

пшениця	4,0...8,6	6,1...13,2	20...44	4,15...8,50/	315...798
	1,6...4,0	2,5...6,15	7,9...20	110...230	
	1,5...3,8	2,3...5,8	7,3...19		
овес	8,0...18,6	12...28	41...94	3...8,30/	252...756
	1,4...4,0	2,1...6,1	7,0...20	70...210	
	1,2...3,6	1,8...5,5	5,9...18		
горох	4,0...8,8	6,1...13	20...44	8,30...13°/	735...1680
	3,7...8,0	5,6...12	18...41	220...330	
	3,5...8,0	5,3...12	17...41		

Час деформації зернового матеріалу вальцями значно більший й ближче до статичного режиму, а енергоємність в 2 і більше разів нижча, наближена до кінцевого результату (дрібний помел). При цьому енергоємність здрібнювання (середній помел) по наведених культурах становить від 1,41 до 1,96 кВт-год/кг. Вміст фракції <1 мм на піддоні розсіву 2,7%, у тому числі борошна <0,25 мм 1,1%.

**Висновок:** Отже, аналізом процесу деформації зернового матеріалу енергоємності процесу здрібнення різними здрібнювачами підтверджено доцільність розробки малогабаритних подрібнювачів з багатоконтактними робочими органами – рифленими вальцями, що дозволить суттєво знизити енергоємність процесу здрібнювання й поліпшити фракційний склад продуктів помелу.

#### **Список посилань**

1. Абдюкаева А.Ф., Огородников П.И. Измельчитель снижает затраты на 15%. Журнал «Сельский механизатор» № 8, Москва, 2007 г, с. 18.

2. Гуриненко Л. А. Физико-механические предпосылки снижения энергоёмкости процесса измельчения зерна / Л.А. Гуриненко, В.В. Иванов, А.М. Семенихин и др. // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК. сборн. науч. статей по материалам V Международной научно-практической конференции, Ставрополь. - АГРУС, 2010 - с. 67-71.

#### **ВЕРБИЦЬКИЙ Владислав Олегович,**

*студент групи ПЗ 19-1м Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*

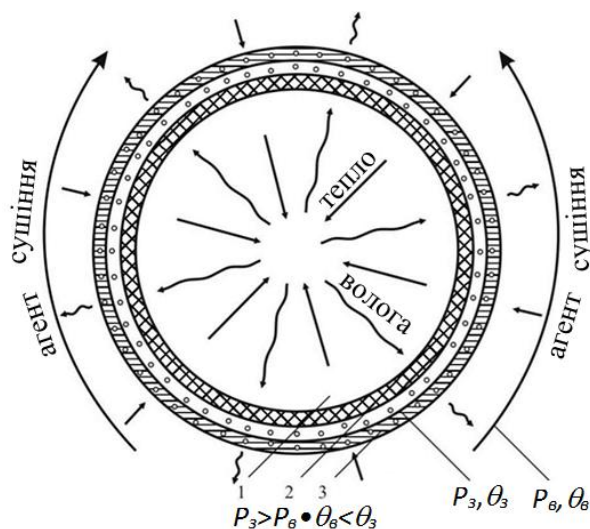
#### **Науковий керівник – ГУРСЬКИЙ Петро Васильович,**

*кандидат технічних наук, професор кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМУ ВИДАЛЕННЯ ВОЛОГИ ІЗ ЗЕРНА ПРИ КОНВЕКТИВНОМУ СУШІННІ**

**Мета досліджень:** на основі аналізу закономірностей процесу сушіння зерна встановити інтенсифікуючі впливи при конвективному сушінні.

**Основні матеріали досліджень.** Механізм видалення вологи із зерна при конвективному сушінні схематично може бути представлений у такий спосіб (рис. 1). Уздовж поверхні вологого зерна рухається агент сушіння з певними параметрами ( $\theta_v$  - температура;  $P_v$  - парціальний тиск). Теплота від агента сушіння конвективним способом передається зерну, його поверхня нагрівається до температури  $\theta_3$  і частина вологи, що перебуває в поверхні, випаровується. У результаті за обсягом зерна створюються перепади вологовмісту й температури, під дією яких відбувається дифузійний процес переносу вологи до поверхні в зону випарювання. Молекули, що відірвалися від поверхні зерна, пари дифундують через прикордонний шар і поглинаються агентом сушіння. Обов'язкова умова процесу видалення вологи з поверхні зерна в цьому випадку - наявність різниці між парціальним тиском біля його поверхні  $P_3$  і в агентові сушіння  $P_v$  [1, 2].



