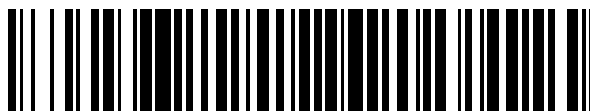


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 232**

51 Int. Cl.:

A23L 3/375 (2006.01)

A23L 3/36 (2006.01)

A23L 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2016 E 16204197 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3284352**

54 Título: **Método y aparato para refrigeración de fluidos**

30 Prioridad:

16.08.2016 US 201615237764

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

31.10.2019

73 Titular/es:

**LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Klosterhofstrasse 1
80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**NEWMAN, MICHAEL D. y
MADSEN, SCOTT THOMAS**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 729 232 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método y aparato para refrigeración de fluidos

Campo técnico de la presente invención

5 La presente invención se refiere a un método y a un aparato para reducir, en particular rápidamente, la temperatura de productos líquidos, tales como, sin limitación, en las industrias de procesamiento y preparación de alimentos.

Antecedentes tecnológicos de la presente invención

10 Durante la preparación de productos alimenticios líquidos, tales como salsas, la salsa es calentada a una temperatura de aproximadamente 190 °F (alrededor de 88 °C). La salsa debe entonces ser refrigerada tan rápidamente como sea posible para conseguir los requisitos de seguridad de los alimentos y preservar la calidad del producto. Por ejemplo, velocidades de refrigeración incrementadas de las salsas reducen el crecimiento bacteriano en el producto. La refrigeración rápida de productos de salsas permite también una mayor producción de las mismas y una mayor flexibilidad para procesar productos de entrada de carga calorífica elevada.

15 Casi todas las aplicaciones de enfriamiento y congelación criogénicas utilizan una válvula de control moduladora en la tubería criogénica para ajustar la circulación de criógeno que entra en el proceso para controlar la temperatura total del proceso. Se conoce el hecho de introducir una temperatura de punto de ajuste deseado para el proceso en un sistema de control, y controlar la circulación de criógeno líquido que entra al proceso hasta que se alcance una temperatura de punto de ajuste deseado.

20 Una vez que la temperatura del punto de ajuste ha sido alcanzada la válvula de control moduladora comienza a cerrarse y se emplea un buque de control de tipo derivado integral proporcional (PID) para ajustar la circulación de criógeno para mantener condiciones de estado estacionario.

25 Los métodos de enfriamiento conocidos para salsas emplean tasas de enfriamiento de hasta treinta galones por minuto (GPM) (113,562 litros/minuto) desde aproximadamente 190 °F (aproximadamente 88 °C) a aproximadamente 40 °F (aproximadamente 4 °C). El uso de la válvula de control moduladora en combinación con métodos de control conocidos no son útiles para este enfriamiento rápido de productos alimenticios. El proceso de enfriamiento es tan rápido que el uso de una válvula de control moduladora con un bucle de control de PID estándar no puede responder lo bastante rápidamente.

30 La refrigeración rápida producida por el inyector de criógeno (por ejemplo 190 °F a 40 °F en aproximadamente 2,6 segundos, es decir, 88 °C a 4 °C en aproximadamente 2,6 segundos) hace imposible el control de temperatura por los métodos convencionales conocidos que utilizan una válvula de control moduladora sobre la tubería de criógeno que alimenta el inyector de criógeno. Este control convencional es demasiado lento para reaccionar para cambiar las condiciones de calidad de la salsa y de criógeno líquido.

Limitaciones físicas y mecánicas de la válvula de control moduladora y retrasos inherentes resultantes de numerosos componentes de control, análisis de proceso, y variabilidad en la calidad del criógeno entrante hacen los métodos de control conocidos imposibles de utilizar en métodos de enfriamiento muy rápidos.

35 El documento EP3009006 describe un método para refrigerar por ejemplo la salsa pasteurizada inyectando un criógeno en el fluido que ha de ser refrigerado cuando dicho fluido circula a través de un tubo. Se utiliza un sensor para medir de manera continua la temperatura del fluido en una ubicación aguas abajo del punto de inyección del criógeno. El caudal del criógeno inyectado en el fluido es regulado en respuesta a datos de temperatura medidos.

Descripción de la presente invención: objeto, solución, ventajas

40 Comenzando a partir de las desventajas e inconvenientes como se han descrito anteriormente así como tomando la técnica anterior como se ha tenido en cuenta, un objeto de la presente invención es superar las limitaciones y problemas que han experimentado métodos y aparatos anteriores.

