

лизом. – Л., 1991. – 128 с. 3. Клапків М.Д. Моделювання синтезу оксидокерамічних покриттів у розрядних каналах системи “метал-електроліт” // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 1999. – № 2. – С. 111. 4. Федоров В.А., Белозёров В.В., Великосельская Н.Д. Формирование упрочненных поверхностных слоёв методом микродугового оксидирования в различных электролитах и при изменении токовых режимов // Физика и химия обработки материалов. – 1991. – № 1. – С. 87.

УДК 66.047

Д.П. Кіндзера, Я.М. Ханик, В.М. Атаманюк
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра хімічної інженерії та промислової екології

ГІДРОДИНАМІКА ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ТОРФУ

© Кіндзера Д.П., Ханик Я.М., Атаманюк В.М., 2001

Досліджено гідродинаміку руху теплоносія через пористу структуру шару торфу при його фільтраційному сушінні.

There are investigations of hydrodynamic movement of hot air through the layer of peat during filtration drying.

Найбільш енергоємним процесом хімічної технології дуже часто є сушіння готового продукту або сировини, яке широко застосовується на завершальній стадії виробництва. Торф – природне утворення органічного походження, що застосовується у народному господарстві як паливо, органічні добрива, природні сорбенти, а також сировина, для виготовлення барвників, виробів побутової хімії, пінополіуретану, різного роду фільтрів, будівельних виробів тощо. Для промислового застосування торф попередньо подрібнюють, грохочуть і сушать.

Першим етапом дослідження фільтраційного сушіння торфу є експериментальне дослідження закономірностей зміни втрат напору у шарі сухого матеріалу від швидкості руху теплоносія. Вивчення закономірностей зміни втрат напору від швидкості дасть можливість оптимізувати фільтраційне сушіння і прогнозувати енергетичні затрати.

Точного розрахунку втрат напору при русі крізь зернистий шар газового або рідинного потоку не існує. Однак багаточисельні дослідження показують, що основний вплив на величину втрат напору має швидкість руху потоку між зернами шару, висота, еквівалентний діаметр шару, а також фізичні властивості середовища (в'язкість і густина). На практиці для визначення втрат напору у шарі зернистого матеріалу найчастіше застосовують відому формулу Дарсі-Вейсбаха [2]:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{H}{d_e} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}, \quad (1)$$

де λ – коефіцієнт опору; H – висота шару, м; d_e – еквівалентний діаметр, який дорівнює сумарному поперечному перерізу всіх каналів у зернистому шарі, м; ρ – густина середовища, кг/м^3 ; ω – дійсна швидкість газу у каналах, м/с.

В результаті багаточисельних експериментальних досліджень нами встановлений зв'язок між втратами напору у шарі торфуги при різних швидкостях руху повітря, які зображені на рис. 1. Із рис. 1 видно, що залежність втрат напору від фіктивної швидкості має степеневий характер для всіх наважок матеріалу. Із збільшенням товщини матеріалу втрати напору також зростають.

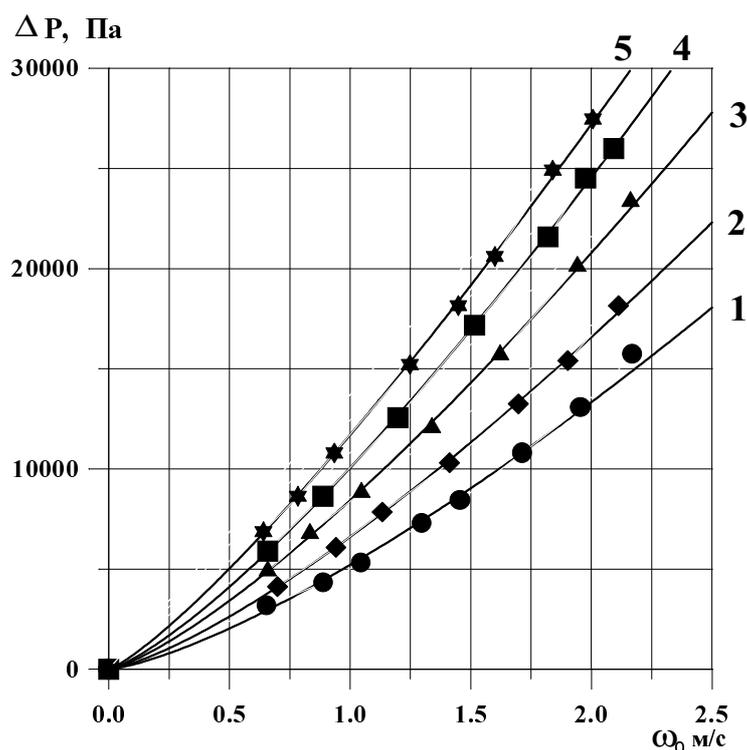


Рис. 1. Залежність втрат напору від фіктивної швидкості руху теплоносія. Наважка торфуги: 1 – 50 г; 2 – 70 г; 3 – 90 г; 4 – 110 г; 5 – 130 г

У технічній літературі [1, 2] запропоновано ряд залежностей для визначення коефіцієнта опору λ при різних режимах руху середовища. Однак всі ці залежності отримані узагальненням експериментальних даних, різними дослідниками для різних за своєю структурною будовою матеріалів. Аналіз цих залежностей дозволив виразити λ у вигляді [1]:

$$\lambda = \frac{A}{\text{Re}} + B, \quad (2)$$

де A , B – невідомі коефіцієнти; Re – критерій Рейнольдса.