**Рис. 1 Механізм видалення вологи із зерна при конвективному сушінні**

*1 - зерно; 2 - прикордонний шар; 3 - зона випарювання вологи*

Інтенсивність сушіння залежить від фізико-хімічних властивостей матеріалу й рушійної сили процесу. Цю залежність у загальному виді виражають лінійним рівнянням, яке описує відомі феноменологічні закони й відповідає першому принципу термодинаміки незворотних процесів:

$$Q = KC \quad (1.1)$$

де  $Q$  – щільність потоку;

$K$  – кінетичний коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей матеріалу;

$C$  – рушійна сила процесу.

З аналізу закономірностей процесу сушіння випливає, що при конвективному сушінні важливу роль відіграє не тільки тепло - і вологообмін між агентом сушіння й матеріалом, але й перенесення тепла й вологи усередині матеріалу. Внутрішнє вологоперенесення, як правило, лімітує швидкість сушіння матеріалу. Тому при будь-яких способах інтенсифікації сушіння необхідно домагатися відповідності між інтенсивністю випарювання вологи з поверхні матеріалу й внутрішнім вологоперенесенням.

При сушінні вологих матеріалів відбуваються взаємозалежні процеси тепло- і масообміну між матеріалом і агентом сушіння. Зовнішній тепло - і масообмін порушує рівноважний стан поверхні матеріалу й призводить до внутрішнього тепло - і масообміну.

Інтенсивність внутрішнього перенесення вологи в процесі сушіння описується також відомим рівнянням неізотермічної вологопровідності:

$$q_m = -a_m \cdot \rho \cdot \nabla u - a_m \cdot \rho \cdot \delta \cdot \nabla \theta \quad (1)$$

де  $a_m$  – коефіцієнт внутрішньої дифузії, м/с;

$\rho$  – щільність матеріалу, кг/м<sup>3</sup>;

$\nabla u$  – градієнт вологості;

$\nabla \theta$  – градієнт температури;

$\delta$  – товщина шару матеріалу, м.

Аналіз зміни полів потенціалів перенесення в процесі сушіння дозволяє науково обґрунтувати шляхи раціональної інтенсифікації процесу. З основного рівняння вологоперенесення (1), випливає, що інтенсивність внутрішнього перенесення вологи може бути підвищена за рахунок збільшення потоку, обумовленого вологопровідністю й за рахунок зменшення гальмуючої дії термовологопровідності, тобто шляхом підвищення градієнта вологовмісту  $\nabla u$  і коефіцієнта внутрішньої дифузії вологи  $a_m$ , а також зменшення градієнта температури  $\nabla \theta$ . При цьому, потрібно враховувати, що значне збільшення  $\delta$  може призвести до погіршення якості сушіння матеріалу.

**Висновок:** При інтенсивних методах сушіння випарювання відбувається в повному обсязі матеріалу, волога усередині частки переміщається тільки у вигляді пари. Це призводить до появи градієнту тиску  $\nabla p$ , тому що швидкість перетворення води в пару перевищує швидкість виведення її з матеріалу. Під дією  $\nabla p$  інтенсифікується молярне переміщення вологи.

Отже інтенсифікуючі впливи можна розділити на три групи:

1) по природі інтенсифікуючі процеси це – механічні, гідромеханічні, теплові й дифузійні, тобто процеси перенесення маси й енергії та ін.;

2) по характеру перетворень, що відбуваються в результаті інтенсифікуючих впливів – хімічні, фазові, агрегатні;

3) по виду діючих сил – гравітаційні, масові (механічні) сили, потоки матеріальних часток (удари), електричні й магнітні впливи, потоки іонізованих і заряджених часток, корпускулярні й електричні випромінювання, теплові потоки.

### Список посилань

1. Куцакова, В.Е. Интенсификация тепло - и массообмена при сушке пищевых продуктов [Текст] / В.Е. Куцакова, А.Н. Богатырев. - М.: Агропромиздат, 1987. - 236 с.

2. Сорочинский, В.Ф. Повышение эффективности конвективной сушки и охлаждения зерна на основе интенсификации тепломассообменных процессов. [Текст]: дис. ... док. техн. наук.: 05.18.12 - М., 2003. - 407 с.