

Юрій Матус

Старший викладач,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

ORCID: 0000-0003-0974-4789

umatius@ukr.net

Валерій Лахно

Доктор технічних наук, професор Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0001-9695-4543>

valss21@ukr.net

Бахиджан Ахметов

Професор, Казахський національний педагогічний університет імені Абая

ORCID: 000-0001-5622-2233

bakhytzhana.akhmetov.54@mail.ru

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ІНФРАЧЕРВОНОЇ СУШКИ ЗЕРНА

Анотація. Інфрачервона сушка продуктів харчування, у тому числі зерна, як технологічний процес, заснований на тому, що інфрачервоне випромінювання активно вбирається вологою, що міститься у продукті, але не вбирається тканинами продукту, що сушиться. Тому видалення вологи можливе при невисокій температурі (313-333 К тобто 40-60 °С), що дозволяє практично повністю зберегти вітаміни, біологічно активні речовини, натуральний колір, смак і аромат продуктів, які підсушуються.

Ключові слова: Сушка зерна; інфрачервоне випроміння, АСУ

1. ВСТУП

Інфрачервона сушка продуктів харчування, у тому числі зерна, як технологічний процес, заснований на тому, що інфрачервоне випромінювання активно вбирається вологою, що міститься у продукті, але не вбирається тканинами продукту, що сушиться. Тому видалення вологи можливе при невисокій температурі (313-333 К тобто 40-60 °С), що дозволяє практично повністю зберегти вітаміни, біологічно активні речовини, натуральний колір, смак і аромат продуктів, які підсушуються.

Постановка проблеми. При звичайному, конвекційному способі сушки зерна, спочатку нагрівається повітря, яке у свою чергу нагріває тканини продукту, а від них тепло переходить до вологи, що міститься у продукті. При інфрачервоній сушці молекули води, що містяться у продукті, поглинають ІЧ промені і, коливаючись, нагріваються. Тобто, на відміну від інших видів сушки, енергія підводиться безпосередньо до вологи у продукті, чим і досягається висока ефективність і економічність. Інфрачервоний спосіб сушки зерна має суттєві переваги перед традиційним, конвекційним методом, який широко застосовується на вітчизняних елеваторах. У першу чергу це, звичайно, економічних ефект.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у розвиток теорії і технології сушіння інфрачервоними променями внесли дослідження і роботи наступних авторів: Н.Дерібере, Р.Борхерта, А.С.Гінзбурга, П.Д.Лебедева, А.В.Ликова, І.Б.Левітіна та інших. Вивченню питання вдосконалення процесу сушіння зерна, на основі математичного моделювання, присвятили свої роботи вітчизняні та зарубіжні дослідники: В.П. Горячкін, В.Г. Антипин, А.Б.Лурье, В.І. Аніскін, А.В. Авдєєв, Н.М.Андріанов, В.І. Атаназевич, А.С., В.П. Єлізаров, В.І. Рідко,Л.В. Колесов, Е.І. Ліпкович, Г.С. Окунь, Н.В. Остапчук, В.А. Різьбярів, Г.А. Рівний, Н.В. Цугленок, А.Г. Чижиков, Ф.Н. Ерк, Е.А.Сміт, В. Мальтрі, Р.А. Шарп, Л. Отен, Л. Пабіс, Р. Супрунович та ін. [1, 2, 3]

Мета публікації. Обґрунтувати можливість і необхідність використання математичних моделей підтримки прийняття рішень у процесах і технологіях інфрачервоної сушки зерна.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Час впливу ІЧ випромінювання на матеріал у різних авторів відрізняється у кілька разів (від декількох десятків секунд, до всього тимчасового інтервалу сушки). У деяких роботах тривалість ІЧ обробки не наводиться взагалі, але ж час обробки це важливий технологічний параметр. Від нього залежить продуктивність установки, а також енерговитрати на сушку. Таким чином, існуючі методи інтенсифікації сушіння зерна за рахунок ІЧ енергопідводу відпрацьовані не до кінця, а стосовно процесу активного вентилявання вони не розглядалися.

3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Існують два методи дослідження параметрів раціонального розміщення ІЧ випромінювачів: експериментальний - на базі попереднього експериментального дослідження полів енергетичного випромінювання (ПЕВ) від випромінювачів і аналітичний. Перший метод має декілька недоліків, зокрема велика трудомісткість практичних робіт, неточність зняття параметрів випромінювачів у практичних установках, велика кількість варіантів розміщення випромінювачів в установках. Великий практичний інтерес представляє другий метод - метод отримання розрахункових формул аналітичним шляхом і широке застосування математичних пакетів для подібного роду досліджень. При можливості отримання їх потреба в першому методі, по суті, відпадає: його можна використовувати для перевірки отриманих розрахункових значень.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз теорій, що пояснюють поведінку біологічних об'єктів при зовнішньому тепловому впливі, дозволив сформулювати завдання використання інформаційної підтримки для опису реакції біологічних об'єктів ІЧ сушки на зовнішній вплив, що в перспективі дозволить розробляти раціональні конструкції ІЧ сушарок і знизить енергоємність процесу сушіння зерна.

