

войський //Вісник Харківського національного технічного університету ім. Петра Василенка. – 2016. - №175. – С.85-88.

2. Іноземцев Г.Б. Застосування акустичних технологій в аграрному виробництві: Навчальний посібник / Іноземцев Г.Б., Яковлев В.Ф., Козирський В.В. – К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013 – 171 с.

3. Овчинников П.Ф. Высшая математика: Учеб. Пособие/ П.Ф. Овчинников, Б.М. Лисицын, В.М. Михайленко; Под общ.ред. П.Ф. Овчинникова. – К.: Выща шк., 1989 – 679 с.

4. Іноземцев Г.Б.. Технологія наукових досліджень енергетичних систем в аграрному виробництві: Навчальний посібник. / Г.Б. Іноземцев, В.В.Козирський. За редакцією Г.Б. Іноземцева. – К.: ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. – 198 с.

5. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования. / Бесекерский В.А., Попов Е.П. М. - «Наука», Гл. ред.. физ-мат лит., 1989. – 768 с.

6. Способ сушки и обеззараживания фруктов и ягод: пат. 2194228 Российская Федерация: F26B3/347, A23B7/02 / И.М. Чекрыгина, В.Г Букреев, А.Д. Еремин; заявитель и патентообладатель «Таганрогский научно-исследовательский институт связи». - № 2000123044/13 ; заявл. 04.09.2000 ; опубл. 10.12.2002.

Яковлев В.Ф., Савойский А.Ю. Взаимное влияние электрического и акустического нагрева биологических продуктов в технологическом процессе сушки

Теоретически обосновано взаимное влияние электрического и акустического нагрева биологического продукта на скорость процесса при инфракрасной конвективной сушке для интенсификации процесса обезвоживания продукта, с целью дальнейшего использования в практике проектирования и технической реализации метода.

Ключевые слова: комбинированная сушка, электрический нагрев, акустический нагрев, энергосбережение, интенсивность, частота, коэффициент уменьшения влажности, коэффициенты влияния, колебательный процесс.

Yakovlev V., Savoiskyi A. Relative effect of electrical and acoustic heating of biological products in the technological solution process

The mutual influence of the electrical and acoustic heating of a biological product on the speed of the process with infra-red convection drying has been theoretically grounded in order to intensify the process of dehydration of the product, with the aim of further use in the practice of designing and technical implementation of the method. It has been proved mathematically that the use of additional methods (electric and acoustic) in combination with the traditional gives a significant reduction in the drying time compared to each of the individual species. It is determined that the process of the influence of electric and acoustic methods on the duration of drying is oscillatory, indicating that the change in the parameters of one or another of the types of additional methods (voltage, current, frequency - in an electrical method, or intensity, frequency - with acoustic) you can adjust the duration of the process of its energy consumption and automate the drying process itself. The obtained results of theoretical research provide the preconditions for preparation and conducting of corresponding experimental researches.

Keywords: combined drying, electric heating, acoustic heating, energy consumption, intensity, frequency, coefficient of humidity reduction, coefficients of influence, vibrational process.

Дата надходження до редакції: 05.08.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Павлюченко А.М.

УДК 664.8.047

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СПОСОБІВ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА ІСНЮЧІ КОНСТРУКЦІЇ СУШИЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ

С. М. Сабадаш, к.т.н., доцент

М. Ю. Савченко-Перерва, к.т.н., доцент

Сумський національний аграрний університет

У статті проаналізовано аналіз сучасних способів сушіння рослинної сировини та існуючі конструкції сушильного устаткування. Наведено найменування груп сушарок, порівняння питомих енерговитрат за різних способів сушіння, та тепловий баланс процесу сушіння.

