

УДК 621.21

Корнієнко Я.М., докт. техн. наук, професор

Гайдай С.С., асистент

Сачок Р.В., канд. техн. наук, ст. викладач

Національний технічний університет України «КПІ ім. І.Сікорського», che@kpi.ua

МОДЕЛЮВАННЯ АВТОКОЛИВАЛЬНОГО РЕЖИМУ НЕОДНОРІДНОГО ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ

В останні десятиліття Україна значно збільшила площі під ефірно-олійні культури, а по виробництву олії ввійшла в групу лідерів, що призвело до виснаження ґрунтів та зниження їх родючості. Тому створення нового покоління гранульованих комплексних добрив є однією з важливих стратегічних задач країни в розрізі збереження гумінового шару ґрунтів та запобігання їх виснаженню.

Авторами [1] розроблено спосіб отримання мінерально-гумінових добрив із застосуванням техніки псевдозрідження, що дає змогу отримати тверді композити сфероподібної форми з рівномірним розподіленням мінеральних, поживних та розкислюючих компонентів.

Стійка кінетика процесу гранулоутворення в апараті з псевдозрідженим шаром визначається взаємодією газового теплоносія – зріджувального агента із шаром зернистого матеріалу [2, 3] при введенні рідкої фази всередину шару.

При проведенні процесів такого типу основною вимогою до гідродинаміки є інтенсивне об'ємне переміщення зернистого матеріалу, що супроводжується повним залученням всієї поверхні зернистого матеріалу, який знаходиться в апараті, до процесів перенесення.

Авторами [3, 4] запропоновано спосіб створення неоднорідного псевдозрідження із використанням оригінальної конструкції газорозподільного пристрою [2], яка у поєднанні з конструктивними змінами камери апарата забезпечує реалізацію струменево-пульсаційного режиму неоднорідного псевдозрідження, що при певних умовах може перейти у автоколивальний режим.

Експериментально встановлено [3,4], що автоколивальний режим неоднорідного псевдозрідження дозволяє підвищити питома навантаження поверхні шару зернистого матеріалу за вологою щонайменше в 1,63 рази у порівнянні з традиційним барботажним режимом псевдозрідження.

При реалізації процесів зневоднення та гранулювання рідких гетерогенних систем із застосуванням техніки псевдозрідження загальна поверхня шару зернистого матеріалу визначається кінетикою процесу й обумовлює мінімальну висоту нерухомого шару H_0 в апараті. При цьому відношення висоти пробою газового факелу y_f до $H_0 - y_f/H_0 < 0,5$ що дає змогу реалізувати бульбашковий режим псевдозрідження [5]. Тобто, дрібні газові бульбашки хаотично проходять через шар зернистого матеріалу, оминаючи застійні зони, що утворились на робочих поверхнях газорозподільного пристрою. Це призводить до оплавлення матеріалу при застосуванні високотемпературного теплоносія. При цьому не вся поверхня частинок зернистого матеріалу приймає участь в тепло- масообміні, тому виникнення зон перезволоження матеріалу призводить до утворення агломератів непрогнозованої структури.

Для усунення цих явищ та підвищення ефективності процесів тепло- масообміну авторами запропоновано інтенсивне локальне введення зріджувального агента в шар зернистого матеріалу.

Рівняння збереження імпульсу для неоднорідного псевдозрідженого шару без врахування його стиснення може бути записане у вигляді [6]:

$$\frac{d^2 H_1(\tau_1)}{d\tau_1^2} = \frac{\Delta P(\tau)}{\rho[1 - \varepsilon(\tau)]H(\tau)} - g \quad (1)$$

де H – висота шару,

$\Delta P(\tau)$ – складна функція швидкості газу, його висоти й порозності, а також властивостей твердої та газової фаз:

$$\Delta P(\tau) = \Delta P_{impulse}(\tau) + \Delta P_{friction}(\tau) + \Delta P_{hydrostatic}(\tau) \quad (2)$$

Рівняння було розв’язано числовими методами для проміжку часу $\Delta\tau=0,04$ с. Отримані в результаті розрахунків результати для різних чисел псевдозрідження дали збіжність з експериментальними відповідно з похибкою 0,9887 та 0,9866, рис. 1.

