

Пазюк В. М.

Пазюк О. Д.

Романенко М. Д.

*Вінницький
національний аграрний
університет*

Pazyuk V. M.

Pazyuk O. D.

Romanenko M. D.

*Vinnitsia National
Agrarian University*

УДК 621.9.048.6

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ РЕЖИМИ СУШІННЯ НАСІННЄВОГО ЗЕРНА ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ЇХ У ВІБРАЦІЙНІЙ ЗЕРНОСУШАРЦІ

У роботі представлені матеріали по використанню вібраційних зерносушарок, з метою висвітлити напрямки розвитку та інтенсифікації процесу сушіння зерна, а також показати економічність даного способу сушіння.

Ключові слова: вібрації, обертання, рух частинки, сепарація, ступінчасто-конічне решето, рівняння руху.

Актуальність роботи. Зростання виробництва і споживання енергії нерозривно пов'язано із розвитком суспільства, що на протязі свого розвитку веде боротьбу за збільшення свого енергетичного балансу. Боротьба за енергію, за її джерела, за відкриття нових способів її перетворення і використання йде безперервно й дедалі наростаючими темпами.

При сушінні витрачається понад 70% енергії від загальних витрат на післязбиральну обробку зерна, що при запровадженні заходів із енергозбереження, значно зменшить загальні втрати теплоти.

В теорії та практиці зерносушіння для характеристики економічної ефективності використовують наступні показники: коефіцієнт корисної дії та питома витрата теплоти на 1 кг вип. вологи. Теоретично необхідна кількість теплоти для випарювання 1 кг вологи при звичайних умовах складає 2300 – 2500 кДж/кг при фактичній витраті в промислових зерносушарках в залежності від технології сушіння може складати 3800 – 5000 кДж/кг.

Аналіз середньостатистичних даних теплових балансів зерносушильних установок свідчить, що втрати тепла втрачаються на: 40 – 45% на випаровування вологи, 20% на нагрівання зерна, 25 – 30% із відпрацьованим сушильним агентом і 5% в навколишнє середовище через сушильну установку та систему повітропроводів.

Одним з напрямків підвищення енергоефективності та інтенсифікації процесу сушіння зерна є вібраційний спосіб. Основною перевагою вібраційного способу сушіння є створення віброкиплячого шару в наслідок чого збільшується об'єм шару зерна, значно знижується внутрішнє тертя в системі, що покращує перемішування зерна і відповідно зменшує час теплової обробки.

Основними технологічними перевагами віброкиплячого шару є висока інтенсивність процесів переносу теплоти та пов'язані з цим низькі перепади температур всередині самого шару.

Рух і пульсація сушильного агента у віброкиплячому шарі прискорюють перенесення вологи із самих часток до поверхні. Це сприяє прискоренню сушіння.

Огляд літературних досліджень С.Д. Птіцина і М.Е. Сбродова при порівнянні впливу вібрації на процес сушіння зерна в одне зерно, показав зменшення тривалості сушіння на 20% (рис. 1,а) [1].

Сушіння в віброкиплячому шарі товщиною 150 мм збільшує інтенсивність сушіння на 21%, або на 18 хв (рис. 1,б).

Процес сушіння пшениці потрібно б було продовжувати до рівноважної вологості матеріалу 12 – 14%, а фактично дослідження закінчилось до вологості 23 – 26%. Прогрівання матеріалу відбувається до температури 43 – 45°C, що дозволяє зберегти насінневі властивості зерна.