Ключові слова: сушіння, рослинна сировина, плодово-ягідна сировина, енергоефективність, барабанна сушарка.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Зважаючи на потужний розвиток підприємств харчової промисловості, сьогодні головним завданням є пошук нових, більш ефективних ме-

тодів зневоднення і створення високопотужних установок, які входять до складу поточних ліній, а також систем автоматизації контролю і регулювання процесів сушіння. Для розв'язання постав-

Вісник Сумського національного аграрного університету

лених задач важливого значення набуває розвиток аналітичних методів дослідження і розрахунку процесу сушіння. Хоча сушіння являє собою дуже трудомістку технологічну операцію, воно широко застосовується в різних галузях промисловості. Створення і впровадження сучасного сушильного обладнання є важливим завданням, успішне вирішення якої забезпечить істотний вклад у підвищення ефективності та якості продукції [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Сушіння є одним із найважливіших етапів технологічного процесу виробництва багатьох харчових продуктів. Об'єктами сушіння виступають

різноманітні дисперсні, шматкові, пастоподібні та рідкі продукти на різних стадіях їх переробки [1].

Сушильне обладнання застосовується в багатьох галузях харчової, м'ясо-молочної, рибної, борошномельної, плодово-ягідної, круп'яної, комбікормової промисловості. Сушінню піддають продукти, різноманітні за своїми фізико-хімічними та структурно-механічними властивостями. Сьогодні кількість висушених харчових продуктів стрімко збільшується. Широкий асортимент таких продуктів зумовлює значну різноманітність сушарок, які використовують для їх виробництва (табл.1) [1].

Таблиця 1.

Сушильне обладнання харчових продуктів

Найменування груп сушарок	Призначення
Шахтні	Сушіння сортового зерна, насіння, солоду
Тунельні	Сушіння фруктів, сухарів, чаю, макаронних виробів
Барабанні	Сушіння зерна, цукру
Розпилювальні	Сушіння масла (жиру), незбираного і знежиреного молока, меланжу, плазми крові
Вальцьові	Сушіння знежиреного молока
ЗТП-сушарки	Сушіння картоплі, моркви, фруктів, пряно-ароматичних рослин, горохів, солоду, дріжджів
Пневматичні	Сушіння кукурудзяного і картопляного крохмалю
Сушарки із псевдо-зрідженим шаром	Сушіння круп, казеїну, меланжу, зерна, овочів
Сублимаційні	Сушіння крові, казеїну, желатину

Як свідчать наведені в таблиці 1 дані, для сушіння харчових продуктів існує велика кількість різноманітних сушарок, які під час технологічного процесу сушіння мають забезпечувати максимальну якість харчової сировини, збереження її властивостей і смакових переваг готового продукту, а також високу ефективність процесу. Залежно від цього необхідно правильно вибирати метод сушіння.

За способом підведення теплоти до вологого матеріалу сушарки класифікують за таким чином [2]: – конвективні, кондуктивні, радіаційні, в

електричному полі високої частоти, розробляються також нові способи [3].

Формулювання цілей статті. Мета роботи закладається у аналізі сучасних способів сушіння рослинної сировини та існуючих конструкцій сушильного устаткування.

Вклад основного матеріалу дослідження. Вибір енергоефективного процесу сушіння та економія енергоресурсів останнім часом набувають особливої актуальності. На рис. 2 наведено порівняння різних способів сушіння за їхніми енерговитратами [4].

