

## **BAÑO DE HIELO**

Esta invención se relaciona con un baño de hielo.

Para suministrar líquido enfriado, tal como agua fría, se utilizan muchos métodos diferentes para enfriar el agua recibida desde una fuente externa antes de dispensarla. Estos métodos pueden incluir sistemas de tanques fríos en los que el agua de un suministro se almacena en un tanque frío, alrededor del cual se envuelven una cantidad de serpentinas de refrigeración. Las serpentinas de refrigeración dentro del tanque se enfrían por medio de un compresor mecánico y un sistema condensador para de ese modo enfriar el agua que se va a dispensar.

En otro tipo de sistema, se utiliza un sistema de enfriamiento directo o serpentina interna en el cual las serpentinas de refrigeración se colocan dentro del tanque de enfriamiento en contacto directo con el agua que se va a enfriar. Esto hace que el sistema de enfriamiento sea más eficiente pero su producción es más costosa.

Una variación adicional es utilizar un sistema de baño de hielo (también conocido como sistema de banco de hielo). Un sistema de baño de hielo tiene un recipiente con una serie de tuberías que corren a través del recipiente que llevan un líquido que se debe enfriar y medios de conversión de un líquido a hielo en el recipiente. El líquido que se va a dispensar corre a través de las tuberías dentro del baño de hielo y entonces el líquido que se va a dispensar no entra en contacto con el hielo o el agua dentro del recipiente. El hielo formado en el recipiente sirve como un depósito de refrigeración de modo que a medida que se transfiere calor desde la tubería de refrigeración de líquido, el

hielo se derrite, en general, manteniendo constante la temperatura del baño de hielo.

Un sistema de baño de hielo comprende en general un recipiente, una serpentina de refrigeración (que en general está dispuesta dentro del recipiente, usualmente hacia la superficie interna de la pared externa del recipiente) y una serpentina de tubería (usualmente de acero inoxidable o algún otro material que se puede utilizar para sostener material de grado tres) en general dispuestos dentro del recipiente. Esta tubería lleva el líquido que se va a enfriar. En general, en muchas aplicaciones, el mismo puede ser agua o agua carbonatada.

También se provee un agitador para lograr la agitación del agua helada a fin de mantener su temperatura constante.

Cuando el sistema de refrigeración está en funcionamiento, el mismo opera para hacer que se forme hielo alrededor de las serpentinas de refrigeración y el hielo rodea la tubería que retiene el agua que se va a dispensar. La cantidad de hielo creada en el baño requiere ser monitoreada o controlada. En general, la temperatura del baño como un todo se controla entre cantidades fijas, por ejemplo, entre 0 y 1 °C y con frecuencia es importante que el hielo creado en el baño no se extienda tanto como para hacer contacto físico o rodear las tuberías que transportan el líquido que se va a enfriar y dispensar, ya que esto puede causar que las tuberías se congelen, bloqueen o rompan. Por lo tanto, se requiere un medio de detección y monitoreo de la cantidad de hielo.

La presente invención surgió como un intento de proveer un sistema mejorado de monitoreo de hielo.

De acuerdo con la presente invención, en un primer aspecto se provee un baño de hielo que comprende un recipiente, una serpentina de refrigeración que hace que el líquido en el recipiente se convierta en hielo, una tubería de transporte del líquido que se va a dispensar para ser enfriado por el baño de hielo y al menos tres sondas conductoras para medir el espesor del hielo, en donde las sondas conductoras se proveen entre la serpentina de refrigeración y la tubería de transporte del líquido que se va a dispensar de tal modo que una primera de las sondas conductoras se provee más cerca de la serpentina de refrigeración que al menos una segunda y una tercera sonda conductora y por lo tanto dichas segunda y tercera sondas conductoras se proveen más cerca de la tubería que la primera sonda conductora.

Preferentemente, se proveen tres sondas conductoras, una de las cuales está más cerca del evaporador o serpentinas de refrigeración que las segunda y tercera sondas.

Preferentemente, las segunda y tercera sondas son equidistantes de la serpentina de refrigeración. También pueden ser equidistantes de la tubería. La tubería puede ser "paralela" a la serpentina de refrigeración en la región de las sondas.

Las sondas actúan conjuntamente para medir la conductancia del agua. Es bien sabido que la conductancia del agua cambia en función de si el agua está en estado líquido o sólido y por lo tanto mediante la determinación de la conductancia del agua entre las sondas, se puede determinar si el hielo ha alcanzado las respectivas sondas.

El aparato también incluye medios para medir la conductancia entre los respectivos pares de sondas, es decir, entre la primera y la segunda sonda, la primera y la tercera sonda y la segunda y la tercera sonda.