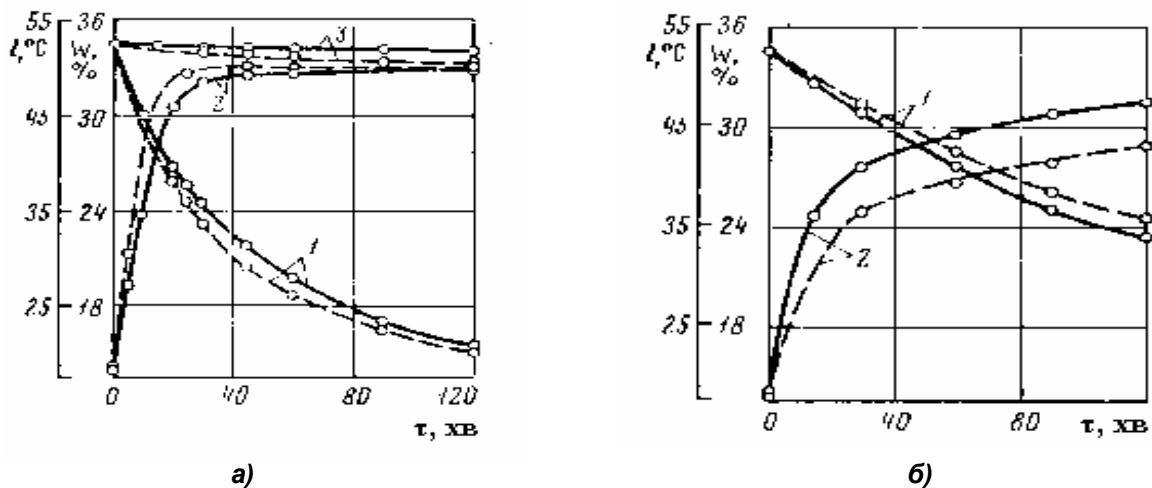
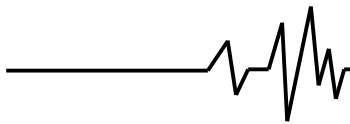


Рис. 1. Температурні та криві сушіння пшениці в елементарному шарі:
а) 1 – криві сушіння в нерухомому та віброкиплячому шарі; 2 – температурні криві;
3 – криві сушіння без подачі теплоносія під шар; б) 1 – криві сушіння в нерухомому
та віброкиплячому шарі; 2 – температурні криві

Сушіння пшениці у віброкиплячому шарі (за даними М.Е. Сбродова) дозволяє більш рівномірно видаляти вологу з шару матеріалу, а також отримати більш рівномірне прогрівання матеріалу по висоті шару. При сушінні насіннєвого зерна важливо, щоб температура теплоносія не перевищувала гранично допустиму температуру: вже на 20 хв. температура в нижній частині нерухомого шару складає 80°C , а в верхній частині 40°C – градієнт температур складає 40°C , що не допустимо при сушінні (рис. 2) [1].

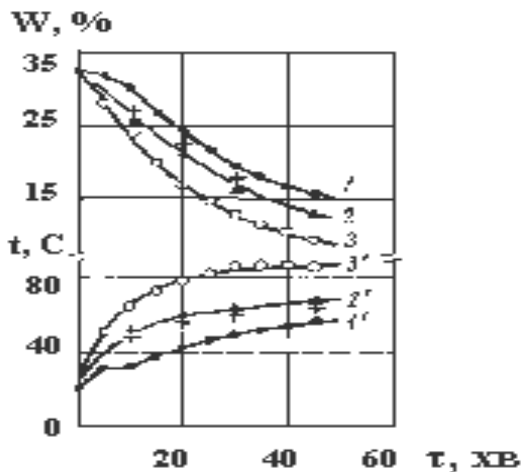


Рис. 2. Криві сушіння (1 - 3) та підігріву зерна (1' - 3') при температурі сушіння 100°C при товщині шару пшениці 100 мм:
1 - 1' – вологість та температура у верхній частині нерухомого шару;
2 - 2' – вологість та температура у верхній та нижній частині віброкиплячого шару; 3 - 3' – вологість та температура у нижній частині нерухомого шару

Таким чином, для збільшення інтенсивності сушіння насіннєвого зерна в шарі більш доцільно використовувати віброкиплячий шар, так як можна провести процес у більш рівномірному температурному полі з зменшенням тривалості сушіння і підвищення якості насіннєвого зерна.

Автором визначено гранично допустиму температуру прогрівання насіннєвого зерна 60°C в шарі 100 мм, що відповідає сушіння зерна в віброкиплячому шарі при тривалості 45 хв і кінцевій вологості матеріалу 14% (крива 2, рис. 2).

Віброкиплячий шар створений при наступних параметрах: частота вібрації 20 гц, амплітуда коливань 2,5 мм [1].

Найбільш доцільно проводити процес сушіння згідно із біологічними властивостями зерна. Допустимі значення температур при різних величинах часу впливу на зернівку, що не впливає на процеси життєдіяльності в ній, залежить від вологості зерна – чим вище вологість, тим нижче допустимі значення температур.

Незворотне зниження життєдіяльності вологого зерна починається при 55°C (коагуляція білка в зародку і алейроновому шарі), а сухого при 65°C . При цих значеннях температури зерно не повинно знаходитись більше 5 хв і поступово зменшуватись від зміни вологості під час сушіння (рис. 3) [2].

