

Висновки

1. Світ працює над створенням нових біотехнологій виробництв.
2. Для нашої держави треба перейти на використання всього комплексу біотехнологій і забезпечити екологічну чистоту середовища життя, екологічну чистоту продукції і високий достаток життя громадян нашої держави.

Література

1. Якушко С.І., Яхненко С.М. Установа комплексної переробки органічних відходів за енергозберігаючою технологією // Вісник «СумДу». – 2006. - №12(96) – с. 81-84.
2. Дурдыбаев С. Д., Данилкин В. С., Рязанцев В. П. Утилизация отходов животноводства и птицеводства. – М.:Агропромформ, - 1989, – 53 с.
3. Деклараційний пат. № 7184Україна. Біогазовий реактор / Ратушняк Г. С., Джеджула В. В., Державний департамент інтелектуальної власності. – № 20041008416; Заяв, від 18.10.2004; Опубл. 05.06.2005; Бюл №6.
4. Деклараційний пат. № 19495. Україна Установа дм одержання біопалива / Столяренко Г. С., Мислюк Є. В.; Опубл. 15.12.2006; Бюл №12.

УДК 664.8.047:620.92

ЗАСТОСУВАННЯ АКУМУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ СОНЯЧНОГО СУШІННЯ

Снежкін Ю.Ф. д-р техн. наук, професор, **Чалаєв Д.М.** канд. техн. наук, ст. наук. співробітник,
Михайлик В.А. канд. техн. наук, ст. наук. співробітник, **Дабіжа Н.О., Коріпчевська Т.В.**
Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України, м. Київ

Запропоновано схему роботи сонячної сушарки з тепловим акумулятором та досліджені теплоакumuлюючі матеріали для використання їх в акумуляторах теплової енергії.

This paper presents the installation diagram of the solar drier with storage heater. The heat storage material are investigated for use in thermal energy storage unit.

Ключові слова: сушіння, сонячна сушарка, акумулювання теплової енергії, теплоаккумулятор, теплоакumuлюючі матеріали.

Фрукти та овочі мають важливе значення в раціоні харчування людини і характеризуються великим вмістом вологи (до 80 %) та порівняно малим вмістом сухих речовин. Завдяки високому вмісту вологи вони є швидкопсувними продуктами і при зберіганні їх втрати можуть досягати 40 – 50 %. Головною метою технології переробки рослинної сировини є одержання продуктів з тривалим терміном зберігання. Одним з найбільш ефективних методів збереження сільськогосподарських і харчових продуктів є їхнє сушіння.

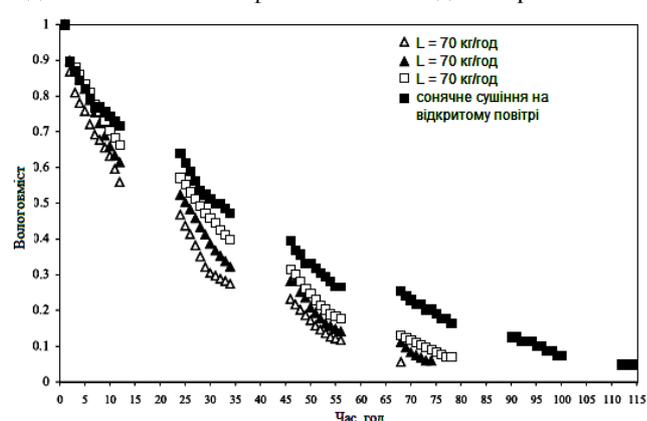


Рис.1 – Криві кінетики сонячного сушіння абрикосів від початкового вологовмісту 360 % до кінцевого вологовмісту 22 % [2].

За наближеними оцінками близько 20 % виробленої сільськогосподарської продукції підлягає сушінню [1].

Сонячне сушіння сільськогосподарських продуктів широко використовується в багатьох країнах світу, оскільки реалізація цього способу зневоднення не потребує високих капітальних та експлуатаційних витрат, а також сонячне сушіння безпечне для навколишнього середовища.