45 Este objeto se consigue mediante un método que comprende las características de la reivindicación 1 así como mediante un aparato que comprende las características de la reivindicación 10. Realizaciones ventajosas, mejoras convenientes y otras características opcionales de la presente invención son expuestas en este documento y descritas en las reivindicaciones dependientes respectivas.

50 La presente invención proporciona básicamente un método y un aparato para reducir, en particular rápidamente, la temperatura de productos líquidos tales como, sin limitación, en las industrias de procesamiento y preparación de alimentos. El método y aparato pueden ser utilizados para reducir, en particular rápidamente, la temperatura de productos líquidos alimenticios tales como, sin limitación, salsas, sopas, marinados, productos lácteos u otros líquidos calentados o pasteurizados.

- Más particularmente, se han descrito un método y aparato criogénico directo en línea para la refrigeración de productos líquidos, en particular para la refrigeración de productos alimenticios fluidos calentados, tales como salsas. El método incluye la inyección de criógeno directamente en el fluido que ha de ser refrigerado mientras el caudal del fluido que ha de ser refrigerado es ajustado en respuesta a mediciones de temperatura aguas abajo y mientras se mantiene la tasa de inyección del criógeno en el fluido. De acuerdo con el método la circulación de la salsa es ajustada durante la circulación del criógeno para conseguir estabilidad del proceso, uniformidad de producto y uso eficiente del criógeno.
- Las presentes realizaciones se refieren a un método para la refrigeración, en particular rápidamente de al menos un fluido que incluye la proporción de una fuente del fluido que ha de ser refrigerado, la circulación del fluido que ha de ser refrigerado a través de una tubería, la inyección de criógeno en el fluido, una primera medición de una temperatura del fluido en circulación en la tubería con un primer sensor de temperatura después de la inyección del criógeno, una segunda medición de la temperatura del fluido que circula con un segundo sensor de temperatura después de la primera medición; y el ajuste de un caudal del fluido a través de la tubería en respuesta a una diferencia entre las mediciones de temperatura del primer y segundo sensores de temperatura mientras se mantiene una tasa de inyección del criógeno y se mantiene una diferencia de temperatura entre el primer y segundo sensores de temperatura.
- De acuerdo con una realización ventajosa de la presente invención, la inyección del criógeno y el mantenimiento de una diferencia de temperatura entre el primer y segundo sensores de temperatura puede ser cada uno a una tasa sustancialmente constante.
- En una realización conveniente de la presente invención, la inyección del criógeno y el mantenimiento de una diferencia de temperatura entre el primer y segundo sensores de temperatura pueden ser cada uno a una tasa de selección constante.
- De acuerdo con una realización favorecida de la presente invención, puede preverse además la comunicación de las mediciones de temperatura desde el primer y segundo sensores de temperatura a un controlador.
- En una realización preferida de la presente invención, el ajuste del caudal del fluido puede ser mediante un medio seleccionado del grupo que consiste de bombas y válvulas.
- De acuerdo con una realización ventajosa de la presente invención, el fluido puede ser seleccionado del grupo que consiste de salsa, sopa, marinado, y productos lácteos.
- En una realización conveniente de la presente invención, el fluido puede comprender una salsa comestible.
- De acuerdo con una realización favorecida de la presente invención, el ajuste puede ser mediante un controlador seleccionado del grupo que consiste de controladores de tipo integral proporcional (PI), derivado proporcional (PD), derivado integral proporcional (PID), de control predictivo de modelo (MPC), y de cadena de Markov.
- En una realización preferida de la presente invención, el criógeno puede ser seleccionado del grupo que consiste de nitrógeno, dióxido de carbono, y mezclas de los mismos.
- De acuerdo con una realización ventajosa de la presente invención, el criógeno puede comprender nitrógeno líquido (LIN).
- En una realización conveniente de la presente invención, puede además preverse comprender recoger fluido refrigerado en un depósito de recogida.
- De acuerdo con una realización favorecida de la presente invención, puede además preverse comprender la evacuación del gas criogénico generado durante la refrigeración del fluido.
- Las presentes realizaciones se refieren además a un aparato para, en participar refrigerar rápidamente al menos un fluido que incluye una fuente del fluido que ha de ser refrigerado, tubería para circulación del fluido, una bomba en comunicación de fluido con la tubería para la circulación del fluido, una fuente de criógeno, un inyector de criógeno situado aguas abajo de la bomba y en comunicación de fluido con la tubería para inyectar criógeno en el fluido, un primer sensor de temperatura situado aguas abajo del inyector de criógeno en comunicación con el fluido que circula en la tubería, un recipiente de recogida para recoger el fluido que circula y situado aguas abajo del primer sensor de temperatura, un segundo sensor de temperatura situado aguas abajo del primer sensor de temperatura y en comunicación con el fluido en el recipiente de recogida, y un controlador en comunicación con la bomba y con el primer y segundo sensores de temperatura, siendo sensible el controlador a una señal procedente de cada uno de dichos primer y segundo sensores para ajustar la velocidad de la bomba para controlar el fluido en circulación.
- En una realización preferida de la presente invención, se han previsto además medios para ajustar adicionalmente el caudal del fluido.
- De acuerdo con una realización ventajosa de la presente invención, dichos medios para ajustar adicionalmente pueden ser seleccionados del grupo que consiste de bombas, válvulas, y medios para cambiar una altura relativa de dicha fuente

