

ПРИЧИНИ ЗАБРУДНЕННЯ ТЕПЛООБМІННИКІВ І МЕТОДИ БОРОТЬБИ З НИМИ

Вірич С. І., студент (гр. ЛН-71, ІХФ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. Розглянуто питання, пов'язані з забрудненням та коефіцієнтом забруднення при експлуатації теплообмінників. Запропоновані заходи для боротьби з пониженою продуктивності внаслідок забруднення.

Ключові слова: теплообмінник, коефіцієнт забруднення, продуктивність, методи.

Abstract. Issues related to pollution and pollution rate during operation of heat exchangers are considered. Proposed measures to properly combat reduced productivity due to pollution.

Keywords: heat exchanger, pollution factor, productivity, methods.

Вступ. При роботі у винятково складних умовах або при обробці складних середовищ, таких як каналізаційні та стічні води, навіть найкращі моделі теплообмінників можуть бути схильні до забруднення. Знання різних видів забруднення і причин їх виникнення допоможе інженерам і операторам вибрати кращий тип теплообмінника для конкретного застосування, а також підтримувати його в оптимальному стані. Вплив забруднення на роботу теплообмінників було визнано після 1910 року, коли було проведено перше дослідження з цієї проблеми. З того часу з'явилося безліч розробок, спрямованих на її рішення: від запатентованих рішень до стандартних методів правильної експлуатації, таких як підтримка швидкості потоку і ретельний контроль температури. Грамотно спроектований теплообмінник матиме стандартний «коефіцієнт забруднення» для конкретного речовини. Його значення вибирається на стадії формулювання технічного завдання таким чином, щоб забезпечити достатній теплообмін при нормальних (очікуваних) рівнях забруднення в процесі експлуатації. Що таке забруднення? Чому забруднення приділяється стільки уваги?

Аналіз стану питання. Найбільш поширеним визначенням забруднення відносно теплообмінників є осадження і накопичення небажаних матеріалів, таких як окалина, зважені тверді частинки, нерозчинні солі і навіть водорості на внутрішніх поверхнях теплообмінника. Залежно від речовин, що проходять через пристрій забруднення може проявлятися на поверхні, трубного, так і в міжтрубного, а іноді і одночасно. Забруднення значно впливає на теплопередачу через поверхню теплообмінника і, отже, на його загальні експлуатаційні характеристики. В кінцевому підсумку, страждає економічність технологічного процесу. Заростання труб або проточних каналів також зменшує їх площа поперечного перерізу і збільшує опір проходить по ним рідини. Ці побічні ефекти в сукупності збільшують перепад тиску в теплообміннику, знижуючи швидкість потоку і ще більше посилюючи проблему. У гірших випадках теплообмінник досить швидко виявляється забитий. Нарешті, в

залежності від речовини, що викликає забруднення, можлива корозія теплообмінника. Її сліди часто не помітні на перший погляд, оскільки знаходяться під самим шаром забруднення. Тим не менш, вона скорочує термін служби теплообмінника і може привести до його повного виходу з ладу.

Мета роботи: розробити комплекс заходів ліквідації причин забруднення теплообмінників.

Методики, матеріали і результати досліджень. Одним з перших ознак значного забруднення, що виходить за рамки проектних параметрів, є зниження продуктивності теплообмінника через погіршення теплопередачі. Збільшення перепаду тиску іноді може бути викликано накопиченням нагару, але це ненадійний ознака в порівнянні з оцінкою продуктивності теплообмінника і, звичайно, він не настільки ефективний, як моніторинг продуктивності. Якщо не ускладнювати, існує всього чотири типи забруднення, перераховані нижче:

1. Хімічне забруднення: коли хімічні сполуки в рідині утворюють осад на поверхні трубок. Найбільш поширеним прикладом є накип у чайнику або котлі, обумовлене утворенням солей на нагрівальному елементі, оскільки розчинність солей знижується з підвищенням температури. Цей процес не контролюється інженером-проектувальником, але може бути зведений до мінімуму шляхом ретельного контролю температури стінки труб, безпосередньо знаходиться в контакті з рідиною. Якщо накип вже утворилася, то вона повинна бути видалена або шляхом хімічної обробки, або механічним шляхом (дротові йорж, спеціальні свердла для видалення накипу або струмінь води під високим тиском).