Тривалість зневоднення при сонячному сушінні залежить від властивостей продукту, що висушується, та умов проведення процесу і зазвичай становить від 3 до 4 днів. Для ряду матеріалів тривалість сушіння може досягати тижня, що негативно позначається на якості кінцевого продукту. Також недоліком сонячного сушіння є переривання процесу на час

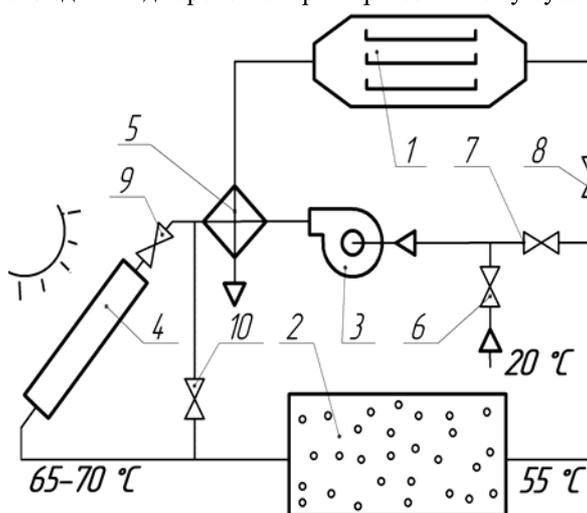
відсутності сонячної радіації. Так, за перший світловий день з високовологих матеріалів видаляється менше 50 % вологи. Досягнутий при цьому вологовміст матеріалу значно перевищує рівноважний з навколишнім середовищем, і в разі переривання процесу сушіння на поверхні продукту створюються умови для прояву мікробіологічної активності, що призводить до псування продукту і погіршення його якості.

На рис. 1 наведено криві кінетики сонячного сушіння абрикос, експериментально одержані в камері сонячної сушарки при витратах сушильного агенту 50, 60, 70 кг/год і при сонячному сушінні на відкритому повітрі. Переривання кривої сушіння відповідає нічним періодам. У цей період процес зневоднення продовжується якийсь час за рахунок теплової інерції системи. Тривалість процесу сушіння в цілому складає 68 – 78 годин у сонячній сушарці і близько 112 годин при сонячному сушінні на відкритому повітрі.

Для того, щоб виключити переривання процесу в нічний час і, відповідно, зменшити тривалість сушіння необхідно додатково використовувати інші джерела енергії окрім сонячної радіації.

Оскільки надходження сонячної радіації, яка є єдиним джерелом енергії при сонячному сушінні, нерівномірно протягом доби, то для забезпечення безперервного процесу сушіння ефективно використовувати акумулювання теплової енергії. Серед різних методів акумулювання найбільш привабливим є акумулювання з використанням теплоти фазового переходу матеріалів. Перевагою теплоакумулюючих матеріалів (ТАМ) з фазовим переходом є їхня здатність забезпечувати високу густину акумулювання енергії при постійній температурі, яка відповідає температурі фазового переходу речовини [3].

На рис. 2 подана схема сонячної сушарки з акумулятором теплової енергії. Робота установки відбувається наступним чином. При відкритих заслінках 6, 8, 9 та закритих заслінках 7 і 10 атмосферне повітря з навколишнього середовища вентилятором 3 через рекуперативний теплообмінник 5 подається в геліонагрівач 4, де нагрівається до температури 65 – 70°C. Нагріте повітря спрямовується в тепловий акумулятор 2, де, віддаючи частину теплової енергії ТАМ, охолоджується до температури 55 °С. Далі повітря надходить у сушильну камеру 1.



1 – сушильна камера; 2 – теплоаккумулятор; 3 – вентилятор; 4 – геліонагрівач; 5 – рекуперативний теплообмінник; 6, 7, 8, 9, 10 – заслінки.

Рис. 2 – Схема сонячної сушарки з акумулятором теплової енергії

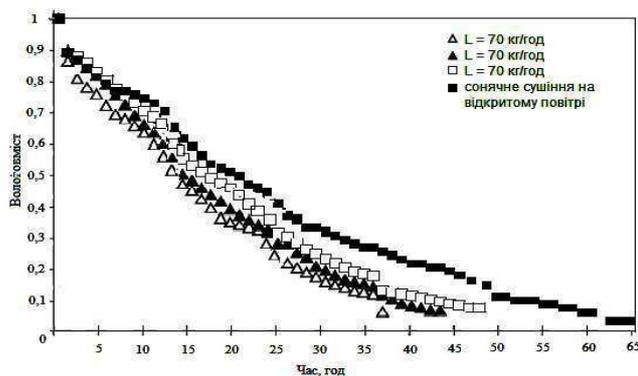


Рис. 3 – Криві кінетики сонячного сушіння абрикос від початкового з застосуванням сонячної сушарки з теплоаккумулятором

У цьому режимі заслінки 7 і 9 відкриті, а заслінки 6, 8, 10 закриті. Повітря циркулює через геліонагрівач і теплоаккумулятор по замкнутому контуру.

