

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ РЕАКТОР-НЕЙТРАЛІЗАТОР З МОДУЛЬНИМИ СЕПАРАЦІЙНО-, ТЕПЛО- ТА МАСООБМІННИМИ ПРИСТРОЯМИ

*Люшніченко М. П.¹, Маренок В. М.¹, Смирнов В. А.¹,
Скиданенко М. С.¹, Ляпощенко О. О.¹, Шевчук А. В.²*

¹Сумський державний університет

²ТОВ «Агросервіс»

o.liaposhchenko@pohnp.sumdu.edu.ua

Виробництво рідких азотних добрив, зокрема, аміачної води, в порівнянні з виробництвом твердих азотних добрив обходиться на 30–40 % дешевше, оскільки відпадає необхідність в таких енергоємних технологічних операціях, як гранулювання, сушіння, сортування продукту. Відомо, що основні методи приготування водного розчину аміаку (аміачної води) засновані на абсорбційному поглинанні газоподібного аміаку водою. Наприклад, водний розчин аміаку, що широко застосовується в медицині і відомий під назвою нашатирний спирт, отримують абсорбцією синтетичного аміаку хімічно знесоленою водою. При цьому традиційно в промислових умовах отримують водні розчини технічного аміаку низьких концентрацій – 10 % та 25 % (мас.).

Ефективність абсорбційного поглинання аміаку водою суттєво залежить від температури, що пов'язано зі зменшенням розчинності із зростанням температури, в той же час, розчинність аміаку у воді зростає з підвищенням тиску. У відповідності до закону Генрі витікає, що теоретично стабільну аміачну воду з концентрацією аміаку 34 % (мас.) і вище можна отримати тільки при температурах нижче 10 °С, а при 20–22 °С можна отримати максимальну концентрацію близько 30 %. Зберігати розчини такої концентрації слід при тиску (абсолютному) не нижче 0,2 МПа, чим і обумовлена концентрація аміачної води (25 % мас.), що випускається азотною промисловістю, оскільки вона залишається стабільною навіть при 32 °С. Підвищити вміст основних цільових компонентів (НРК) в отримуваних рідких азотних добривах, що залишаються стабільними навіть за нормальних умов (температура $T = 20$ °С, тиск $P = 0,1$ МПа), можна шляхом заміщення процесу отримання насиченого водного розчину аміаку методом фізичної абсорбції на процеси нейтралізації розчинів кислот (азотної або фосфатної) аміачною водою або газоподібним аміаком, взаємодії солей з аміаком у водному розчині з утворенням стійких амінокомплексів, що представлятимуть собою вже клас рідких комплексних добрив.

Для отримання більш концентрованих водних розчинів запропоновано безперервний спосіб отримання аміачної води високої концентрації (масова доля аміаку 45–50 %, в перерахунку на азот не менше 32 %), заснований на двоступінчатому розчиненні аміаку і насиченні розчину. Для підвищення вмісту азоту у рідких азотних добривах пропонується в зону змішувача-сепаратора додавати фосфатну або азотну кислоти. Апаратне оформлення процесу випаровування зрідженого аміаку, його абсорбційного поглинання водою з поступеним відведенням тепла реакції розчинення аміаку і нейтралізації кислот запропоновано у вигляді комбінованого багатофункціонального об'ємно-трубчастого реактора-нейтралізатора з турбо-ежекційним перемішувачем і вбудованими модульними сепараційними та теплообмінними пристроями, причому така конструкція апарату дозволяє реалізувати як прототечійну, так і протитечійну схему руху потоків. Методами CFD та чисельного термодинамічного моделювання хіміко-технологічних процесів (ХТП) проведено розрахунки матеріальних і теплових балансів з визначенням оптимальних проектних режимних параметрів ХТП. Виконано технологічні та конструктивні розрахунки основних контактних, сепараційних та тепломасообмінних пристроїв апарату.

Робота виконана за підтримки МОН України: ДР №0117U003931.