

УДК 631.563.3

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СУШІННЯ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Вужицький А.В. , інженер,

Кізім І.В., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел/факс (0619)42-31-59

Анотація – запропоновані способи зменшення витрат енергії при сушінні плодово-ягідної продукції, а також запропонована замкнена система автоматичного керування малогабаритною сушильною камерою.

Ключові слова – сушка, теплообмінник, теплоносій, сушильний агент, мікроконтролер, циркуляція повітря, сушильна камера, первинний перетворювач.

Постановка проблеми. При сушінні плодово-ягідної продукції постає питання про підвищення енергоефективності процесу, удосконалення способів сушіння та контролю технологічного процесу. Актуальність проблеми обумовлена: ослабленням державного контролю над якістю продукції та витрати енергії при її виробництві.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз способів, які застосовуються для сушіння плодово-ягідної продукції показують, що вони мають ряд серйозних недоліків. Основні із них, це: велика тривалість сушіння, трудомістка робота при контролі якості вихідного продукту [1].

Формування цілі статті. В статті поставлена задача підвищення енергоефективності сушіння плодово-ягідної продукції в малогабаритних сушильних установках, за рахунок замкненої системи керування.

Основна частина. Однією із показників енергетичної ефективності сушіння продукції є зменшення витрат енергії на сушіння одного кілограма продукції. В сушильних камерах загальне споживання енергії складається із витрат на нагрівання сушильного агенту та створення циркуляції сушильного агенту.

Для зменшення витрат енергії можна застосувати наступні способи: атмосферне підсушування продукції, герметичність та теплоізоляція огорожень камери, швидкість циркуляції сушильного агенту, імпульсна циркуляція сушильного агенту, використання тепла відпрацьованого вологого повітря сушильної камери, автоматизація процесу сушіння.

Атмосферне підсушування продукції. Суть цього способу полягає в попередньому підсушуванні продукції на відкритих площадках, які продуваються, перед завантаженням її в сушильну камеру. Таким чином прибирається основна волога з продукції, зменшується теплове навантаження на сушильну камеру та термін сушіння.

Застосування цього методу особливо ефективно для грецьких горіхів та продуктів в яких є поверхневий твердий покрив. Атмосферне підсушування знижує тривалість камерного сушіння в середньому на 20...30%, відповідно економиться теплова та електрична енергія [1].

Герметичність та теплоізоляція огорожень камери. Втрати тепла внаслідок відсутності герметичності та поганої вологоізоляції огорожень можуть досягати 50% та більше. Боротися з цим можна за рахунок застосування більш ефективних тепло ізолюючих матеріалів, правильним їх укладанням, а також шляхом зниження тривалості процесу сушіння [2].

Швидкість циркуляції сушильного агенту. Рух повітря в камері, що створюється вентилятором, потребує значної витрати електроенергії. Як наслідок, при правильному використанні потоку сушильного агенту, буде мати місце економія електроенергії.

Економії енергії можна буде досягти за допомогою раціональних розмірів циркуляційних каналів та прижимних екранів, що дозволить зменшити потужність електродвигуна вентилятора за рахунок зниження паразитичних потоків в 1,5 рази при високоякісних показниках висушених продуктів.

Важливо також регулювати швидкість циркуляції повітря в процесі сушіння, так як, по мірі зменшення вологості матеріалу в часі інтенсивність процесу сушіння знижується. Тому виникає необхідність застосування двох швидкісних електродвигунів вентиляторів або установки частотних приводів на них. Економія енергії в цьому випадку може скласти до 25...30%.

Імпульсна циркуляція сушильного агенту. Спосіб сушіння з імпульсною циркуляцією сушильного агенту полягає в періодичному припиненні руху повітря в сушильній камері (період пауз) з наступним циклом повторної її подачі (період циркуляції). Параметри повітря в цьому періоді відрізняються підвищеною психометричною різницею (більшою «жорсткістю»), чим в загальному режимі сушіння. Завдяки цьому не відбувається збільшення часу процесу сушіння. В період пауз за рахунок підвищення вологи поверхні матеріалу зменшується перепад вологи по висоті шару продукту, що приводить до зниження поверхневих напружень та підвищення якості матеріалу, що висушується. При цьому способі досягається 2...4% зниження витрат електроенергії [3].

