

Тойбазар Д.М.,¹ докторант,
Дауренова И.М.,² докторант,
Сапаргали А.Ж.,¹ докторант,
Ниязбаев А.К.,² Ph.D.

¹ НАО «Алматинский университет энергетики и связи
имени Г. Даукеева, г. Алматы, Республика Казахстан

² НАО «Казахский национальный аграрный исследовательский
университет», г. Алматы, Республика Казахстан

ГЕЛИОСУШИЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СУШКИ ПЕРГИ В СОТАХ

Аннотация. В настоящем исследовании представлена принцип работы солнечной сушилки, предназначенной для эффективного удаления влаги из перги в сотах. Сушилка представляет собой экологичное и эффективное решение, сочетающее традиционные методы с современными «зелёными» технологиями. Устройство использует солнечную энергию и мягкую принудительную вентиляцию для щадящей сушки перги непосредственно в сотах, сохраняя её природные свойства. Система воздушных коллекторов и энергоэффективных вентиляторов обеспечивает равномерное высушивание без применения искусственного нагрева. Эта технология особенно актуальна для пасек, ориентированных на устойчивое развитие и натуральную переработку продукции. Солнечная сушилка превращает избыточное тепло солнца в стабильный источник дохода, позволяя производить высококачественную пергу при минимальных затратах.

Abstract. This study presents the principle of operation of a solar dryer designed to effectively remove moisture from the parchment in the honeycomb. The dryer is an eco-friendly and efficient solution combining traditional methods with modern "green" technologies. The device uses solar energy and gentle forced ventilation to gently dry the parchment directly in the honeycomb, preserving its natural properties. The system of air collectors and energy-efficient fans ensures uniform drying without the use of artificial heating. This technology is especially relevant for apiaries focused on sustainable development and natural processing of products. The solar dryer turns the excess heat of the sun into a stable source of income, allowing the production of high-quality parchment at minimal cost.

Ключевые слова: сушильная установка, перга, перговые соты, солнце, солнечная панель.

Keywords: drying plant, parchment, parchment combs, sun, solar panel.

Перга, или «пчелиный хлеб», – один из самых ценных продуктов пчеловодства, обладающий высоким содержанием белка, аминокислот, ферментов и витаминов. Образованная в результате естественной ферментации пыльцы в сотах под воздействием молочнокислых бактерий, перга представляет собой биологически активное вещество, широко применяемое в медицине, диетологии и косметологии. Однако, несмотря на её уникальные

свойства, перга крайне чувствительна к условиям хранения и требует своевременной и аккуратной сушки для предотвращения порчи и потери ценных компонентов [1,2].

Традиционно сушка перги производилась трудоемкими и не всегда эффективными способами, зачастую с риском перегрева или пересушивания продукта. В условиях роста интереса к натуральным и функциональным продуктам, а также стремления к экологичным методам переработки, особенно актуальной становится технология щадящей сушки перги прямо в сотах. Такой подход позволяет сохранить её природную структуру и биоактивность, минимизировать потери и облегчить дальнейшее хранение и реализацию [2].

В Республике Казахстан производство продуктов пчеловодства, в частности перги, получаемой путем переработки пчелиных сотов, в основном осуществляется в полевых условиях. Это связано с тем, что пасеки, как правило, расположены в достаточными кормовыми ресурсами для пчел [2, 3].

Разработка и применение солнечных сушилок нового поколения предоставляет пасечникам доступное и устойчивое решение, сочетающее низкие энергетические затраты, экологичность и высокое качество конечного продукта. Настоящая работа посвящена созданию и обоснованию технологии сушки перговых сот с использованием энергии солнца и маломощной вентиляции, как эффективного инструмента для переработки и сохранения ценного пчелопродукта [3].

Сушка перги представляет собой важный этап в технологии её заготовки, направленный на продление срока хранения и стабилизацию биохимического состава. В естественном виде перга содержит от 20 до 30% влаги, что делает её уязвимой к микробиологической порче, плесневению и ферментативным изменениям. Снижение влажности до уровня 8–10% позволяет остановить нежелательные биохимические процессы и сохранить продукт без консервантов.

Наиболее эффективным считается мягкий режим сушки в диапазоне температур от 40 до 42,5 °С, при котором удастся сохранить витамины (особенно группы В, Е, С), ферменты и аминокислоты, чувствительные к перегреву. Более высокие температуры (свыше 45 °С) могут привести к разрушению биологически активных веществ, ухудшению вкуса и снижению усвояемости продукта.

Сушка перги при контролируемой температуре:

- а) снижает активность ферментов, предотвращая самопереваривание продукта;
- б) обеспечивает микробиологическую стабильность, исключая рост плесневых грибов и дрожжей;
- в) сохраняет органолептические свойства – вкус, аромат и цвет;
- г) существенно продлевает срок хранения – при герметичной упаковке высушенная перга может храниться до 12 месяцев без потери качества.

При сушке важно также контролировать влажность воздуха и обеспечивать непрерывный воздухообмен, чтобы избежать локального переувлажнения и обеспечить равномерное удаление влаги. В естественных условиях (при солнечной сушке) продолжительность процесса составляет от 3 до 5 суток в зависимости от климатических условий и плотности размещения продукта [3,4,5].

Таким образом, правильно проведенная сушка – ключевой фактор в получении качественной, стабильной и безопасной для хранения перги.