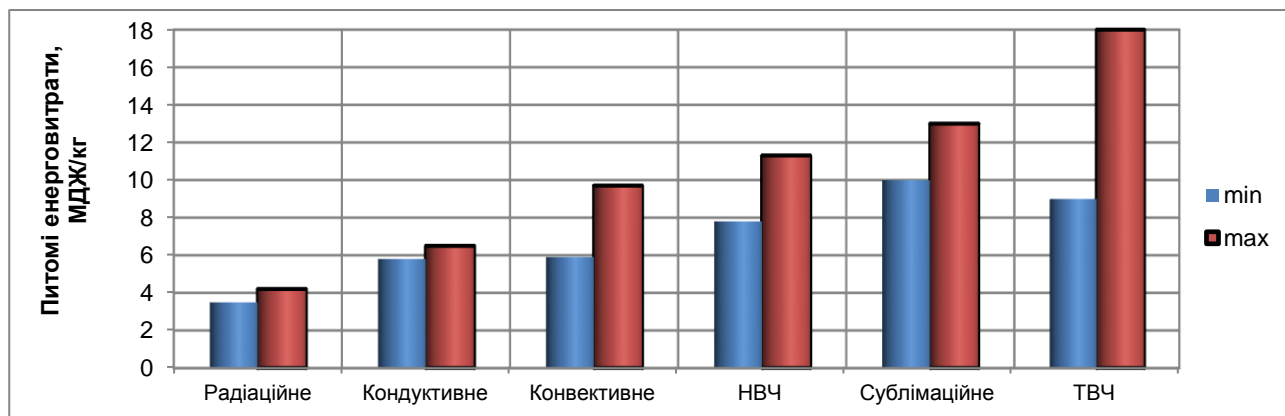


Рис. 2. Порівняння питомих енерговитрат за різних способів сушіння

Результати порівняння різних способів сушіння свідчать, що за конвективного сушіння питоми енерговитрати не найнижчі але цей спосіб має низку переваг: високу продуктивність, просту організацію процесу, експлуатації та апаратурного оформлення та ін. На ринку України широко

представлене сушильне обладнання з конвективним підведенням теплоти шафового, барабанного, стрічкового типів [5].

Під час конвективного сушіння неповністю використовується енергія теплоносія (рис. 3), що пов'язано з умовами гідротермічної рівноваги між

висушеним матеріалом і сушильним середовищем. Однак під час утилізації та вторинного використання теплоти відпрацьованого сушильного агента виникають труднощі, пов'язані з порівняно невисоким потенціалом газового теплоносія на виході з сушильного апарата. У зв'язку з цим значну зацікавленість викликають способи утилізації і рекуперації теплоти, яка міститься у відпрацьованому сушильному агенті рис. 3 [6].

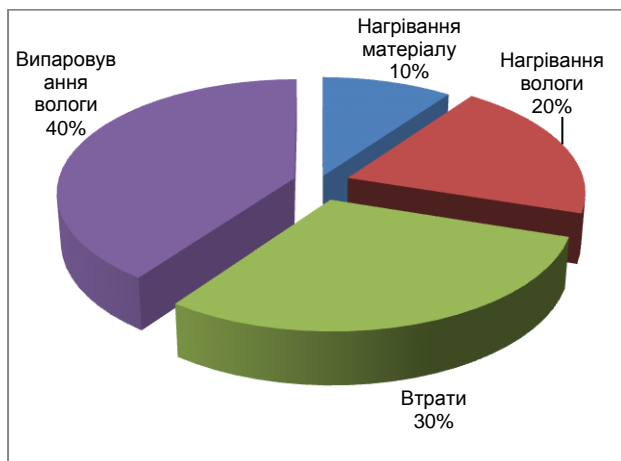


Рис. 3 Тепловий баланс процесу сушіння

Найбільш широкого промислового застосування набули конвекційні сушарки різних конструкцій (камерні, барабанні, пневматичні, стрічкові та ін.)

В основному варіанті конвекційного сушіння сушильний агент, попередньо нагрітий в калорифері до максимально допустимої температури, рухається через робочу камеру, безпосередньо контактуючи з матеріалом, який висушується. Відмітна особливість цього варіанта – одноразове нагрівання і використання сушильного агента.

У камерній сушарці основним вузлом є сушильна прямокутна камера, усередині якої міститься продукт, який висушують. Камерні сушарки безперервної дії незручні в експлуатації, мають низькі техніко-економічні показники, їх складно автоматизувати.

