

Література

1. Franklin T.S., Honda T. Micellization, Solubilization and Microemulsions// Editor Plenum Press. New York. – 1987, Vol. 2. – P. 205.
2. Когут А.М., Гевусь О.І., Воронов С.А., Шевчук О.М. Синтез нового аніонного поверхнево-активного мономера і його емульсійна кополімеризація зі стиреном// Вісн. нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2004, № 516. – С. 159-163.
3. Оудиан Дж. Основы химии полимеров: Пер. с англ. – М.: Мир, 1974. – 616 с.
4. Шенфельд Н. Поверхностноактивные вещества на основе оксида этилена: Пер. с нем/ Под ред. Н.Н. Лебедева. – М.: Химия, 1982. – 752 с.

УДК 66.047

*Проф. Я.М. Ханик, д-р техн. наук;
асист. Н.Я. Цюра – НУ "Львівська політехніка"*

ГІДРОДИНАМІКА РУХУ ТЕПЛОНОСІЯ КРІЗЬ ШАР СУХОГО ДИСПЕРСНОГО МАТЕРІАЛУ (ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ ВИРОБНИЦТВА TiO_2)

Наведено результати досліджень гідродинаміки сухого шару органічних відходів виробництва TiO_2 під час фільтрації теплоносія крізь нього; проведено узагальнення результатів і визначено коефіцієнти.

Ключові слова: сушіння, гідродинаміка, відходи.

Prof. Ya.M. Khanyk; assist. N.Ya. Tsyura – NU "L'vivs'ka Polytechnica"

Hydrodynamics of motion of heat transmitter through layer of dry dispersion material (organic wastes of production TiO_2)

In the article the results of researches of hydrodynamics of dry layer of organic wastes of production TiO_2 during filtration of heat transmitter through him are brought over; generalization of results is conducted and coefficients are certain.

Keywords: drying, hydrodynamics, wastes.

Постановка питання. Процес сушіння належить до таких, що широко використовуються у різних галузях промисловості. Проте він є довготривалим і потребує значних енерговитрат. Тому актуальними на сьогодні є дослідження гідродинаміки та кінетики сушіння різноманітних матеріалів з метою інтенсифікації цього процесу.

Аналіз останніх літературних джерел. Беручи до уваги напружену енергетичну ситуацію в державі, багато дослідників звертаються до проблеми розробки енергозберігаючих технологій. Оскільки процес сушіння зазвичай є лімітувальною стадією виробництва, в літературі пропонуються різні шляхи його інтенсифікації. Ефективним методом зневоднення більшості матеріалів є фільтраційне сушіння, яке має багато переваг перед традиційними методами зневоднення [2-5].

Були проведені дослідження процесу сушіння органічних відходів, які утворюються на проміжній стадії виробництва диоксиду титану. За умови висушування з'являється можливість використання таких відходів у виробництві будівельних матеріалів, лінолеумів як паливо тощо.

Результати досліджень. Щоб спрогнозувати енергетичні затрати на здійснення процесу сушіння, вивчалися закономірності зміни гідравлічного опору шару сухого матеріалу від фіктивної швидкості руху теплоносія.

Залежність гідравлічного опору від фіктивної швидкості для всіх висот шару матеріалу носить параболічний характер (рис. 1). Із збільшенням товщини шару гідравлічний опір зростає. З рис. 1 видно, що для висот шару $20; 30$ та $40 \cdot 10^{-3}$ м за швидкості руху теплоносія $1,3$ м/с, величина ΔP , відповідно, становить $365, 480, 600$ Па. Тобто, зростання товщини шару вдвічі призводить до зростання гідравлічного опору в $1,6$ раза.

