

Sistema automático de deshidratación solar de doble pared y doble cámara

Descripción

Sector Tecnológico

La presente invención se relaciona con el sector de la Ingeniería mecánica, específicamente con aplicaciones energéticas y más específicamente con el campo de la deshidratación solar en cualquier industria donde se necesiten etapas de secado, como la industria de alimentos, de producción de abonos orgánicos o de secado de residuos orgánicos húmedos, entre otras.

La presente invención corresponde al desarrollo de un sistema automático de deshidratación solar de doble pared y doble cámara.

Estado del Arte Previo

La deshidratación es una técnica ampliamente aplicada en distintos tipos de industrias, como la industria de alimentos, en la producción de abonos orgánicos, secado de residuos, etc. Particularmente, los procesos de deshidratación llevados a cabo a pequeña y gran escala implican un gran consumo de energía. Además, el tiempo requerido por procesos tradicionales, como el método de deshidratación mediante marquesina, es muy elevado y requiere de supervisión permanente, lo que ocasionan aumentos en los costos de operación, retrasos en la comercialización y demoras en los procesos. La necesidad de un sistema automático de deshidratación, que reduzca el consumo energético y los tiempos de operación se constituye como una realidad en la práctica, especialmente a la luz de las problemáticas medioambientales de la actualidad.

Por consiguiente, se ha dado paso al desarrollo de sistemas para la deshidratación solar de material vegetal, así como en la patente **CN104896885** que se refiere a un invernadero de secado solar con medios de control electrónico y cámaras de secado independientes. El sistema utiliza energía solar como fuente de calor para el secado, posee medios de control electrónicos y sensores de humedad y temperatura que ayudan a monitorear el proceso. Sin embargo, el sistema también incluye fuentes adicionales de calor, por lo cual no es completamente autónomo. Además, no posee bandejas de posicionamiento para disponer el material de secado, ni almacena la energía solar de ninguna forma.

Igualmente, se han desarrollado otros sistemas para el secado de elementos vegetales como el divulgado en la patente **CN104544535**, en que se aplica en la curación del tabaco amarillo mediante la exposición y aprovechamiento del sol. El desarrollo comprende un soporte de movimiento vertical para el secado y doblado de las hojas de tabaco. Además, utiliza energía solar dentro de un invernadero para la deshidratación de las hojas de tabaco. El sistema de movimiento vertical permite aumentar la capacidad de secado por unidad de área, y también hace el proceso más eficiente en términos de temperatura. Sin embargo, este dispositivo está diseñado exclusivamente para el secado y curado de tabaco, y su aplicación en otras industrias no está contemplado. Además, no incluye sensores de humedad y/o temperatura, por lo cual el control de estos parámetros cruciales no es preciso.

Finalmente, en sistemas como el de la patente **US 5974957 A**, se desarrolló un invernadero con sistema de rotación para la deshidratación de comida exclusivamente. El sistema, al igual que los anteriores, dispone energía solar para el proceso de secado. Además, consiste en un invernadero que posee un mecanismo de movimiento para la ubicación del material de secado. La circulación de aire se realiza con respecto al mecanismo rotativo de secado de la comida. Sin embargo, aunque el sistema posee un termostato, carece de sensores de humedad.

Los sistemas de deshidratación divulgados no almacenan en ningún caso la energía solar de ninguna forma, por lo cual el aprovechamiento de la energía es incompleto. En los casos de los invernaderos, se trata de espacios de cámara sencilla, con una sola capa aislante, y no entregan ninguna mejora al método tradicional de secado por invernadero en este aspecto. No existe ninguna invención que entregue sistemas novedosos en cuanto a la disposición del invernadero y sus capas aislantes, a la manera de disponer y circular el material de secado, al control de las variables de interés, ni al aprovechamiento eficiente de la energía solar.

Descripción de la Invención

La presente invención se refiere al desarrollo de un sistema automático de deshidratación solar de doble pared y doble cámara que se caracteriza porque comprende un conjunto de almacenamiento y calentamiento de aire con un diseño estructural que permite un mejor aislamiento externo y control de las condiciones de humedad y temperatura al interior, al igual que un incremento en el área de secado.

El sistema de la presente invención comprende, por un lado, una estructura de doble pared y doble cámara en un material de alta densidad, que conforma el conjunto de almacenamiento y calentamiento de aire; y, por otro lado, incluye un mecanismo de control de temperatura asociado a un conjunto de camas de posicionamiento vertical móvil o estático, disposición que aumenta el área de secado. Asimismo, cuenta con un subsistema de control embebido, que incluye al menos una tarjeta electrónica conectada a unos sensores de humedad y temperatura. Además, de un conjunto de relés asociado a un mecanismo de ventilación y su respectivo subsistema de control. Finalmente, el sistema comprende un conjunto de almacenamiento y conversión de energía, con al menos un panel solar, al menos un regulador de carga, al menos una batería y al menos un convertidor DC/AC.

