

2. Ханік Я.Н. Исследование сушки газопроницаемых материалов фильтрационным способом. Дис. канд. техн. наук. – Киев, 1980. – 243 с.
3. Лыков А.В. Теория сушки. – М.: Энергия, 1968. – 471 с.

УДК 66. 047

Доц. В.М. Атаманюк, к.т.н. – НУ "Львівська політехніка"

ВПЛИВ СТРУКТУРИ І ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРІАЛУ НА ПРОЦЕС СУШІННЯ У ЩІЛЬНОМУ ШАРІ

Аналізується вплив структури зернистого матеріалу на кінетику фільтраційного сушіння. наведена класифікація зернистих матеріалів.

Doc. V. Atamaniuk – NU "Lvivs'ka Politekhnik"

Influence by structure of physical and chemical characteristics of grain material on drying process in dense lay

In this work is analyzed influence of structure of grained material on kinetic of filtration drying. Represented classification of grained materials.

Сушіння зернистих матеріалів є складною тепломасообмінною і технологічною задачею, успішне розв'язання якої у кінцевому результаті визначає не тільки питомі енергетичні затрати, але і якість готової продукції.

Одним із методів сушіння сипучих матеріалів, які широко використовуються промисловістю, є сушіння у нерухомому щільному шарі, воно має ряд переваг перед іншими методами, зокрема перед сушінням у киплячому шарі.

Сушіння у щільному шарі можна проводити двома різними методами. До першого методу відноситься процес сушіння, коли теплоносії подається під перфоровану перегородку, на якій розміщений матеріал, тобто напрям руху теплоносія не співпадає з напрямом дії сили ваги. До другого методу відноситься сушіння у щільному шарі, коли теплоносії рухається через матеріал у напрямку до перфорованої ґратки і його рух співпадає з вектором дії сили ваги.

Сушіння в щільному шарі за першим методом має ряд недоліків, які пов'язані з нерівномірністю руху теплоносія протягом процесу сушіння, конденсацією вологи в матеріалі і повторне її випаровування, відсутність механічного витіснення і винесення вологи.

Нами проведені багаточисельні дослідження другого методу сушіння, коли теплоносії подається в напрямку зовнішня поверхня – перфорована перегородка. При такому сушінні матеріалу необхідно розрізняти сушіння в щільному шарі і фільтраційне сушіння. Сушіння у щільному шарі здійснюється тоді, коли наскрізна пориста структура його характеризується наявністю каналів, а фільтраційне сушіння – макро- і мікрокапілярів.

Структура матеріалу визначається в першу чергу розмірами частин і фізико-хімічними властивостями матеріалу. Сипучі матеріали, що сушаться за другим методом внаслідок перепаду тисків, щільно прилягають до перфорованої перегородки і пориста структура шару в процесі сушіння може змінюватися тільки за рахунок зміни вологості або сідання. Істотні зміни є і в кінетиці процесу. Вивчення процесу сушіння дисперсних матеріалів в щільному шарі проводилося при

створенні перепаду тисків за рахунок розрідження під перфорованою перегородкою.

Всі об'єкти, з якими проводилися дослідження, можна класифікувати таким чином:

1. Сипучі матеріали, які характеризуються значним явищем "сідання".
2. Сипучі матеріали, які в межах перепадів тисків $0.1-0.4 \cdot 10^5$ Па практично не змінюють пористої структури.

Перша група матеріалів має свою внутрішню класифікацію.

1. Шар матеріалу складається із кристалічних частин (наприклад, пісок), які не мають внутрішньої структури, легко ущільнюються при створенні перепаду тисків. Будова шару аналогічна будові капілярно – пористого листового матеріалу.

2. Шар складається із частин правильної форми (сферичні), які характеризуються внутрішньою мікроструктурою, а структура шару в цілому – наявністю каналів (наприклад, суперфосфат).

3. Шар дисперсного матеріалу складається з частин неправильної форми, кожна з яких має свою макро – і мікроструктуру (кавовий шлам).

4. Шар дисперсного матеріалу, має виражені колоїдні властивості і структура шару є макропористою, а окремі частини мають мікро- і макроструктуру (наприклад, торф).