Використання тепла відпрацьованого вологого повітря сушильної камери. В камерах періодичної дії при проведенні процесу сушіння

нагріте вологе повітря викидається в атмосферу. В свою чергу з атмосфери забирається свіже холодне повітря. Це повітря необхідно нагріти до температури сушильного агенту в камері, що пов'язано з великими витратами теплової енергії, особливо в зимовий період. Зменшити втрати тепла пов'язані з викидом відпрацьованого повітря можна за рахунок встановлення рекуперативного теплообмінника чи конденсаційної установки, що працює за принципом «теплового насосу».

Деякі сушильні камери обладнані конденсаційними установками, які працюють на холодній воді. Установки такого типу не тільки не зменшують затрати теплової енергії, а, навпаки, збільшують.

Застосування рекуперативних теплообмінників дозволяє уникнути конденсації вологи з повітря в сушильній камері, при потраплянні в камеру свіжого холодного повітря (в зимовий період), а також зменшує витрати тепла з викиданням відпрацьованого вологого повітря на 5...10%.

Влітку, при тривалих температурах зовнішнього повітря, свіже повітря підігрівається в середньому на 60°C (від 20°C до 80°C) і теплове обладнання сушильної камери без особливих проблем справляється з цим. Взимку свіже повітря приходиться підігрівати уже на 110°C (від -30 °C до 80 °C) і при недостатній потужності теплового обладнання приплив холодного свіжого повітря приводить до зриву температурного режиму в сушильній камері, випадання конденсату з вологого повітря камери і, як наслідок, погіршення якості сушіння продукту.

Для виключення цього, а також для економії теплової енергії, застосовують рекуперативні теплообмінники. Рекуперативний теплообмінник – це апарат, в якому теплообміні потоки розділені поверхнею теплообмінника.

За конструкцією рекуперативні теплообмінники бувають трубчаті, пластинчасто-ребристі та матричні. В сушильних камерах в основному застосовують пластинчасто-ребристі рекуперативні теплообмінники.

Конструктивно теплообмінник представляє собою теплоізолюючий корпус, в якому особливим чином розташовані алюмінієві пластини з ребрами і боковими проставками.

В теплообміннику нагрівання свіжого холодного повітря відбувається за рахунок охолодження відпрацьованого гарячого повітря, таким чином, в камеру поступає вже попередньо нагріте повітря.

Рекуперативний теплообмінник конструктивно виконаний перехресно-точним, завдяки чому досягається добрий тепловий контакт між потоками гарячого та холодного повітря.

Корпус теплообмінника має вхідний та вихідний отвори, через які теплообмінник з'єднаний з сушильною камерою та витяжним вентилятором [3].

Автоматизація процесу сушіння. Відмова від ручного управління та використання автоматизації сушильного процесу з допомогою мікропроцесорних програмних контролерів дозволить зменшити витрату тепла та електроенергії на 10...20% [2].

Нами пропонується замкнена система автоматичного управління структурна схема якої представлена на рис. 1.

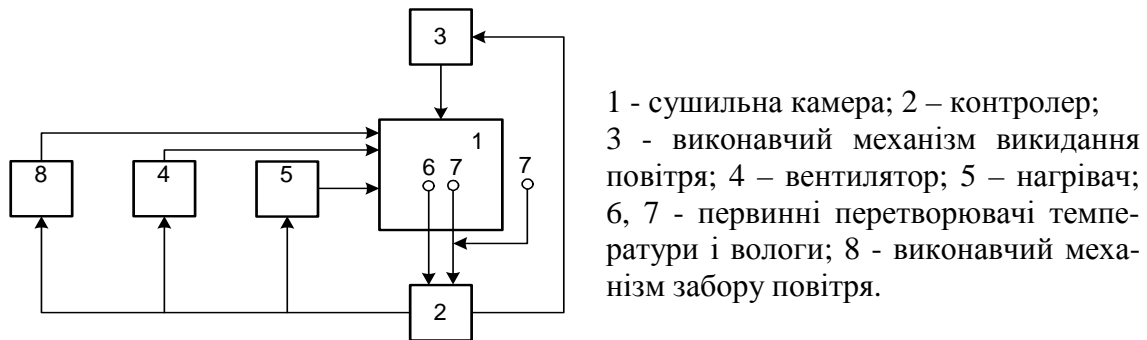


Рис. 1. Структурна схема малогабаритної сушильної камери з мікроконтролерним керуванням.