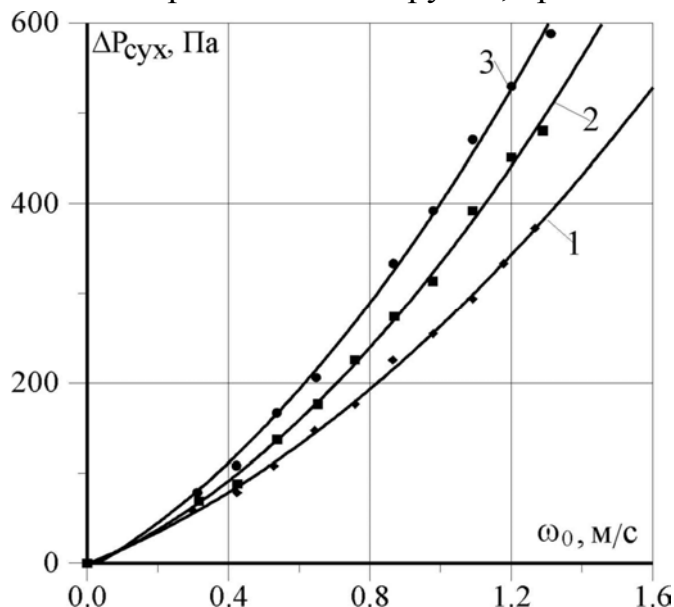


Рис. 1. Залежність гідравлічного опору шару сухих відходів від фіктивної швидкості руху теплоносія для різних висот ($T=393$ К): 1 – $H=20 \cdot 10^{-3}$ м; 2 – $H=30 \cdot 10^{-3}$ м; 3 – $H=40 \cdot 10^{-3}$ м

Оскільки криві обернені випуклістю до осі ординат, то для визначення гідравлічного опору шару дисперсного матеріалу найчастіше застосовують формулу Дарсі-Вейсбаха [1]. На базі цього рівняння отримано таку формулу (модифіковане двочленне рівняння Ергана):

$$\Delta P = A \cdot \frac{\mu \cdot a^2}{32 \cdot \varepsilon^3} \cdot H \cdot \omega_o + B \cdot \frac{a \cdot \rho}{8 \cdot \varepsilon^3} \cdot H \cdot \omega_o^2, \quad (1)$$

де: A, B – коефіцієнти, які визначають експериментально; H – висота шару, м; μ – динамічний коефіцієнт в'язкості, $\text{Па} \cdot \text{с}$; a – питома поверхня шару, $\text{м}^2/\text{м}^3$; d_e – еквівалентний діаметр, м; ρ – густина середовища, $\text{кг}/\text{м}^3$; Re – критерій Рейнольдса, ω_o – фіктивна швидкість, м/с; ε – частка пустот в одиниці об'єму шару матеріалу, $\text{м}^3/\text{м}^3$.

Щоб знайти невідомі A і B , розділимо ліву і праву частини на $H \cdot \omega_o$ і отримаємо рівняння прямої лінії:

$$\frac{\Delta P}{H \cdot \omega_o} = A \cdot \frac{\mu \cdot a^2}{32 \cdot \varepsilon^3} + B \cdot \frac{a \cdot \rho}{8 \cdot \varepsilon^3} \cdot \omega_o, \quad (2)$$

На рис. 2 визначено коефіцієнти A^* і B^* . $A^* = A \cdot \frac{\mu \cdot a^2}{32 \cdot \varepsilon^3}$, а $B^* = B \cdot \frac{a \cdot \rho}{8 \cdot \varepsilon^3}$.

Відрізок, який відтинає пряма лінія на осі ординат, дорівнює першій складовій A^* рівняння (9), а тангенс кута нахилу прямої до осі абсцис дорівнює B^* .