Дисперсні матеріали, для яких явище "сідання" незначне, можна класифікувати за аналогічною схемою. Відмінність полягає в тому, що зміна вільного об'єму відбувається тільки за рахунок вологості матеріалу, а перепад тисків на зміну пористості практично не впливає. Фізичко-хімічні властивості матеріалу, структурна модифікація і її зміна в процесі сушіння тісно пов'язана із кінетикою процесу. Сушіння дрібнодисперсних кристалічних матеріалів, які утворюють в процесі сушіння систему мікро- і макрокапілярів, при відсутності внутрішньої структури в окремій частині (наприклад, сушіння піску) аналогічне фільтраційному процесу сушіння.

На рис. 1 представлені кінетичні криві сушіння піску, із яких видно, що в процесі механічного витіснення вологість зменшується з 30 % до 6-8 %, а решту вологи виділяється у першому умовному періоді. Це пояснюється тим, що капіляри, утворені кристалами, є поверхні їх граней, а внутрішньо-молекулярний процес безпосередньо в частинах відсутній.

При сушінні шару матеріалів, які складаються із частин правильної і неправильної форми (наприклад суперфосфат), що мають свою внутрішню і капілярну будову, а сам шар характеризується мікропористою структурою, процес характеризується класичною кінетичною кривою з наявністю тільки умовного другого періоду (рис. 2). Причому другий умовний період значний як в часі, так і за кількістю вологи, що виділяється. Наявність високої критичної вологості і, відповідно, значного другого періоду пояснюється внутрішньо-дифузійними процесами виділення вологи із капілярної системи окремих частин. При сушінні таких матеріалів процес можна класифікувати не як фільтраційне сушіння, а як сушіння в щільному шарі. В даному випадку відсутнє механічне витіснення і механічне винесення вологи. Спільні ознаки із фільтраційним сушінням – це винесення вологи із шару, яка конденсується із вологого повітря, рівномірність сушіння, висока ступінь використання теплової енергії.

Особливу групу дисперсних матеріалів складають зернисті об'єкти, що мають виражені колоїдні властивості і характерні для таких матеріалів фізико – хімічні властивості. Особливості сушіння таких матеріалів значною мірою залежать не тільки від структурної модифікації шару, але і від початкової вологості. При низьких початкових вологостях отримуємо сухий дисперсний матеріал, а при

високих – формується жорстка пориста структура з низьким гідралічним опором, який незначно змінюється із зміною висоти шару (наприклад торф).

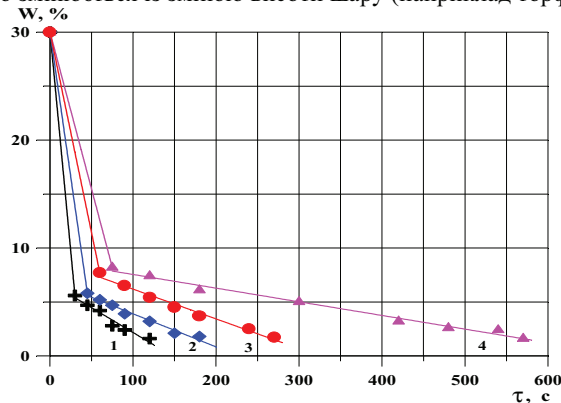


Рис. 1. Кінетичні криві сушіння піску при різних температурах сушильного агента
($H = 30 \cdot 10^{-3}$ м; $\Delta P_c = 9810$ Па) 1 – 373 К; 2 – 353 К; 3 – 333 К; 4 – 313 К

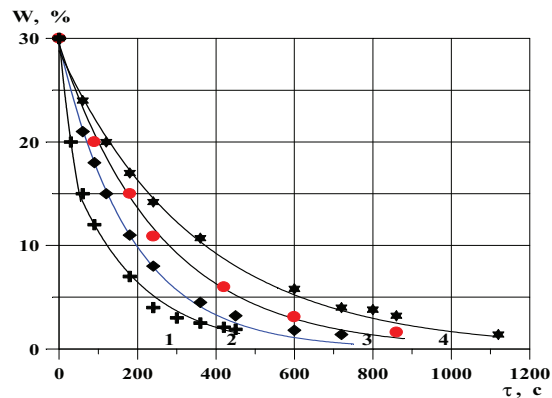


Рис. 2. Кінетичні криві сушіння суперфосфату при різних температурах сушильного агента:
($H = 20 \cdot 10^{-3}$ м; $\Delta P_c = 3430$ Па) 1 – 393 К; 2 – 363 К; 3 – 343 К; 4 – 323 К

