

ДО ПРОГНОЗУ ТЕМПЕРАТУРИ ПЛАСТОВОГО САМОНАГРІВАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

**Ольшанський В.П., д.ф.-м.н., Сліпченко М.В., к.т.н., доц.,
Слинько Н.В., магістрант**

(Державний біотехнологічний університет)

Зберігання зернового матеріалу в силосах є поширеною практикою. берігання зернового матеріалу в силосах є поширеною практикою. Неякісна післязбиральна обробка чи порушення технології сушки призведе до створення умов самонагрівання зерна [1, 2]. При самонагріванні рослинної сировини погіршуються умови її зберігання і матеріал втрачає якість. Для автоматизації виявлення процесу самонагрівання створюються системи термоконтролю сировини та аналізу складу газового середовища, яке межує з сировиною.

Одним із основних наслідків самонагрівання є зміна у часі температурного поля сировини. При цьому найбільш характерними є три варіанти локалізованих внутрішніх термоджерел або осередків самонагрівання. Це гніздові [3-5], пластові [6-8] і стрижневі [9] осередки. До найбільш шкідливих і пожежонебезпечних відносять пластові осередки [1]. Виходячи з цього розглядаємо температурне поле, породжене пластовим осередком без чіткої межі, де розподіл термоджерел підпорядкований нормальному закону Гаусса. Для побудови аналітичного розв'язку задачі нестационарної теплопровідності використовуємо косинус-перетворення Фур'є. Цей метод описує локалізоване поле надлишкової температури сировини, коли осередок досить віддалений від торця силосу. Таке температурне поле можливе із-за слабкої теплопровідності сировини [10].

Розподіл надлишкової температури $T = T(x, t)$ в сировині по вісі силосу описуємо диференціальним рівнянням:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \alpha^2 T - \frac{1}{\alpha} \frac{\partial T}{\partial t} = -\frac{q(x)}{\lambda F} H(t), \quad (1)$$

де x – локальна осьова координата з початком в центрі осередку; t – час; $a = \lambda / (\rho c)$ – коефіцієнт теплопровідності сировини; λ – коефіцієнт її теплопровідності; ρ, c – відповідно питома маса і питома теплоємність сировини; F – площа поперечного перерізу; $H(t)$ – одинична функція Хевісайда; $\alpha^2 = h\chi(\lambda F)^{-1}$, h – коефіцієнт теплообміну; χ – периметр поперечного перерізу силосу.

Погонну щільність термоджерел в осередку самонагрівання $q(x)$ подаємо виразом:

$$q(x) = q_0 \exp\left(-\frac{x^2}{R^2}\right), \quad (2)$$

в якому $q_0 = q(0)$ – максимальне значення щільності; $R > 0$ – характеризує локалізацію термоджерел за координатою x (по вісі силосу).

Для розрахунку максимальної температури в центрі осередку ($x=0$) внаслідок перетворень, наведених [8], отримуємо:

$$T(0,t) = \frac{q_0 R}{\lambda F \sqrt{\pi}} \int_0^\infty \frac{1}{s^2 + \alpha^2} \left\{ \exp\left(-\frac{R^2 s^2}{4}\right) - \exp\left[-s^2\left(at + \frac{R^2}{4}\right)\right] \right\} ds$$

Цей невластний інтеграл можна виразити через затабульовані функції [11]:

$$T(0,t) = \frac{q_0 R \sqrt{\pi}}{2 \lambda F \alpha} \left\{ \exp\left(\frac{\alpha^2 R^2}{4}\right) \left[1 - \Phi\left(\frac{\alpha R}{2}\right) \right] - \exp\left[\alpha^2\left(\frac{R^2}{4} + at\right)\right] \times \right. \\ \left. \times \left[1 - \Phi\left(\alpha \sqrt{\frac{R^2}{4} + at}\right) \right] \right\}. \quad (3)$$

Тут $\Phi(z)$ – інтеграл ймовірності, таблиці якого є в виданнях із спеціальних функцій.

Для практичної реалізації виведених розрахункових формул, крім теплофізичних характеристик сировини та характеристик силосу, потрібні значення q_0 і R . Їх доводиться ідентифікувати за результатами вимірювань надлишкової температури на початку самонагрівання.