Для того щоб зробити процес сушіння керованим в останні роки широко використовують мікроконтролери. В цій ситуації є надзвичайно важливим завдання інформаційної підтримки при проектуванні нових елеваторів і зерносховищ, процесу прийняття рішень по вибору конкретного технологічного режиму ІЧ сушіння з урахуванням не тільки початкової вологості матеріалу, але і його оптичних показників, а також і необхідних біологічних та харчових параметрів

Очевидно, що при сучасних підходах до створення АСУ технологічного процесу нових елеваторів і зерносховищ або ІЧ сушильних установок для фермерських господарств, а також підприємств харчової промисловості, повинна братися до уваги потужна база сучасних інформаційних технологій, що дають можливість не тільки обробляти великі масиви інформації, а й прогнозувати його результати.

З метою науково обґрунтованого проектування ІЧ установок і систем автоматизованого управління процесом сушіння необхідно розробити досить прості і надійні методи і алгоритми розрахунку температурного поля інфрачервоних нагрівальних систем з дискретно розташованими випромінювачами

Сьогодні особливо актуальними стають вчинені експертні, інформаційні та автоматизовані системи, за різними оцінками дозволяють знизити витрати енергоносіїв на 10-12%. Крім того, за даними зарубіжних фірм, що займаються впровадженням інформаційних технологій в агропромисловий сектор, 25% ефекту в роботі підприємств досягається за рахунок інформаційного забезпечення, і приблизно 6% - за рахунок нових технологій. Все це призводить до необхідності підвищення ефективності інформаційної підтримки систем управління окремими технологічними процесами на вітчизняних елеваторах і зерносховищах.

На рис. 1 показаний порівняльний аналіз результатів моделювання процесу сушіння зерна (результати наведені по функціональній залежності вологості зернової маси від часу сушіння) для різних математичних моделей, запропоновані свого часу такими авторами як А.С. Гінсбург, О.Н. Каткова, Н.А. Сотніков. Більшість авторів використовували для оцінки процесу динаміки сушіння отримані рівняння регресії, що відображають залежність зміни вологості зернової маси в часі від конструктивних і технологічних параметрів зерносушарок.

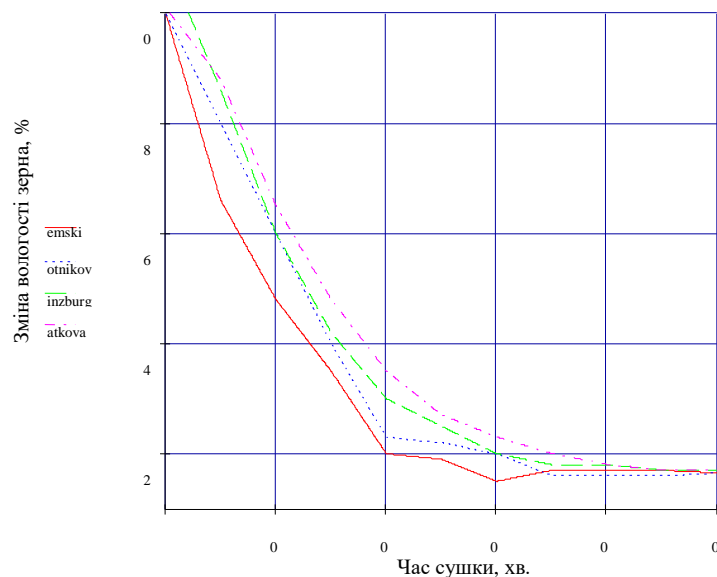


Рис. 1 Порівняльний аналіз моделей

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проблема управління процесом і параметрами ІЧ сушки зерна є актуальною, а використання сучасних математичних моделей і розумних датчиків у АСУ в установках сушки зерна дозволить зменшити витрати та підвищити економічний ефект.

ПОСИЛАННЯ

- [1] Мельник Б.Є. Технологія приймання, зберігання і переробки зерна / Мельник Б.Є., Лебедев В.Б., Вінніков Г.А. - М.: Агропромиздат, 1990.- 364 с
- [2] Капустін Н.М. Автоматизація конструкторського і технологічного проектування / Капустін Н.М., Васильєв Г.Н. - М.: Вища школа, 1986. - Система автоматизованого проектування (В 9 кн. Кн. 6.).
- [3] Куропаткін П.В. Оптимальні і адаптивні системи /Куропаткін П.В. - М.: Вища школа, 1980. - 260 с.