Кінетика сушіння таких матеріалів характеризується наявністю першого і значного другого умовного періодів, а сам процес має ознаки сушіння в щільному шарі і ознаки, характерні для фільтраційного процесу, оскільки має місце механічне витіснення і значний в часі перший умовний період.

Матеріал	"a", 1/м
Капілярно-пористі матеріали крупно-пористої структури	0,058
Капілярно-пористі матеріали дрібнодисперсної структури	1,91
Шар дисперсного матеріалу (пісок)	46,5
Листові матеріали змішаної структури	0,12

Порівняльний аналіз кінетичних коефіцієнтів "a" для різних груп листових матеріалів і шару дисперсних матеріалів наведено у таблиці [1], із якої випливає,

що дисперсні матеріали кристалічного походження із властивим явищем "сідання" мають значний питомий гідралічний опір, а кінетика сушіння за своїм механізмом близька до кінетики процесу зневоднення листових капілярно-пористих матеріалів.

Таким чином, залежно від структурних і фізико-хімічних властивостей дисперсних матеріалів, сушіння в щільному шарі можна розглядати як фільтраційне, змішане фільтраційне і сушіння в щільному шарі, де лімітуючими є внутрішньодифузійні процеси в окремих частинках шару.

Література

1. Ханьк Я. Н. Фильтрационная сушка плоских проницаемых материалов.: Автореферат дис. док. тех. наук. Львов, 1992. – 36с.

УДК 628.511

Проф. А.І. Дубинін, д.т.н.; інж. В.В. Майструк, к.т.н.;
А.Д. Марков – НУ "Львівська політехніка"

ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНОГО ДІАМЕТРУ В ЦИКЛОНАХ

Проведені порівняльні дослідження циклону ЦН-15 і циклону з проміжним відведенням пилу. Для оцінки ефективності очищення розраховано критичний діаметр.

Prof. A. Dubinin, eng. V. Maystruk, A. Markov – NU "Lviv'ska Politekhnikha"

The investigation of critical diameter of the dust in cyclone

Comparative investigation of the cyclone "ЦН-15" and of the cyclone with the intermediate diversion of the dust was carried out. For estimation effectiveness of clearing limited diameter is determined.

В [1] описана будова і робота модернізованого циклону з проміжним відведенням осадженого пилу (ПВП). За базовий апарат взятий циклон ЦН-15 діаметром 300 мм.

Одним з параметрів, що характеризує ефективність роботи відцентрових пиловловлювачів, є критичний діаметр частинок, що сепаруються. З метою оцінки ефективності вказаних циклонів була розроблена методика розрахунку критичного діаметру частинок і на основі експериментальних досліджень визначені чисельні значення $d_{кр}$. Критичний діаметр визначається за залежністю:

$$d_{кр} = \sqrt{\frac{18\mu R_2^2}{\rho_m t W_\tau^2} \ln \frac{R_2}{R_1} \sqrt{\frac{1}{t}}}, \quad (1)$$

де: R_1 і R_2 – відповідно радіус вихлопної труби і циклону, м; W_τ – тангенціальна швидкість газу, м/с; t – умовний час перебування газу в сепараційній зоні, с; $\bar{t}$ – відносний час перебування газу в сепараційній зоні.

З метою отримання інформації про вплив місця входу газу на час перебування його в зоні сепарації, вхідний патрубок було умовно розбито на прямокутні перерізи і для кожного з них за рівнянням:

$$\frac{W_\tau}{W_{BX}} = a_0 + a_1 \bar{R} - a_2 \bar{H} - a_3 \bar{R}^2 + a_4 \bar{R} \bar{H} + a_5 \bar{H}^2 \quad (2)$$