Тоді рівняння (1) можна переписати у вигляді:

$$\Delta P = \left(\frac{A}{\text{Re}} + B \right) \cdot \frac{H}{d_e} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} = \left(A \cdot \frac{\mu}{\omega \cdot d_e \cdot \rho} + B \right) \cdot \frac{H}{d_e} \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}. \quad (3)$$

Визначити дійсну швидкість руху газу у шарі зернистого матеріалу є дуже важко, тому на практиці користуються фіктивною швидкістю, яку позначають ω_0 і визначають за формулою [1]:

$$\omega = \frac{\omega_0}{\varepsilon}, \quad (4)$$

де ε – частка пустот в одиниці об'єму шару зернистого матеріалу, $\text{м}^3/\text{м}^3$.

Підставивши у формулу (3) формулу (4), отримаємо:

$$\Delta P = \left(A \cdot \frac{\mu \cdot \varepsilon}{\omega_0 \cdot d_e \cdot \rho} + B \right) \cdot \frac{H}{d_e} \cdot \frac{\rho \cdot \omega_0^2}{2 \cdot \varepsilon^2}. \quad (5)$$

Для спрощення виразу подамо еквівалентний діаметр залежністю: [1]

$$d_e = \frac{4 \cdot \varepsilon}{a}, \quad (6)$$

де a – поверхня всіх частинок матеріалу в одиниці об'єму, $\text{м}^3/\text{м}^3$.

Тоді формулу (5) можна записати у вигляді:

$$\Delta P = A \cdot \frac{\mu \cdot a^2}{32 \cdot \varepsilon^3} \cdot H \cdot \omega_0 + B \cdot \frac{a \cdot \rho}{8 \cdot \varepsilon^3} \cdot H \cdot \omega_0^2. \quad (7)$$

В результаті проведених перетворень ми отримали двочленне рівняння Ергана. Для знаходження невідомих A і B розділимо ліву і праву частину рівняння (7) на $H \cdot \omega_0$ і в результаті отримаємо рівняння:

$$\frac{\Delta P}{H \cdot \omega_0} = A \cdot \frac{\mu \cdot a^2}{32 \cdot \varepsilon^3} + B \cdot \frac{a \cdot \rho}{8 \cdot \varepsilon^3} \cdot \omega_0. \quad (8)$$

Отримані нами результати експериментальних досліджень втрат напору від фіктивної швидкості перераховувалися для зображення їх у вигляді $\frac{\Delta P}{H \cdot \omega_0} = f(\omega_0)$.

Результати розрахунків зображені на рис. 2, із яких видно, що експериментальні значення досить добре можна узагальнити прямою лінією. Відрізок, який відтинає пряма на

осі ординат, дорівнює першій складові $A \cdot \frac{\mu \cdot a^2}{32 \cdot \varepsilon^3}$ рівняння (8), а тангенс кута нахилу прямої

до осі абсцис дорівнює другому членові – $B \cdot \frac{a \cdot \rho}{8 \cdot \varepsilon^3}$.

Визначивши із графічної залежності ці величини, рівняння (8) можна записати у такому вигляді:

$$\frac{\Delta P}{H \cdot \omega_0} = 154278 + 51886 \cdot \omega_0. \quad (9)$$

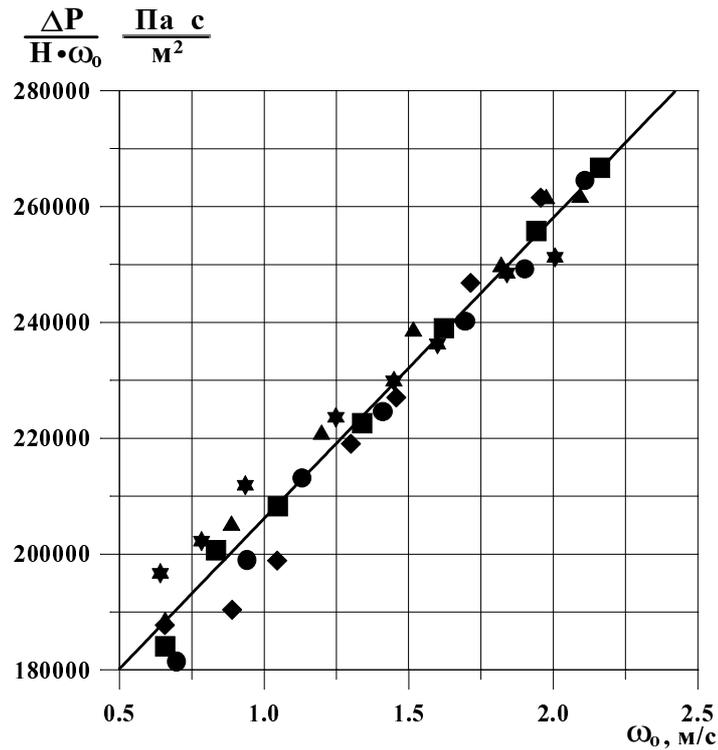


Рис. 2. Графічна залежність $\frac{\Delta P}{H \cdot \omega_0} = f(\omega_0)$

для визначення коефіцієнтів A і B

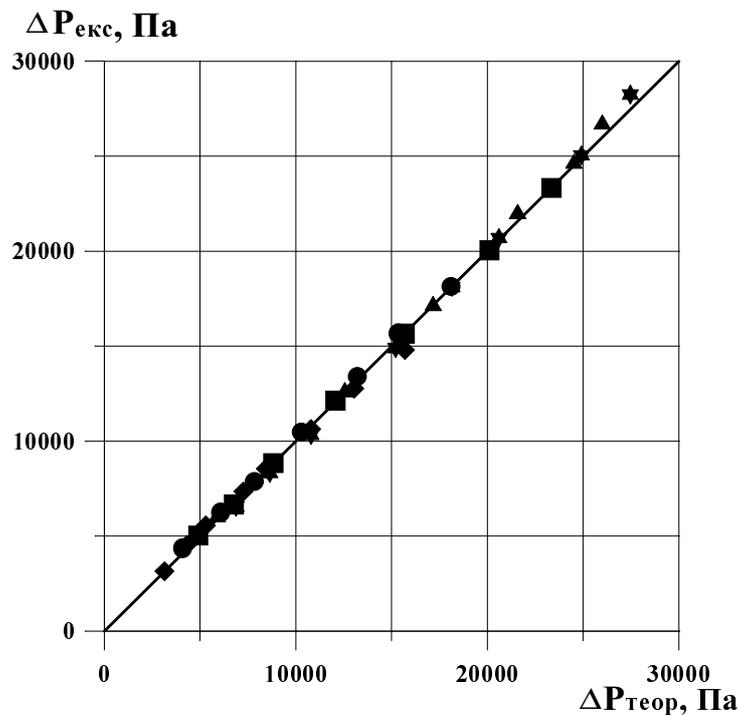


Рис. 3. Кореляційна залежність між розрахованими за формулою (9) значеннями $\Delta P_{\text{теор}}$ і експериментальними значеннями $\Delta P_{\text{екс}}$ втратами напору для наважок 50, 70, 90, 110 і 130 г торфу

На рис. 3 подана порівняльна характеристика між експериментальними $\Delta P_{\text{екс}}$ і розрахованими за формулою (9) $\Delta P_{\text{теор}}$ значеннями. Як видно із графічної залежності, розраховані значення добре узгоджуються із експериментальними (середньоквадратичне відхилення не перевищує 5 %).

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М., 1971. – 784 с. 2. Аэров М.Э., Годес О.М., Наринский Д.А. Аппараты со стационарным зернистым слоем. – Л., 1979. – 175 с.

УДК 66.047

І.О. Гузьова, Я.М. Ханик, В.М. Атаманюк, О.М. Креховецький
 Національний університет “Львівська політехніка”,
 кафедра хімічної інженерії та промислової екології

КІНЕТИКА ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ МОДИФІКОВАНОГО ЦЕОЛІТУ

© Гузьова І.О., Ханик Я.М., Атаманюк В.М., Креховецький О.М., 2000

Проведено комплексне дослідження з кінетики фільтраційного сушіння модифікованого цеоліту. Подані результати досліджень та встановлені розрахункові залежності для прогнозування сушіння в широкому діапазоні зміни параметрів процесу.

Is devoted to the theoretical and experimental investigations of the filtration drying of disperse materials (modified zeolites). The experimental results are presented and the computation dependencies for predicting the process kinetics are established.

Цеоліти – це кристалічні водні алюмосилікати, що знаходять широке застосування в промисловості та сільському господарстві. Особливістю цеолітів є наявність системи каналів та капілярів, які визначають сорбційні властивості даного матеріалу. Цеоліти мають іонообмінні властивості, що є причиною їх широкого використання в галузі охорони довкілля з метою очищення стічних вод та відхідних газів [1].

Однак для покращання іонообмінних та адсорбційних властивостей природні цеоліти модифікуються. Процеси модифікування відбуваються в розчині, після чого суспензія розділяється на барабанному вакуум-фільтрі і за допомогою транспортера подається на сушіння. З метою інтенсифікації виробництва модифікованого цеоліту нами було запропоновано поєднати процеси розділення суспензії та фільтраційного сушіння у випадку, коли напрямки руху фільтрату та сили ваги збігаються.