

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ НА ВОЛОГІСТЬ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ

**Ялпачик В.Ф. д.т.н., проф.,Кюрчев С.В. к.т.н., проф.,
Верхоланцева В.О.к.т.н., ст. викл.**
(Таврійський державний агротехнологічний університет)

У статті наведені результати експериментального дослідження коефіцієнта теплопровідності на вологість зерна, що були визначенні на лабораторній установці. Отримані результати представлені на графічному зображенні та обрано рівняння апроксимації за допомогою програмного забезпечення MATLAB, що може бути використано при інженерних розрахунках.

Постановка задачі. Коефіцієнт теплопровідності (λ) залежить від природи речовини, його агрегатного стану, температури і тиску (для газів). У більшості випадків значення коефіцієнта теплопровідності визначені експериментально і містяться в довідника. У складних випадках коефіцієнт теплопровідності обумовлений різними факторами, які не завжди піддаються розрахунку або точному експериментальному визначенням[1,2,3].

Так, наприклад, коефіцієнт теплопровідності пористих матеріалів сильно залежить від об'ємної частки пор, розміру пор, а також від фізичних властивостей рідини або газу, що заповнюють пори. У разі кристалічних речовин істотний вплив на теплопровідність надають природа кристалічної фази. В аморфних тілах важливу роль грає ступінь орієнтації молекул. Теплопровідність зернової маси у 3-5 разів менша за теплопровідність однієї зернини через наявність у ній повітряних порожнин. Внаслідок низької теплопровідності зернова маса здатна тривалий час зберігати сталу температуру[4].

У практиці зберігання зерна погана теплопровідність зернової маси і насіння дозволяє тривалий час зберігати їх в охолодженому стані, а холод - дешевий і незамінний консервант будь-якої сільськогосподарської продукції.

Мета досліджень. Дослідження процесу охолодження при зберіганні зерна, шляхом визначення аналітичної залежності, що

дозволяє виконати розрахунок процесу теплопереносу

Основні матеріали досліджень. Нами були проведені дослідження коефіцієнту теплопровідності (λ) виконані на кафедрі «Гідравліка і теплотехніка» у 2014 році в лабораторії «Використання теплоти в сільському господарстві» у Таврійському державному агротехнологічному університеті.

Коефіцієнт теплопровідності пшениці визначався на лабораторній установці для визначення коефіцієнта теплопровідності сільськогосподарських матеріалів (рис.1) у лабораторії Таврійського державного агротехнологічного університету[1,2].

Спочатку треба включити термостат 9 та нагрівач 13. Потім продукт поміщають у зразок (ячейку) 12, теплоізолюваний з бічних сторін. Зверху на нього укладають гарячу термопару 3 і притискають нагрівач, знизу - холодну термопару і холодильник 11, у якому закріплено датчик теплового потоку. Затискаємо за допомогою гвинта і вантажів. Таке розміщення нагрівача 13 (зверху) і холодильника 11 (знизу) вибрано для виключення появи конвективних потоків теплоти у зразку.

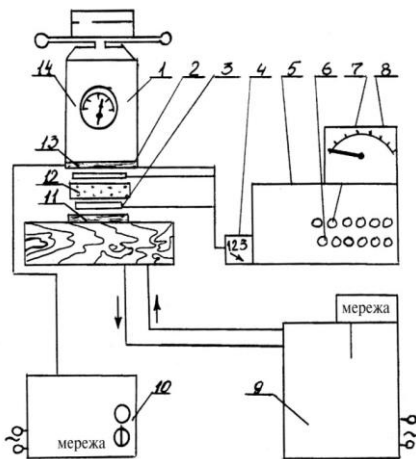


Рис. 1. Установка для визначення коефіцієнта теплопровідності сільськогосподарських матеріалів: 1 – прилад для виміру теплопровідності ІТФ-3; 2 – датчик теплового потоку; 3 – термопары з підложкой; 4 – перемикач; 5 – потенціометр; 6 – декадні перемикачі; 7 – віконця декадних перемикачів; 8 – гальванометр; 9 – термостат; 10 – блок живлення; 11 – холодильник; 12 – зразок (або ячейка); 13 – нагрівач; 14 – індикатор товщини зразка.