2. Біологічне забруднення: викликано зростанням мікроорганізмів в рідині, які осідають на поверхні теплообміну. Знову ж таки, цей процес не може контролюватися інженером-проектувальником, але на нього може вплинути вибір матеріалів. Оскільки деякі, кольорові метали, особливо латунь, отруйні для деяких організмів і успішно використовуються для мінімізації даного типу забруднень. Коли відбувається значно обростання поверхонь теплообміну, то очищення відбувається або хімічним, або механічним шляхом.

3. Відкладення осаду: це коли частинки, що містяться в рідині, осідають на поверхні теплообміну в результаті падіння швидкості рідини нижче критичного рівня. В значній мірі це може контролюватися інженером-проектувальником, так як критична швидкість течії легко розраховується для будь-якої рідини з вмістом частинок, тому при проектуванні конструкції теплообмінника забезпечується мінімальна швидкість, яка вище за критичний рівень. Вертикальне розташування теплообмінника при монтажі теж мінімізує ефект забруднення, тому що за рахунок гравітаційної сили частки будуть притягатися вниз навіть при малих швидкостях течії середовищ. Теплообмінники очищаються механічним шляхом при даному типі забруднень.

4. Корозійне забруднення: коли продукти процесу корозії накопичуються на поверхнях труб, утворюючи додатковий шар, який надає термічний опір і негативно впливаючи на продуктивність теплообмінника. Завдяки ретельному підбору матеріалів, використовуваних при виготовленні теплообмінника, ефект

даного забруднення може бути зведений до мінімуму. Ми має широкий асортимент корозійно-стійких матеріалів на основі нержавіючої сталі та інших сплавів на основі нікелю.

У будь-якому випадку профілактика краще лікування. Запобігти або зменшити забруднення заздалегідь дешевше і ефективніше з точки зору підтримки продуктивності теплообмінника, ніж видаляти або чистити вже забруднене пристрій. Використання труб зі спіральною накаткою в конструкції теплообмінників, як це робить компанія HRS (рис.), допомагає запобігти як забруднення у вигляді відкладень, так і хімічні забруднення. Кількість осаду можна зменшити, забезпечивши більш високі рівні турбулентності при більш низьких швидкостях рідини, в той час як хімічне забруднення часто зменшується шляхом підвищення коефіцієнта теплопередачі за рахунок труб з накаткою. В останньому випадку температура стінок труби наближається до об'ємної температури робочих рідин. Якість поверхні теплообмінника також буде впливати. Шорсткі поверхні, як відомо, швидше збирають частинки і сприяють утворенню забруднень. Гладкі, поліровані поверхні, які можна отримати на трубах з нержавіючої сталі марки 304 або 316, допомагають мінімізувати забруднення.

