

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГЕЛІОСУШАРКИ З ТЕПЛОВИМ АКУМУЛЯТОРОМ ТА ПЛОСКИМ ДЗЕРКАЛЬНИМ КОНЦЕНТРАТОРОМ

Болтянський Б.В.¹, к.т.н.,

Сиротюк С.В.², к.т.н.,

Коробка С.В.², к.т.н.

¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

²Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни, Україна.

Постановка проблеми. Сьогодні існує багато високотемпературних автоматизованих апаратів для сушіння сільськогосподарської продукції, зокрема фруктів [1]. Проте їх застосування є нерентабельним за невеликих об'ємів переробки свіжозібраних фруктів в умовах особистих селянських і фермерських господарств (ОСФГ), що пов'язано з великими інвестиційними вкладеннями, високими енерговитратами. Недоліками цих сушильних установок є:

– забруднення фруктів і довкілля токсичними продуктами горіння палива;

– нерівномірність нагрівання фруктової маси і висока швидкість сушіння, що призводить до пересушування, деформації і розтріскування матеріалу;

– великі витрати енергоносіїв [2].

У зв'язку з цим, для процесу сушіння фруктів доцільним є застосування сушильних установок на основі сонячної енергії. На даний час сушильні апарати такого типу ще не мають масового використання в умовах ОСФГ. Це зумовлює актуальність вибору оптимальної конструкції сушарки, ефективного використання якої в умовах ОСФГ можливе лише на підставі обґрунтування її раціональних конструктивно-технологічних параметрів [3].

Основні матеріали дослідження. Метою даного дослідження є підвищення ефективності технологічного процесу сушіння фруктів на підставі розробки конструкції геліосушарки, що забезпечить зменшення затрат енергоресурсів для умов ОСФГ.

Основною вимогою до роботи сонячних енергетичних установок є максимальне використання потенціалу сонячної енергії. Стосовно геліосушарок це означає, що визначальними є технічні рішення, покликані забезпечувати максимальну поточну енергетичну освітленість сприймаючої поверхні і роботу повітряного колектора у режимі максимальної теплопродуктивності. До цих заходів

відноситься і додаткове радіаційне опромінення сушильної камери.

Для раціонального використання генерованої енергії впродовж мінімального дводобового циклу сушіння потрібні засоби вирівнювання добової нерівномірності надходження сонячної енергії. До них, насамперед, відносяться пристрої слідкування за Сонцем або альтернативний їм варіант – плоский дзеркальний концентратор для посилення енергетичної освітленості стаціонарного повітряного колектора вранці та ввечері. Для забезпечення неперервності процесу сушіння вночі чи на випадок тривалої хмарності необхідно передбачати проміжне резервування надлишкової теплової потужності [5,6].

Традиційні повітряні колектори, призначені для теплопостачання, поділяють на плоскі або трубчасті, які відрізняються конструктивним виконанням сприймаючої поверхні і конфігурацією теплообмінника. Проте лише у деяких найпростіших конструкціях вдається отримати аналітичні залежності для розрахунку теплопродуктивності або ККД. До того ж такі колектори переважно використовують як нагрівальні елементи тунельних сушарок, які не знайшли використання у господарствах через громіздкість конструкції та необхідність механізмів переміщення фруктів у потоці повітря.

