

Л.М. Мельник, д-р техн. наук (НУХТ, Київ)

Н.А. Ткачук, канд. техн. наук (НУХТ, Київ)

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ АДСОРБЦІЇ ДОМІШОК В СИСТЕМАХ ІЗ НЕРУХОМИМ ШАРОМ АДСОРБЕНТУ

Актуальною проблемою розвитку спиртової промисловості та її лікєро-горілчаної галузі є проведення комплексу теоретичних та експериментальних досліджень з метою удосконалення технологій очищення водно-спиртових розчинів від шкідливих домішок адсорбентами, особливо природного походження.

Поглиблене вивчення процесу адсорбції у нерухомому шарі адсорбенту можна здійснити за допомогою математичної моделі, яка враховуватиме гідродинамічну структуру потоків, кінетику процесу та адсорбційно-десорбційну рівновагу (ізотерми адсорбції), а також технологічні умови проведення процесу. Розроблена програма на основі запропонованої математичної моделі дає можливість розрахувати матеріальний баланс процесу адсорбції в нерухомому шарі адсорбенту. Структура програми дозволяє використовувати її для розрахунку як окремого процесу, так і різних технологічних схем, що включають цей процес.

Схему апарату, що є основою для побудови моделі можна представити так:

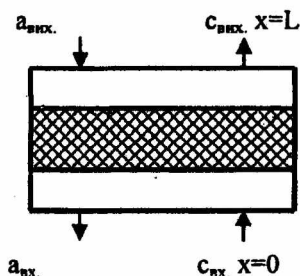


Рисунок – Схема адсорбера з нерухомих шаром адсорбенту

Математична модель процесу адсорбції домішок із водно-спиртових розчинів в нерухомому шарі адсорбенту побудована на основі дифузійної моделі і включає рівняння, що описують:

1. процеси переносу речовини в рідкій фазі:

$$D_1 \cdot \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - \frac{V}{e} \cdot \frac{\partial C}{\partial x} - \beta_1 \cdot (C - C^*) = e \frac{\partial C}{\partial t},$$

2. процеси переносу речовини в твердій фазі:

$$D_2 \cdot \rho \frac{\partial^2 a}{\partial x^2} + \beta_1 \cdot (C - C^*) = \rho \frac{1-e}{e} \cdot \frac{\partial a}{\partial t},$$

де $C^* = \frac{a}{A - k \cdot a}$ – рівноважна концентрація.

Початкові і граничні умови:

а) по рідкій фазі

при $x=0$;

$$D_1 \cdot \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{V}{e} \cdot (C - C_0);$$

$$\text{при } x=L; \quad \frac{\partial C}{\partial x} = 0;$$

$$\text{при } t=0; \quad C = C_0 = C_{ax};$$

б) по твердій фазі

$$\text{при } x=0; \quad D_2 \cdot \frac{\partial a}{\partial x} = \beta_2 \cdot (a - a^*);$$

$$\text{при } x=L; \quad \frac{\partial a}{\partial x} = 0;$$

$$\text{при } t=0; \quad a = a_0,$$

де D_1 – коефіцієнт повздовжнього переносу в рідині, $\text{м}^2/\text{год}$; C – концентрація домішок в рідкій і твердій фазах, од. ХПК; x – координата; V – швидкість руху рідини в шарі (з розрахунку на повний переріз апарата, $\text{м}/\text{год}$; e – поруватість шару адсорбенту; t – час, год ; D_2 – коефіцієнт ефективної дифузії домішок в поруватому середовищі, $\text{м}^2/\text{год}$; ρ – насипна щільність шару, $\text{кг}/\text{м}^3$; C_0 – концентрація домішок на вході в апарат, од. ХПК; a_0 – початковий вміст домішок в адсорбенті, од. ХПК/кг адсорбенту; β_1 – коефіцієнт масопередачі, $1/\text{год}$; β_2 – коефіцієнт внутрішнього масопереносу, $1/\text{год}$; A, k – коефіцієнти адсорбційно-десорбційної рівноваги, $\text{дм}^3/\text{г}$, $\text{дм}^3/\text{мл}$.

Авторами підібрано програму розв'язку запропонованої математичної моделі і перевірено її на адекватність.