

ПРОБЛЕМА НЕРІВНОМІРНОСТІ ТОВЩИНИ ШАРУ ПІД ЧАС СУШІННЯ ДИСПЕРСНИХ МАТЕРІАЛІВ

© Мазяр Г.О., Ханик Я.М., 2007

Описано необхідність дослідження впливу різностінності шару на кінетику і гідродинаміку сушіння дисперсних матеріалів. На основі результатів проведених експериментальних досліджень наведені залежності, які дають змогу прогнозувати зміну перепаду тисків від зміни швидкості теплоносія.

The article deals with the necessity of investigation of the uneven thicknessed layer's influence on the kinetics and hydrodynamics of dispersive materials drying. The obtained dependencies based on the results of the carried experimental studies make it possible to prognosticate the overfall of the pressures depending on the change of the heatcarrier speed.

Вступ. Дисперсні матеріали широко використовуються в різних галузях промисловості. Однак дуже часто дисперсні матеріали необхідно сушити. Широкого використання в хімічній та інших галузях виробництва набув процес обезводнення дисперсних матеріалів у киплячому шарі. Але цей метод має недоліки: по-перше, при сушінні в киплячому шарі існує стирання матеріалу (зменшення розміру частин), які виносяться потоком теплоносія, важко розділяються від газового потоку в пилоочисних системах і попадають в навколишнє середовище, що спричиняє як забруднення довокільця, так і матеріальні втрати в разі цінних продуктів; по-друге, для створення киплячого шару необхідно затратити значну частину теплоносія, що зумовлює теплові втрати (втрати теплової енергії); по-третє, якщо частини характеризуються наявністю внутрішньої пористості, то сушіння в киплячому шарі є зовсім неефективним, оскільки процес лімітується внутрішньою дифузиею.

Останнім часом використовується сушіння дисперсних матеріалів у нерухомому шарі, коли теплоносій подається в напрямку до перфорованої перегородки. У такому разі відсутнє винесення дисперсної фази і сушіння відбувається у пористій структурі шару на великій внутрішній поверхні (сумарна поверхня частин) [1]. При цьому тепла енергія повністю використовується, оскільки на виході із шару температура теплоносія дорівнює температурі мокрого термометра. Як показали численні дослідження, сушіння у нерухомому шарі має істотні переваги перед сушінням у киплячому шарі через вказані вище особливості його перебігу.

Однак існує одна проблема, яка пов'язана з виникненням нерівномірності товщини шару в різних його місцях. У такому разі спостерігається перевитрата теплоносія і збільшення тривалості процесу. Це пов'язано з тим, що теплоносій з більшою швидкістю рухається через ділянки шару, де його товщина мінімальна. У той же час, де товщина його є більшою, теплоносій рухається із значно меншою швидкістю і власне товстостінні ділянки шару лімітують сушіння.

Формулювання мети дослідження та результати проведених експериментів. Завданням нашого дослідження є визначення впливу нерівномірності сушіння через різностінність шару на кінетику і гідродинаміку сушіння, на питому витрату теплової енергії, а також на якість висушеного матеріалу.

Вплив різностінності шару дисперсного матеріалу залежить від дисперсного складу матеріалу, а також від структури самої елементарної частини. Для з'ясування кількісних характеристик витрати теплової енергії на сушіння заплановано вивчення сушіння дисперсних матеріалів різної структурної модифікації, із різною енергією зв'язку вологих матеріалів. На першому етапі вивчено вплив різностінності для дисперсного матеріалу, який має тільки поверхневу вологу – пісок. Згідно з літературними даними [2] частини піску являють собою щільні кристали, які не мають внутрішньої пористості, а лише поверхневу вологу. Для визначення впливу різностінності для таких матеріалів, які мають лише поверхневу вологу досліджено гідродинаміку рівностінного шару

піску. Ці дослідження проводили з метою порівняння різностінного шару з гідродинамікою і кінетикою сушіння рівностінного шару з однаковою масою матеріалу, який припадає на однакову площу перфорованої решітки.