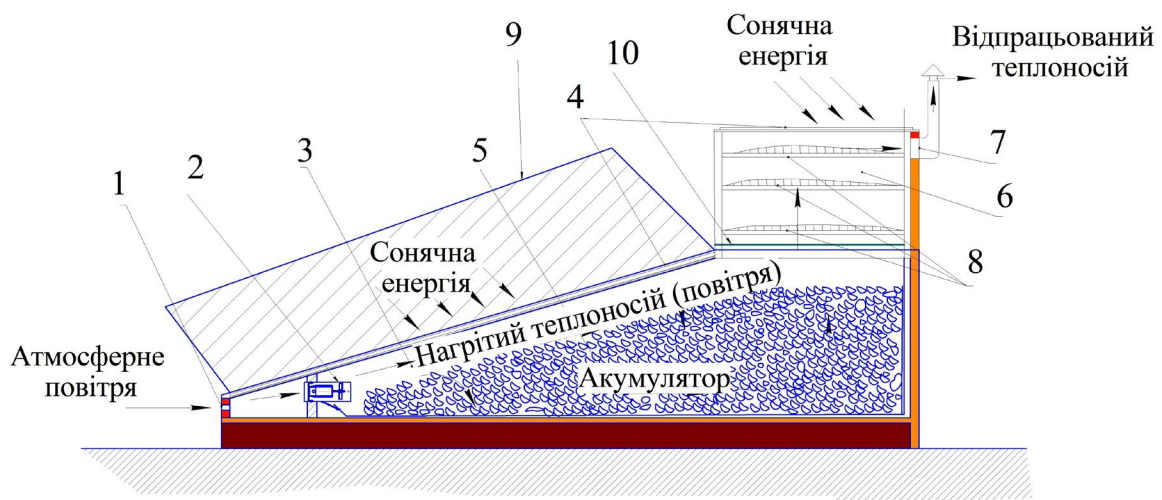
Побутові геліосушарки з малим об'ємом сушильної камери, де решета з висушуваним матеріалом укладають на стелажах лише у декілька ярусів, відзначаються незначним градієнтом температури і вологості вдовж потоку. Завдяки цьому висушування фруктів відбувається практично одночасно, а поточне обслуговування зводиться лише до епізодичного перекладання решет. Така геліосушарка зазвичай працює у циклічному режимі, який за безхмарної погоди зазвичай не перевищує двох діб. До того ж стелажна конструкція блочної конструкції значно компактніша, її легко транспортувати та запобігати природним коливанням потоку сонячної енергії за допомогою плоского дзеркального концентратора та теплового акумулятора. При малих габаритах сушильної камери і відповідно меншій теплоємності конструктивних елементів, а також короткого шляху теплоносія значно зменшуються побічні тепловтрати, у тому числі через огороження у нічний час. Компактність компоновки елементів геліосушарки у свою чергу зменшує матеріалоемність.

Пропонується конструкція геліосушарки у складі повітряного колектора з плоским дзеркальним концентратором, вертикальної сушильної камери та насипного теплового акумулятора для вирівнювання температурного режиму сушіння [4]. Конструктивно-технологічна схема геліосушарки наведена на рисунку 1.

Повітряний колектор розміром 1×1,5 м встановлюється під оптимальним для сезону кутом нахилу до горизонту і стаціонарно орієнтується у південному напрямку. Плоский дзеркальний

концентратор повертається навколо осі, паралельній довшій стороні повітряного колектора. Ручною зміною кута нахилу в інтервалі від 0 до 120° відбиті промені додатково освітлюють сприймаючу поверхню повітряного колектора зранку до полудня. Після полудня пристрій повороту перевстановлюється на протилежній боковій кромці колектора.

Повітряний колектор виготовлений за класичним щілинним варіантом і складається з дерев'яної рами перерізом брусів 50×50 мм, одношарового прозорого покриття та адсорбера – мідного листа, покритого селективною фарбою товщиною 4,5 мкм. Повітря продувається через щілину між тильною частиною мідної підкладки повітряного колектора та жерстяним днищем з дахового профілю, яке одночасно служить верхнім покриттям теплового акумулятора. Виступи профілю розташовані поперек потоку повітря для його турбулізації з метою підвищення ефективності тепловіддачі адсорбера. На схилах виступів прорізано щілини для виходу частини нагрітого повітря у бік кам'яної засипки теплового акумулятора.



