

УДК 66.081.4:542.74

Гумницький Я.М., Дерейко Х.О., Симак Д.М. (Україна, Львів)

ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА ВІД ДІОКСИДУ СІРКИ ХЕМОСОРБЦІЙНИМ МЕТОДОМ

Одним з найбільш небезпечних забрудників атмосферного повітря являється сірки діоксид (IV) SO₂, значні кількості якого потрапляють до атмосфери внаслідок спалювання вугілля у енергетиці (у вугіллі міститься 1,5 – 4% сірки), побутових відходів, одержання сульфітної кислоти, інших технологічних процесів.

Забезпечення необхідної концентрації SO₂ в атмосфері досягається застосуванням технологічних процесів очищення. Найбільшою увагою користуються хемосорбційні методи, основані на взаємодії SO₂ з реагентом, що знаходиться у рідинному середовищі [6]. Реагент може знаходитись як у рідкому стані, так і у твердому. В останньому випадку одержується трифазна система: газ – рідина – тверде тіло [7]. Доступним та дешевим твердим сорбентом є карбонат кальцію, який у воді утворює суспензію твердих частинок.

Метою роботи є теоретичний аналіз хемосорбційного процесу очищення газової суміші від SO₂ за допомогою вапнякової суспензії, визначення оптимальних параметрів процесу та встановлення теоретичної залежності для визначення ступеня очищення η . Експериментальні дослідження хемосорбційного поглинання SO₂ проводилися у реакторі з імPELLерною мішалкою, який заповнювався водою у кількості W [м³], також туди засипався подрібнений кальцію карбонат. Використання імPELLерної мішалки забезпечує високодисперсійне розділення газової фази та переведення процесу у пінний режим.

Ступінь очищення газової суміші від SO₂ фізичною абсорбцією описується виразом:

$$\eta_{\Phi} = \frac{\beta_L \sigma_L}{H} t_n \cdot e^{-\tau_L},$$

де β_L – коефіцієнт масовіддачі у рідинній фазі, м/с; $\sigma_L = \frac{F_L}{W}$ – питома поверхня контакту газової та рідинної фаз, м²/м³; F_L – поверхня газової фази у рідині, м²; H – константа Генрі.

Відношення $\frac{W}{V_c} = t_n$ означає час перебування у рідині газової суміші з витратою V_c [м³/с], значення $\beta_L \sigma_L t = \tau_L$ – безрозмірний час фізичної абсорбції.

Введення в систему твердого реагенту дозволяє зменшувати концентрацію утворюваної фізичною абсорбцією сульфітної кислоти за рахунок дифузійно-контрольованої хімічної взаємодії між кислотою та кальцію карбонатом.

Загальна швидкість зміни концентрації SO₂ із врахуванням хімічної взаємодії з твердим сорбентом буде визначатись як різниця між швидкістю фізичної абсорбції та швидкістю реакції з твердою речовиною:

$$\frac{dC}{dt} = \beta_L \sigma_L (C_{sp} - C) - \beta_S \sigma_S C,$$

де β_S – коефіцієнт масовіддачі від рідини до поверхні твердої фази, м/с; $\sigma_S = \frac{F_s}{W}$ – питома поверхня твердої фази, м²/м³; F_s – загальна поверхня твердих частинок, м².

Ввівши співвідношення $X = \frac{\beta_S \sigma_S}{\beta_L \sigma_L}$, одержимо.

За оптимальних умов хемосорбції:

$$\eta = 1 - \frac{H \cdot C}{y_n} = 1 - \frac{1}{1 + X} = \frac{X}{1 + X},$$

де y_n – початкова концентрація SO₂ у газовій фазі.

Найкращі результати досягаються за умови високих значень X , що за умов активної гідродинаміки може бути одержаним при значних величинах σ_S , що пов'язано з високим ступенем подрібнення твердого сорбенту.