

УДК 621.181.7

УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СУШІННЯ СИРОВИНИ

О. Ю. Співак, В. І. Музичук, К. О. Іщенко

Запропоновано конструкцію камерної конвективної сушильної установки для дослідження кінетики сушіння як різноманітної сільськогосподарської, так і будівельної сировини. Установка дозволяє оцінити вплив температури і вологості сушильного агента на швидкість процесу висушування конкретної продукції, що допомагає призначати оптимальні тепловологісні режими сушіння того чи іншого виду сировини.

Предложена конструкция камерной конвективной сушильной установки для исследования кинетики сушки как разнообразного сельскохозяйственного, так и строительного сырья. Установка позволяет оценить влияние температуры и влажности сушильного агента на скорость процесса высушивания конкретной продукции, что помогает назначать оптимальные тепловлажностные режимы сушки того или иного вида сырья.

The construction of chamber convective drying installation for studying the kinetics of drying as various agricultural and building materials is proposed. This drying installation allows to assess the effect of temperature and humidity of the drying agent to speed drying process specific products that helps assign optimal heat humidity drying regimes of any sort of material.

Вступ. Постановка проблеми

Відомі різні способи зберігання продуктів та консервування їх поживних властивостей: створення контрольованої атмосфери в овочесховищах чи вакуумування, теплова обробка продуктів (високими температурами чи холодом), насичення продуктів консервантами (сіллю, цукром, продуктами згоряння органічного палива, штучними хімічними сполуками тощо), бродіння, зневоднення та інші. Технології, що ґрунтуються на цих способах та їх комбінаціях, дозволяють зберегти основну частину вирощеного врожаю та забезпечити населення рослинними продуктами харчування у міжсезоння [1]. Однак більшість існуючих технологій вирішують проблему лише кількісно, а не якісно – в процесі зберігання та переробки рослинних продуктів втрачається властивий їм природний набір біологічно активних речовин і, в першу чергу, вітамінів. Кисень, світло, іони перехідних металів, підвищені температури, хімічні сполуки консервантів та інші руйнівні чинники запускають і каталізують деструктивні процеси, результатом яких є утворення менш корисних (а нерідко і шкідливих) сполук. Свідченням цьому є численні дослідження науковців як вітчизняних, так і закордонних, які показують, що в різних способах консервування овочів, фруктів та ягід втрачають вітаміну С складають [2, 3]:

- при заморожуванні :	10 – 25 %
- в овочевих та фруктових консервах:	35 – 50 %
- у пастеризованих соках:	45 – 55 %
- у вареннях та джемах:	60 – 75 %
- у якісних сухофруктах:	5 – 7 %.

Як бачимо, сушіння дійсно є ефективним способом збереження природної гами вітамінів у плодоовочевій продукції. Важливо підкреслити, що в таблиці показано результат для сухофруктів, вироблених з дотриманням усіх норм і правил і за оптимальними тепловологісними режимами. Для вибору та призначення таких тепловологісних режимів необхідні знання про кінетику процесу сушіння тієї чи іншої сировини, отримані як на підставі теорії, так і експериментальним шляхом. Нами розроблена установка для експериментального дослідження кінетики процесу конвективного сушіння різноманітної сировини.

Блок-схема сушарки та організація руху теплоносія

Основними складовими блок-схеми є вентилятор (нагнітальник повітря), електронагрівник (джерело теплоти) та робоча камера, в якій знаходиться висушуваний продукт. Свіже повітря з параметрами навколишнього середовища втягується вентилятором. Після нагрівника гарячий теплоносії поступає в робочу камеру, де на піддонах розташована висушувана сировина, відбирає

від сировини вологу і поступає в рециркуляційний тракт, де ділиться: частка відпрацьованого теплоносія (G_{B1}) викидається в навколишнє середовище, а інша частка (G_{B2}) поступає на вентилятор. Потоки свіжого повітря та рециркульованого теплоносія змішуються між собою і поступають на електронагрівник, де підігріваються до заданої температури. Змінюючи частки G_{B1} і G_{B2} можна змінювати вологість гарячого теплоносія, що поступає в робочу камеру для сушіння в досить широких межах. Така схема з частковою рециркуляцією відпрацьованого теплоносія дозволяє зручно управляти швидкістю процесу сушіння, підбираючи оптимальну для того чи іншого виду сировини.