У сушильній камері в результаті контакту з висушуваним матеріалом повітря частково охолоджується і зволожується, після чого направляється в рекуперативний теплообмінник, де віддає теплову енергію вхідному потоку свіжого атмосферного повітря. Після заходу сонця проводиться перемикання потоків циркуляції теплоносія. При цьому заслінка 9 закривається, і відкривається заслінка 10. Атмосферне повітря вентилятором 3 подається в тепловий акумулятор 2, де нагрівається, сприймаючи теплоту фазового переходу ТАМ. Після цього нагріте повітря проходить послідовно через сушильну камеру, рекуперативний теплообмінник і викидається в атмосферу.

При необхідності установка може працювати в режимі акумулювання теплової енергії.

При застосуванні схеми сонячної сушарки з акумулятором теплової енергії (рис. 2) за рахунок неперервного зневоднення матеріалу криві кінетики сушіння матимуть вигляд, зображений на рис. 3. Застосування даної схеми дає можливість скоротити тривалість сушіння майже у 1,5 – 1,7 рази, а за рахунок безперервного процесу продукт, що висушується, не псується і якість його не погіршується.

У діапазоні температур фазових переходів 50 – 80 °С відомо досить багато речовин, які забезпечують дану температуру акумуляції. Це такі матеріали, як кристалогідрати неорганічних солей та різні органічні сполуки (парафіни, жирні кислоти та ін.) Кристалогідрати мають відносно високі значення питомої теплоти плавлення, проте їхнім головним недоліком є нестабільність механічних властивостей при багатократних циклах плавлення – кристалізації. Фазові переходи плавлення – кристалізації відбуваються з переохолодженням, спостерігається розділення фаз, у зв'язку з чим кристалогідрати мають невеликий ресурс роботи.

Оскільки тепловий акумулятор в даному випадку використовується в процесі сушіння харчових продуктів, перспективними робочими тілами для теплових акумуляторів є органічні матеріали, які хімічно нешкідливі для цього процесу. Використання цих матеріалів забезпечує високу густину акумуляції енергії, перехід плавлення – кристалізації відбувається без переохолодження. Основним недоліком ТАМ на основі органічних сполук є їхня висока вартість, так як такі матеріали промислово виробляються в основному з високим ступенем очищення.

З метою здешевлення теплових акумуляторів на фазовому переході нами вивчена можливість застосування як ТАМ модельних сумішей на основі органічних сполук, що застосовуються у ливарному виробництві. Ці суміші промислово випускаються у великих обсягах і відносно недорогі. Для вивчення теплофізичних властивостей цих матеріалів з точки зору теплоакумуляційних властивостей і стабільності при багатократних циклах плавлення – кристалізації проведені дослідження фазових переходів ряду композицій за допомогою диференціального скануючого мікрокалориметра.

Запечатані в герметичні контейнери алюмінієві зразки поміщалися у вимірювальний блок мікрокалориметра і охолоджувалися до +5 °С. Після ізотермічної витримки ТАМ були піддані послідовно нагріванню і охолодженню зі швидкістю 4 К/хв в інтервалі температур від +5 до +115 °С. Отримані ДСК – криві були оброблені за допомогою прикладної комп'ютерної програми, в результаті чого встановлено температури і теплоти фазових переходів, а також одержані ентальпії плавлення і кристалізації ТАМ.