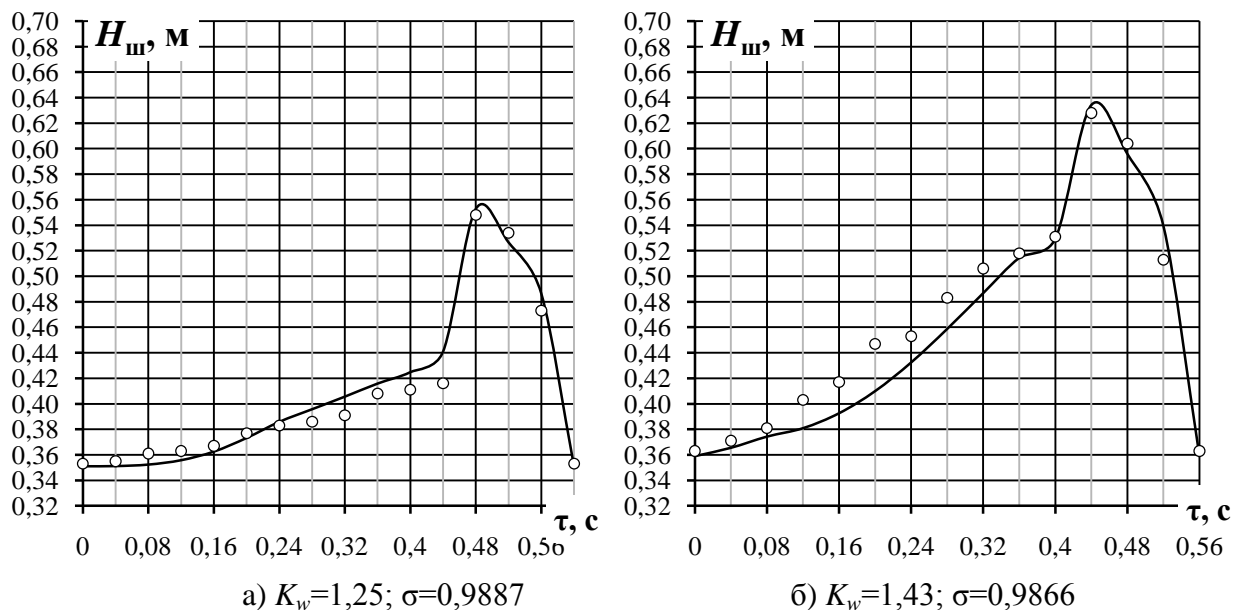


Рис. 1 – Динаміка зміни висоти шару – $H_{ш}=f(\tau)$, $H_0=0,32$

Таким чином, запропонована математична модель адекватно описує струменевопульсаційний режим псевдозрідження та дає змогу визначити умови переходу в автоколивальний режим.

Список посилань

1. Korniyenko Y., Hayday S., Semenenko D., Martynyuk O. (2013), Hranul'ovani azotno-kal'tsiyevohuminovi tverdi kompozyty, modyfikovani bentonitom. Protses oderzhannya, Khimichna promyslovist' Ukrainy, 5, pp. 46-51.
2. Kornienko Y., Sachok R., Rayda V., Tsepka O. (2009), Mathematical Modeling of Continuous Formation Of Multilayer Humic-Mineral Solid Composites, Chemistry & chemical technology, 3 (№4), pp. 335–338.
3. Kornienko Y., Haidai S., Liubeka A., Martynyuk O. (2016), Modelling of pulsating mode of fluidization when obtaining organic-mineral fertilizers, Ukrainian Food Journal, V.5 (№4), pp. 781–794.
4. Kornienko Y., Haidai S., Liubeka A., Martynyuk O. (2016), Kinetic laws of the process of obtaining complex humic-organic-mineral fertilizers in the fluidized bed granulator, Ukrainian Food Journal, V.5 (№1), pp. 144–154.
5. Buevich J., Minaev G. (1984), Jet fluidization, Chemistry, Moscow.
6. Tuponogov V., Rizhkov A., Baskakov A., Obozhin O. (2008), Relaxation auto-oscillations in a fluidized bed, Thermophysics and Aeromechanics, V.15 (№4), pp. 603–616.