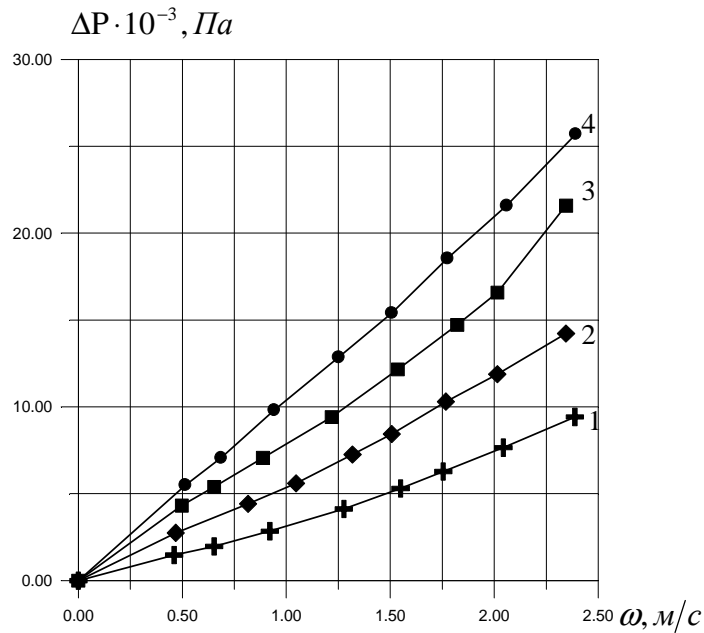


Рис. 1. Гідродинамічні залежності при русі теплоносія через шар сухого дисперсного матеріалу. Загальна фракція $T = 20^\circ\text{C}$; 1 – $H=0,0141$; 2 – $H=0,0261$; 3 – $H=0,0426$; 4 – $H=0,0596$ м

На рис. 1 зображені гідродинамічні характеристики зміни гідравлічного опору шару залежно від швидкості руху теплоносія через шар піску, а також від товщини шару дисперсного матеріалу. Як видно із результатів досліджень, гідродинамічні залежності мають параболічний характер, що підтверджує той факт, що на витрати тиску впливають як в'язкісні, так і інерційні складові. Для узагальнення результатів використані залежності, наведені в роботі [3], які в остаточному результаті дозволяють оцінити як в'язкісну, так і інерційну складову при русі теплоносія через шар матеріалу.

$$\frac{\Delta P}{H \cdot \omega} = A^* \cdot \omega + B^* \quad (1)$$

Як видно з отриманої залежності на витрати тиску інерційна складова характеризується коефіцієнтом A^* , а в'язкісна складова характеризується коефіцієнтом B^* . Узагальненням результатів в графічній інтерпретації встановлено, що як коефіцієнт A^* в рівнянні (1), так і коефіцієнт B^* залежать від висоти шару.

$$A^* = 24000 - 578800 \cdot h \quad (2);$$

$$B^* = 230000 - 1146000 \cdot h \quad (3)$$

Визначивши із графічної залежності величини коефіцієнтів A^* і B^* , рівняння (1) можна подати у такому вигляді:

$$\Delta P = (15838.92 \cdot \omega + 213841.4) \cdot H \cdot \omega \quad (4)$$

На графіках 3, 4 показані залежності висоти шару піску на абсолютні значення величин. Таке явище можна пояснити тим, що під час збільшення висоти шару піску усадкові явища мають різний вплив на вільний об'єм шару. При мінімальній висоті шару, що дорівнює діаметру частин, усадкові явища не впливають на вільний об'єм. При зростанні висоти шару внаслідок кристалічної будови досліджуваного матеріалу існує ущільнення шару при збільшенні перепаду тисків. Зменшується вільний об'єм, а також зростає поверхня частин, яка екранізується самими частинами, і під час гідродинаміки і тепломасообміну бере участь лише та поверхня і розміри каналів, які утворені частинами і не є екранізовані.

