

ЗДІЙСНЕННЯ ЗОВНІШНЬОЇ ТЕПЛОВОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОЦЕСУ РЕКТИФІКАЦІЇ СУМІШІ АЦЕТОН-ЕТАНОЛ

С. Широков¹, М.Ю. Маруденко², С.М. Биканов³

¹ аспірант кафедри ІТПА, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

stefan.shyrokov@ihti.khpi.edu.ua

² магістрант кафедри ІТПА, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

maksym.marudenko@ihti.khpi.edu.ua

³ доцент кафедри ІТПА, канд. техн. наук, НТУ «ХПІ», Харків, Україна

serhii.bykanov@khpi.edu.ua

Протягом останніх десятиліть ефективне використання енергії стало одним з аспектів, що викликає найбільший інтерес у широкому спектрі інженерних галузей. У сфері технологічних процесів найкращими рішеннями для зменшення енергетичних витрат є інтенсифікація процесів та тепла інтеграція. Іntenсифікація процесів передбачає використання спеціального обладнання, здатного виконувати кілька процесів всередині себе [1], тоді як, процес інтеграції полягає в переплануванні хіміко-технологічної мережі з метою використання технологічних потоків для охолодження вже існуючих в мережі гарячих потоків та нагрівання холодних потоків, відповідно. Один із сучасних методів теплової інтеграції є метод пінч аналізу [2].

Процес ректифікації є одним з найрозповсюдженим та найбільш енерговитратним в хімічній технології. Зниження енерговитрат в процесі ректифікації є актуальною задачею, для рішення якого неодноразово залучався метод пінч-аналізу [3]. Покажемо застосування методу пінч аналізу при здійсненні зовнішньої теплової інтеграції процесі ректифікації суміші ацетон-етанол. Процес розділення суміші ацетону та етанолу вимагає значних витрат на підігрівання та охолодження технологічних потоків в кубі колони та дистиляту.

При проведенні теплової інтеграції методом пінч аналізу було обрано чотири потоки: дистилят, кубовий залишок, початкова суміш та вода на технологічні потреби. Сформовано поточкову таблицю основних технологічних потоків які підлягають рекуперації. На основі матеріального і теплового балансу процесу ректифікації визначено витрати, температури, теплоємності та теплове навантаження потоків.

Побудовано складові криві процесу. На рисунку 1 представлено загальні складові усього процесу ректифікації до реконструкції та після. В існуючій мережі витрати на охолодження становлять 273 кВт, тоді як витрати на нагрівання – 308 кВт. Визначено мінімальну різницю температур, яка для даної технологічної схеми склала $\Delta T_{\min} = 10$ °C. Визначено мінімальні цільові енергетичні значення для гарячих $Q_{H\min} = 78,79$ кВт та холодних $Q_{C\min} = 43,38$ кВт утиліт. Після встановлення мінімальної різниці температур та побудови складових кривих, уточнюємо що для інтегрованого процесу витрати на охолодження становлять вже 43 кВт, а на нагрівання 79 кВт. Тобто, в процесі інтеграції вдалося зменшити витрати на гарячі та холодні утиліти.

В результаті проведення теплової інтеграції, згідно алгоритму описаного в [2] побудовано сіткову діаграму інтегрованого процесу. Із діаграми видно, що для реалізації проекту встановлено 4 нових рекуперативних теплообмінника: РТ-1, РТ-2, РТ-3 та РТ-4. Спрощена сіткова діаграма інтегрованого процесу ректифікації суміші ацетон-етанол представлена на рисунку 2.

На основі сіткової діаграми побудовано технологічну схему процесу після реконструкції і проведено відповідні розрахунки економічності доцільності проекту. У

порівнянні з принциповою технологічною схемою процесу ректифікації, яку взято за основу, термін окупності даного проекту складає близько року.

