

## ЧИСЛОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ТЕПЛОВОЛОГІСНИХ ПАРАМЕТРІВ СУШІННЯ ЗЕРНА В ШАХТНИХ СУШАРКАХ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Складена математична модель роботи шахтної сушарки, виконано числові дослідження зміни основних технологічних параметрів в шахтній сушарці.*

**Ключові слова:** сушіння зерна, шахтна сушарка, енергоефективність сушарок.

### *Abstract*

*The mathematical model of the work of the mine drier is made, numerical studies of the change of the main technological parameters in the shaft dryer are performed.*

**Keywords:** drying of grain, shaft drier, energy efficiency of dryers.

### **Вступ**

Основними заходами підвищення енергоефективності шахтних сушарок є інтенсифікація процесу сушіння і відповідне підвищення продуктивності зерносушарок на 50-70% при сушінні зерна колосових культур і олійного насіння внаслідок застосування комбінованих методів енергопідведення. Подальше підвищення продуктивності в більшості випадків обмежується можливостями транспортного обладнання. З підвищенням вихідної вологості зерна це обмеження має менший вплив, оскільки знижується його масова витрата. Наприклад, на зерні кукурудзи з вихідною вологістю понад 27% продуктивність зерносушарок збільшується в 2 рази і більше. Настільки значний вплив на інтенсивність процесу сушіння внесених в технологію змін пояснюють різкою ступеневістю залежністю коефіцієнтів, що визначають внутрішнє і зовнішнє вологоперенесення в зерні, від його температури. Цим пояснюється і більш повне використання підведеної теплоти на видалення вологи з зерна, що знижує енергетичні втрати [1].

### **Результати дослідження**

Аналіз літературних джерел показав, що використання нових температурних режимів сушіння відчутно підвищує тепловий ККД сушарки. Тільки за рахунок цього і заміни контролю температури теплоносія з вхідного на вихідний за зонами можна досягти зниження питомих витрат палива на сушіння на 15-25% (залежно від параметрів зерна і атмосферного повітря). При використанні інших чинників енергозбереження, перш за все відпрацьованих теплоносіїв, економія палива складає 35-40% [2], що призводить до зниження питомих витрат електроенергії пропорційно підвищенню видатності зерносушарки, оскільки при спрощених схемах енергопідведення вони рівні, бо немає додаткових енерговитрат при збільшеній продуктивності;

На ефективність роботи впливають також збільшення в 1,5-2 рази швидкості руху зерна в шахтах, підвищення експлуатаційної надійності, рівномірності сушіння й охолодження зерна, пожежної безпеки [3].

У більшості випадків реального сушіння зерна режими оператори сушарок встановлюють виходячи з власного досвіду, який пов'язаний не з параметрами теоретичних розрахунків, а тими, якими реально може оперувати оператор виходячи з початкової вологості зерна  $\omega_n$ , кінцевої вологості зерна  $\omega_k$  і температурних режимів  $t_a$  – температура агента сушіння,  $\vartheta$  – температура зерна,  $v$  – швидкість переміщення зерна у шахтній сушарці. Щоб оператор міг здійснювати керування процесом опираючись на дані, пов'язані з параметрами температурного стану зерна та сушильного агента,

бажано мати математичну модель сушіння, яка буде пов'язувати час сушіння з температурою сушильного агента та температурою зерна.

На підставі теплового балансу процесу сушіння нами розроблена математична модель, яка дозволяє числовим методом визначати оптимальний час сушіння в залежності від заданої температури зерна і швидкості подачі зерна в шахту.

Результати числового дослідження температури зерна представлені на рис.1.

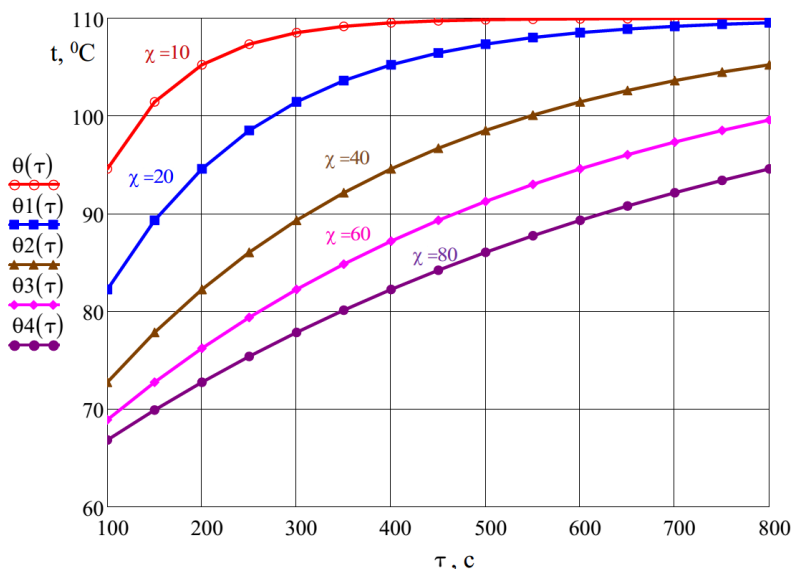


Рис. 1 – Температура зерна в шахті в залежності від часу сушіння ( $\chi$  – час прогрівання зерна до температури сушіння)

### Висновки

Графіки прогрівання зерна, представлені на рис. 3.2 дозволяють визначати температуру зерна в шахті в будь-який момент часу, що зручно для управління технологічним тепловологісним процесом за допомогою системи автоматики, яка може реєструвати температуру сушильного агента і управляти нею, змінюючи подачу свіжого повітря і палива в топку і в теплообмінники топки.

Розроблена математична модель дозволяє оператору (або системі автоматики) встановлювати швидкість переміщення зерна  $v$  у сушарці при заданих для даного типу і виду зерна  $t_{вх}$ ,  $\vartheta_{опт}$  і  $W_{п}$  (початкова вологість зерна).

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Карлівський машинобудівний завод. [Електронний ресурс] / Режим доступу <https://kmzindustries.ua/>. (Дата звертання 24.12.2018.)
2. Занько М. Вітчизняний ринок: шахта на вибір / М. Занько // Пропозиція. Спецвипуск. Сучасні техніка та технології зберігання зерна – 2015. – С. 12-21.
3. Ткаченко С. Й. Сушильні процеси та установки / С. Й. Ткаченко, О. Ю. Співак. – Вінниця, : ВНТУ. 2008.– 98с.

**Загорулько Андрій Юрійович** — студент групи ТЕ-17м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail spivak000@gmail.com.

**Співак Олександр Юрійович** — канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Zagorulko Andriy Y.** — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

**Spivak Olexandr Y.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.