

**ОСОБЛИВОСТІ КРИВОЇ СУШІННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ****Г.В. ТКАЧЕНКО**

*В статті описаний метод зволоження зерна, методика визначення температури та маси у динаміці. Наведено будову дослідної установки та принципи побудови кривих сушіння. Обґрунтовано режими сушіння зерна кукурудзи високої вологості з використанням вентильованих бункерів.*

Вологість, температура матеріалу і швидкість його зневоднювання в процесі сушіння змінюються в часі. У теорії сушіння ці зміни прийнято ілюструвати графічним методом у вигляді кривих сушіння (у координатах вологість матеріалу – час) криві швидкості сушіння (у координатах швидкість сушіння – вологість матеріалу) і температурних кривих (у координатах температура матеріалу – вологість матеріалу) [2, 5].

За дві – три доби до проведення досліду необхідно зволожити продукт до заданої вологості. Для рівномірного розподілу вологості по всій масі продукту його зволожують таким чином. Зважують зразок сухого продукту  $G_{\text{поч}}$  і визначають його вологість  $w_{\text{поч}}$  у сушильній шафі за стандартною методикою. Потім розраховують кількість води  $V$ , яку необхідно додати до наважки, аби отримати задану вологість продукту  $w_{\text{кін}}$  за такою формулою:

$$V = G_{\text{поч}} \frac{w_{\text{кін}} - w_{\text{поч}}}{100 - w_{\text{кін}}},$$

де  $G_{\text{поч}}$  – маса продукту при вологості  $w_{\text{поч}}$ ;  $w_{\text{поч}}$ ,  $w_{\text{кін}}$  – відповідно вологість продукту до і після зволоження, % від загальної маси.

При ретельному перемішуванні в продукт упродовж дня додають воду невеликими порціями. Зволожений продукт ставлять в холодильник або термостат і зберігають при температурі 3–5 °С два дні. Упродовж цього періоду продукт ретельно перемішують два–три рази в день [1].

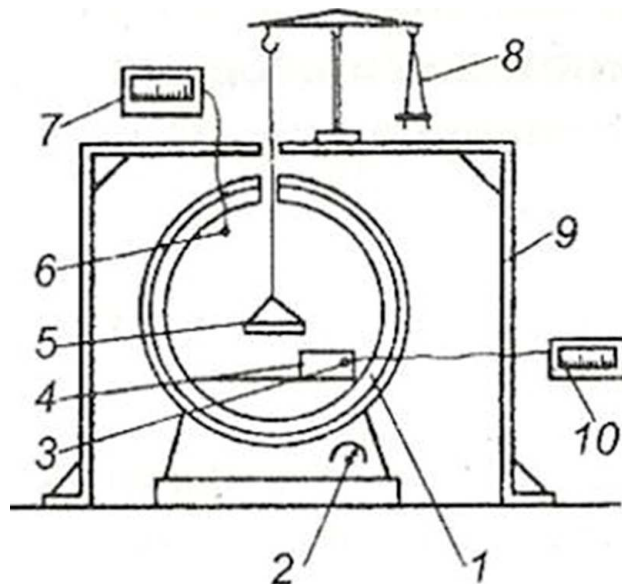
Експериментальна установка (рис. 1) є сушильною шафою 1, в якій вмонтований датчик температури 2, з його допомогою вручну встановлюють задану температуру в сушильній шафі. Ця температура автоматично підтримується за допомогою терморегулятора. На підставці 9 встановлено технічну вагу 8, одна чашка якої з сітчастим дном знаходиться всередині сушильної шафи. Масу волиги фіксують за допомогою ваги.

Температуру в сушильній шафі контролюють термомпарою 6, підключеною до вимірювального приладу 7.

Для вимірювання температури нагріву продуктів усередині шафи встановлюють касету 4. А термомпару 3 заздалегідь вводять всередину зернівки. Показники термомпарі 6 реєструються на приладі 10 (потенціометрі). Відлік часу проводять секундоміром.

Перед початком досліду вологість вихідного продукту  $w_1^0$  визначають за стандартною методикою, потім вмикають сушильну шафу і на чашу ваг ставлять набір наважок масою по 200 міліграм, всього 25 г. Коли температура сушильного середовища досягне заданої, наважки продукту масою  $G_1$  поміщують на чашу ваг в касету 5 і одночасно таку ж наважку – в касету 4 з заздалегідь закладеною термомпарою 3

всередину продукту. Включають секундомір і починають відлік часу сушіння.