Висновки. Проведені дослідження є базовими для порівняння процесу сушіння дисперсних матеріалів цієї природи з кінетикою та гідродинамікою різностінного шару.

$$\frac{\Delta P}{H \cdot \omega} \cdot 10^{-5}, \frac{Pa \cdot c}{m^2}$$

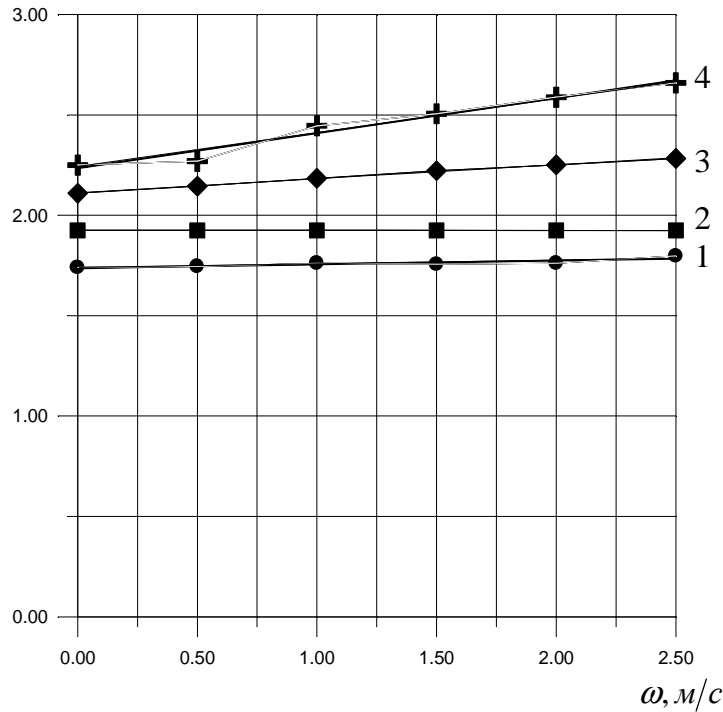


Рис. 2. Узагальнення результатів з гідродинаміки сухого дисперсного матеріалу

$$B^*, \frac{H \cdot c}{m^4}$$

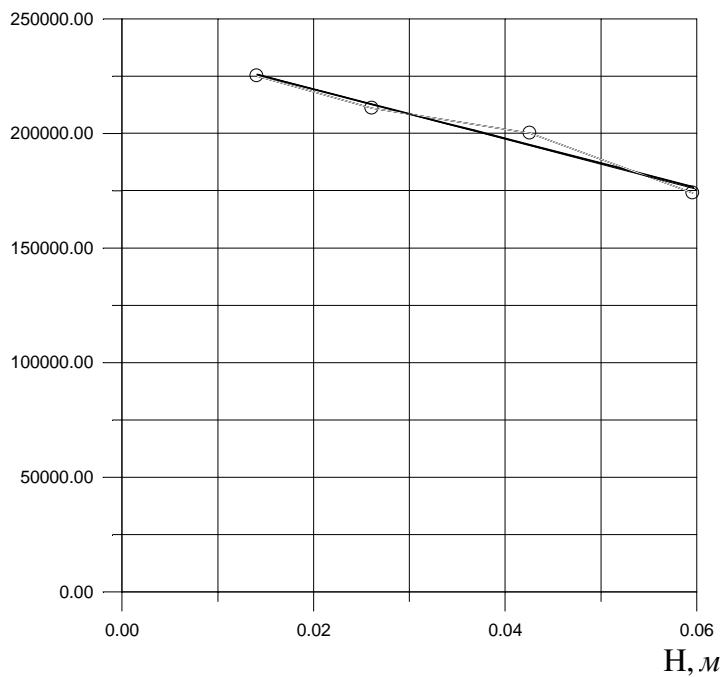


Рис. 3. Залежність коефіцієнта B^* від товщини шару дисперсного матеріалу H

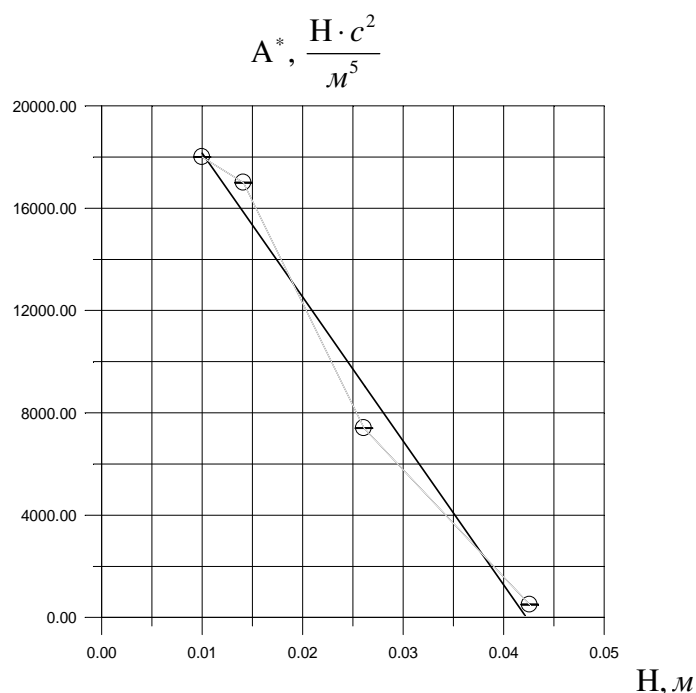


Рис. 4. Залежність коефіцієнта A^* від товщини шару дисперсного матеріалу H

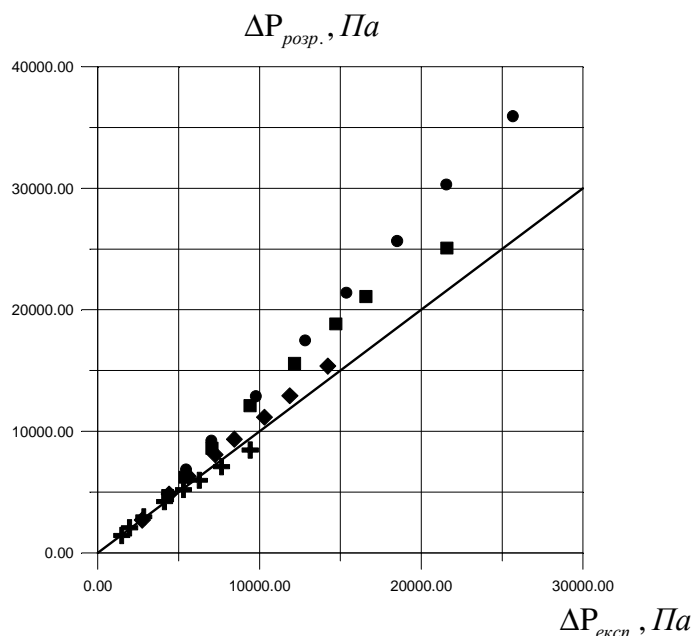


Рис. 5. Зіставлення розрахункових і експериментальних значень ΔP

1. Аксельруд Г.А., Ханик Я.М. Фильтрационная сушка изделий как способ интенсификации энергосбережений // Химическая промышленность, 1991, №8. – С. 477–480. 2. Ханик Я.М., Аль-Ашкар Ясер, Петрушка І.М. Гідродинаміка фільтраційного сушіння піску. // Вісник Держ. ун-ту “Львівська політехніка”, Хімія, технологія речовин та їх застосування, 1997. – № 316. – С. 158–159. 3. Гузьова І.О., Ханик Я.М. Гідродинаміка фільтраційного процесу сушіння дисперсних матеріалів // Вісник Держ. ун-ту “Львівська політехніка”. Хімія, технологія речовин та їх застосування.– 2000. – № 414. – С. 168–172.