Кінцева температура сушіння насіннєвого зерна через 90 хв: при початковій вологості сухого зерна 13% - 52°C , а вологого зерна 24% - 45°C .

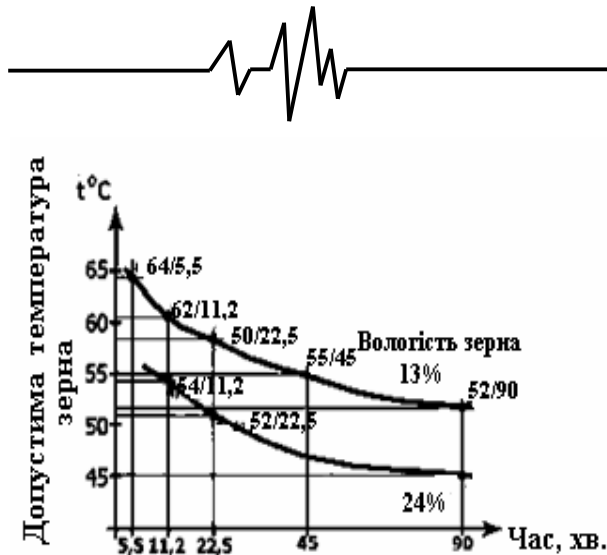


Рис. 3. Зміна допустимої температури зерна від тривалості сушіння для різної вологості насіннєвого зерна

Запропоновані режими сушіння зерна на рис. 3 викликають сумнів, так як не приведені дані схожості насіннєвого зерна від значень температур, а лише може бути рекомендованою. Також не сказано на якій сушильній установці проводились дослідження із сушіння насіння.

Нами проведені дослідження із визначення режимів сушіння насіння пшениці проведено на експериментальному конвективному стенді (рис. 4) [3].

Перед проведенням сушіння пшениці визначали початкову вологість вихідного зерна по загальноприйнятій методиці висушуванням до абсолютно сухої маси [4].

Дослідження проводились в наступних режимах: температура теплоносія 50, 65, 80°C;

швидкість повітря 0,5, 1,0, 1,5 м/с; початкова вологість зерна 16, 20, 24% та ступеневому режимі сушіння 65/50°C.

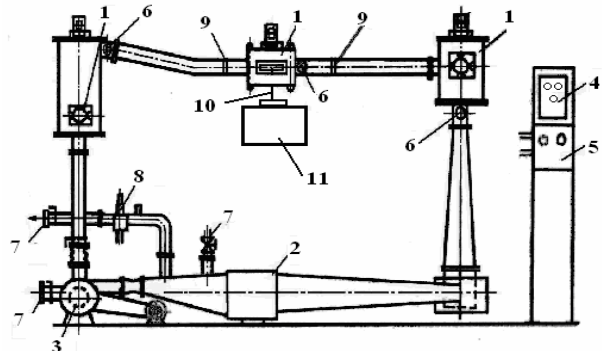


Рис. 4. Схема експериментального стенду
1 – сушильна камера; 2 – калорифер;
3 – вентилятор; 4 – регулятор температури; 5 – щит керування;
6 – термометри опору; 7 – патрубки з шиберами; 8 – психрометр; 9 – спеціальні решітки; 10 – штанга терезів; 11 – терези

Детальніше розглянемо кінетику сушіння насіння пшениці в елементарному шарі від впливу температури теплоносія, що показано на рис. 5.

Із збільшенням температури теплоносія від 50 до 80°C інтенсивність процесу сушіння збільшується в 2,75 рази. Порівнюючи кінетику процесу ступінчатого режиму 65/50°C та режиму сушіння 50°C тривалість процесу сушіння зменшується на 20 хв, а в порівнянні з режимом 65°C тривалість сушіння збільшується на 3 хв. (рис. 5,а)