**Рис. 1. Схема експериментальної установки для сушіння продуктів в нерухомому шарі:**

1 – сушильна шафа з терморегулятором; 2 – датчик температури; 3, 6 – термометри; 4, 5 – касети з зерном; 7 – прилад для реєстрації температури сушильного простору; 8 – технічні ваги; 9 – підставка; 10 – прилад для реєстрації температури нагріву зерна.

По черзі знімають наважки масою 200 міліграм з чаші ваг. Коли настає момент рівноваги, фіксують час за секундоміром і знімають з чаші ваг наступну наважку масою 200 міліграм. Цю операцію повторюють до тих пір, доки маса не досягне величини, згідно заданої кінцевої вологості продукту. Втрату маси можна визначити за формулою, підставивши кінцеву вологість продукту  $W_{\text{кін}}$ .

З початку включення секундоміра через  $30^{\circ}\text{C}$  (дві – три точки), а потім через кожних 2–3 хвилини записують температуру нагріву продукту за показниками приладу 10. Час за секундоміром при видаленні наважок масою по 200 міліграм і час, коли визначають температуру нагріву продукту, записують загальний з початку досліду без зупинки секундоміра.

Криві сушіння характеризують зміну середньої (інтегральної) вологості матеріалу  $W$  у часі  $t$ . На початку процесу вологість матеріалу майже не знижується, він інтенсивно прогрівається.

**Результати досліджень.** В стадії прогріву матеріалу температура його поверхні швидко підвищується, досягаючи температури мокрого термометра ( $90^{\circ}\text{C}$ ). Надалі під час всього першого періоду сушіння температура матеріалу була постійною. У цей період випаровування вологи відбувалося з найбільшою швидкістю. Вся енергія витрачається на випаровування вологи. Отже, перший період сушіння характеризується не тільки постійною швидкістю сушіння, але й сталою температурою матеріалу.

По мірі прогріву матеріалу випаровування вологи з нього усе більше підсилюється (1–5 точки) (рис. 2), і далі вологість змінюється за прямою лінією (5–12 точки). Це перший період сушіння. Він характеризується лінійною залежністю зміни вологості матеріалу. Після досягнення деякого значення вологості (точка 5, так звана перша критична вологість) відбувається сповільнення процесу випаровування. Із цього моменту і до кінця процесу сушіння вологість матеріалу знижується по кривій лінії. Це другий період сушіння [4].

