

УДОСКОНАЛЕНИЙ АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ПРОЦЕСУ АБСОРБЦІЇ В АГРЕГАТІ УКЛ-7

Кобзев О.В., Лобойко В.О., Панасенко В.О., Погорєлов В.С.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»,
м. Харків*

Одним з найважливіших багатотоннажних продуктів технології неорганічних речовин є нітратна кислота, 75 – 80 % якої у промислово розвинених країнах світу використовується в якості сировини для виробництва нітратних мінеральних добрив. В Україні нітратна кислота виробляється у 28 агрегатах УКЛ-7, які мають сумарну проектну продуктивність 3 млн. 366 тис. тон на рік, але через певні причини вони мають різний технічний стан.

Процес виробництва складається з декількох стадій: контактне окиснення аміаку до оксиду азоту (II); окиснення оксиду азоту (II) до оксиду азоту (IV); абсорбція оксидів азоту (IV) водою з утворенням неконцентрованої нітратної кислоти; санітарна стадія – очищення викидних газів абсорбції.

Свого часу на кафедрі хімічної технології неорганічних речовин, каталізу та екології НТУ «ХПІ» був розроблений алгоритм розрахунку процесу абсорбції в агрегаті УКЛ-7. Алгоритм можна умовно розділити на декілька стадій, після кожної з них отримується певний результат. Алгоритм циклічний, тобто дані, отримані після розрахунку першої тарілки, стають вихідними для розрахунку другої і так до досягнення заданої кількості тарілок. На стадії розрахунку процесу абсорбції NO_2 для визначення парціального тиску NO_2 в момент встановлення рівноваги використовують кубічне рівняння, до якого входять початкові парціальні тиски компонентів газової суміші, частинна константа рівноваги реакції поглинання NO_2 та константа рівноваги реакції полімеризації NO_2 . Це рівняння є не дуже зручним для проведення розрахунків через те, що шуканий параметр – парціальний тиск NO_2 в момент встановлення рівноваги, входить до нього в неявному вигляді і для його визначення необхідно знаходити корені рівняння з використанням числових методів, а це знижує продуктивність обчислень і потребує певних знань з математики та програмування.

Нами була поставлена задача на основі кубічного рівняння отримати нове рівняння, позбавлене вказаних вище недоліків, що була вирішена за допомогою системи комп'ютерної алгебри Maple 2015, яка на теперішній час є однією з кращих серед систем символічної математики і дозволяє розв'язувати математичні задачі в аналітичному вигляді.

Отримання нового рівняння звелось до отримання математичних виразів для визначення трьох коренів кубічного рівняння, причому фізичний смисл має лише один з них. Також були проведені певні спрощення для більшої зручності використання. Порівняння розрахунків процесу абсорбції за стандартним (з кубічним рівнянням) та удосконаленим (з новим рівнянням) алгоритмами розрахунку вказує, що середня відносна погрішність отриманих значень парціального тиску NO_2 в момент встановлення рівноваги склала близько 0,14 %, що дозволяє використовувати отримане рівняння для проведення розрахунків з достатньо високою точністю.