

УДК 66. 047; 541. 18. 053

Ляшенко А.В., Процишін Б.М.

Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ У КАМЕРІ СУМІСНИХ ПРОЦЕСІВ СУШІННЯ ТА ДИСПЕРГУВАННЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ ПАСТОПОДІБНИХ МАТЕРІАЛІВ

В статті приведено результати експериментальних досліджень по зневодненню курячого посліду в камері сумісних процесів. Відображено вплив частоти обертання ротора на зміну вологості матеріалу по довжині камери. Розраховані показники, що характеризують ефективність роботи камери.

В статье приводятся результаты экспериментальных исследований по сушке куриного помета в камере совмещенных процессов. Отображено влияние частоты оборотов ротора на изменение влажности материала по длине камеры. Рассчитаны показатели, которые характеризуют эффективность работы камеры.

In the paper presented the results of experimental investigations of heat treatment of chicken dung in the chamber of the combined processes. The equalization of regression, which represents influence of frequency of turns of rotor on the change of humidity of material on length of chamber, is shown out. The basic power indexes of efficiency of work of chamber are expected.

$d$  – величина частинок матеріалу;  
 $F$  – отримана поверхня тепломасообміну;  
 $L$  – довжина камери;

$n$  – частота обертів ротора вала камери;  
 $R$  – кількісний склад продукту;  
 $T$  – температура теплоносія;  
 $W$  – вологість продукту.

### Вступ

В народному господарстві є проблеми, зокрема щодо зневоднення пастоподібних матеріалів зі значними проявами адгезії (відходи птахокомбінатів, тваринницьких комплексів, відходи біогазових установок (шлами) та ін.), для розв'язання яких постійно проводиться пошук більш ефективних способів їх практичної реалізації. Для вирішення цієї проблеми найбільше підходить метод сумісних процесів. ІТТФ НАН України розробив свій підхід до технології та обладнання сумісних процесів сушіння та диспергування, який представлено в [1]. На сьогодні продовжуються наукові дослідження з питань оптимізації даної технології.

В статті приведені результати по зневодненню курячого посліду, який представляє собою приклад матеріалу з характерними адгезійними властивостями. Для дослідження процесів тепломасообміну був використаний стенд, конструкція якого представлена в [1]. Результати досліджень є складовою основи для

створення методики розрахунку промислових установок.

В якості теплоносія використовували продукти згоряння природного газу. Початкова температура теплоносія становила  $T = 873$  К, початкова вологість матеріалу  $W = 80$  %. На рис. 1 представлена зміна вологості матеріалу по довжині дослідної камери в залежності від обертів ротора.

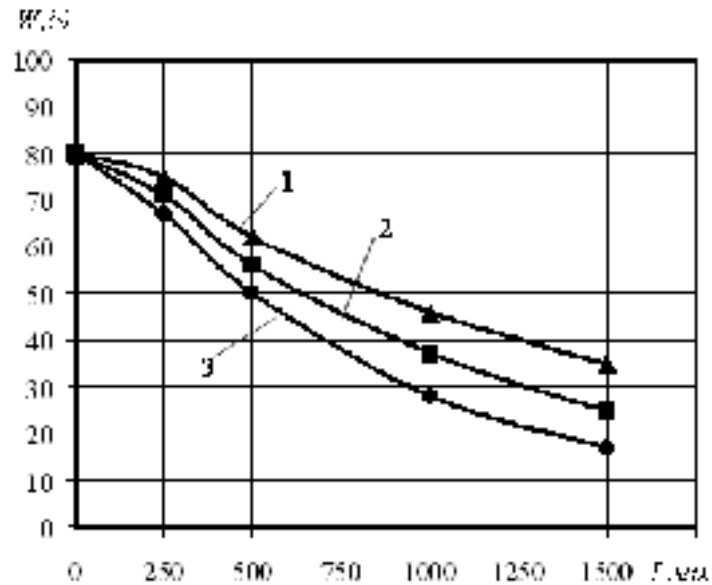
В результаті обробки експериментальних даних (рис. 1) отримано рівняння регресії, яке відображає вплив частоти обертання ротора на зміну вологості матеріалу по довжині камери:

$$y = 80 - 0,03x_1 - 0,027x_2. \quad (1)$$

При переході в рівнянні лінійної регресії від кодіваних факторів до відповідних фізичних величин маємо:

$$W = 80 - 0,03 \cdot L - 0,027 \cdot n. \quad (2)$$

Також проводились дослідження гранулометричного складу матеріалу, що необхідно для розрахунку показників енергоефективності