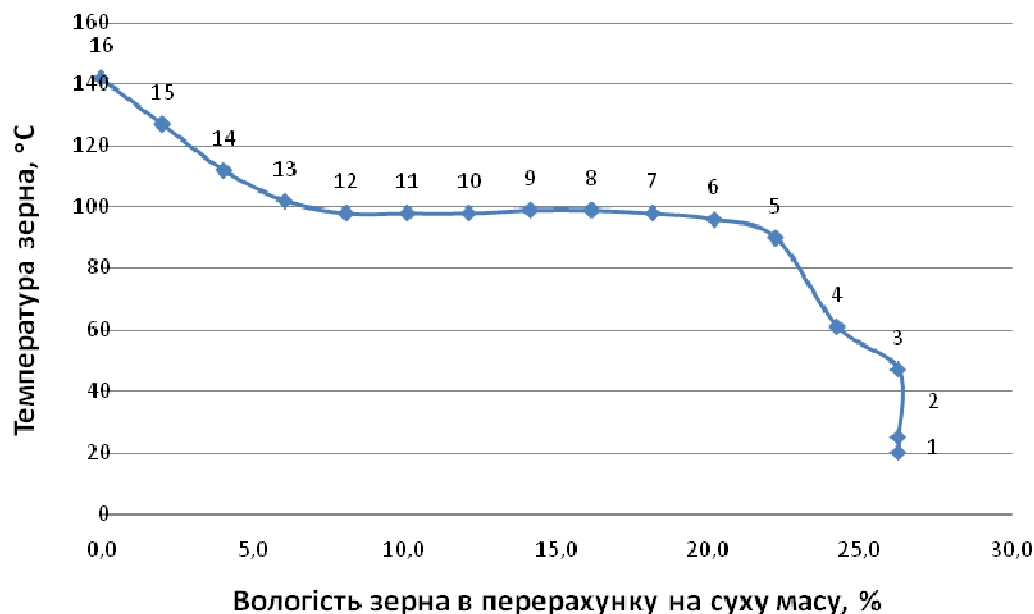


Рис. 2. Температурна крива сушіння зерна кукурудзи

Починаючи з першої критичної точки, температура матеріалу підвищується, при досягненні рівноважної вологості вона стає однаковою з температурою агента сушіння. Відповідно до закономірностей зміни швидкості сушіння і температури матеріалу другий період сушіння називають періодом зниження швидкості сушіння і зростаючої температури матеріалу [3].

Перша критична точка (12) поділяє весь процес сушіння на два періоди, що відрізняються між собою швидкістю сушіння і температурою матеріалу. Таким чином, у першому й другому періодах створюються різні умови сушіння матеріалу, які по-різному впливають на його якість.

**Висновок.** Підбором відповідних режимів можна забезпечити протікання процесу з постійною швидкістю сушіння. Якщо, наприклад, після настання періоду зниження швидкості сушіння припинити подачу агента сушіння і здійснити відлежування зерна, то після поновлення сушіння знову спостерігається період постійної швидкості вологовіддачі. При сушінні кукурудзи з високою вологістю доцільно збільшити зону нагріву зерносушарки з подальшим відлежуванням та охолодженням зерна в окремому вентильованому бункері, що значно підвищує продуктивність зерносушіння і якість зерна.

---

#### Список використаних джерел

1. Атаназевич В.И. Сушка зерна. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 480 с.
2. Гинзбург А.С. Технология сушки пищевых продуктов. М.: Пищевая пром-ть, 1976. – 248 с.
3. Жидко В.И. Зерносушение и зерносушилки / В.И. Жидко, В.А. Резчиков, В.С. Уколов. – М.: Колос, 1982. – 239 с.
4. Слободкин А. С. Приближенный метод расчета кинетики прогрева влажного материала в кипящем слое при осциллирующем режиме. ИФЖ. 1964. – № 3. – С. 93
5. Шевцов А.А. Оптимизация процесса сушки зерна / А.А. Шевцов, А.С. Шамшин, А.В. Евдокимов // Международная научно практическая конференция «Научные основы процессов, аппаратов и машин пищевых производств». – Краснодар, 2002. – С. 220 – 222.

*В статье описан метод увлажнения зерна, методика определения температуры и массы в динамике. Приведено строение опытной установки и рассмотрены принципы построения кривых сушки. Обоснованы режимы сушки зерна кукурузы высокой влажности с использованием вентилируемых бункеров.*

*This paper describes a method for moisture grain, method of determining the temperature and mass dynamics. A reduced structure of the pilot plant and discussed the principles of constructing curves of drying. Grounded modes of drying corn with high humidity ventilated bins.*

---

УДК 664.723

## АЕРОДИНАМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА УКРИТТІВ ОБЛАДНАННЯ

П.О. КРАВЧУК

*Розглянуто питання вдосконалення систем знепилення з використанням герметизуючих укриттів. Наведено результати стендових випробувань та дані інших досліджень, які підтверджують доцільність використання коефіцієнта аеродинамічного опору ( $k$ ) в якості критерію герметичності укриття обладнання.*

Процеси обробки зерна супроводжуються викидами значної кількості пилу і подрібненого продукту в робочу зону підприємств, і навколишнє природне середовище.

Вдосконалення систем знепилювання, направлене на вирішення завдань охорони навколишнього природного середовища, вибухобезпечності і санітарно-гігієнічних проблем, має велике економічне значення, дозволяє зберегти значну кількість харчових продуктів, цінних компонентів комбикормів та ін.

Вирішення перерахованих проблем здійснюється з використанням аспіраційних установок, герметизуючих укриттів, зволоження матеріалів, що переробляються, проте, ефективне використання перерахованих способів і засобів не досягнуте.

Виключити або суттєво знизити пилевиділення з обладнання, механізмів та ємкостей можна шляхом укриття місць обробки і шляхів переміщення сипких матеріалів.