

О. П. Колісник, О. С. Гандзейчук, С. А. Богатчук, І. В. Коц

Вінницький національний технічний університет, Україна

Сушіння сипучих органічних матеріалів

Сушіння є найбільш поширеним технологічним процесом, на який витрачається значна кількість енергоресурсів. Цей процес застосовують у сільськогосподарській, хімічній, фармацевтичній, деревообробній та в інших галузях промисловості для сушіння сипучих органічних матеріалів з метою підвищення якості кінцевого продукту, запобігання злежуванню, зменшення фінансових витрат на транспортування, а також підвищення теплової здатності (для палива). Переважну більшість сипучих органічних матеріалів, згідно аналізу форм зв'язку вологи з матеріалом, відносять до капілярно-пористих колоїдних тіл, які містять адсорбційно зв'язану вологу та осмотично утримувану вологу [1 – 3]. Колоїдні матеріали мають дуже високу дисперсність частинок умовним радіусом $\approx 0,1-0,001$ мкм [1]. Внаслідок такої дисперсності колоїдним тілам властива достатньо розвинена внутрішня поверхня і значна вільна поверхнева енергія за рахунок якої відбувається адсорбційне зв'язування краплин вологи. Схема утримання вологи на поверхні матеріалу за рахунок поверхневих сил представлена на рисунку.

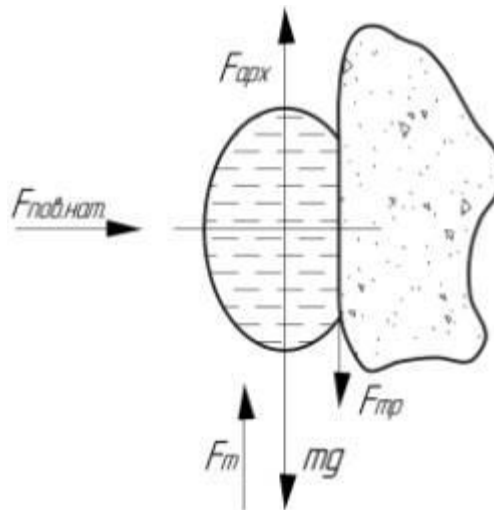


Рисунок – Схема утримання краплини вологи на поверхні висушеного матеріалу за рахунок вільної поверхневої енергії

Попереднє сушіння – зневоднення, тобто обдув для зриву крапель вологи із капілярно-пористого колоїдного матеріалу може бути представлено наступним рівнянням:

$$\psi \frac{\rho_n V_n^2}{2} \cdot S_n - m_n g - \sigma S_n f_{\text{мф}} + \rho_n g W_n = 0, \quad (1)$$

де ψ – коефіцієнт опору тиску, ρ_n – густина повітря, $\rho_n = 1,21$ кг/м³ при нормальних умовах ($t = 20$ °С; $p = 10^5$ Па), V_n – швидкість повітря, м/с, S_n – площа міделевого перерізу краплі в м², яка визначається згідно формули [2]:

$$S_n = \frac{\pi d_n^2}{8}, \quad (2)$$

де d_n – діаметр краплі, $d_n = 10^{-3}$ м, m_n – маса краплі в кг, яка визначається за формулою:

$$m_n = \rho_n W_n, \quad (3)$$

де W_n – об'єм краплі в м³, який визначається згідно формули:

$$W_n = \frac{1}{12} \rho_n \pi d_n^3, \quad (4)$$

де σ – міжфазний поверхневий натяг рідини, для води $\sigma = 72,75 \cdot 10^{-3}$ Н/м, S_n – площа поверхні краплі в м², визначається згідно формули:

$$S_n = 0,5 \pi d_n, \quad (5)$$

де $f_{\text{мф}}$ – коефіцієнт тертя, $f_{\text{мф}} = 0,1$, g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с².

Тоді рівняння (1), з врахуванням формул (2 – 5), матиме вигляд:

$$\frac{1}{16} \psi \rho_n V_n^2 \pi d_n^2 - \frac{1}{12} \rho_n^2 \pi d_n^3 g - 0,5 \sigma \pi d_n f_{\text{мф}} + \rho_n g \frac{1}{12} \rho_n \pi d_n^3 = 0. \quad (6)$$

З рівняння (6) визначається критична швидкість відривання краплин вологи при сушінні – зневодненні:

$$V_n = \sqrt{\frac{1,33 g \rho_n d_n^2 (\rho_n - \rho_n) + f_{\text{мф}} \sigma}{\psi \rho_n d_n}} \quad (7)$$

Для того щоб частинки сипучого матеріалу не виносились разом із тепловим агентом повинна виконуватись наступна умова:

$$V_n \leq V_{\text{відсу}},$$

де $V_{\text{дійсна}}$ – дійсна швидкість можливого витання частинок висушеного сипучого матеріалу при сушінні [2] у щільному чи завислому шарі.

Висновок

Запропоновано метод розрахунку критичної швидкості відривання краплин вологи при попередньому сушінні – зневодненні сипучих органічних матеріалів у щільному чи завислому шарі. На підставі розв'язання систем рівнянь якого можливо встановити раціональні параметри та режими технологічного процесу сушіння, які забезпечуватимуть підтримання швидкості руху і температури теплового агенту, відповідно до технологічного регламенту.

Література

1. Ребиндер П. А. О формах связи влаги с материалом в процессе сушки. В кн.: Всес. науч. – техн. совещ. интенсификации процессов и улучшению качества материалов при сушке в основных отраслях промышленности и сельского хозяйства / П. А. Ребиндер. – М.: Профиздат, 1958. – С. 124-129.
2. Лыков А. В. Теория сушки капиллярно-пористых коллоидных материалов пищевой промышленности / А. В. Лыков, Л. Я. Ауэрман – М.: Пищепромиздат, 1946. – 286 с.
3. Скибенко В. М. Закономірності течії води в поверхневих плівках при аеромеханічному зневодненні дисперсних матеріалів / В. М. Скибенко, В. С. Білецький, П. В. Сергєєв //Збагачення корисних копалин. – Вип. 12 (53), 2001. – С. 80-89.

http://www.rusnauka.com/4_SND_2013/Stroitelstvo/5_128319.doc.htm

Колісник О.П.,
Гандзейчук О.С.,
Коц І.В.,
Богатчук С.А.

Сушіння сипучих органічних матеріалів

Materiály IX mezinárodní vědecko – praktická konference "Moderní vymoženosti vedy" – 2013" Vystavba a architektura: Praha. Publishing House " Education and Science. – Díl 72" s.r.o. – 88 stran.– s. 77-78. ISBN 978-966-8736-05-6