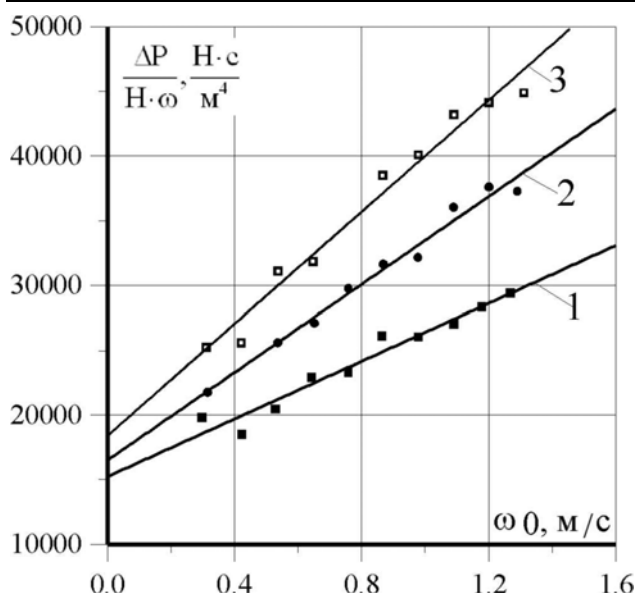


Рис. 2. Узагальнення результатів гідродинаміки сухих відходів виробництва TiO_2 за різних висот шару: 1 – $H = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; 2 – $H = 30 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; 3 – $H = 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

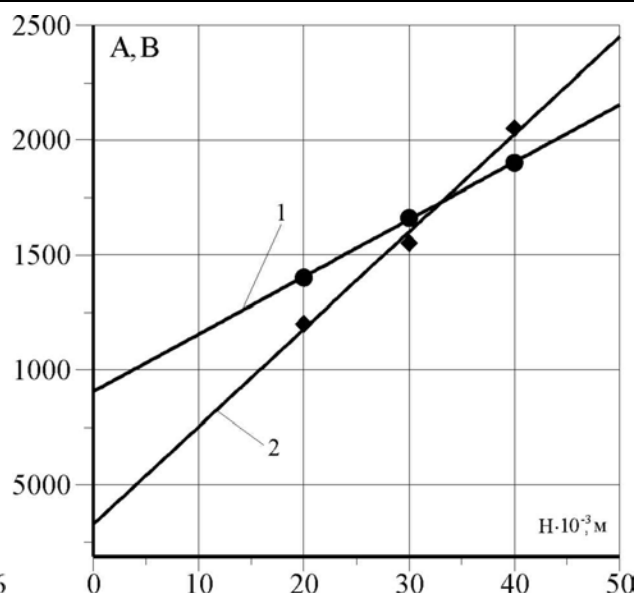


Рис. 3. Залежність коефіцієнтів A^* і B^* від висоти шару матеріалу: 1 – $A^* = f(H)$; 2 – $B^* = f(H)$

На рис. 3 представлено залежності $A^* = \varphi(H)$ і $B^* = \psi(H)$.

$$A^* = 174285 \cdot H + 11900, \quad (3)$$

$$B^* = 210000 \cdot H + 7800. \quad (4)$$

Підставивши вирази (3) і (4) у рівняння (2), отримаємо розрахункову залежність (5), що дає змогу прогнозувати гідродинаміку залежно від зміни ω і H для досліджуваного матеріалу і добре узгоджується з експериментальними даними.

$$\Delta P = (174285H^2 + 11900H) \frac{\omega_0 \mu a^2}{32\varepsilon^3} + (210000H^2 + 7800H) \frac{a \rho \omega_0^2}{8\varepsilon}. \quad (5)$$

Висновок. Отримані результати досліджень та їх узагальнення дали змогу записати рівняння, згідно з яким можна визначити гідравлічний опір шару сухого матеріалу певної висоти залежно від зміни швидкості руху теплоносія, що має важливе значення для прогнозування енергетичних затрат на здійснення процесу фільтраційного сушіння.

Література

1. Касаткин Л.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. – 783 с.
2. Ханьк Я.М. Фильтрационная сушка плоских проницаемых материалов: Дисс. д-ра техн. наук. – Львов, 1992. – 401 с.
3. Атаманюк В.М. Гідродинаміка та масообмін в процесі фільтраційного сушіння хімічного волокна: Дис. ... канд. техн. наук. – Львів, 1995. – 143 с.
4. Гузьова І.О. Інтенсифікація тепломасообміну фільтраційного сушіння дисперсних матеріалів: Дис. ... канд. техн. наук. – Львів, 2001. – 147 с.
5. Кіндзера Д.П. Сушіння паливних матеріалів різнодисперсного складу у щільному шарі: Дис. ... канд. техн. наук. – Львів, 2003. – 187 с.
6. Хазин Л.Г. Двуокись титана. Изд. 2-е, пер. доп. – М.: Химия, 1970. – 176 с.
7. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.