

**І.О.Скриннік, В.В.Яцун, В.В.Дарієнко, Д.В. Богатирьов, С.О.Карпушин, доценти, кандидати технічних наук, М.О.Федотова, асист.**  
*Кіровоградський національний технічний університет*

## Визначення впливу основних параметрів при експериментальних дослідженнях сушіння зернового матеріалу в киплячому стані

В статті наведено експериментальні дослідження і встановлені основні закономірності впливу параметрів зерносушарки каскадного типу на якісні показники роботи під час сушіння насіння в киплячому шарі.

**каскад, зерносушарка каскадного типу, киплячий шар насіння**

Сушіння зерна та насіння є основною технологічною операцією по приведенню його в стійкий стан. Необхідність і своєчасність штучного сушіння зернових культур

© І.О. Скриннік, В.В. Яцун, В.В. Дарієнко, Д.В. Богатирьов, С.О. Карпушин, М.О.Федотова, 2012  
 викликана підвищеною післязбиральною їх вологістю. До 80% врожаю всіх зернових культур, що поступають на хлібозбиральні підприємства або на токи господарів, мають підвищену вологість під час збирання до 35-45% і обов'язково потребують додаткового сушіння. Тому забезпечення стійкого збереження і стабілізація якості насіння можуть бути досягнуті тільки своєчасним, якісним і інтенсивним сушінням [1].

На сьогодні запропоновано багато технічних рішень для сушіння насіння за фізико – механічними властивостями. Але слід відмітити, що більшість з них не забезпечують агротехнічні вимоги або економічно не ефективні [2].

На кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету розроблено конструкцію зерносушарку каскадного типу [4].

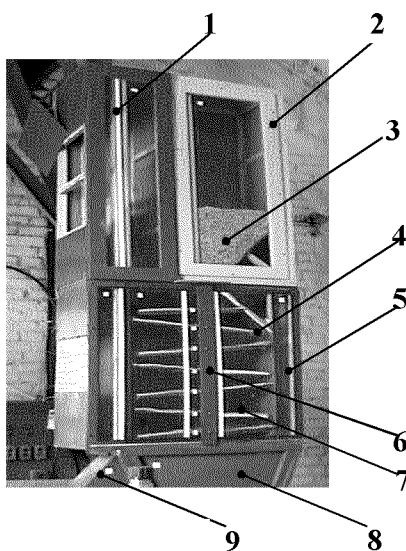
Мета дослідження полягає в визначенні основних закономірностей впливу параметрів сушарки каскадного типу на якісні показники роботи під час сушіння насіння в киплячому шарі.

Для дослідження впливу окремих факторів на цільові функції та знаходження оптимальних значень факторів було виготовлено експериментальну установку (рис. 1).

Параметричні обстеження, які є рівнями варіювання факторів, наведено в табл. 1.

Таблиця 1 - Рівні варіювання факторів

Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
Найменування	Позначення	Верхній (+)	Нижній (-)	
1. Тиск у конфузори $P_1$ , Па.	$x_1$	600	500	50
2. Тиск у трубопроводі попереднього прогріву $P_2$ , Па.	$x_2$	50	0	25
3. Температура агента сушіння в сушильній камері $t_1$ , $C^0$	$x_3$	130	70	30
4. Температура агента сушіння у трубопроводі попереднього прогріву $t_2$ , $C^0$	$x_4$	130	70	30
5. Товщина шару матеріалу $h$ , м.	$x_5$	0.020	0.010	0.005
6. Кут нахилу каскадів $\alpha$ , град	$x_6$	12	3	4.5



1 – осадова камера; 2 – завантажувальний бункер; 3 – оброблений матеріал; 4 – сушильна камера; 5 – труба для потрапляння теплоносія в камеру попереднього нагріву; 6 – шарніри для регулювання каскадів; 7 – каскади; 8 – дифузор; 9 – труба для вивантаження просушеного матеріалу