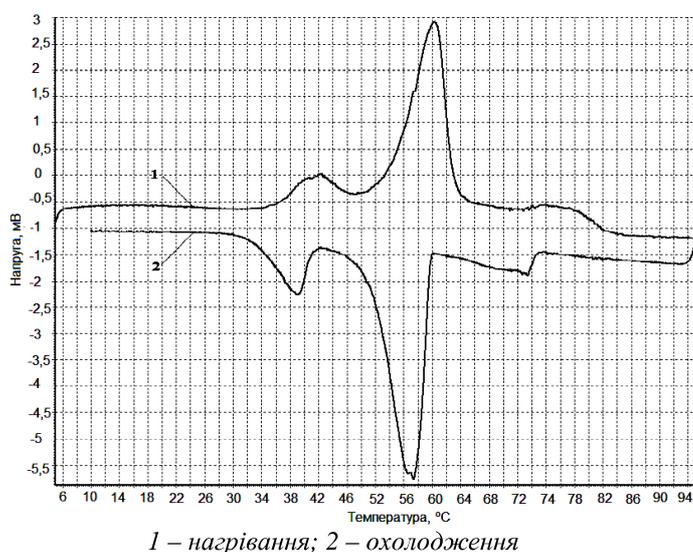


Рис. 4 – ДСК-криві композиції ТАМ

На рис. 4 подані ДСК – криві нагрівання та охолодження ТАМ на прикладі однієї з органічних композицій. Криві мають три піки плавлення, що свідчить про наявність у суміші трьох компонентів. Плавлення відбувається в інтервалі температур від 32 до 85 °С, а кристалізація — від 73 до 30 °С. Ентальпія плавлення склала 170,3 кДж/кг, а ентальпія кристалізації — 152,1 кДж/кг. Ентальпія кристалізації за абсолютною величиною менше ентальпії плавлення, що є наслідком незавершеності процесу кристалізації за період охолодження.

Досліджено кілька модельних сумішей різного складу. Температурні інтервали плавлення і кристалізації досліджених сумішей ТАМ знаходяться в діапазоні 30 – 103 °С і 93 – 28 °С, відповідно.

Ентальпія плавлення змінювалася в межах від 140,7 до 174,1 кДж/кг, а ентальпія кристалізації — від 88,7 до 164,4 кДж/кг. При охолодженні для всіх сумішей ТАМ кристалізації передувало невелике переохолодження.

Висновки

Результати калориметричних досліджень показали, що розглянуті теплоакumuлюючі матеріали мають питомі теплоти плавлення на рівні з чистими органічними сполуками і можуть застосовуватися в системах акумулювання теплової енергії, зокрема в схемі сонячної сушарки з теплоакumuлятором.

Література

1. Воскобойников В.А., Гуляев В.Н., Кац З.А., Попов О.А. Сушеные овощи и фрукты. – М.: Пищевая промышленность. – 1980. – 192 с.
2. İnci Türk Toğrul, Dursun Pehlivan. Mathematical modelling of solar drying of apricots in thin layers // Journal of Food Engineering. – Vol. 55. – 2002. p. 209–216.
3. Корінчевська Т.В. Перспективні методи акумулювання теплової енергії // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій, Мін. Освіти і науки України. – Одеса: 2010. – Вип. 37. – С. 236 – 241.

УДК 064.723.621.783.2-523.2

К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В НЕПОДВИЖНОМ СЛОЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ПОДВОДАХ ЭНЕРГИИ

Календерьян В.А., д.т.н. проф., Бошкова И.Л., к.т.н. доц., Волгушева Н.В., к.т.н. ассистент,
Дементьева Т.Ю., аспирантка
Одесская государственная академия холода, г. Одесса

Анализируются результаты экспериментальных исследований сушки плотного слоя зернового материала при различных способах подвода теплоты. Определено, что наиболее эффективным является одновременный МВ-конвективный подвод энергии. Проанализировано влияние скорости продуваемого воздуха и его температуры на скорость сушки. Из данных опытов получена обобщающая зависимость для расчета скорости микроволново-конвективной сушки, учитывающая влияние скорости фильтрации и температуры воздуха.

Ключевые слова: сушка, зерновые, экспериментальные данные, микроволновой нагрев, эффективность.

Современная практика создания нового оборудования, в частности, для микроволновой сушки, показывает, что без предварительного исследования кинетики процесса желаемого результата добиться невозможно. Основой для конструирования новых установок являются зависимости для расчета скорости сушки дисперсного материала, а также экспериментально определенные требования к геометрическим характеристикам слоя и режимным параметрам процесса и условиям, при которых будет целесообразно применение того или иного способа сушки.

К наиболее важным современным работам, которые относятся к области организации сушки с использованием микроволновой техники относятся [1-9]. В [6] отмечается, что микроволновые технологии относятся к разряду энергосберегающих в силу их естественной специфики, однако для создания действующего оборудования необходимо проведение комплексных исследований, целью которых является определение условий процесса, при которых будет достигаться равномерность поля внутри камеры, безаварийность и безопасность работы, а также регулируемость обработки материала. Особое внимание уделяется принципам построения узлов камер микроволнового нагрева и результатам экспериментальных измерений их характеристик. В [7] приводятся данные по методам определения диэлектрических характеристик материалов, расчета теплового эффекта, а также схемные решения микроволновых сушилок. В предлагаемых устройствах сушка осуществляется в кипящем слое. Авторы [7,8] отмечают, что сушку в микроволновом поле целесообразно вести при значениях влагосодержания на уровне 20 %, что соответствует влагосодержанию зерновых культур на входе в сушильный аппарат. Несмотря на то, что существовал ряд нерешенных вопросов, связанных с особенностями процессов взаимодействия дисперс-