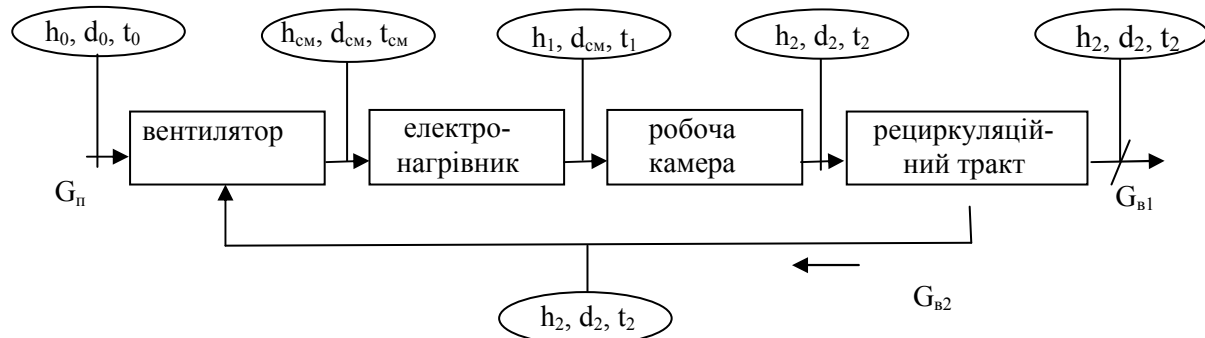


Рис. 1. Блок-схема сушарки "С-1М"

Експериментальна установка

Схема експериментальної установки подана на рис. 2. Установка складена на базі камерної конвективної сушарки "С-1М", які виробляє ТОВ "Компанія "Технопром-Продукт", м. Вінниця.

Експериментальна установка містить теплоізольовану робочу камеру 1, закриту дверима з ущільнювачем, що запобігає неконтрольованому викиду повітря. В середині робочої камери на підвісці 2 розташовано стелаж 3 з піддонами, на які насилається сировина. Через теплоізолюючі втулки підвіска зв'язана з електронними цифровими вагами 4 кантерного типу KL-238. Над стелажем розташована камера підготовки теплоносія. Свіже повітря всмоктується вентилятором 5 через вхідний клапан 6, змішується з рециркульованим теплоносієм і підігрівається нагрівником 7. Температура підігріву повітря обмежується електронною схемою сушарки "С-1М", з датчиком температури 8, розташованим на стінці відбійника 9. Відбійник 9 і стелаж 3 утворюють повітряний клин, який дозволяє розподіляти гарячий теплоносій по піддонах для рівномірного висушування сировини. Теплоносій, проходячи через сировину, відбирає з неї вологу, збирається в тракті рециркуляції і частково викидається назовні через випускний клапан 10, а частково засмоктується вентилятором в камеру підготовки теплоносія, де змішується зі свіжим повітрям. Кількість викинутого теплоносія регулюється заслінкою 11, встановленою на випускному клапані 10.

