

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СПОСОБІВ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ТА ІСНУЮЧІ 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 методів зневоднення і створення високопотужних установок, які входять до складу поточних ліній, а також систем автоматизації контролю і регулювання процесів сушіння. Для розв'язання поставлених 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
Вальцові	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
Сублімаційні	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.

Виклад 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].

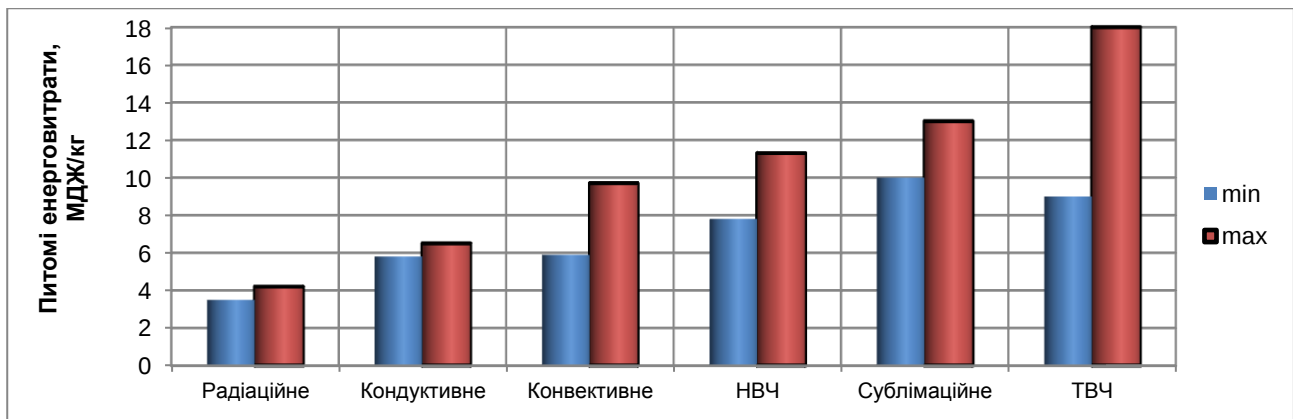


Рис. 2. Порівняння питомих енерговитрат за різних способів сушіння

Результати порівняння різних способів сушіння свідчать, що за конвективного сушіння питомі 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].

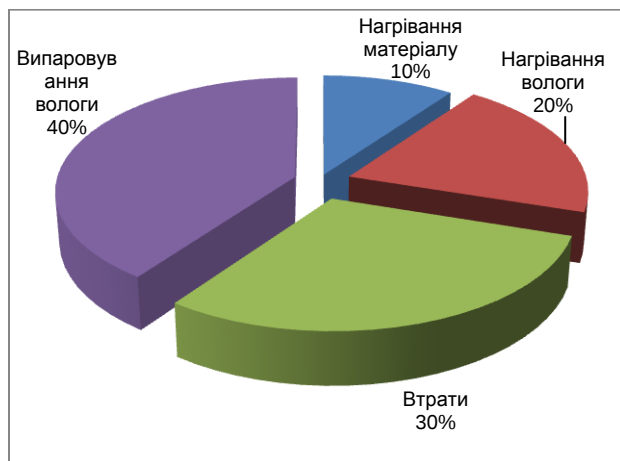


Рис. 3 Тепловий баланс процесу сушіння

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 установлюється або горизонтально, спираючись бандажами 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 сушильного агента 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 триступінчастих пиловловлювачів для виділення з потоку висушеного матеріалу та санітарного очищення газу; прямотечійний 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 тепла 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 перегріви окремих ділянок шару. Тому сушарки зі щільним шаром продукту, як правило, малопродуктивні, громіздкі й часто не забезпечують високої якості сушильного 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 статті проаналізовано аналіз сучасних способів сушки рослинного сировини і існуючі конструкції сушильного обладнання. Приведено найменування груп сушилок, порівняння удільних енергозатрат при різних способах сушки, і теплової баланс процесу 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.