del fluido con relación a su circulación.

En una realización conveniente de la presente invención, dichos medios para ajustar adicionalmente pueden ser una bomba de desplazamiento positivo.

5 De acuerdo con una realización conveniente de la presente invención, el criógeno puede ser seleccionado del grupo que consiste de nitrógeno, dióxido de carbono, y mezclas de los mismos.

En una realización preferida de la presente invención, el nitrógeno puede comprender nitrógeno líquido (LIN).

De acuerdo con una realización ventajosa de la presente invención, puede preverse además una evacuación del gas criogénico generado durante la refrigeración.

10 La presente invención proporciona un enfriamiento más rápido y más eficiente del producto líquido para aumentar la producción con menos contaminación del mismo. La presente invención también proporciona una mayor flexibilidad de cualquier sistema de procesamiento al que las realizaciones están conectadas, aumentar la productividad y flexibilidad con respecto a productos líquidos elevados que son introducidos en el sistema y desde luego una mayor gama de productos líquidos pueden ahora ser llevados a cabo por el sistema.

15 A causa de la manera en la que el producto líquido es mezclado, la consistencia de la temperatura del producto es mejorada de modo que la tasa resultante de bajada del producto líquido proporciona una calidad de productos mejorada al mismo tiempo que reduce el residuo del producto. La presente invención también proporciona un uso más efectivo y eficiente del refrigerante criogénico.

Breve descripción de los dibujos

20 Para una comprensión más completa de las descripciones de la presente realización y como ya se ha tratado anteriormente, hay varias opciones para poner en práctica así como para mejorar las enseñanzas de la presente invención de una manera ventajosa. Con este propósito, puede hacerse referencia a las reivindicaciones dependientes de la reivindicación 1 así como de la reivindicación 10; mejoras, características y ventajas adicionales de la presente invención son explicadas a continuación con más detalle con referencia a realizaciones particulares y preferidas a modo de ejemplo no limitativo y a las figuras de los dibujos adjuntos tomadas en combinación con la siguiente descripción de realizaciones ejemplares, de las que:

25 La fig. 1 muestra una realización ilustrativa del aparato de refrigeración criogénica directa en línea, funcionando dicho aparato de acuerdo con el método de la presente invención, y

La fig. 2 es una representación esquemática de una realización ilustrativa de la lógica del controlador el aparato de refrigeración criogénica directa en línea, funcionando dicho aparato de acuerdo con el método de la presente invención.

30 Los dibujos adjuntos están debidos para proporcionar una comprensión adicional del aparato y del método proporcionados en este documento y están incorporados en una parte de esta memoria descriptiva y constituyen una parte de la misma. Los dibujos ilustran realizaciones del aparato y método proporcionados en este documento y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios descritos en este documento pero no pretenden limitar la especificación o ninguna de las reivindicaciones. En los dibujos adjuntos, el equipo similar está etiquetado con los mismos números de referencia a lo largo de toda la descripción de la fig. 1 y de la fig. 2.

35 Descripción detallada de los dibujos; mejor modo de poner en práctica la presente invención

40 Se ha proporcionado en este documento un método para la refrigeración en línea, en particular rápida y/o en particular continua de un fluido, que incluye bombear el fluido que ha de ser refrigerado utilizando una bomba, la refrigeración del fluido en línea inyectando criógeno en el fluido a una tasa sustancialmente constante, el muestreo de la temperatura en distintas ubicaciones en el sistema, y el ajuste de la circulación del fluido que es refrigerado.