Las tres sondas se pueden operar en secuencia (es decir, de una manera tal que se pueda determinar la conductancia entre un par de sondas, luego entre un segundo par de sondas y luego entre un tercer par de sondas) en un ciclo controlado.

En un primer método de control durante un procedimiento de puesta en marcha, se hace funcionar a las serpentinas de refrigeración y se mide la corriente eléctrica que fluye entre un respectivo par de sondas. Se dispone de un controlador, por ejemplo, un microcontrolador, para utilizar los valores medidos de la corriente eléctrica a fin de determinar la conductancia entre cada par de sondas (primera y segunda, primera y tercera y segunda y tercera). A medida que se crea hielo, éste llega a la primera sonda y la presencia del hielo se detecta en la primera sonda (más cercana a las serpentinas de refrigeración) mediante el monitoreo de la conductancia entre las tres sondas. A medida que continúa el enfriamiento, el hielo eventualmente alcanza el espesor definido por las posiciones de las segunda y tercera sondas y esto se medirá por medio de la conductancia entre la primera y la segunda y la segunda y la tercera y la primera y la tercera sonda que son monitoreadas para así indicar que el agua ha cambiado de un estado líquido a sólido, lo que confirma que se ha acumulado hielo hasta al menos la extensión de las segunda y tercera sondas.

Una vez que el hielo se ha establecido, entonces las sondas conjuntamente continúan monitoreando la conductancia entre las mismas para monitorear el espesor del hielo durante el funcionamiento de la máquina.

En las formas de realización se pueden utilizar más de tres sondas conductoras. Se puede fijar un valor mínimo de hielo como el de un espesor que se extiende desde la serpentina de refrigeración a la primera sonda y se puede fijar un valor máximo de hielo en un nivel tal como el espesor de hielo que se extiende hacia ambas sondas, la segunda y la tercera. Preferentemente, se proveen medios para encender y apagar la refrigeración a fin de controlar el espesor del hielo para que se mantenga entre las cantidades mínima y máxima.

Dado que la conductancia del agua varía con la pureza del agua y por lo tanto con la cantidad de sólidos totales disueltos (TDS, total dissolved solids) dentro del agua, las tres sondas se pueden utilizar para monitorear el nivel de TDS del agua.

En general, las segunda y tercera sondas se proveerán a la misma distancia de la tubería de refrigeración de agua, de modo que las mediciones de la conductancia entre las segunda y tercera sonda se pueden utilizar para determinar que el hielo tiene el espesor apropiado.

En un aspecto adicional, la invención provee un método para medir la formación de hielo en un baño de hielo, como anteriormente, que comprende medir la conductancia entre la primera sonda y la segunda sonda, la primera sonda y la tercera sonda, y la segunda sonda y la tercera sonda por turnos y utilizar los valores de conductancia medidos para determinar cualquiera de: cuando el hielo ha alcanzado la primera sonda, cuando el hielo ha alcanzado

las segunda y tercera sondas, y cuando el hielo ha comenzado a disminuir en las segunda y tercera sondas y utilizar las mediciones para controlar el aparato que hace que se genere hielo.

Ahora se describirán a modo de ejemplo las formas de realización de la invención solamente con referencia a las figuras adjuntas en las que:

las Figuras 1 y 2 muestran baños de agua típicos,

la Figura 3 es una vista parcialmente recortada de un baño de agua con una disposición de sondas de espesor de hielo,

la Figura 4 muestra parte de la Figura 3 expandida,

la Figura 5 muestra una parte expandida de una parte superior de la Figura 3,

la Figura 6 muestra una parte recortada,

la Figura 7 muestra un detalle de una porción de la parte recortada, y

la Figura 8 muestra parte de una sonda conductora.

Con referencia a las Figuras 1 y 2, un sistema típico de baño de hielo incluye un recipiente o depósito 1 que típicamente es de material plástico o metálico. Una o más serpentinas de refrigeración se proveen dentro del recipiente, en general de modo relativamente cercano a la pared interna del recipiente y en general están enrolladas de manera vertical para cubrir la mayor parte de la altura del recipiente. Éstas reciben un líquido refrigerante (que no se muestra) a través de una entrada 2a y una salida (que no se muestra). Un líquido refrigerante apropiado se aplica a las serpentinas de refrigeración. Por otra parte, las serpentinas de refrigeración pueden ser conocidas como serpentinas del evaporador. Las serpentinas del evaporador y de refrigeración

y los líquidos apropiados son bien conocidos en muchos campos, tal como el de refrigeración.

