

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛООБМІНУ ВИПАРНИКА ХОЛОДИЛЬНИХ СИСТЕМ АГРЕГАТИВ СИНТЕЗУ АМІАКУ

Бабіченко А. К., Подустов М. О., Кравченко Я. О., Дзевочко О. М.
Національний технічний університет «ХП», axts_ekm@ukr.net

Абсорбційно-холодильні установки (АХУ) завдяки можливості утилізації низько потенціальної теплоти останнім часом знаходять широке застосування у різних галузях промисловості, зокрема у блоці вторинної конденсації агрегатів синтезу для вилучення продукційного аміаку з циркуляційного газу шляхом його охолодження. Випарники АХУ являють собою горизонтальні кожухотрубні теплообмінники зануреного типу з U -подібними трубками, робота яких відбувається в умовах постійної зміни зовнішнього теплового навантаження як з боку циркуляційного газу, так і з боку самої АХУ. Це зумовлено застосуванням в АХУ та на стадії первинної конденсації повітряного охолодження, що й викликає внаслідок сезонних та добових коливань температури атмосферного повітря зовнішні збурення на випарники. За таких обставин відбувається коливання температури охолодження циркуляційного газу в діапазоні від мінус 5 до 5 °С. Як свідчать результати досліджень, підвищення цієї температури навіть на 1 °С спричинює збільшення енерговитрат по природному газу і глибоко знесоленій воді відповідно на 307,3 тис. нм³/рік та 3 тис. т/рік [1]. Тому задача мінімізації температурного режиму охолодження циркуляційного газу набуває особливої актуальності. Розв'язання такої задачі найбільш ефективно може бути здійснено методом математичного моделювання. Однак побудова математичної моделі випарника вимагає проведення ідентифікації теплообміну для визначення такого параметру зв'язку як коефіцієнт теплопередачі K , який визначається коефіцієнтами термічного опору, забруднень і стінок, тепловіддачі з боку міжтрубного простору α_{MT} , де кипить аміак, та з боку циркуляційного газу α_{TP} через конденсацію аміаку всередині труб за рахунок охолодження.

Розрахунки коефіцієнта теплопередачі K_E (Вт/(м²·К)) за експериментальними даними промислової експлуатації випарника показали, що реальне його значення майже у 1,5 разу менше проектного (1130 Вт/м²). Така невідповідність згідно з існуючими теоретичними положеннями пов'язана із застосуванням у проектуванні загально відомого рівняння Краусольда без урахування процесу конденсації:

$$\alpha_{TP} = A W_{TP}^{0,8} d_{BH}^{-0,2},$$

де A – коефіцієнт, що залежить від теплофізичних властивостей газу; W_{TP} – вагова швидкість газу у трубному просторі на одиницю поверхні, кг/(м²·с); d_{BH} – внутрішній діаметр труб, м.

Для оцінки розбіжності між проектними та реальними показниками ефективності процесу теплообміну визначався загальний термічний опір R_T^E (м²·К/Вт) за формулою:

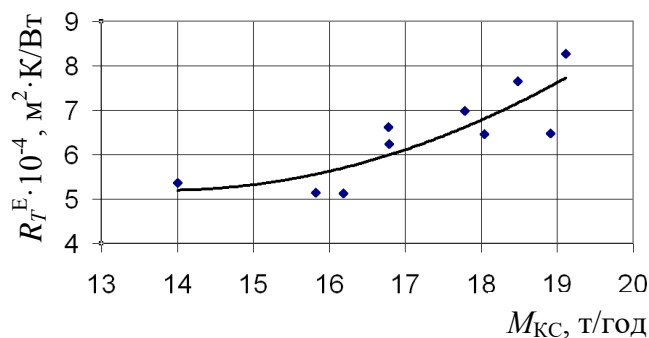
$$R_T^E = 1/K_E - [1/\alpha_{MT} + 1/\alpha_{TP}].$$

При цьому величина α_{MT} визначалась за достатньо апробованим у практичних умовах рівнянням [2]:

$$\alpha_{MT} = 2,2q_F^{0,7}p^{0,21},$$

де q_F – питомий тепловий потік, Вт/м²; p – тиск кипіння, бар.

Отримані розрахункові показники засвідчили, що між величиною R_T^E і середньою витратою аміачного конденсату M_{KC} (т/год) існує не випадкова залежність (див. рисунок).



Залежність загального термічного опору від витрати аміачного конденсату

За результатами обробки цієї залежності було отримано таке рівняння:

$$R_T^E = (0,0903M_{KC}^2 - 2,493M_{KC} + 22,404) \cdot 10^{-4}. \quad (1)$$

Коефіцієнт кореляції склав 0,84, середньоквадратичне відхилення розрахункових значень відносно експериментальних становить $1,04 \cdot 10^{-4}$ м²·К/Вт, а похибка апроксимації не перевищує 8 %.

Таким чином, отримане рівняння (1) для розрахунку R_T^E дозволить забезпечити проведення математичного моделювання в процесі розв'язання задач діагностики розподілу температур циркуляційного газу та мінімізації температурного режиму охолодження технологічного комплексу вторинної конденсації.

1. **Бабіченко А. К.** Застосування математичного моделювання для діагностики показників ефективності процесів тепло- і масообміну в абсорберах тепловикористовуючих холодильних установок агрегатів синтезу аміаку [Текст] / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський // Вопросы химии и химической технологии. – 2009. – № 6. – С.107 – 111.

2. **Куприянова А. В.** Определение коэффициента теплоотдачи в аммиачных испарителях [Текст] / А. В. Куприянова // Холодильная техника. – 1970. – № 11. – С. 40–43.