45 Las lecturas de temperatura son transmitidas a un controlador, que varía la velocidad de la bomba para mantener una diferencia de temperatura constante entre diferentes ubicaciones en el sistema. Así, el caudal del fluido, tal como una salsa, es controlado para satisfacer las temperaturas deseadas. El actual método y sistema de control eliminan la necesidad de una válvula de control moduladora en la tubería de criógeno y elimina el retraso asociado con los métodos de control convencionales.

De acuerdo con ciertas realizaciones ilustrativas, durante el método de refrigeración criogénica directa en línea, una salsa, por ejemplo, es bombeada desde un recipiente de cocción a través de una bomba en línea y un inyector de criógeno en línea, y a un recipiente de refrigeración donde puede ser mezclada lentamente para conseguir la temperatura equilibrada final para la salsa.

50 También se ha proporcionado un aparato para reducir la temperatura de al menos un producto líquido en una línea de procesamiento, incluyendo el sistema una fuente del producto líquido que ha de ser refrigerado, una bomba en

comunicación con la fuente, un inyector de criógeno configurado para inyectar criógeno a una tasa de selección en el producto líquido, y una pluralidad de sensores de temperatura.

5 La tasa de selección puede ser una tasa sustancialmente constante o una tasa constante de inyección de criógeno en el fluido en circulación. Los sensores de temperatura están configurados para transmitir datos al menos a un controlador. El controlador varía la velocidad de la bomba para mantener una diferencia de temperatura constante entre los dos sensores.

10 Las presentes realizaciones se refieren a un método para la refrigeración, en particular rápida de al menos un fluido, tal como al menos un producto alimenticio, en las industrias de preparación y procesamiento de alimentos. El proceso incluye prever una fuente de fluido que ha de ser refrigerado. El fluido que ha de ser refrigerado es hecho circular tal como por ejemplo, bombeando el fluido que ha de ser refrigerado a través de una tubería.

Un criógeno adecuado es inyectado directamente en el fluido que está circulando a través de la tubería y llega a contacto directo con el fluido para refrigerarlo. El criógeno es inyectado al fluido a una tasa sustancialmente constante a lo largo de todo el proceso de refrigeración.

15 Para mantener condiciones de estado estacionario durante el proceso de refrigeración, la temperatura del fluido que está siendo refrigerado es medida por sensores de temperatura situados aguas abajo del inyector de criógeno. La temperatura del fluido en circulación en la tubería es medida en primer lugar por un primer sensor de temperatura después de inyectar el criógeno en el fluido.

20 La temperatura del fluido en circulación es medida con un segundo sensor de temperatura situado aguas abajo del primer sensor de temperatura y ocurre después de medir la temperatura del fluido en circulación con el primer sensor de temperatura. El primer y segundo sensores de temperatura transmiten señales que representan las mediciones de temperatura a un controlador.

25 El controlador analiza los datos de medición de temperatura transmitidos y recibidos por el controlador desde el primer y segundo sensores de temperatura y ajusta el caudal del fluido a través de la tubería. El caudal del fluido a través del proceso es ajustado por ello basándose en la diferencia entre las mediciones de temperatura del primer y segundo sensores de temperatura.

El caudal del fluido a través del proceso puede ser ajustado manteniendo la tasa de inyección sustancialmente constante del criógeno en el fluido para mantener una diferencia de temperatura sustancialmente constante entre el primer y segundo sensores de temperatura y mantener por ello condiciones de estado estacionario del proceso.

30 Las presentes realizaciones se refieren además a un aparato para la refrigeración, en particular rápida de al menos un fluido.

El aparato incluye una fuente del fluido que ha de ser refrigerado, que puede ser un contenedor, alojamiento, depósito u otro recipiente, que contiene un fluido calentado tal como una salsa calentada. El aparato incluye una tubería para la circulación del fluido que ha de ser refrigerado a través del aparato.

35 Hay prevista una bomba en comunicación de fluido con la fuente de fluido para bombear el fluido que ha de ser refrigerado a través del aparato. Un contenedor, alojamiento, depósito u otro recipiente de recogida o destino está previsto para recoger el fluido que ha sido refrigerado por el aparato y proceso de refrigeración.