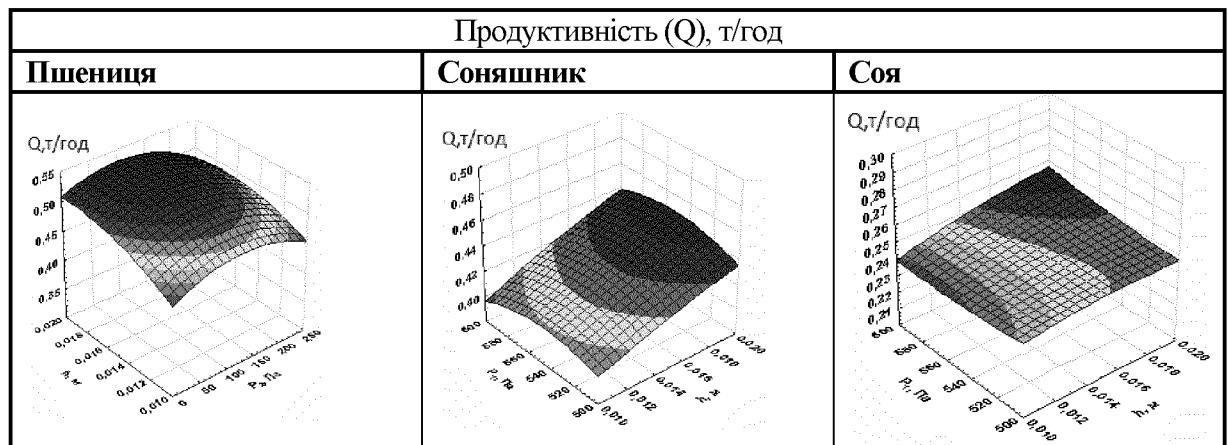
Рисунок 1 - Загальний вигляд лабораторної міні-зерносушарки каскадного типу

Для визначення взаємозв'язку між конструктивними та технологічними параметрами їх оптимального варіанту в роботі проведено математичне планування експерименту.

Процедуру планування експерименту визначення суттєвості факторів та комплексів обчислень здійснювали, використовувавши пакет прикладних програм statgraphic plus.

Таблиця 2 - Поверхні відгуку

Вигляд поверхонь відгуку		
Ефективність сушіння (W)		
Пшениця	Соняшник	Соя
1	2	3
Енергетичні витрати (E), кДж/кг		
Пшениця	Соняшник	Соя
1	2	3



В результаті проведення експериментальних досліджень отримані наступні раціональні значення параметрів сушарки каскадного типу з попереднім прогрівом, при яких підвищується ефективність сушіння, продуктивність, та зменшуються енергетичні витрати. Значення чинників представленні табл. 3 - 5.

Таблиця 3 - Раціональні значення параметрів міні-зерносушарки каскадного типу для ефективності сушіння (W, %)

Тиск агента у сушальній камері $P_1$ , Па	Температура агента в сушальній камері $t_1$ , °C	Температура агента у трубі попереднього прогріву $t_2$ , °C	Товщина шару матеріалу $h$ , м	Кут нахилу робочих каскадів $\alpha$ , °
<b>Пшениця (W = 6,0 – 7,3%)</b>				
540 – 590	118 – 124	35 – 50	0.010 – 0.012	9
<b>Соняшник (W = 6,9 – 7,5%)</b>				
540 – 590	114 – 120	30 – 45	0.010 – 0.012	8
<b>Соя (W = 5,9 – 7,8%)</b>				
540 – 600	90 – 100	30 – 50	0.010 – 0.013	11

Таблиця 4 - Раціональні значення параметрів міні-зерносушарки каскадного типу для продуктивності (Q, т/год)