En general, dentro del área definida por las serpentinas de refrigeración se encuentra una tubería en espiral de líquido bebible. La misma, al igual que las serpentinas de refrigeración, se puede enrollar varias veces para elevar la altura del recipiente y recibir el fluido que se va a dispensar (por ejemplo, agua) desde una entrada 5. Después de pasar a través de la tubería, el líquido pasa a través de la salida 6 hacia una salida dispensadora o grifo desde el cual se dispensará el agua u otro fluido enfriado. Típicamente, la entrada se provee en la parte más elevada de la tubería 4, y el agua a ser enfriada pasa alrededor de las serpentinas y hacia la parte inferior de la serpentina desde la que se eleva hacia la salida 6 para ser dispensada.

Dentro del recipiente se provee agua u otro líquido tal como etilenglicol, de modo que el refrigerante actúa sobre el mismo en la serpentina de refrigeración a fin de convertir el agua parcialmente en hielo y como la tubería de líquido bebible está contenida dentro del baño, esto afecta al agua helada que enfría el líquido dentro de la misma. Por lo tanto, cuando pasa a través de la tubería, el líquido se enfría, pero nunca entra en contacto con el agua u otro líquido que se utiliza para enfriarlo.

Se puede proveer un sensor de temperatura 7 para determinar la temperatura del agua/hielo dentro del recipiente. La figura también muestra unos sensores de nivel 8, 9 para el llenado automatizado del recipiente. Estos sensores detectan la presión del agua por cambios en la resistencia de alta (sin agua) a baja (sin agua). En cambio, se pueden utilizar otros sensores de nivel, tal como un interruptor de flotador. Por lo tanto, el agua u otro fluido que se

provee dentro de un recipiente y que se utiliza para formar el baño de hielo se puede mantener a un nivel constante mediante el monitoreo de un sensor de nivel que se activa para desconectar la válvula de un mecanismo de llenado cuando el recipiente está lleno. El baño de hielo puede incluir un impulsor 10 accionado por un accionador de motor eléctrico 11. El impulsor provoca la agitación del agua para asegurar que el agua se distribuya uniformemente y también para prevenir que se forme hielo donde no es necesario. Esto asegura que la temperatura a través de toda la extensión del baño de hielo permanece en general constante.

La Figura 2 muestra un baño de hielo similar, pero en este caso se provee un tanque de carbonatación 12. El agua dentro del tanque de carbonatación, que también tiene entradas y salidas, se hace carbonatada por medio del dióxido de carbono inyectado o de otra manera y se instala dentro del baño de hielo de modo de ser enfriada por el baño de hielo de manera que el usuario pueda seleccionar entre agua u otro líquido enfriado sin gas y con gas (carbonatada). La presente invención es igualmente aplicable a sistemas con gas o sin gas o unos que pueden selectivamente dispensar ambos.

Como se describió anteriormente, en tales baños de hielo el recipiente se llena con agua o quizás con otros líquidos de transferencia de calor, ya sea manual o automáticamente en un sistema que incluye sensores de nivel y una válvula. Tales sensores de nivel pueden ser electrónicos o mecánicos. Entonces se hace funcionar el sistema de refrigeración que hace que se forme hielo alrededor de las serpentinas de refrigeración en el caso del agua o que enfríe en general el líquido de transferencia de calor a una temperatura deseada. La cantidad de hielo creada en el baño se controla en general por

medio de, ya sea, un termostato mecánico o un termostato o sensor electrónico que se controlará entre valores mínimos y máximos que típicamente son entre 0 y 1 grado Celsius. Es importante que el hielo formado no rodee la tubería que transporta el líquido que se va a enfriar y dispensar, ya que esto puede causar que las tuberías se congelen y otros daños o que dispense con una calidad deficiente.

En unas formas de realización, esto se logra por medio de sondas de espesor de hielo y un ejemplo de esto se muestra en las Figuras 3 a 7. En cada figura se muestran tres sondas 20, 21 y 22. Como se muestra, cada sonda se extiende sustancialmente de manera vertical desde una posición en que está soportada por una tapa 24 del recipiente y se cuelga verticalmente hacia abajo. Cada sonda comprende un conductor central 25 instalado dentro de una cubierta coaxial 26, como se muestra en la Figura 8. El extremo más inferior 28 del conductor se extiende más allá de la parte más inferior 27 de la cubierta. En el extremo superior, el conductor también se proyecta más allá de la cubierta de recolección hacia un controlador (que no se muestra) que se utiliza para proveer corriente a las sondas y medir los resultados.