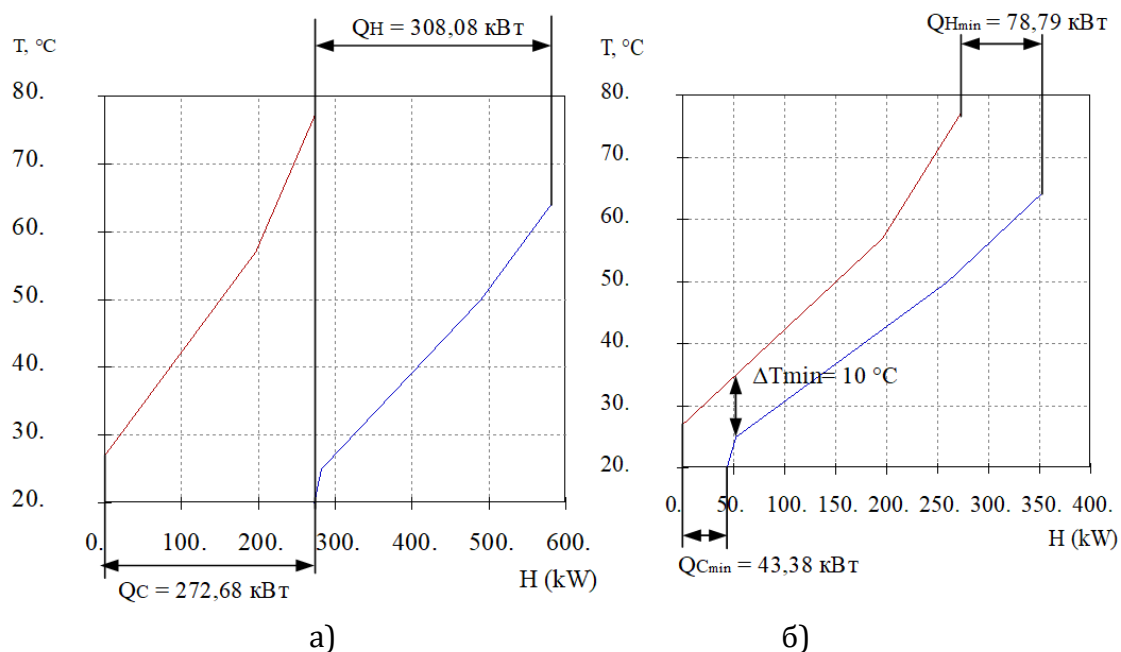


Рисунок 1 – Загальні складові процесу ректифікації:
а – до реконструкції; б – після реконструкції;

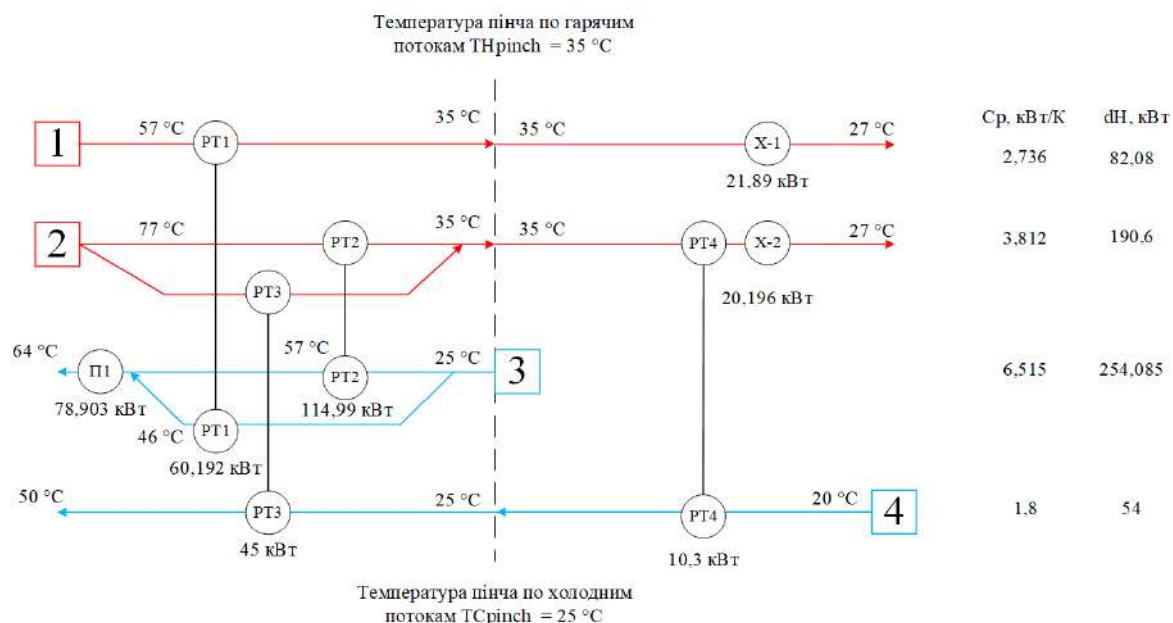


Рисунок 2 – Сіткова діаграма інтегрованого процесу

Список літератури:

1. Di Pretoro, A.; Fedeli, M.; Ciranna, F.; Joulia, X.; Montastruc, L.; Manenti, F. Flexibility and environmental assessment of process-intensified design solutions: A DWC case study. *Comput. Chem. Eng.* 2022, 159, 107663.
2. Сміт Р., Клемеш Й., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л., Капустенко П. А., Ульянов Л. М. Основи інтеграції теплових процесів. Харків. НТУ «ХПІ». - Бібліотека журналу ІТЕ. - Харків: НТУ «ХПІ». 2000. - 458 с.
3. Рищенко І.М., Биканов С.М., Бабак Т.Г, Горбунов К.О., Комплексна теплова інтеграція процесу ректифікації із використанням термокомпресії. Харків. НТУ «ХПІ». - № 3 (2022): Інтегровані технології та енергозбереження, 2022, с. 12-21.