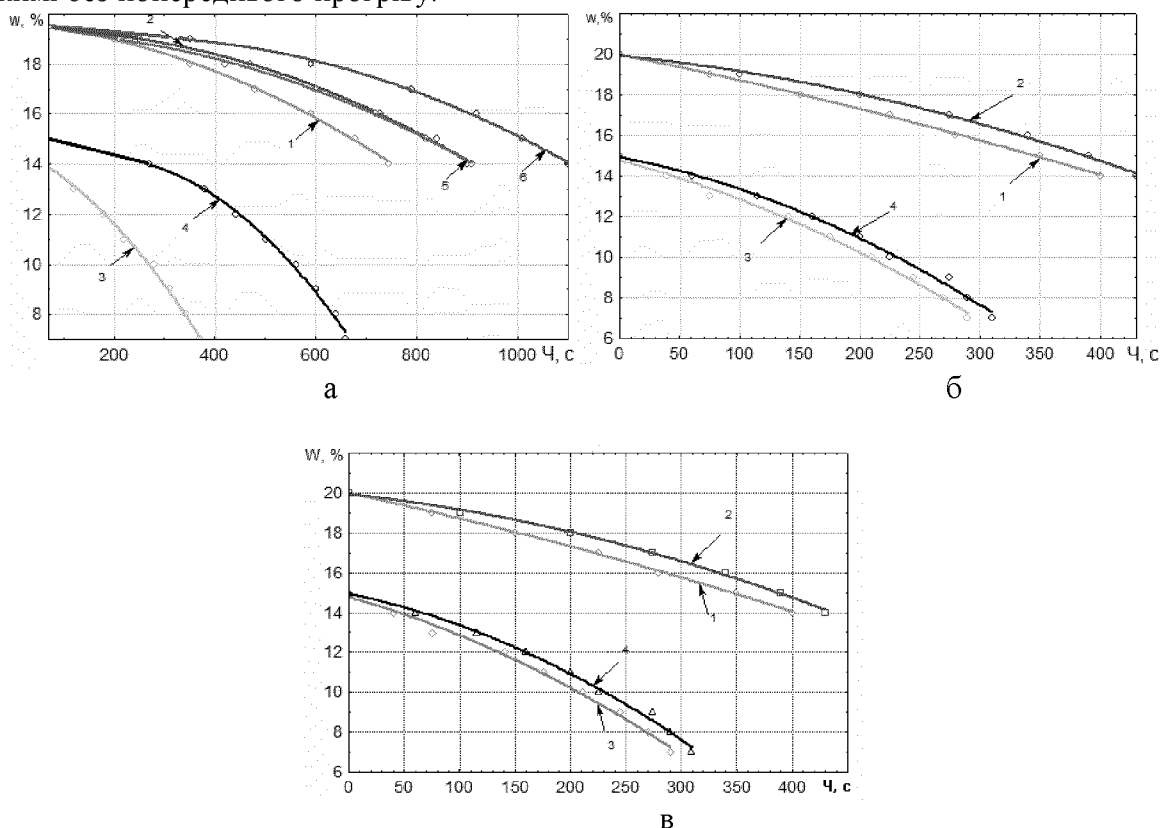
Тиск агента у сушальній камері $P_1$ , Па	Тиск агента у трубі попереднього прогріву $P_2$ , Па	Температура агента в сушальній камері $t_1$ , °C	Товщина шару матеріалу $h$ , м	Кут нахилу робочих каскадів $\alpha$ , °
<b>Пшениця (Q = 0,22 – 0,55 т/год)</b>				
580 – 600	0 – 50	118 – 124	0.010 – 0.015	9
<b>Соняшник (Q = 0,37 – 0,41 т/год)</b>				
550 – 600	0 – 50	110 – 128	0.012 – 0.020	8
<b>Соя (Q = 0,22 – 0,25 т/год)</b>				
580 – 600	0 – 50	110 – 126	0.014 – 0.020	11

Таблиця 5 - Раціональні значення параметрів міні-зерносушарки каскадного типу для питомих енергетичних витрат (E, кДж/кг)

Тиск агента у сушальній камері $P_1$ , Па	Тиск агента у трубі попереднього прогріву $P_2$ , Па	Температура агента в сушальній камері $t_1$ , °C	Температура агента у трубі попереднього прогріву $t_2$ , °C	Товщина шару матеріалу $h$ , м
<b>Пшениця (E = 84 – 84,4 кДж/кг)</b>				

550 – 580	0 – 50	118–126	70 – 130	0.014 0.016	–
<b>Соняшник (E = 100 – 123 кДж/кг)</b>					
540 – 590	0 – 50	118 – 128	70 – 130	0.012 0.016	–
<b>Соя (E = 206 – 250 кДж/кг)</b>					
540 – 590	0 – 50	118 – 126	70 – 130	0.014 0.016	–

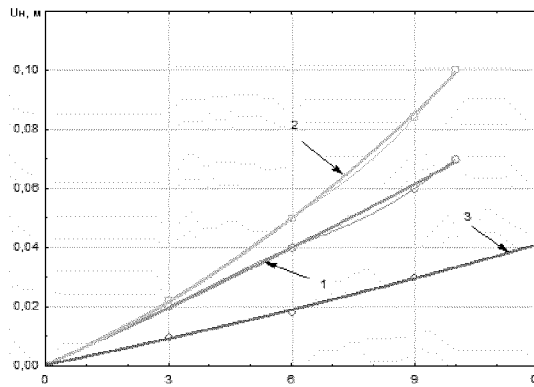
Проаналізувавши графіки зміни вологості (рис. 2 – 4) відповідних культур при режимах з попереднім і без попереднього прогріву, прийшли до висновку, що крива вологознімання при сушінні з попереднім прогрівом більш стрімкіша, а це пояснюється тим, що вологий матеріал за час, протягом якого він знаходиться в завантажуючому бункері, підігрівається і потрапляє безпосередньо в сушильну камеру вже нагрітим, тому час на нагрівання не витрачається і, практично, зразу ж такий вологий матеріал починає віддавати вологу. Швидкість сушіння в режимі з попереднім прогрівом більша, а ніж у режимі без попереднього прогріву.