На основі структурної схеми була розроблена електрична принципова схема керування малогабаритною сушильною камерою, дана система управління представлена на рис. 2, і призначена для контролю вологи сушильного агенту та підтримання постійної (незмінної) температури в сушильній камері. Пристрій виконаний на 8-ми розрядному мікроконтролері Atmega8 фірми Atmel (DD4) [4]. В якості датчика температури DD1 використаний датчик DS18B20 фірми Dallas Semiconductor, який в даній схемі вимірює температуру з дискретністю в 0,5 °С. Роль датчиків вологи DD2 і DD3 виконують НІН-4000 фірми Honeywell, які мають лінійну залежність вихідної напруги від вологи, і які підключені до входів аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера DD4. У пристрої кнопками SB1...SB3 передбачена можливість ручної зміни значення температури (уставки), яка в процесі роботи повинна підтримуватися в сушильній камері постійною. Значення встановлюваної температури, в режимі настройки, відображається індикатором НГ1, в звичайному режимі роботи індикатор показує поточну температуру в сушильній камері, з урахуванням її відхилення від значення уставки. Підтримка постійності температури в сушильній камері, по мірі роботи нагрівального елемента, забезпечується зміною частоти обертання вентилятора, двигун якого управляється за допомогою широтно-імпульсної модуляції [4].

Пристрій працює таким чином. При включенні нагрівача, коли величина температури в сушильній камері менше значення уставки, ШІМ-сигнал забезпечує роботу вентилятора на його найменшій частоті обертання, при цьому заслінки викиду і забору повітря закриті (реле KL2). По мірі збільшення температури і досягнення нею значення

ня уставки, частота обертання вентилятора збільшується настільки, щоб забезпечити величину температури незмінною (рівною значенню уставки). Коли частота обертання вентилятора досягла межі і температура в сушильній камері перевищила допустиме значення, то відбувається відключення нагрівача (реле KL1), який знову включається, коли температура в камері буде нижче за допустимий поріг, а вентилятор працювати на малих оборотах.

