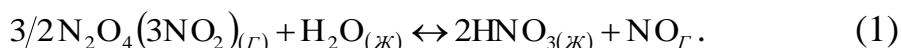


ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ОКСИДІВ АЗОТУ ПІСЛЯ АБСОРБЦІЙНОЇ КОЛОНИ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ СПІВВІДНОШЕННЯ АБСОРБЦІЙНОГО ТА ОКИСЛЮВАЛЬНОГО ОБ'ЄМІВ

О.А. Утенков, ст. гр. ІТ-31а, НТУ «ХП»; О.Г. Шутинський, доц. каф. АХТС та ЕКМ, НТУ «ХП»

Азотну кислоту в промисловості отримують шляхом взаємодії з водою за наступним рівнянням:



Процес окислення азоту (II) в оксид азоту (IV) перебігає з незначною швидкістю й тому потребує великих реакційних об'ємів, що викликає необхідність у зміні методів інтенсифікації процесу з метою зменшення концентрації оксидів азоту після абсорбційної колони.

В результаті проведених досліджень [1] були отримані експериментальні дані з впливу різноманітних фізико-хімічних і технологічних факторів на процес абсорбції нітрозного газу низької концентрації.

Внаслідок математичної обробки експериментальних даних були визначені вид рівняння та його кількісні характеристики. Як показали дослідження, залежність ККД від лінійної швидкості газу, температури, висоти переливу рідини на тарілці описується рівнянням $A \cdot x^a$. Такі параметри як концентрація нітрозного газу та його окисленість не впливає на ККД у діапазоні параметрів, що досліджується.

Аналіз результатів роботи дозволяє висунути гіпотезу про залежність ККД тарілки від концентрації азотної кислоти у вигляді рівняння:

$$\eta = A(1 - B \cdot C_{\text{HNO}_3}^a). \quad (2)$$

Аналогічний характер залежності ККД від вище перелічених технологічних параметрів був отриманий стосовно до азотної кислоти з масовою часткою вище 10% та широкому інтервалі зміни температури [1], що дозволило використовувати їх для виведення рівняння залежності

коефіцієнту степені досягнення рівноваги по всій висоті абсорбційної колони:

$$\eta = A \left(1 - B \cdot C_{HNO_3}^a \right) \prod_{i=2}^h x_i^{a_i}. \quad (3)$$

Коефіцієнти рівняння (3) визначалися методом найменших квадратів [4], тобто мінімізацією функціонала:

$$F(A, B, a_i) = \sum_{j=1}^l \left[\eta_j - A \left(1 - B \cdot C_{HNO_3, j}^{a_1} \right) \prod_{i=2}^n x_{ij}^{a_i} \right]^2, \quad (4)$$

де i – номер фактора; j – номер дослідів; l – кількість дослідів; n – кількість факторів; η_j – КПД j -го дослідів; $C_{HNO_3, j}$ – масова частка азотної кислоти в j -ому досліді; x_{ij} – значення i -го параметра в j -ому досліді;

З метою визначення відтворюваності й однорідності дисперсії серії дослідів повторювалися тричі. Рандомізація дослідів проводилася згідно таблиці випадкових чисел [2]. Перевірка за критерієм Кохрена [3] показала однорідність дисперсії, що дозволяє зробити висновок про повноту системи факторів:

$$G_{расч} = \frac{S_{j \max}^2}{\sum_{j=1}^l S_j^2} = 0.064 < G_{(0.05; 94; 2)} = 0.0881 \quad (5)$$

В результаті обробки інформації було отримано наступне рівняння:

$$\eta = 0,1236 \left(1 - 0,0007 \cdot C_{HNO_3}^{1.55} \right) \cdot P^{-0.108} \cdot W^{-0.215} \cdot T^{0.08} \cdot H^{0.21} \cdot d^{-0.15} \quad (6)$$

Перевірка адекватності рівняння (6) проводилась за критерієм Фішера [4].

На основі одержаної математичної моделі абсорбційної колони отримання азотної кислоти були проведені дослідження з метою визначення оптимального співвідношення окислювального та абсорбційного об'ємів в верхній частині абсорбційної колони для досягнення мінімальної концентрації NO_x в газі, що відходить. Це дозволить зменшити кількість природного газу, який необхідно витратити на каталітичну очистку. Зміна співвідношення абсорбційного ($V_{аб}$) та

окислювального ($V_{ок}$) об'ємів починається з 29-ї тарілки, де відсутні охолоджуючі пристрої, шляхом зміни відстані між тарілками та висоти переливу на тарілці при збереженні незмінної загальної висоти колони. Результати оптимізації представлені на рисунку 1. Оптимальна кількість тарілок - 57, мінімальна концентрація NO_x в газі, що відходить- 0,08%.

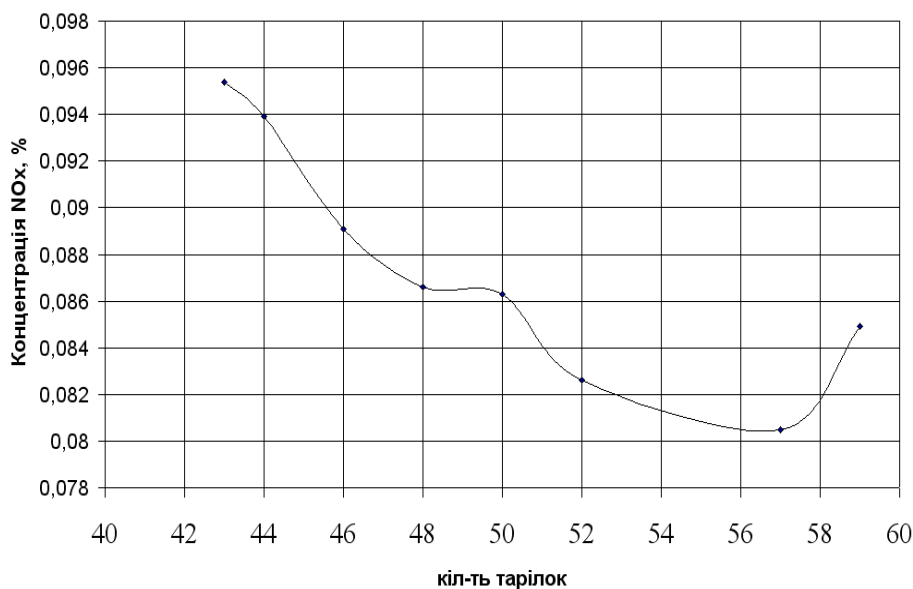


Рисунок 1 – Оптимізація співвідношення окислювального та абсорбційного об'ємів абсорбційної колони

Таким чином, концентрація оксидів азоту після абсорбційної колони зменшиться приблизно на 20 %.

Список літератури

1. Маковская А.С. и др. Абсорбционный метод очистки отходящих газов от оксидов азота / А.С. Маковская, В.Т. Ефимов, Т.И. Печенко и др. // Интенсификация тепло- и массообменных процессов в химической технологии: II Всесоюзная студенческая конф. : тезисы– Казань, 1984.
2. Бранд Э. Статистические методы анализа наблюдений / Э. Бранд; пер. с англ. ; под ред. В.Ф. Писаренко – М. : Мир, 1975.
3. Винарский М.С. Планирование эксперимента в технологических исследованиях / М.С Винарский., М.В. Лурье – К.: Техника, 1975.
4. Эринбург А. Анализ и интерпретация статистических данных / А Эринбург ; пер. с англ. ; под ред. А.А. Рывкина – М.: Финансы и статистика, 1981.