Особливу увагу слід звертати на точність встановлення зразка на центр холодильника 11, де розташований датчик теплового потоку, а також точність установки гарячої та холодної термопар на центр зразка. Не допускаються повітряні зазори між зразком, частинами приладу і термопарами. Вмикається тумблер «мережа» на блоці живлення 10 потенціометра. Після досягнення стаціонарного режиму теплового потоку через зразок зробити виміри та зняти показання значень термо-ЕРС у віконцях 7 декадних перемикачів 6.

Коефіцієнт теплопровідності визначали за формулою:

$$\lambda = \frac{q \cdot \delta}{\Delta t}, \quad (1)$$

де q – тепловий потік через зразок, Вт/м²;

λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, Вт/(м·К);

δ – товщина зразка, м;

Δt – різниця температур на його поверхнях.

Щільність теплового потоку

$$q = U_q \cdot k_q, \quad (2)$$

де U_q – розмір термо-ЕРС датчика теплового потоку, мВ;

k_q – коефіцієнт датчика теплового потоку $\left(78 \frac{\text{Вм}}{\text{мВ}\cdot\text{м}^2}\right)$,

Різниця температур холодної і гарячої поверхонь зразка

$$\Delta t = \frac{U_{\Delta t}}{k_t}, \quad (3)$$

де $U_{\Delta t}$ – розмір термо - ЕДС диференційної термопари, мВ;

k_t – коефіцієнт термопари (0,083 мВ/°С).

Температура гарячої поверхні зразка

$$t_2 = \frac{U_{t_2}}{k_t}, \quad (4)$$

де U_{t_2} – розмір термо-ЕРС гарячої термопари, мВ.

Температура холодної поверхні зразка

$$t_x = \frac{U_{t_x}}{k_t}, \quad (5)$$

де U_{t_x} – розмір термо-ЕРС холодної термопари, мВ.

Середня температура, яка зіставлена зі знайденим значенням

коефіцієнта теплопровідності

$$t_{cp} = \frac{t_z + t_x}{2}. \quad (6)$$

Розбіжність у значеннях коефіцієнта теплопровідності для двох зразків, замірених двома термометрами, не перевищує 2,5%, що знаходиться в межах помилки досліду 5%.

Вибір оптимальної вологості зерна при зберіганні залежить від його первісної температури, тривалості зберігання, виду культури, вихідної якості.

Теплофізичні характеристики одиничного зерна залежать від його вологості і температури, а характеристики зернового шару, крім того, від форми і розміру зерен, щільності їх укладання. Питома теплоємність одиничних зернівок і зернового шару практично однакова, оскільки маса повітря в міжзерновій просторі шару зневажливо мала в порівнянні з масою зерна. Вона залежить від його вологості і температури зерна. Зі збільшенням вологості питома теплоємність зерна зростає[5,7].

Питома теплоємність сухої речовини зерна становить 1,55 кДж/(кг К), що в 2,7 разів менше, ніж у води.

Теплопровідність одиничного зерна та зернової маси істотно різні. Якщо теплопровідність одиничного зерна становить близько 0,3 Вт/(м К), то теплопровідність зернового шару в 2,5-3 рази нижче. Низька теплопровідність зернового шару порівнянна з теплопровідністю теплоізоляційних матеріалів. Внаслідок поганої теплопровідності теплота в зерновій масі затримується, в основному, в тонкому шарі, безпосередньо контактує з гарячими поверхнями сушарки. Зерно в цьому шарі може швидко перегрітися, а якість його погіршитися. теплопровідність зернового шару з підвищенням вологості зерна спочатку збільшується, а потім знижується[6].

Представимо на рис. 2 експериментальні дослідження коефіцієнта теплопровідності від вологості.