Барабанні сушарки являють собою циліндр із внутрішньою насадкою для пересипання і перемішування матеріалу з метою поліпшення його контакту з сушильним агентом. Барабан встановлюється або горизонтально, спираючись бандажми на опорні ролики, або з невеликим нахилом (0,5–0,3°). Відомі сушарки з діаметром барабана до 3500 мм і довжиною його до 3,5–12м. Барабан повільно обертається (0,5–0,8 об/хв) [7].

Недоліками існуючих барабанних сушарок є низька ефективність роботи внаслідок таких чинників: неповного використання теплової енергії сушильного агента, великої довжини барабанного робочого органу, невеликої площі контакту теплоносія і оброблюваного матеріалу, недостатнього перемішування оброблюваного матеріалу напрямними пластинами, втрат швидкості су-

шильного агента а під час його входу та виходу з барабанного робочого органу в результаті різких змін перерізів об'ємів, по яким рухається сушильний агент, недостатнє перемішування матеріалу в зовнішньому циліндричному барабані через відсутність підйомно-лопатевої насадки, складність конструкції та можливе збільшення часу обробки матеріалу.

Пневматичні сушарки складаються з однієї або декількох послідовно з'єднаних вертикальних труб. Висушуваний матеріал переміщується цими трубами потоком сушильного агента, швидкість якого перевищує швидкість руху найбільш крупних частинок (зазвичай 10–40 см/с). Унаслідок короткочасності контакту (1–5 с) ця сушарка придатна для термічно нестійких матеріалів навіть у разі високої температури сушильного агента. Недоліками пневматичних сушарок, загальними для всіх установок, де здійснюється пневмотранспортування матеріалів є: більші швидкості руху сушильного агента (10-30 м/с), що призводять до значних витрат енергії на переміщення двофазного потоку та до перездрібнювання частинок під час їх зіткнень і ударів об стінки апарата; наявність громіздких дво- і тріступінчастих пиловловлювачів для виділення з потоку висушеного матеріалу та санітарного очищення газу; прямоточний рух фаз, що зменшує рушійну силу процесу на виході з апарата, що у свою чергу, призводить до високої температури газів, які відходять, і, відповідно, досить великих питомих витрат теплоти й сушильного агента; більша різниця між температурою матеріалу і сушильного агента на вході в сушарку спричиняє значні термічні напруження в об'ємі кожної частинки, що в разі недостатньої механічної міцності призводить до їх розтріскування та руйнування.

У стрічкових сушарках висушуваний матеріал рухається нескінченною стрічкою (або декількома послідовно розташованими стрічками), натягнутою між ведучим і веденим барабанами. Сушіння здійснюється гарячим повітрям або топковими газами, що рухаються вздовж стрічок, або в перехресному струмі. На цей час найбільш відомі стрічкові сушарки TS-P-5 (фірма ZER), S-5-5 і S-10-10 (фірма Sandvik) КСК-45 (Шебекінський завод, Росія) та ін. Спільними недоліками стрічкових сушарок є громіздкість, складність обслуговування, перекося стрічки.

У харчовій промисловості здебільшого застосовуються апарати, в яких продукти сушаться в щільному шарі. До них належать стрічкові конвеєрні сушарки, шахтні сушарки з коробами (для зерна), тунельні або камерні сушарки. Оскільки в щільному непереміщуваному шарі не вся поверхня часточок задіяна в теплообміні, сушіння відбувається повільно, можливі перегріву окремих ділянок шару. Тому сушарки зі щільним шаром продукту, як правило, малопродуктивні, громіздкі й часто не забезпечують високої якості сушиль-

ного продукту.

Висновки. З огляду на це виникає необхідність розробки нових, високо-інтенсивних методів сушіння і конструкцій сушильних установок.

Перехід від щільного шару до переміщуваного дозволяє значно підвищити інтенсивність тепло- і масообміну.

