомендується приймати не менше ніж 50 мм і не більше 70 мм. Висота зливної планки в залежності від витрати рідини дорівнює 20 – 40 мм.

Вільний переріз тарілок визначається розрахунком і може змінюватись від 2 до 15%. Тарілки такого типу, використовуються в процесах зі стабільними навантаженнями щодо газу та рідини при надмірному та атмосферному тиску, а також при вакуумі [5, 6].

Крім цього, вибір типу контактного пристрою визначається і такими факторами, як економія матеріалу, вартість, легкість виготовлення, чищення та ремонту, стійкість до корозії, мале падіння напору при проходженні пари, широта діапазону сталої роботи тарілки.

Тарілчасті контактні пристрої можна класифікувати за багатьма ознаками, наприклад, способом передачі рідини з тарілки на тарілку розрізняють тарілки з переточними пристроями і тарілки без переточних пристроїв (провальні).

За характером взаємодії газового та рідинного потоків розрізняють тарілки барботажного та струминного типів. Тарілки, на яких суцільною фазою є рідина, а дисперсною – газ чи пара, називають барботажними.

Виходячи з необхідної сировини та самого процесу первинної перегонки нафти обрано вертикальну колону ректифікації з внутрішніми тарілчастими пристроями. Як внутрішні пристрої обрані двопотокові клапанні тарілки, які останнім часом набувають найбільшого поширення.

Перелік посилань

1. Судаков, А. К., Коровяка, Є. А., Максимович, О.В., Расцвєтаєв, В.О., Дзюбик, А. Р., Калюжна, Т. М., ... & Яворська, В. В. (2023). Основи нафтогазової справи.
2. Ширін, Л. Н., Денищенко, О. В., Барташевський, С. Є., Коровяка, Є. А., &Расцвєтаєв, В. О. (2019). Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу: навчальний посібник. Дніпро: НТУ «ДП.
3. Ішков, В. В., Коровяка, Є. А., Хоменко, В. Л., Пащенко, О. А., &Пащенко, П. С. (2024, January). Західно-Харківцівське нафтогазоконденсатне родовище (Україна). InThe 2nd International scientific and practical conference “Innovations in education: prospects and challenges of today”(January 16 – 19, 2024) Sofia, Bulgaria. International ScienceGroup. 2024. 389 p. (p. 51).
4. Побідинський, Д., Геревич, В., Слаута, А., Хоменко, В., & Пащенко, О. (2021). Причини викривлення нафтових і газових свердловин.
5. Лопушняк, Д. Ю., & Пащенко, О. А. (2023). Методи захисту глибинного обладнання від корозії.
6. Кудим, А. В., & Пащенко, О. А. (2023). Запобігання відкладенню та видалення газових гідратів.