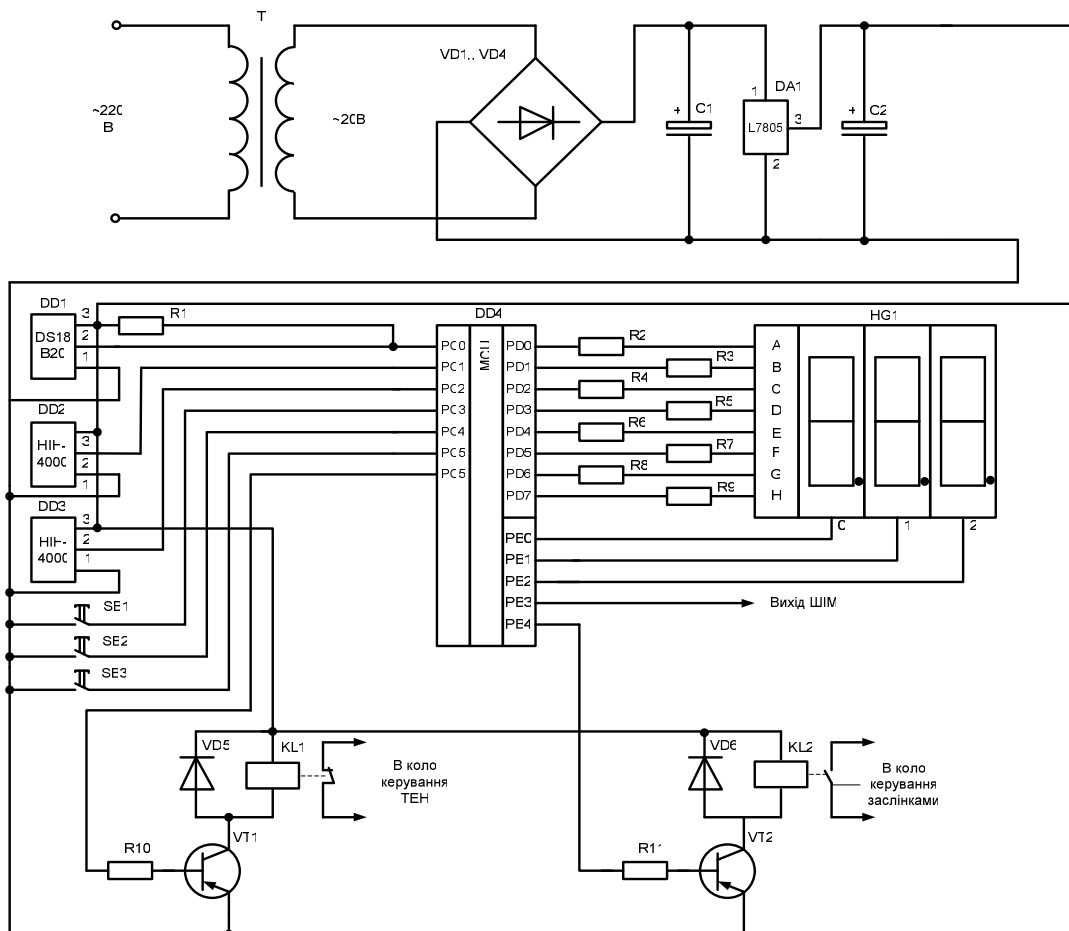


Рис. 2. Принципова електрична схема керування малогабаритною сушильною камерою.

Контроль вологи в замкненому контурі здійснюється за рахунок двох датчиків вологи, один розташований в середині камери, а інший - зовні. Сигнали датчиків вологи подаються на входи АЦП мікроконтролера DD4, при перевищенні вологи сушильного агента на 10% (дане перевищення можна змінювати за допомогою кнопок SB1...SB3) над навколишньою вологою, подається сигнал на виконавчі механізми викидання повітря та забору повітря. Відбувається забір свіжого повітря. Коли волога повітря зрівняється, подається сигнал на виконавчі механізми викидання повітря та забору повітря, вони закриваються, тим самим утворюють замкнене коло циркуляції сушильного агента. Коли

волога повітря в середині камери стане менше вологи зовнішнього повітря і досягне 10...16%, відбувається відключення сушильної установки і це буде свідчити про те, що продукція висушена а цикл сушіння завершено.

Висновки. Запропонована система управління дає можливість використовувати відпрацьоване тепло, що дозволяє знизити витрати енергії на 20%, підтверджує раціональність її використання; підвищити якість продукції і зменшити час сушки.

Простота конструкції, дешевизна і достатньо висока зручність обслуговування будуть сприяти запровадженню запропонованої системи у серійне виробництво, а її використання в особистих підсобних господарствах, орендних і підрядних колективах значно зменшить втрати врожаю при зберіганні продуктів сільського і лісового господарства.

Література

1. Энергосбережение в системах традиционного и альтернативного теплоснабжения / В.Н. Мелькумов, О.А. Сотников, В.С. Турбин и др.// АВОК.- 2004. - № 2.
2. Бурич О. Сушка плодов и овощей / О. Бурич, Ф. Берки. - М.: Пищевая промышленность, 1978. - 280 с.
3. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. в 2-х кн. / Ю.И. Дытнерский - М.: Химия, 1995. – Кн1. - 324 с.
4. Микроконтроллеры AVR в радиолюбительской практике. – СПб.: Наука и техника, 2007. – 352 с.

УВЕЛИЧЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СУШЕНИЕ ПЛОДОВО-ЯГОДНОЙ ПРОДУКЦИИ

Вужицкий А.В., Кизим И.В.

Аннотация – предложены способы уменьшения потерь энергии при сушке плодово-ягодной продукции, а также предложена замкнутая система автоматического управления малогабаритной сушильной камерой.

INCREASE OF ENERGY TO EFFICIENCY OF DRYING FRUITS AND BERRIES PRODUCTS

A.Vuzhitskiy, I. Kizim

Summary

The methods of decreasing expenses of energy are offered at drying of fruits and berries products, and also the closed automatic control system is offered by a small drying chamber.