Como se muestra en las figuras, las sondas se instalan entre la tubería 4 y las serpentinas de refrigeración 2. También se instalan de tal manera que la sonda 20 está ubicada más cerca de la serpentina 2 que las otras sondas. Es decir, la distancia más cercana de la sonda 20 a la parte más próxima de las serpentinas de refrigeración 2 está más cerca que la distancia más próxima de cualquiera de las sondas 21 y 22 a las serpentinas de refrigeración 2. Las sondas 21 y 22 están, por lo tanto, instaladas más cerca que la sonda 20 de la tubería 4 para transportar el fluido a ser enfriado. En algunas formas de

realización, las sondas 21 y 22 están ambas separadas por la misma distancia de la tubería 4. En general, como se muestra, las serpentinas tendrán una forma sustancialmente rectangular con porciones rectas que corren junto con los bordes del recipiente rectangular y partes curvas en las serpentinas del recipiente. Las sondas en general se instalan a lo largo de uno de los bordes más largos de modo que la sonda 20 está más cerca de la serpentina de refrigeración 2 que las sondas 21 y 22 y las sondas 21 y 22 están equidistantes de la tubería 4 y también de la tubería 2.

La Figura 4 es una ampliación en comparación con la Figura 3 y muestra la disposición de las sondas más claramente. Las sondas están dispuestas de tal forma que los bordes inferiores expuestos 25a están a una distancia por encima del alojamiento, de manera que se puede medir la conductancia de agua/hielo en ese punto.

Por lo tanto, las respectivas sondas actúan como electrodos.

La Figura 5 muestra un detalle ampliado de la parte superior del conjunto de sondas que muestra claramente que la sonda 20 está más cerca del exterior del recipiente que las otras dos sondas.

La Figura 6 muestra una versión más recortada que ilustra un tanque de carbonatación 30. Éste se encuentra dentro de las tuberías de la serpentina 4.

Un agitador puede estar o no presente en las formas de realización de la invención.

La Figura 7 muestra una vista alternativa que muestra claramente las sondas que se encuentran entre las serpentinas de refrigeración 2 y la tubería para el líquido que se va a dispensar 4 con la sonda 20 más cerca de las serpentinas de refrigeración que las otras dos sondas.

Volviendo ahora al aparato en uso, en primer lugar, el recipiente se llena con agua u otro líquido congelable. Un refrigerante se suministra en el interior de las serpentinas de refrigeración/evaporación 2. Al comienzo de un ciclo de enfriamiento, cuando se desea crear hielo, se mide la conductancia del agua por medio de las tres sondas que trabajan en conjunto. La conductancia se mide entre la sonda 20 y la sonda 21, la sonda 20 y la sonda 22 y entre la sonda 21 y la sonda 22. Esto establece una conductancia de línea de base del agua y se realiza antes de que se forme hielo o al menos antes de que se forme cualquier hielo sustancial.

Los valores de conductancia se miden aplicando señales de tensión entre los respectivos pares de sondas por turnos y midiendo la atenuación de la señal. Por lo tanto, esto puede medir la conductancia del agua entre las partes expuestas de las sondas que variará a medida que el agua se convierte en hielo. Típicamente, las sondas se pueden alimentar con una señal de corriente continua y son alimentadas alternativamente, de modo que se puede determinar la conductancia relativa de una a la otra y entre diferentes pares, por ejemplo, en primer lugar la conductancia entre las sondas 20 y 21, luego entre las sondas 20 y 22 y luego entre las sondas 21 y 22. Este ciclo se puede repetir.

Se mide la intensidad de la señal eléctrica y la conductancia se determina mediante el uso de un algoritmo. Los algoritmos para determinar la conductancia a partir de la intensidad de la señal son bien conocidos, por ejemplo, correlacionan la atenuación de una intensidad de la señal de corriente continua con una conductancia esperada. En general, para esto se utiliza un

microcontrolador u otro tipo de controlador, ya sea de corriente continua o de otro tipo.

A medida que se crea hielo, el mismo comienza en la superficie de las serpentinas del evaporador o del enfriador 20. A medida que se forma, alcanza la primera sonda 20 y se detecta la presencia de hielo en la sonda 20 a través del monitoreo de la conductancia entre las sondas 20 y 21 y entre las sondas 20 y 22. La conductancia comenzará a cambiar a medida que se forma el hielo sobre la sonda 20.