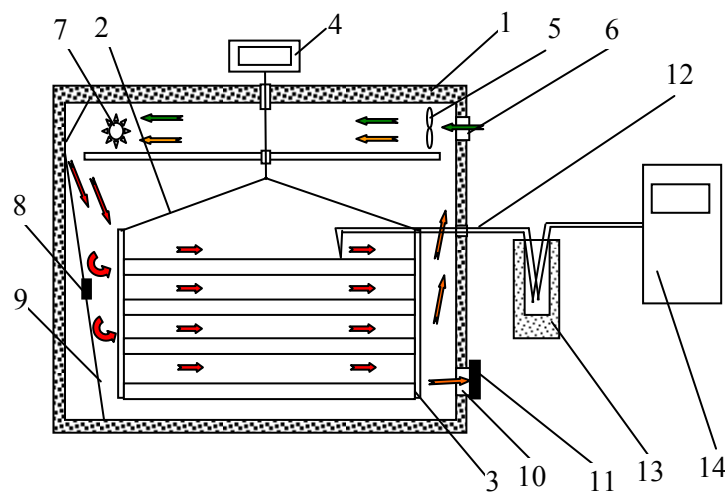


Рис. 2. Схема дослідної установки

Температурне поле в робочій камері вимірюється і контролюється хромель-копелевими

термопарами 12, що мають індивідуальне градування відносно платинородій-платинової термопари II розряду, яка використовувалась при градуванні як зразкова. Холодні спаї термопар терmostатуються при потрібній точці води в терmostаті ТЛІ (13).

Вимірювання термо-е.р.с термопар здійснюється цифровим вольтметром Щ-300. Для визначення температури мокрого термометра теплоносія і часу адіабатного випаровування вологи з поверхні сировини одна з термопар виконана у вигляді голки, яку можна вставити в шматочок сировини. Витрата відпрацьованого теплоносія, що викидається через випускний клапан, контролюється чашковим анемометром.

Методика досліджень

Підготовлену сировину настеляють на піддони прогрітої сушарки, вставляють термопарну голку в шматочок сировини, розподіляють інші термопари по піддонах, фіксують початкову масу сировини з стелем і піддонами, закривають двері, вмикають установку і розпочинають сушіння. В процесі сушіння фіксують зменшення маси стележа через визначені проміжки часу. Після виходу сушарки на режим сушіння визначають тепловологісні параметри відпрацьованого теплоносія. Досягнення критичної точки процесу сушіння (перехід від адіабатного випаровування до періоду з падаючою швидкістю сушіння) визначають за зміною температури контрольного шматочка сировини з термопарною голкою в ньому. Детально методика проведення експерименту описана в [4].

Висновки

- Розроблена і сконструйована установка дозволяє досліджувати зміну маси висушуваної сировини безпосередньо в процесі сушіння, без зупинки самого процесу сушіння. Побудова кривих сушіння і кривих швидкості сушіння на повністю експериментальному матеріалі дає змогу більш точно оцінити вплив температури і вологості сушильного агента на швидкість процесу висушування різної сільськогосподарської продукції різного ступеня стиглості, підготовленої до сушіння як у вигляді різаних часток (яблука, груші, морква, буряк), цілих плодів (кісточкові), так і ягідної сировини (малина, суниця тощо). Крім того на установці будуть відпрацьовуватись тепловологісні режими сушіння дикоростучих ягід та лікарських трав.
- Запропоновану установку можна використовувати для дослідження процесів сушіння будівельних матеріалів, таких як цегла, електротехнічний фарфор і фаянс тощо.

Використана література

1. Гинзбург А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов / А. С. Гинзбург. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.
2. Кац З. А. Производство сушеных овощей, картофеля и фруктов / З. А. Кац. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 216 с.
3. Титова Л. М. Разработка и научное обоснование способа сушки пищевых волокон : автореф. дисс. ... канд. техн. наук / Титова Любовь Михайловна. – Астрахань, 2009. – 24 с.
4. Співак О. Ю. Дослідження кінетики процесів сушіння сільськогосподарської сировини в побутових сушарках / О. Ю. Співак, М. О. Кучинський // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – Вінниця: Універсум-Вінниця. – 2012. – № 1. – С. 85-89.

Співак Олександр Юрійович – к.т.н., ст. викл. кафедри теплоенергетики Вінницького національного технічного університету.

Музичук Василь Іванович – к.т.н., доцент кафедри тракторів, автомобілів та електротехнічних систем Вінницького національного аграрного університету.

Ищенко Ксенія Олександрівна – студентка Вінницького національного технічного університету.