Particularmente, el mecanismo de control de temperatura incluye o acopla subsistemas automatizados que evacúan la humedad y controlan las variables de temperatura, humedad y flujo de aire. El sistema desarrollado por la presente invención reduce en un 30% el tiempo de secado en comparación a sistemas tradicionales y mantiene las características organolépticas requeridas por el mercado. El sistema de la presente invención incluye un conjunto de elementos que entrega mejoras en cuanto al método tradicional de secado por invernadero de una sola cámara, al sistema de distribución y movimiento del material de secado, al control automatizado del dispositivo y al aprovechamiento de la energía solar. De esta manera se da solución al problema técnico actual y se mejora la eficiencia en el consumo energético requerido en el proceso.

Descripción de las figuras

Figura 1. Vista externa de la invención con detalle de la cámara de precalentamiento (1), cámara de secado (2), ventiladores superiores de intercambio de aire entre las cámaras y el exterior (3), ventiladores inferiores en ductos de aire (4) y ductos de aire (5).

Figura 2. Vista del subsistema de camas de movimiento vertical al interior de la estructura de la figura 1 o cámara de secado (2) con detalle de motores lineales de carga vertical (6), estructura externa de guía, soporte y evacuación de humedad (7), camas contenedoras (8) y un mecanismo de ventilación paralela a las camas (9).

Figura 3. Variación del peso en gramos de muestra de *Mentha spp.* a través del tiempo secada en el sistema de la presente invención.

Figura 4. Variación de humedad en porcentaje a través del tiempo con el sistema de la presente invención.

Figura 5. Variación de temperatura en grados Celsius a través del tiempo con el sistema de la presente invención.

Descripción detallada

La presente invención se refiere al desarrollo de un sistema automático de deshidratación solar de doble pared y doble cámara que se caracteriza porque comprende un conjunto de almacenamiento y calentamiento de aire con un diseño estructural que conlleva a un mejor aislamiento externo y control de las condiciones de humedad y temperatura al interior, al igual que un incremento en el área de secado.

En el aspecto más general de la invención, el sistema automático de deshidratación solar de doble pared y doble cámara comprende un conjunto de almacenamiento y calentamiento, conformado por una estructura externa construida con polietileno transparente (1) y una estructura interna construida con polietileno negro (2), al interior de esta última estructura (figura 2) se tiene, un mecanismo de control de temperatura, asociado a un conjunto de camas de posicionamiento vertical con un subsistema de control embebido que comprende también un mecanismo de control electrónico y un conjunto de sensores y otro de relés adecuados en un solo gabinete (10), que alberga además unos medios de control de ventilación para la evacuación del aire húmedo desde la cámara interna hacia el exterior (3), el intercambio o circulación de aire entre cámaras (4) y la ventilación paralela a las camas para evacuar la humedad cercana al material vegetal (9). En este aspecto general de la presente invención, el sistema de deshidratación solar comprende una estructura externa (Figura 1), un subsistema de camas de posicionamiento vertical (Figura 2), un mecanismo de actuación electrónica para el control de temperatura y un conjunto de almacenamiento, conversión de energía y recirculación de aire controlado también mediante el mismo sistema electrónico todo concentrado en un gabinete (10).

En este mismo aspecto de la invención, la estructura externa está compuesta por una doble pared y doble cámara, una cámara externa o de precalentamiento (1), y una cámara interna o de secado (2). Esta estructura conforma un conjunto de almacenamiento y calentamiento de aire. Particularmente, la cámara de precalentamiento (1) adquiere mediante efecto invernadero, una ganancia de temperatura que le permite mediante ductos de aire (5) y ventiladores inferiores (4) suministrar este excedente térmico a la cámara interna o de secado (2) en la cual se encuentran las camas móviles (8) que conforman el conjunto de camas.

Más particularmente, la estructura externa que comprende el sistema de la invención se conforma por un material aislante de alta densidad, que atrapa el calor al interior de las cámaras. En este aspecto particular de la invención, este material de alta densidad comprende, entre otros, que son polímeros de alta densidad, que corresponden con materias sintéticas, compuestas por moléculas orgánicas con un elevado peso molecular. Son materiales termoplásticos y ligeros, de fácil transporte y manipulación.

En otro aspecto de la invención, el conjunto de camas de posicionamiento vertical puede ser móvil o estático, y conforma un mecanismo de control de temperatura ya que, al interior de la cámara de secado, se presentan unos niveles térmicos que varían de acuerdo a la hora del día o a la radiación solar en cada instante y a la temperatura almacenada en la cámara intermedia. La cama móvil se localiza y/o moviliza en el nivel térmico que mejor se ajusta a una temperatura deseada.

En este mismo aspecto de la invención, el conjunto de camas de posicionamiento vertical está compuesto por unos motores lineales de carga vertical (6), una estructura externa de guía, soporte y evacuación de humedad (7), una serie de camas contenedoras (8) y un mecanismo de ventilación paralela a las camas (9). El conjunto de camas de posicionamiento vertical comprende al menos 12 camas móviles controladas por paquetes de hasta 3 camas, un subsistema electrónico albergado en un gabinete (10) que gobierna todos los actuadores lineales y adquiere las señales de los sensores para ser procesadas y tomar la decisión de control adecuada.

