

КОМПЛЕКСНА ТЕПЛОВА ІНТЕГРАЦІЯ ПРОЦЕСУ РЕКТИФІКАЦІЇ СУМІШІ ЕТАНОЛ-ВОДА

Биканов С.М., Перевертайленко О.Ю., Горбунов К.О.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Як відомо, процес ректифікації потребує великої кількості тепла. Ця теплота потрібна для підігрівання початкової суміші до температури кипіння та для утворення пари в кубі колони. З іншої сторони, потрібно відводити тепло при конденсації пари у верхній частині колони (дефлегматорі) та охолоджувати продукти ректифікації. Отже, існує актуальність проблеми теплової інтеграції такого процесу.

Розглянуто можливість теплової інтеграції процесу ректифікації на прикладі розділення суміші етанол-вода продуктивністю 11250 кг/год. За основу взято принципову технологічну схему ректифікації. Для інтеграції застосовано метод пінч-аналізу. Крім того, розглядається можливість використання термокомпресії пари, що виходить з верха колони. Суть в тому, що при стисненні пари підвищується температура і цю гарячу пару можна направити на нагрівання кубу колони.

Укладено потокову таблицю та визначено потоки для інтеграції: 2 холодних (початкова суміш та куб) та 3 гарячих (кубовий залишок, дистилят та пара). На основі матеріального і теплового балансів колони визначено температури, витрати та теплоємності потоків. Розрахунки показали, що при проведенні процесу за принциповою технологічною схемою, значення гарячих утиліт склали 1989,02 кВт, холодних 1954,20 кВт.

Розраховано, що при термокомпресії пари необхідна ступінь стиску складає 3, температура пари при цьому підвищується до 126⁰С. Цього достатньо для забезпечення процесу в кубі.

Побудовано складові криві процесу. Для мінімальної різниці температур $\Delta T_{\min} = 6^{\circ}$ отримаємо сітчасту діаграму, розташовуємо теплообмінники. Загальна кількість теплообмінників складає 8. З них 3 рекуперативні, вони підігрівають початкову суміш завдяки теплу кубового залишку і дистиляту; 2 холодильника, в яких охолоджується кубовий залишок і дистилят, 1 підігрівач початкової суміші та 2 теплообмінника в кубі колони. На основі сітчастої діаграми отримано модернізовану технологічну схему ректифікації з термокомпресором.

Завдяки теплової інтеграції вдалось зменшити кількість гарячих утиліт до 117,41 кВт, холодних до 76,79 кВт. Компресор та насос, які необхідно встановити в цьому випадку, вживають відповідно 200 і 3 кВт електроенергії.