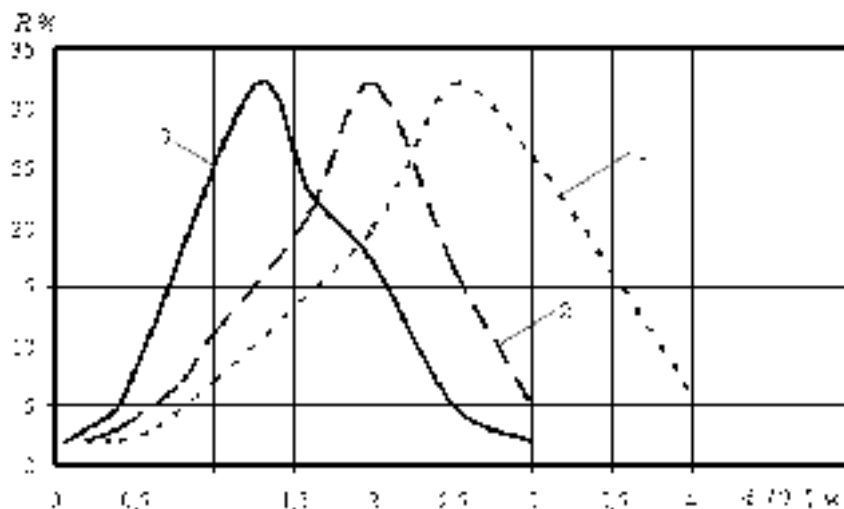
**Рис. 1.** Зміна вологості досліджуваного матеріалу по довжині камери при частоті ротора 300 об/хв (1), 500 об/хв. (2), 700 об/хв. (3).

камери.

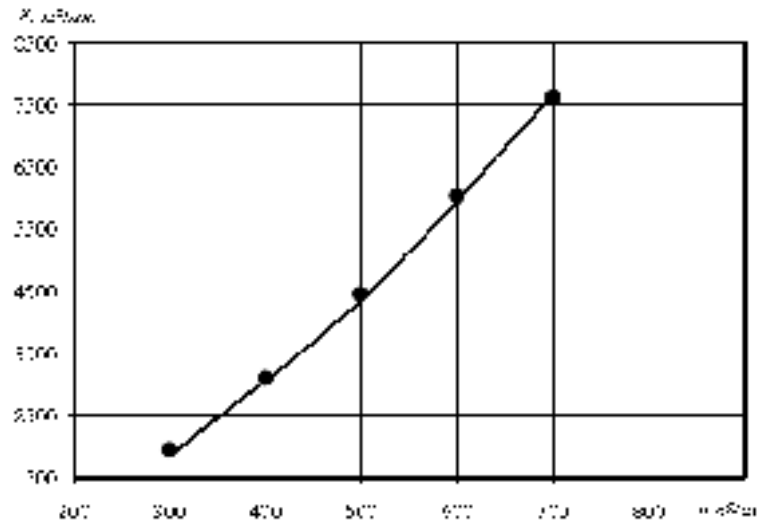
На рис. 2 представлено гранулометричний склад досліджуваного матеріалу. Аналіз результатів показав, що зростання кількості обертів ротора в камері приводить до збільшення кількості частинок з малими геометричними розмірами, що веде до збільшення поверхні тепломасообміну [2].

Реальну величину поверхні тепломасообміну було розраховано згідно методики, яка викладена в [3] і представлена на рис. 3.

З аналізу рис. 3 видно, що при збільшенні числа обертів ротора у 2,3 рази поверхня тепломасообміну матеріалу збільшується в 4,1 рази. Таке збільшення можна пояснити подрібненням досліджуваного матеріалу.



**Рис. 2.** Залежність зміни гранулометричного складу кінцевого продукту з курячого посліду від числа обертів вала: 1 –  $n = 300$  об/хв.; 2 –  $n = 500$  об/хв.; 3 –  $n = 700$  об/хв.



**Рис. 3. Залежність зміни поверхні тепломасообміну, що розвинута в зоні сушіння в одиницю часу, від числа обертів ротора.**

Аналіз експериментальних результатів показав, що збільшення числа обертів ротора підвищує продуктивність сушарки по сировині. В той же час середній розмір частинок досліджуваного матеріалу зменшується, тим самим збільшуючи загальну поверхню тепломасообміну і знижуючи питомі витрати камери на зневоднення. Збільшення кількості випареної вологи при цьому приводить до збільшення об'ємного напруження робочої камери, як однієї з основних характеристик сушарки [4] до значень 1550...1600 кг/(м<sup>3</sup>·год).

### **Висновки**

Спосіб сумісних процесів інтенсифікує процес зневоднення та є ефективним при застосуванні для пастоподібних матеріалів тому, що:

- в процесі сушіння постійно поновлюється та збільшується поверхня тепломасообміну;
- отримуваний продукт має більш монофракційний склад;

- дає можливість зниження питомих витрат теплоти на зневоднення до величин, близьких до теоретичних;

- зменшує габарити робочої камери в порівнянні з іншими установками.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Ляшенко А.В., Процьшин Б.Н., Гордиенко П.В., Фищук Н.У. Интенсификация процесса тепломассообмена при сушке термолабильных пастообразных материалов // Пром. теплотехника. – 2008. – Т. 30, № 1. – С. 46 - 49.
2. Кремнев О.А. и др. Скоростная сушка. – К.: Гостехиздат УССР, 1963. – 382 с.
3. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд. 2-е. В 2-х кн. Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. М.: Химия, 1995. – 368 с.
4. Чернобыльский И.И. Машины и аппараты химических производств. Изд. 3-е, перераб. и доп., М., «Машиностроение», 1974. – 456 с.

Получено 10.03.2011 г.