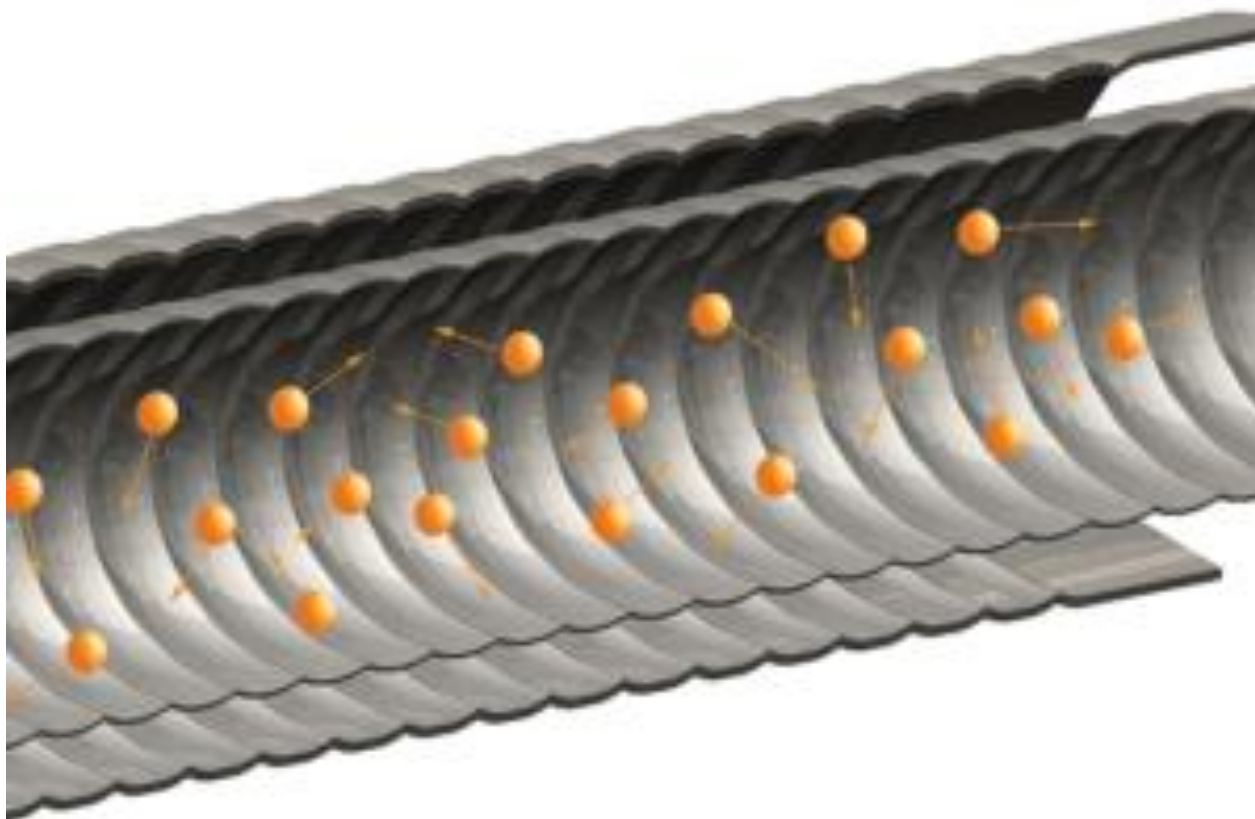


Рис. 1. Труба зі спіральною накаткою компанії HRS.

Висновки. Хоча деякі форми забруднення неминучі, грамотне конструювання і правильний вибір відповідного теплообмінника (наприклад, із спіральною накаткою труб) можуть значно знизити інтенсивність забруднення. Першим кроком завжди повинен бути аналіз, як оброблюваного продукту, так і другого теплоносія. Необхідно розрахувати точні значення коефіцієнтів забруднення, а потім розробити адекватну конструкцію для забезпечення відповідних величин швидкості рідини, температури і інших робочих параметрів. Конструкція повинна враховувати ймовірність забруднення і необхідну частоту огляду і очищення. Необхідно передбачити функціональні елементи, що дозволяють зробити ці процеси максимально швидкими і простими. Це вбудовані панелі для огляду і знімні секції труб. Збір якомога більшої кількості інформації на етапі проектування, безсумнівно, є найкращим способом забезпечення ефективної роботи теплообмінників протягом багатьох років.

Науковий керівник: Ковтун А. І., ст. викл., к.т.н. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Література

1. Мала гірнича енциклопедія за ред. В. С. Білецького. — Д.: Східний видавничий дім, 2004—2013.
2. Касаткін А. Г., «Основные процессы и аппараты химической технологии», М., 1971, с 784.