Luego continúa el enfriamiento hasta que el hielo alcanza el espesor definido por las posiciones de las segunda y tercera posiciones de las sondas, es decir, se extiende a estas sondas. Por lo tanto, las segunda y tercera sondas se instalan más preferentemente en la posición entre las serpentinas de refrigeración y la tubería dispensadora donde está permitido que el hielo se extienda. Cuando el hielo llega a las sondas 21 y 22 (que como se recordará, estará sustancialmente equidistante de las serpentinas de refrigeración), entonces, la conductancia entre los tres conjuntos de sondas cambia. Este cambio de la conductancia muestra que el agua ha cambiado de estado líquido a sólido, es decir, hielo. Entonces, esto se puede detectar y utilizar para detener el enfriamiento.

Después que este primer ciclo de enfriamiento se ha completado, las sondas continúan luego monitoreando la conductancia entre las mismas. Esto continúa el monitoreo del espesor del hielo durante el funcionamiento. A medida que el hielo comienza a derretirse y a disminuir alejándose de la tubería dispensadora, se llegará a un punto en que el hielo ya no está alrededor de las sondas 21 y 22 y esto se detectará por el cambio de la conductancia. El

mecanismo de refrigeración se puede entonces encender de nuevo para incluir la cantidad de hielo y esto se puede repetir para mantener constante la cantidad de hielo y dentro de límites controlables.

En otra forma de realización, se puede dejar que el hielo disminuya más allá de la sonda 20 antes de volver a encender el compresor (mecanismo de enfriamiento). Esto sirve para reducir la cantidad de señales de encendido y apagado del compresor y para reducir la cantidad de ciclos cortos del compresor.

El espesor del hielo se puede monitorear continuamente durante el funcionamiento de la máquina o se puede monitorear, por ejemplo, cuando la máquina está encendida pero en modo de espera.

Durante el funcionamiento de la máquina dispensadora, si las segunda y tercera sondas 21 y 22 quedan expuestas al agua líquida, es decir, se derritió el hielo y el espesor comienza a disminuir, esto es detectado por el microprocesador o microcontrolador que monitorea un cambio en la conductancia. Esto se utiliza como la señal para encender el sistema de enfriamiento para reemplazar el espesor de hielo perdido. El hielo se perderá a través de la transferencia de calor al medio ambiente circundante, entonces, el espesor del hielo se puede monitorear continuamente mediante las formas de realización de la invención de modo que se maximice el suministro de agua fría.

Es deseable el uso de tres sondas para monitorear apropiadamente que el hielo se extienda la distancia permitida hacia la tubería dispensadora. Si solo está presente la segunda sonda, entonces esto podría monitorear un pico de variación localizada en el espesor del hielo y no la formación general de hielo

en la dirección deseada. Por lo tanto, las formas de realización dentro de la invención preferentemente utilizan al menos tres sondas. En algunos ambientes se pueden utilizar más de tres sondas. Por ejemplo, además de una primera sonda que está más cerca de la serpentina de refrigeración, se pueden utilizar tres o más sondas que están más alejadas de la serpentina de refrigeración a fin de medir más completamente la uniformidad de la distribución del hielo.

Además, la estructura de tres sondas se puede utilizar para medir el nivel de TDS (sólidos totales disueltos) en el agua y las mediciones entre las tres sondas (es decir, la sonda 20 y la sonda 21, la sonda 20 y la sonda 22 y entre las sondas 21 y 22) son muy útiles para lograr una medición confiable del nivel de TDS y distinguir esto de una única medición del espesor de hielo.

Al asegurarse que las dos sondas más cercanas a las serpentinas de refrigeración de agua están dispuestas sustancialmente en paralelo a estas serpentinas, entonces éstas pueden verificar que el hielo se está formando hasta el espesor deseado.

Se pueden utilizar muchos métodos de control mediante los cuales se puede medir y controlar el nivel de hielo. Un compresor se utiliza para controlar el flujo del refrigerante y así controlar la temperatura. La unidad de control puede proveer instrucciones para que el compresor se encienda y se apague según sea apropiado con el fin de mantener constante el nivel de hielo y por lo tanto mantener constante la temperatura del baño de hielo en las tuberías de refrigeración. También se pueden utilizar para controlar un agitador o un impulsor siempre que se utilicen.

Puede ser útil incluir más de tres sondas. Si tres o más sondas están dispuestas más cerca que una cuarta sonda de la tubería de transporte del líquido que se va a dispensar, entonces el usuario puede verificar que hay un espesor de hielo uniforme al separar a las mismas entre sí.

Las serpentinas de refrigeración y la tubería de transporte del líquido que se va a dispensar se pueden ubicar de otra manera que la que se muestra. Cualquiera que sea su disposición, las sondas deben estar entre las mismas con al menos una sonda más cerca de la serpentina de refrigeración que las otras.