40 El aparato de refrigeración directa en línea incluye un sistema de inyección de criógeno. El sistema de inyección de criógeno incluye una fuente adecuada de criógeno para refrigerar el fluido que circula a través del proceso. La fuente de criógeno puede ser un contenedor, alojamiento, depósito, u otro recipiente adecuado para contener criógeno hasta que es inyectado en la tubería y entra en el proceso.

La fuente de criógeno y el colector de criógeno están en comunicación de fluido con una tubería de criógeno adecuada que se extiende entre estos dos componentes del aparato. El inyector de criógeno es acoplado en línea con la tubería de fluido del aparato y está posicionado aguas abajo de la bomba.

45 El inyector de criógeno está configurado para inyectar criógeno en el fluido en circulación a una tasa sustancialmente constante. De acuerdo con realizaciones ilustrativas alternativas, puede utilizarse más de un inyector de criógeno en línea en el sistema y método de refrigeración.

50 De acuerdo con las presentes realizaciones, sin limitación, y solamente a modo de ejemplo, el criógeno adecuado para refrigerar el fluido puede ser seleccionado a partir de nitrógeno, dióxido de carbono y mezclas de los mismos. El término "criógeno" se refiere a una sustancia refrigerante que tiene una temperatura de aproximadamente -320 °F (aproximadamente -196 °C) a aproximadamente 0 °F (aproximadamente -18 °C) antes de ser inyectado en la tubería y llegar a contacto directo con el fluido en circulación que ha de ser refrigerado.

El criógeno puede ser inyectado directamente en el fluido en circulación a través sistema mediante un inyector, lanza o

una o más boquillas. El uso del criógeno es un sistema de refrigeración abierto o directo y esta operación directa de inyección produce una interacción por convección entre el criógeno extremadamente frío y el fluido o salsa caliente que permite una transferencia de calor más rápida en el producto y produce un gas criogénico calentado. De acuerdo con ciertas realizaciones ilustrativas, el criógeno puede ser nitrógeno líquido (LIN).

5 Hay sensores de temperatura acoplados a la tubería y al recipiente de recogida para medir la temperatura del fluido en diferentes puntos o ubicaciones durante el proceso de refrigeración, y utilizadas en un bucle de control de realimentación para controlar las condiciones de estado estacionario del proceso de refrigeración. El controlador está acoplado a los sensores de temperatura y a la bomba para controlar y ajustar la velocidad de la bomba durante el proceso de refrigeración.

10 De acuerdo con realizaciones ilustrativas, un primer sensor de temperatura está situado aguas abajo del inyector de criógeno. El primer sensor de temperatura está en comunicación con la tubería y está acoplado al controlador para comunicar de nuevo las mediciones de temperatura al controlador.

Un segundo sensor de temperatura está situado aguas abajo del primer sensor de temperatura y está en comunicación con el recipiente de recogida. El segundo sensor de temperatura está también acoplado al controlador para comunicar de nuevo las mediciones de temperatura al controlador.

15 Basándose en las mediciones de temperatura transmitidas al controlador por el primer y segundo sensores de temperatura, el controlador controla el caudal del fluido a través del aparato. El controlador puede controlar el caudal del fluido por medio de, sin limitación, una bomba o válvula.

20 La bomba puede ser una bomba de desplazamiento positivo, y el controlador puede ser un controlador de tipo integral proporcional (PI), derivado proporcional (PD), derivado integral proporcional (PID), de control predictivo de modelo (MPC), o del tipo de cadena de Markov. De acuerdo con ciertas realizaciones ilustrativas, la salsa es refrigerada para mantener un cambio de temperatura sustancialmente constante alterando la velocidad de una bomba de desplazamiento positivo con un controlador de PID.

25 El aparato y método pueden incluir además una salida de evacuación de gas para evacuar el gas criogénico desde el aparato que ha sido generado durante el método de refrigeración. La salida de evacuación al entorno exterior ventila el gas criogénico gastado que ha recogido tanto el calor como la humedad del producto que está siendo refrigerado. La salida de evacuación de gas puede incluir un puerto de salida que está en comunicación de fluido con el recipiente de recogida para la salsa refrigerada.

30 De acuerdo con realizaciones alternativas, la salida de evacuación de gas puede estar en comunicación de fluido con la tubería de fluido aguas arriba del recipiente de recogida.