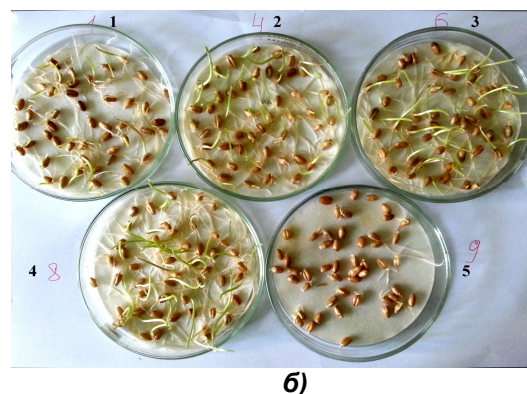
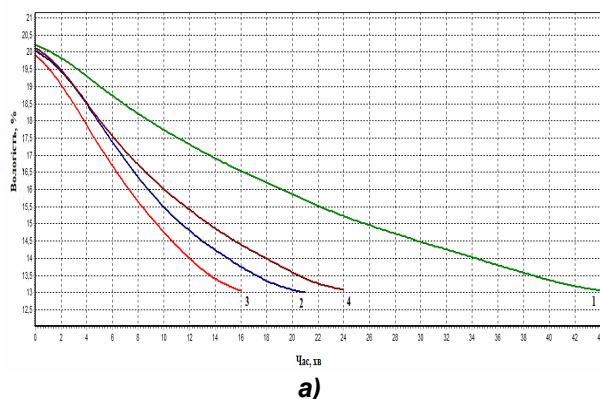
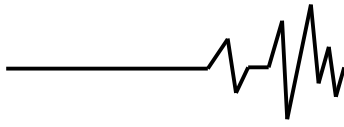


Рис. 5. Вплив температури теплоносія на кінетику процесу та схожість сушіння насіння пшениці: $V = 1,5$ м/с; $d = 10$ г/кг с. п.: а) 1 – 50°C, 2 – 65 °C, 3 – 80°C, 4 – 65/50°C б) 1 – вихідна сировина; 2 – 50°C, 3 – 65 °C, 4 – 65/50°C 5 – 80°C



Вибір режиму сушіння насіння пшениці залежить від схожості насіння пшениці, яка показала, що найкращі результати відповідають ступінчатому режимові, який не поступається вихідному зерну.

Проведені лабораторні дослідження на 3,5 та 7 день показали, що найкраще з всіх запропонованих режимів сушіння показав ступінчатий режим 65/50°C, в якому схожість складає 100% (рис. 5,б).

Використання ступінчатих режимів сушіння поряд із застосуванням вібраційних технологій сушіння підвищить інтенсивність сушіння насіння пшениці. Нами запропонована схема вібраційної зерносушарки із барабанним коливним контейнером з кінематично-комбінованим віброзбуджувачем (рис. 9).

Вібраційна барабана сушарка працює наступним чином. Підігрітий теплоносій із теплогенератора надходить в перфорований барабан 2 через патрубок 5,6.

Деякі хвилини відбувається прогрівання барабану, після чого завантажується зерно через патрубок 3 і вмикається електродвигун постійного струму 17 і починається процес сушіння.

Під час сушіння відпрацьований зволожений теплоносій виводиться через патрубок 1. Вологість зерна при сушінні контролюється вологоміром з короткочасною зупинкою зерносушарки. Після закінчення сушіння висушене зерно вивантажується через патрубок 4.

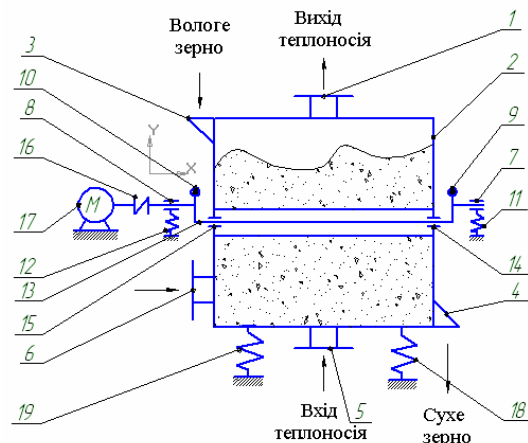
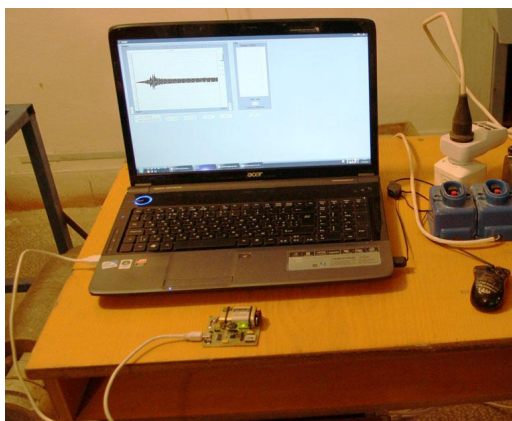
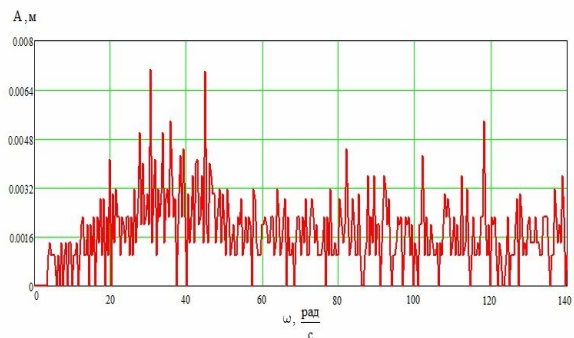