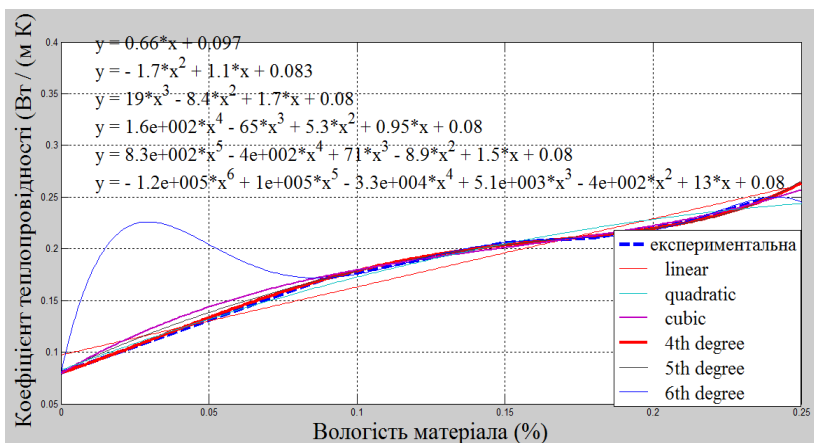


Рис. 2. Залежність коефіцієнту теплопроводності λ (Вт / (м К)) від вологості матеріалу (%)

На графіку ми бачимо, що найбільш наближеним до експериментального графіка є графік четвертого рівня з залежністю $\lambda = 1.6e + 0.02 \cdot x^4 - 65 \cdot x^3 + 5.3 \cdot x^2 + 0.95x + 0.08$.

Отримані результати експериментальних досліджень, які ми спостерігаємо (рис. 2) та рівняння апроксимації вказує на те, що експериментальні дані майже не мають відхилень від теоретичних даних, тобто даних, які відомі іншим винохідцям [1,5].

Необхідно відзначити, що зі збільшенням вологості коефіцієнт теплопроводності збільшується.

Висновки. Таким чином, отримане графічна залежність та аналітичне рівняння можуть бути використані при інженерних розрахунках, у випадках, коли необхідно враховувати змінення величини коефіцієнта теплопроводності, в залежності від інших характеристик матеріалу.

Список літератури

1. Верхованцева В.О. Обґрунтування режимних параметрів охолодження зернової сировини у процесі зберігання [Текст]: дис. кандидата техн. наук : 05.18.12 / Верхованцевої Валентини Олександрівни. – Вінниця, 2016. – 200 с.

2. Кюрчев С.В. Вплив коефіцієнта теплопроводності на вологість зерна / С.В. Кюрчев, В.О. Верхованцева //Тези V

всеукраїнської науково-практичної конференції «Інноваційні технології в АПК», Луцький НТУ, травень 2015р – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2015. – С. 60 - 62.

3. Ялпачик В.Ф. Дослідження процесу теплообміну при охолодженні шару зерна пшениці / В.Ф. Ялпачик, С.В. Кюрчев, М.І. Стручаєв, В.О. Верхоланцева // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2015. – Вип. 166. – С. 50 – 56.

4. Лыков А.В. Теория теплопроводности. / А.В. Лыков.– М.:Высшая школа,1967. – 599с.

5. Лыков А.В. Тепломассообмен / Лыков А.В. – М.: Энергия, 1971. – 560 с.

6. Гинзбург А. С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. Справочник / [Гинзбург А.С., Громов М.А., Красовская Г.И.]– М.: Агропромиздат, 1990. – 287 с.

7. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. / С.С. Кутателадзе – М.: Атомиздат, 1979. – 415с.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ НА ВЛАЖНОСТЬ ЗЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

В статье приведены результаты экспериментального исследования коэффициента теплопроводности на влажность зерна, что были определены на лабораторной установке. Полученные результаты представлены на графическом изображении и выбрано уравнения аппроксимации с помощью программного обеспечения MATLAB, что может быть использовано при инженерных расчетах.

Abstract

STUDY ON IMPACT THERMAL CONDUCTIVITY MOISTURE CONTENT OF GRAIN MATERIAL

The results of the pilot study thermal conductivity on moisture corn that have been determining in a laboratory setting. The results are presented in graphical image and select approximation equation using software MATLAB, which can be used for engineering calculations.