Отримані залежності дають можливість не тільки розрахувати температуру пластового самонагрівання сировини з урахуванням тепловідводу на стійки силосу, а й ідентифікувати параметри осередку, що потрібно для прогнозу розвитку температури.

Список літератури

1. Ольшанський В.П. Теорія сепарування зерна. / В.П. Ольшанський, В.В. Бредихін, В.М. Лук'яненко і др. – Х.: ХНТУСГ, 2017. – 803 с.
2. Соколов Д.Н. Оценка возможности самовозгорания зерна в силосах элеватора / Д.Н. Соколов // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. – 2017. – № 7. С. 284-287.
3. Ларин А.Н., Ольшанский В.П., Тригуб В.В. Задачи нестационарной теплопроводности при самонагревании сырья гнездовыми очагами / А.Н. Ларин, В.П. Ольшанский, В.В. Тригуб. – Харьков: ХНАДУ. – 2003. – 160 с.
4. Olshanskii V.P. Temperature field of cluster self-heating of bank in a silo / V.P. Olshanskii. // Combustion, Explosion and Shock waves. – 2002. – V. 38. № 6. – P. 728-732. doi.org/10.1023/A:1021160832182

5. Ольшанский В.П. К расчету температуры самонагревания растительного сырья гнездовым сферическим очагом / В.П. Ольшанский, В.В. Тригуб // Вестник ХГПУ. Новые решения в современных технологиях. – 2000. – Вып. 118. – С. 43-45.

6. Ерёменко С.А. Задачи нестационарной теплопроводности при самонагревании сырья пластовыми очагами / С.А. Ерёменко, В.П. Ольшанский. – Харьков: ХНАДУ. – 2003. – 164 с.

7. Olshanskii V.P. Temperature field of bedded self-heating of bank in a silo / V.P. Olshanskii. // Combustion, Explosion and Shock waves. – 2001. – V. 37. № 6. – P. 53-56. doi.org/10.1023/A:1002816725317

8. Ольшанський В.П. До розрахунку і прогнозу температури пластового самонагрівання рослинної сировини / В.П. Ольшанський, М.В. Сліпченко // Інженерія природокористування. – 2021. – № 3 (21). – С. 66-72. doi.org/10.37700/enm.2021.3(21).66 - 72

9. Криса И.А., Ольшанский В.П. Стационарные температурные поля при самонагревании растительного сырья (их расчет и реконструкция) / И.А. Криса, В.П. Ольшанский. – Киев: Пожінформтехніка. – 2003. – 296 с.

10. Тригуб В.В. Идентификация параметров гнездового очага при самонагревании растительного сырья. / В.В. Тригуб // Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. АПБУ. – Вып. 10. 2001. – С. 187-190.

11. Градштейн И.С. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений / И.С. Градштейн, И.М. Рыжик. – Москва: Физматлит. – 1962. – 1100 с.

УДК 631.362.36; 621.928.9

ДО ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНОВОЇ МАСИ ВІД ЛЕГКИХ ДОМІШОК

Сліпченко М.В., к.т.н., доц., Сіренко В.В, магістрант

(Державний біотехнологічний університет)

В 2021 році збір зернових та олійних культур за прогнозами перевищує 110 млн. тон. Для забезпечення продовольчої безпеки країни та задоволення внутрішніх потреб значна частка цього врожаю повинна бути перероблена всередині держави. Довгострокове зберігання зерна та отримання якісного насінневого матеріалу передбачає його післязбиральну обробку [1].

Вібровідцентрові сепаратори зарекомендували себе як зерноочисні машини з високими показниками продуктивності та якості очистки [1-2]. Існує багато способів підвищення ефективності та продуктивності процесу сепарації [1-4]. Сукупність цих заходів суттєво покращує показники роботи вібровідцентрових сепараторів.

Одним з таких напрямів є підвищення ефективності очистки зернової маси від легких домішок [3]. На ефективність очистки від легких домішок впливає як рух та умови сходу зерна з тарілчастого розкидача пневмосепаруючого пристрою [5-7], так і конструкція пневмосепаруючого