

УДК 631.365.22

Андрій Яшук, Руслан Кірчук

Луцький національний технічний університет, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕНТИЛЮВАННЯ ШАРУ СИПКОВОГО МАТЕРІАЛУ В ЦИЛІНДРИЧНІЙ КАМЕРІ СУШАРКИ

Andriy Yashuk, Ruslan Kirchuk

RESEARCH OF AERATION OF A BULK MATERIAL LAYER IN THE CYLINDRICAL DRYING CHAMBER OF THE DRYER

В процесі конвективного сушіння сушильний агент контактує з вологим матеріалом, відбираючи в нього вологу. Шар сипкого матеріалу, крізь який проходить сушильний агент, чинить опір його проходженню. Дослідження процесу вентиляції шару сипкого матеріалу в запропонованій сушарці [1] дозволить обґрунтувати раціональні режимні і конструктивні параметри сушарки.

Запропонована конструкція сушарки [1], циліндрична сушильна камера якої (рис.1) утворена зовнішньою циліндричною перфорованою стінкою 1 і внутрішньою циліндричною перфорованою стінкою 2. Внутрішня перфорована стінка 2 призначена для підведення сушильного агента в сушильну камеру. В сушильній камері встановлені спіралеподібні активатори 3, призначені для розпушування і перемішування матеріалу в процесі сушіння.

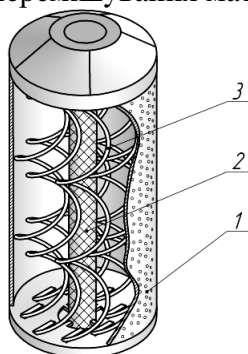


Рис. 1. Сушильна камера сушарки насіння льону олійного:

1 – зовнішня перфорована стінка сушильної камери; 2 – внутрішня перфорована стінка сушильної камери для подачі сушильного агента; 3 – спіральні активатори для розпушування і перемішування матеріалу

Розглянемо шар матеріалу з постійним перерізом, умовно обмежений двома паралельними площинами (плоский шар), крізь який проходить газовий потік. Втрату тиску в цьому шарі матеріалу можна визначити за формулою Козені-Кармана [3]:

$$\Delta p = K \cdot l \cdot \left(\frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \right) \cdot s_y^2 \cdot \mu \cdot \omega_0, \quad (1)$$

де Δp – втрата тиску в шарі матеріалу, Па;

K – стала Козені-Кармана, $K=4,5 \dots 5$;

l – товщина шару матеріалу в напрямку подачі газу, м;

ε – відносна пористість шару матеріалу;

s_y – питома поверхня матеріалу, $\text{м}^2/\text{м}^3$;

μ – динамічний коефіцієнт в'язкості, Па·с;

ω_0 – приведена швидкість потоку, м/с.

$$\Delta p_y = K \cdot \frac{(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3} \cdot s_y^2 \cdot \mu \cdot \omega_0 \cdot r_0 \cdot (l - r_0 \cdot (\ln(|l+r_0|) + \ln(|r_0|))) \quad (2)$$

Вираз (2) дозволяє встановити втрату тиску сушильного агенту в результаті проходження його крізь шар матеріалу в циліндричній сушильній камері сушарки.

Опір матеріалу, що заповнює циліндричну сушильну камеру висотою $h_{c.к.}$.

$$\Delta p_{c.к.} = \frac{A \cdot D^3}{B \cdot F} \cdot \left(\left(\frac{16 \cdot D \cdot (B \cdot h \cdot F \cdot (2 \cdot \varepsilon - 1) - 2 \cdot \varepsilon \cdot (2 \cdot F \cdot \varepsilon + 3) + 2)}{(B \cdot h \cdot F - 2 \cdot D \cdot \varepsilon)^2} \right) - \right. \\ \left. - 4 \cdot \ln \left(\left| \frac{B \cdot h \cdot F - 2 \cdot D \cdot \varepsilon}{B \cdot F} \right| \right) \cdot (\varepsilon + 1) - B \cdot h \cdot \frac{F}{D} \right), \quad (3)$$

$$A = K \cdot \mu \cdot r_0 \cdot s_y^2 \cdot \omega \cdot (l - r_0 \cdot (\ln(|l + r_0|) - \ln(|r_0|))),$$

$$B = a_0 \cdot g \cdot \rho_v,$$

$$D = (\varepsilon - 1),$$

$$F = (\varepsilon - 1),$$

де A, B, D, F – коефіцієнти.

Система (4) характеризує втрату тиску сушильним агентом при його проходженні крізь шар матеріалу висотою $h_{c.к.}$, що заповнює циліндричну сушильну камеру з радіусом зовнішньої перфорованої стінки r_{max} і радіусом внутрішньої перфорованої стінки r_{min} .

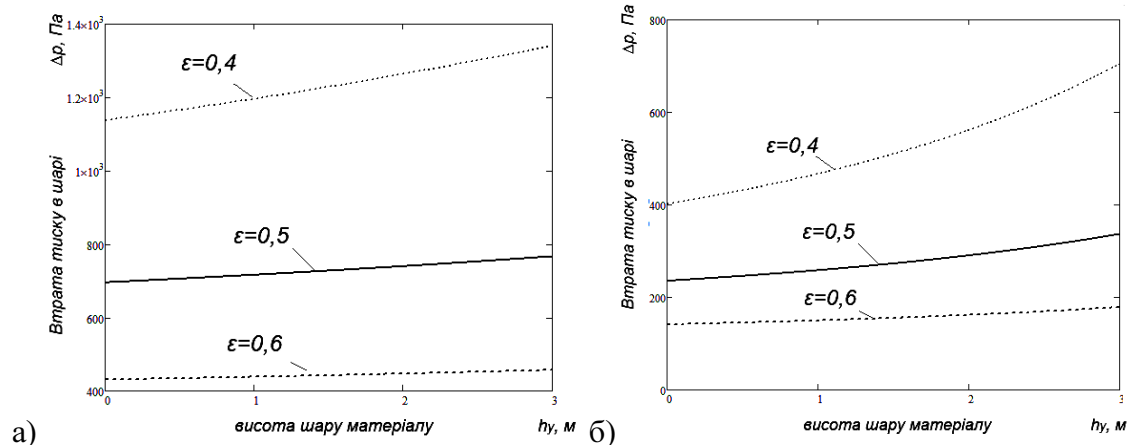


Рис. 2. Втрати тиску сушильним агентом на подолання опору матеріалу в циліндричній сушильній камері сушарки: а) $a = 2 \cdot 10^{-6}$; б) $a = 5 \cdot 10^{-6}$.

Література

1. Пат. № 69227 Україна, МПК (2006) F26 B17/12, F26 B17/18. Сушарка для сипких матеріалів / Ящук А.А., Кірчук Р.В., Дідух В.Ф. заявник і власник патенту Луцький національний технічний університет.; заявл. 26.09.2011.; опубл. 25.04.2012, бюл. № 8.

2. Муштаев В.И. Сушка дисперсных материалов [Текст] : производственно-практическое издание / В.И. Муштаев, В. М. Ульянов. — М. : Химия, 1988. — 352 с. : ил.