Список використаної літератури:

1. Гинзбург А.С. Современные проблемы теории и техники сушки пищевых продуктов / А.С. Гинзбург, А.П. Рысин // Труды ВНИЭКИПРОДМАШ. – М., 1981. – № 56. – С. 3–14.
2. Анатазевич В. И. Сушка пищевых продуктов : справ. пособие / Анатазевич В. И. – М. : ДеЛи, 2000. – 296 с.
3. Енергоефективні способи переробки харчової сировини: сушіння плодово-ягідної сировини: навч. посібник / М.І. Погожих, А.О. Пак. – Х.: ХДУХТ, 2015. – 159 с.
4. Безбах И.В. Исследование процесса сушки плодов и ягод во взвешенном слое / И.В. Безбах, Н.В. Бахмутян // Наук. праці ОНАХТ. – Одеса, 2006. – Вип. 28, Том 2 – С.60-64.
5. Снежкін, Ю.Ф. Зниження енерговитрат при переробці фруктово-овочевої сировини / Ю.Ф. Снежкін, Р.О. Шапар, Є.Ю. Снежкін // Наук. праці ОНАХТ. – Одеса, 2006. – Вип. 28., Т.2 – С.71-73.
6. Муштаев В.И. Энергозбережение и ресурсосбережение в процессе сушки дисперсных материалов / В.И. Муштаев, А.А. Пахомов, Н.В. Даниленко // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2002. - № 1. – С. 18-23.
7. Антипов С.Т. Тепло- и массообмен при сушке в аппаратах с вращающимся барабаном / С.Т. Антипов, В.Я. Валуйский // Воронеж. гос.технол.акад. –Воронеж, 2001. -308с.

Сабадаш С.М., Савченко-Перерва М.Ю. Анализ современных способов сушки растительного сырья и существующей конструкции сушильного оборудования

В статье проанализирован анализ современных способов сушки растительного сырья и существующие конструкции сушильного оборудования. Приведены наименования групп сушилок, сравнение удельных энергозатрат при различных способах сушки, и тепловой баланс процесса сушки.

Ключевые слова: сушка, растительное сырье, плодово-ягодное сырье, энергоэффективность, барабанная сушилка.

Sabadash S.M., Savchenko-Pererva M.Yu. Analysis of modern ways of drying plant raw materials and existing constructions of dry equipment

The article analyzes the analysis of modern methods of drying of plant raw materials and existing constructions of drying equipment. The name of drying groups, the comparison of specific energy consumption for different drying methods, and the thermal balance of the drying process are given.

Key words: drying, vegetable raw materials, fruit and berry raw materials, energy efficiency, drum dryer.

Дата надходження до редакції: 14.09.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Ревенко І.І.

УДК 349.2

ОХОРОНА ПРАЦІ НЕПОВНОЛІТНІХ

О. О. Василенко,

А. О. Геліх

Сумський національний аграрний університет

У статті розглянуто сучасний стан правового регулювання охорони праці молоді на підприємствах в Україні. Акцентовано увагу на важливості удосконалення правового регулювання охорони праці молоді на підприємствах у сучасних умовах ринкової економіки. Дитяча праця є специфічним соціально-економічним явищем, викликаним дією різноманітних чинників, що передусім залежать від рівня економічного розвитку країни, в якій проживає дитина, обсягу державного забезпечення освіти дітей, соціально-культурних поглядів на роль дитини в суспільстві.

Ключові слова: охорона праці, молодь, здоров'я молодих працівників, ефективність праці молоді, правове регулювання праці молоді.

Постановка задачі. Сьогодні в Україні в умовах побудови єдиного європейського простору, соціально-політичних змін пріоритетним завданням є не лише переосмислення стану організації праці, а й пошук шляхів її вдосконалення.

На ринку праці молодь – категорія багаточисельна. Вагомої значущості набуває регулювання питань охорони праці. Слід констатувати, що нормативна база у сфері охорони праці дещо застаріла. У таких умовах особливої актуальності