Разработанная солнечная сушилка (рисунок 1) работает исключительно на солнечной энергии. Нагрев воздуха осуществляется с помощью поддонов солнечных коллекторов (5), расположенных вдоль трех сторон нижнего периметра, а над ними расположена дополнительная солнечная панель (6) для преобразования солнечной энергии в электрическую. Это электричество питает как аккумуляторную батарею, так и вентилятор, который расположен на верхней части улья для удаления отработанного сушильного агента из камеры. Вентиляторный блок состоит из девяти вентиляторов, которые работают по заранее заданной программе, динамически регулируя скорость вращения в зависимости от температуры воздуха на входе в камеру, регулируемой регулятором температуры (4). Когда температура воздуха превышает 40 °С, количество активных вентиляторов увеличивается, тем самым улучшая воздушный поток. И наоборот, при понижении температуры количество работающих вентиляторов уменьшается для поддержания требуемых условий сушки. Если требуется непрерывная вытяжка воздуха – например во экспериментальных исследованиях или при сушке материалов высокой влажностью, – режим работы можно настроить, перенастроив программу управления.

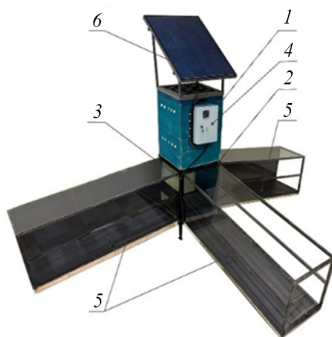


Рисунок 1 – Солнечная сушилка

1 – корпус улья; 2 – платформа; 3 – рама; 4 – регуляторы температуры;
5 – солнечные коллекторы; 6 – солнечная панель

Солнечная панель (1) генерирует электрический ток постоянного напряжения (DC) под воздействием солнечного излучения. Контроллер заряда (2) регулирует подачу энергии от солнечной панели в аккумулятор (4) и к нагрузкам. Он защищает аккумулятор (4) от перезаряда и глубокого разряда, а также стабилизирует напряжение. Термоконтроллеры (3) измеряют температуру в различных зонах сушильной камеры и управляют включением или отключением вентиляторов в зависимости от заданных параметров. Каждый термоконтроллер подключен к своей группе вентиляторов. Аккумулятор 12В, 100 А·ч (4) служит для накопления энергии, обеспечивая работу вентиляторов и контроллеров в пасмурную погоду и ночью. Он также стабилизирует питание всей системы. Вентиляторы (5) обеспечивают циркуляцию теплого воздуха внутри сушильной камеры. Они включаются автоматически при достижении заданной температуры, обеспечивая равномерное распределение тепла и эффективную сушку.

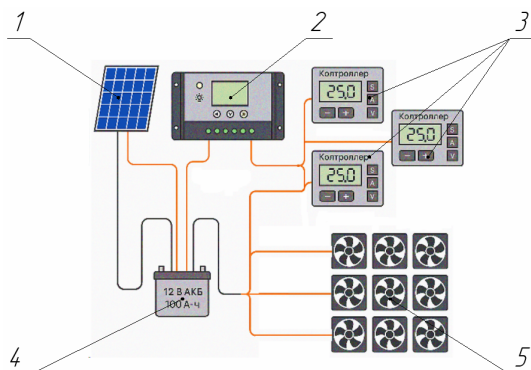


Рисунок 2 – Схема электропитания гелиосушилки для сушки перги в сотах
 1 – солнечная панель; 2 – контроллер заряда солнечной батареи;
 3 – контроллеры температуры; 4 – аккумулятор; 5 – вентиляторы

Система обеспечивает автономное электропитание сушильной камеры за счет солнечной энергии. Температурные контроллеры автоматически регулируют работу вентиляторов, обеспечивая стабильный температурный режим, необходимый для качественной сушки перговых сотов.

Разработанная солнечная сушилка демонстрирует высокую степень автономности и адаптивности за счёт эффективного использования солнечной энергии как для нагрева воздуха, так и для питания системы вентиляции. Интеграция интеллектуального управления вентиляторным блоком позволяет динамически регулировать параметры воздушного

потока в зависимости от текущих условий, обеспечивая стабильный режим сушки. Такая конструкция не только повышает энергоэффективность процесса, но и расширяет возможности применения устройства для различных задач — от научных исследований до практического использования на пасеке.

Список использованной литературы

1. Кривцов, Н. И. Пчеловодство / Н. И. Кривоцов, В. И. Лебедев, Г. М. Туников – М.: Колос, 1999. – 399 с.
2. Комиссар, А. Д. Перга – новый продукт пчеловодства / А. Д. Комиссар, Г. А. Миронов // Пчеловодство. – 1993. – № 3. – С. 42.
3. Космович, Е. К. Перга из выбракованных сотов / Е.К. Космович. // Пчеловодство. – 1981. – № 4–5. – С. 43.
4. Чудаков, В. Г. Технология продуктов пчеловодства / В. Г. Чудаков. – М.: Колос, 1979. – 160 с.
5. Дауренова, И. М. Тойбазар, Д. М. Сапаргали, А. Ж. Хазимов, М. Ж.; Касымбаев, Б. М. Чандра, Б. Г. Эффективная технология и средства переработки пчелиных сотов на пергу и восковое сырье в Казахстане. «Исследования, результаты» 2024, 2, 523-534.

Summary. The developed solar dryer demonstrates a high degree of autonomy and adaptability due to the efficient use of solar energy both for heating the air and for powering the ventilation system. The integration of intelligent control of the fan unit allows dynamic adjustment of the air flow parameters depending on the current conditions, ensuring a stable drying mode. This design not only increases the energy efficiency of the process, but also expands the possibilities of using the device for various tasks - from scientific research to practical use in the apiary.

УДК 621.791.92 : 621.81

Афанасенко Д.Е., аспирант;

Косак А.А., магистрант;

Миранович А.В., кандидат технических наук, доцент

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ С ПНЕВМОВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Аннотация В работе выполнена многопараметрическая оптимизация совмещенной комбинированной обработки магнитно-электрического упрочнения с пневмовибродинамической обработкой деталей погружных электронасосов.