Рис. 6. Вібраційна барабана зерносушарка з кінематично комбінованим віброзбуджувачем: 1,5,6 – патрубок для відведення та подачі теплоносія; 2 – зовнішній барабан; 3,4 – патрубок для подачі та відведення зерна; 11,12,18,19 – амортизатори; 7,8, – підшипники; 9, 10 – зрівноважені маси; 13 – вал; 14,15 – підшипники валу; 16 – муфта; 17 – електродвигун

Амплітудно-частотні характеристики виконавчого органу вібраційної сушарки реєструвався за допомогою реєстратора амплітудно-частотних характеристик з незалежним живленням на основі акселерометра LIS3DH компанії STMicroelectronics, комп'ютера та розроблених спеціальних комп'ютерних програм (рис. 7).



а) Рис. 7. Зчитування амплітудно-частотних характеристик



б)

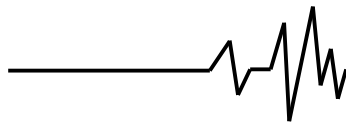
В результаті даного явища, пікові значення сумарної амплітуди коливань спостерігають в діапазоні 28 - 42 рад/с (рис. 7).

Висновки

1. Проведений аналіз досліджень із застосування вібраційних технологій сушіння

показав, що тривалість сушіння зерна під дією вібрації зменшується на 20%.

2. Проведений аналіз режимів сушіння пшениці на насінневі властивості матеріалу і запровадження ступеневих режимів сушіння із перспективою впровадження цих режимів на вібраційній зерносушарці.



3. Запропонована конструкція вібраційної барабанної зерносушарки та проведений аналіз амплітудно-частотних характеристик.

Список використаних джерел

1. Членов В. А., Михайлов Н. В. Виброкипящий слой. – М., «Наука», – 1972. – 343 с.

2. СЭММ – результаты исследования физических процессов при сушке зерна.

3. Снежкин Ю.Ф. Исследование влияния параметров на кинетику и всхожесть семян рапса / Ю.Ф. Снежкин, В.М. Пазюк, Т.А. Михайлик, Ж.А. Петрова // Промышленная теплотехника. – 2010. – Том 32, № 3. – С. 37–42.

4. ДСТУ 4138 – 2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи аналізування вологості насіння. – К.: Держспоживстандарт. – 2003. – С. 16–17.

Список джерел в транслітерації

1. Chlenov V. A., Mikhaylov N. V. Vibrokipyashchiy sloy. – M., «Nauka», – 1972. – 343 s.

2. SEMM – rezultaty issledovaniya fizicheskikh protsessov pri sushke zerna.

3. Snezhkin Yu.F. Issledovaniye vliyaniye parametrov na kinetiki i vskhozhest' semyan rapsa / Yu.F. Snezhkin, V.M. Pazyuk, T.A. Misha, ZH.A.

Petrova // Promyshlennaya teplotekhnika. – 2010. – Tom 32, № 3. – S. 37–42 .

4. DSTU 4138 – 2002. Nasinnya silskohospodarskykh kultur. Metody analizuvannya volohosti nasinnya. – K.: Derzhspozhyvstandart. – 2003. – S. 16–17.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕЖИМЫ СУШКИ СЕМЕННОГО ЗЕРНА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИХ В ВИБРАЦИОННОЙ ЗЕРНОСУШИЛКЕ

Аннотация. В работе представлены материалы по использованию вибрационных зерносушилок, с целью высветить направления развития и интенсификации процесса сушки зерна, а также показать экономичность данного способа сушки.

Ключевые слова: сушка, вибрация, зерно, энергоэффективность.

ENERGY-SAVING MODES OF SEED GRAIN DRYING AND IMPLEMENTATION OF VIBRATION IX ZERNOSUSHARTSI

Annotation. In this article are presented materials of the using vibration of drier grain with the aim to highlight areas of development and intensification the process of drying grain, and show the efficiency using this method of drying.

Key words: drying, vibration, grain, energy efficiency.