а – 70 °С; б – 100 °С; в – 130 °С (крім сої);  
 1 – пшениця з попереднім прогрівом; 2 – пшениця без попереднього прогріву;  
 3 – соняшник з попереднім прогрівом; 4 – соняшник без попереднього прогріву;  
 5 – соя з попереднім прогрівом; 6 – соя без попереднього прогріву;  
 ————— – теоретичні криві; —○—○—○— – експериментальні криві

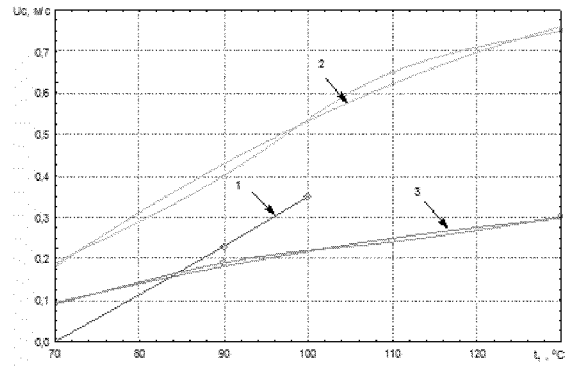
Рисунок 2 - Залежність зниження вологості насіння від часу перебування в міні-зерносушарці при наступних температурах агента сушіння

Порівнюючи графіки зміни вологості (рис. 2) при різних температурних режимах, можна зробити висновок, що при сушінні зерна в режимі з попереднім прогрівом експозиція сушіння на 20% менша, аніж при сушінні без застосування попереднього прогріву. Якісні і кількісні показники висушеного насіння при вказаних режимах, практично, не відрізняються, а іноді й покращуються. Очевидно, що зменшення експозиції сушіння обумовить зменшення енергетичних витрат на сушіння.



1 – соняшнику; 2 – пшениці; 3 – сої;  
 ———— – теоретичні криві; - - - - - експериментальні криві

Рисунок 3 - Залежність швидкості насіння від кута нахилу каскаду для культур



1 – пшениці; 2 – соняшнику; 3 – сої  
 ———— – теоретичні криві;  
 - - - - - експериментальні криві

Рисунок 4 - Залежність швидкості сушіння від температури агента для культур

Швидкість руху насінневого матеріалу в киплячому стані, практично, прямо пропорційна куту нахилу каскаду, що і підтверджує аналітичну залежність [2]. Порівняння графіків підтвердило те, що швидкість руху дисперсного матеріалу залежить і від його питомої ваги. Насіння сої, маючи більшу густину, ніж інші види насінневих, рухається з найменшою швидкістю по каскадах.

При збільшенні температури агента сушіння швидкість зняття вологи за одиницю часу збільшується, адже відбувається інтенсифікація процесу сушіння. Знаючи початкові умови сушіння за наведеними графіками, можна визначити швидкість сушіння (%/сек.) при певному значенні температури теплоносія. Очевидно, що для різних культур швидкість сушіння  $U_c$  буде різною.

Експериментально встановлено область раціональних значень параметрів зерносушарки каскадного типу, при яких спостерігається підвищення якісних показників роботи (ефект сушіння для зернових культур  $W=74-92$  %, продуктивність  $Q=0,22-0,54$  т/год, при енергетичних витратах  $E=10-12,5$  кВт/т):

- тиск в сушильній камері –  $P_1=500-600$  Па;
- температура в сушильній камері –  $t_1=110-130$  °С;
- товщина шару матеріалу –  $h=0,01-0,02$  м;
- кут нахилу робочих каскадів –  $\alpha=3-9$  °

Продуктивність для пшениці 0,218-0,55 т/год, сої 0,37-0,41т/год, соняшника 0,218-0,25т/год.

## Список літератури

1. Котов Б.І., Коваль С.М., Шустик Л.П., Цема Т.В. Технічні засоби для зберігання зерна в господарствах України // Пропозиція, 1999. № 11. – С. 25-27.
2. Соколов А.Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. – М.: Колос, 1975. – 496 с.
3. Гячев Л.В. Движение сыпучих материалов в трубах и бункерах. – М.: Машиностроение, 1967. – 196 с.
4. Петренко М.М., Скринник І.О. Зерносушильна установка касетного типу // Збірник наукових праць КДТУ (техніка в сільськогосподарському машинобудуванні, галузеве машинобудування, автоматизація). Випуск 15. – Кіровоград: КДТУ, 2004. – С.323 - 328.

*И. Скринник, В.Яцун, В.Дариенко, Д.Богатырев, С.Карпушин, М.Федотова*

**Определение влияния основных параметров при экспериментальных исследованиях сушения зернового материала в кипящем состоянии**

В статье приведены экспериментальные исследования и установлены основные закономерности влияния параметров зерносушилки каскадного типа на качественные показатели работы во время сушения зерна в кипящем слое

*I. Skrynnik, V. Yatsun, V. Darienko, D. Bogatyrev, S. Karpushin, M. Fedotova*

**Determination of influence of basic parameters at experimental researches of drying corn material in the boiling state**

In the article motion of seed is considered for to the cascades of the installation for dry grain in the boiling layer. Researches which allow in theory to define the structural parameters of dryer taking into account the features of motion of seed are resulted.

Отримано 24.09.12