1 – вхідний канал; 2 – вентилятор; 3 – повітропровід; 4 – повітряний колектор; 5 – теплоакумуючий матеріал (на основі гальки); 6 – сушильна камера; 7 – витяжний канал; 8 – решета; 9 – плоский дзеркальний концентратор; 10 – заслінка

Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема геліосушарки з тепловим акумулятором та плоским дзеркальним концентратором

У сушильну камеру повітря надходить двома потоками – високотемпературним безпосередньо з протилежного кінця повітряного колектора, та низькотемпературним – крізь прорізи у днищі і теплового акумулятора. Співвідношення між прямим і відгалуженим потоками, а значить і температурою теплоносія на вході у сушильну камеру, регулюється заслінкою.

Сушильна камера у вигляді вертикальної шахти квадратного перерізу внутрішнім розміром 1×1 м з пазами для встановлення трьох квадратних решіт з насипаними фруктами. Передня стінка і покрівля виконані світлопрозорими для можливої інтенсифікації процесу радіаційним опроміненням. Бокові і задня стінки сушильної камери теплоізольовані, а їх внутрішню поверхню оббито алюмінієвою світловідбиваючою фольгою. Вночі і в негоду для зменшення тепловтрат світлопрозорі поверхні закривають теплоізоляційними плитами з пінопласту.

У темний період доби основним джерелом теплової енергії є насипний тепловий акумулятор з природної річкової гальки середнім розміром 20 см. Заряджання відбувається вдень відгалуженим від основного потоком нагрітого повітря. На швидкість заряджання і кінцеву температуру всередині теплового акумулятора можна впливати зміною перекриття основного потоку на виході повітряного колектора. За повністю закритої заслінки подача теплоносія у сушильну камеру відбувається тільки крізь шар теплоакумулюючого матеріалу. Привід вентилятора живиться постійним струмом напругою 12 В, тому в реальних умовах сезону фруктосушіння геліосушарка може працювати в автономному режимі з електроживленням від сонячної батареї.

Висновки. Запропоновано конструкцію геліосушарки з тепловим акумулятором та плоским дзеркальним концентратором, що забезпечує раціональне зниження енерговитрат в процесі сушіння фруктів.

Використання геліосушарок з тепловим акумулятором та плоским дзеркальним концентратором для сушіння фруктів є доцільним і ефективним в умовах ОСФГ, що призведе до збільшення обсягів виробленої високоякісної висушеної продукції при мінімальних енергозатратах за рахунок сонячної енергії.

Список використаних джерел

1. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

2. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Альтернативні напрями енергозбереження в домогосподарствах населення. *Ефективність функціонування сільськогосподарських підприємств. Проблематика 2023: «Функціонування сільськогосподарських підприємств на засадах циркулярної економіки»*: матеріали XII Міжнар. наук.-практ. інтернет конференції. ЛНУП, Дубляни, Львів: Галицька видавнича спілка. 2023. С. 26–30.

3. Korobka, S., Syrotyuk, S., Zhuravel, D., Boltianskyi, B., Boltianska, L. Solar dryer with integrated energy Unit. *Problems of the Regional Energetics*. 2021. (2). P. 60–75.

4. Геліосушарка з тепловим акумулятором: пат. № UA 97139 U

Україна: МПК А23L3/00 / Коробка С.В.; заявник та патентовласник Коробка С.В. – № UA 97139 U; заявл. 26.12.2014; опубл. 25.02.2015. Бюл. № 4. 3 с.

5. Syrotyuk S., Boyarchuk V., Syrotyuk V., Korobka S., Syrotyuk H., Boltianskyi B. Peculiarities of modeling heat pumps in the labview environment. *Інформаційні технології в енергетиці та агропромисловому комплексі: матеріали XI Міжнар. наук. конференції*. ЛНУП: За заг. ред. В.В. Снітинського. Львів: ЛНУП, 2022. С. 16–18.

6. Syrotyuk S., Syrotyuk V., Boltianskyi B. Hybrid system of power supply with application of wind and solar energy // ТЕКА. *Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2017. Vol. 17. No. 4. P. 37–44.