En este aspecto de la invención, un subsistema electrónico contenido en un gabinete (10) gobernado por un sistema de control embebido incluye al menos una tarjeta electrónica conectada a sensores de humedad y temperatura, y un conjunto de relés asociado a otros medios de control de ventilación.

que evacúan el aire de la cámara de precalentamiento a la cámara de secado y al exterior, la humedad extraída a las plantas. Dichos medios de control de ventilación, operan los ventiladores superiores (3) de intercambio entre las cámaras (1, 2) y el exterior; los ventiladores inferiores (4) de intercambio entre la cámara de precalentamiento (1) y la de secado (2); y un mecanismo de ventilación paralela a las camas (9).

En este mismo aspecto de la invención, el conjunto de almacenamiento y conversión de energía comprende al menos un panel solar, al menos un regulador de carga para cargar la batería o para alimentar los motores DC de las camas móviles, al menos una batería y al menos un convertidor DC/AC que permite alimentar los motores de corriente alterna para el sistema de ventilación.

En el mismo aspecto de la invención, el sistema automático de deshidratación solar cuenta con una serie de ventiladores (3, 4, 9) y ductos de aire (5) que generan un flujo de aire en varios niveles: un mecanismo de ventilación paralela a las camas (9) generan flujo al interior de la cámara de secado; los ventiladores inferiores (4) generan flujo entre la cámara de precalentamiento (1) y la cámara de secado (2); y los ventiladores superiores (3) generan flujo entre las cámaras (1, 2) y el exterior. Particularmente, todos dependen del nivel de humedad al interior de acuerdo a los sensores instalados en el sistema y controlado mediante los medios de control de ventilación.

En otro aspecto de la invención, el sistema mide la humedad y temperatura en el interior, cámara intermedia y el exterior y activa todos los mecanismos de ventilación (3),(4) y (9) de acuerdo al nivel de humedad cercano a las plantas, en la cámara interna, cámara intermedia y exterior del sistema, ya que la temperatura se controla mediante el movimiento vertical de las camas, los ductos permiten una conexión entre la cámara intermedia y el inferior de la cámara interna para inyectar más aire seco en la parte inferior. Particularmente, en horas finales del día, se activa el sistema de ventiladores inferiores (4) y ductos de aire (5) entre la cámara de secado (2) y la de precalentamiento (1). En el día, siempre y cuando la humedad en el exterior sea menor a la presente en la cámara interna e intermedia, se activa el sistema de ventiladores superiores (3) y ductos de aire (5) hacia el exterior. Un mecanismo de ventilación paralela a las camas (9), se activan en forma periódica especialmente al inicio del proceso de deshidratación que es cuando más humedad se extrae al producto.

Modalidades preferidas

En el aspecto preferido de la invención, el sistema de deshidratación solar conforma una estructura externa, que está compuesta por una doble pared de polímero de plástico de alta densidad. Esta estructura alberga el conjunto de almacenamiento y calentamiento, el mecanismo de control de temperatura y el conjunto de camas.

En este mismo aspecto preferido de la invención, el polímero de plástico de alta densidad que compone la estructura externa e interna puede ser un polietileno (PE) de alta densidad (PEAD) de color transparente y negro respectivamente, o para ambas estructuras un polímero de policloruro de vinilo (PVC).

En este mismo aspecto de la invención, la tarjeta del subsistema de control embebido es una tarjeta arduino Leonardo con protección para medición de humedad, temperatura, y peso, registro de tiempo y almacenamiento de memoria en una memoria tipo SD.

En este mismo aspecto de la invención, para los ventiladores (4) de los ductos (5) y los ventiladores (9) de las camas móviles (8) se prefieren ventiladores axiales de al menos 20 vatios. Para los ventiladores de la parte superior del sistema (3), de intercambio entre las cámaras (1, 2) y el exterior, se prefieren ventiladores de al menos 60 vatios.

En este mismo aspecto, las camas móviles (8) emplean preferiblemente motores lineales (6) de 12v con longitud de carrera mayor o igual a 50cm y carga en movimiento superior a 50kg.

En este mismo aspecto de la invención, el mecanismo de ventilación paralela a las camas (9) corresponde con ventiladores.

Ejemplos

Prueba del sistema de deshidratación solar con material vegetal

La primera prueba que se diseñó consistió en llevar a cabo una deshidratación de material vegetal con el sistema de deshidratación solar. En primer lugar, se realizó la

calibración del sistema de pesaje mediante la medición de cargas de peso conocido, como las camas o celdas de carga (5Kg c/u). Una vez se calibró el sistema de pesaje, se llevó a cabo una medición inicial de las celdas cargadas con 30Kg material vegetal, que en este caso consistió en hojas de menta frescas. Se realizaron curvas de peso (Figura 3), humedad (Figura 4) y temperatura (Figura 5) durante el proceso de secado.

Se alcanzó una pérdida de peso total de 5Kg al transcurso de 4 días. La literatura reporta que con los sistemas tradicionales se han alcanzado pérdidas de peso en la menta en una relación similar (5:1) al transcurso de 5 días. La presente invención entrega por lo tanto una mejora del 30% en el tiempo de secado.