35 Antes de explicar las realizaciones inventivas en detalle, ha de comprenderse que la presente invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y disposición de partes ilustradas en los dibujos adjuntos, ya que la presente invención es capaz de otras realizaciones y de ser puesta en práctica o llevada a cabo de distintas formas. También, ha de comprenderse que la fraseología o terminología empleada en este documento es con propósito de descripción y no de limitación.

En la descripción anterior y siguiente, términos tales como horizontal, erecto, vertical, por encima, por debajo, por debajo de y similares, son utilizados solamente con el propósito de ilustrar con claridad la presente invención y no deberían ser tomados como palabras de limitación. Los dibujos tienen el propósito de ilustrar la presente invención y no pretenden estar a escala.

40 La fig. 1 muestra una realización ilustrativa del aparato 10 de refrigeración criogénica en línea directa.

45 El aparato 10 de refrigeración en línea comprende un primer depósito 12 de cocción para contener una cantidad de producto alimenticio 15, tal como una salsa calentada, que ha de ser refrigerada por el aparato y método. El primer depósito 12 comprende una entrada 14 de producto alimenticio para recibir una cantidad de producto alimenticio. El primer depósito 12 también comprende una salida 16 de producto alimenticio para liberar el producto alimenticio calentado desde el primer depósito 12 que ha de ser refrigerado a la tubería 20.

50 El primer depósito 12 está en comunicación fluida con la bomba 18 para transportar el producto alimenticio calentado desde el primer depósito 12 a un inyector 26 de criógeno a través de la tubería 20. La bomba 18 está posicionada en línea con la tubería 20. La bomba 18 para transportar el producto alimenticio calentado desde el primer depósito 12 al inyector 26 de criógeno puede ser una bomba de desplazamiento positivo. La bomba 18 es controlada por un controlador 30 mecánico y/o eléctrico y está acoplada eléctricamente en 32 al controlador 30.

La salsa que circula a través de la tubería 20 es bombeada por la bomba 18 a través de otra longitud o sección de tubería 20 y luego a través del inyector 26 de criógeno donde la salsa es sometida al criógeno que está siendo inyectado a una tasa constante en la tubería 20.

ES 2 729 232 T3

El sistema 22 de inyección de criógeno incluye una fuente 24 de criógeno que está en comunicación de fluido con un inyector 26 de criógeno a través de una tubería 28 de criógeno. El criógeno puede ser, por ejemplo y sin limitación, nitrógeno líquido (LIN). El inyector 26 de criógeno está construido y dispuesto para inyectar el criógeno directamente al producto alimenticio calentado que circula a través de la tubería 20.

- 5 El inyector 26 de criógeno está posicionado en línea con la tubería 20 e inyecta criógeno directamente en la tubería 20, eliminando por ello la necesidad de camisas u otros intercambiadores de calor externos. El criógeno inyectado en la tubería 20 llega a contacto directo con el fluido que circula a través de la tubería 20.

- 10 El sistema 22 de inyección de criógeno inyecta criógeno en tubería 20 a una tasa sustancialmente constante, eliminando por ello la necesidad de un cálculo o control operativos de la tasa de inyección de criógeno durante el proceso de refrigeración directo en línea y/o con válvulas de control moduladoras.

El aparato 10 de refrigeración en línea también incluye un segundo depósito 50 de recogida (es decir, un depósito de equilibrado). El segundo depósito 50 está construido y dispuesto aguas abajo del sistema 22 para recoger o recibir de otro modo el producto alimenticio refrigerado a través de la tubería 20. El segundo depósito 50 incluye una entrada 52 de producto alimenticio en comunicación de fluido con la tubería 20.

- 15 La salsa refrigerada es evacuada desde el inyector 26 de criógeno a otra longitud de tubería 20 que se extiende a la entrada 52 del segundo depósito. El segundo depósito 50 incluye también una salida 54 de producto alimenticio para liberar producto alimenticio refrigerado a la tubería 55 para un subsiguiente procesamiento o empaquetado adicional aguas abajo.

- 20 De acuerdo con reacciones alternativas, el producto alimenticio puede ser devuelto al primer depósito 12 o a la tubería 20 del tubo 55 para otra ronda de refrigeración con el sistema 22 de inyección de criógeno. El segundo depósito 50 incluye además una salida 60 de evacuación para evacuar gas criogénico 51 que fue generado durante el método de refrigeración criogénica directa en línea.

- 25 El segundo depósito 50 incluye adicionalmente un segundo sensor 56 de temperatura configurado para medir la temperatura del producto alimenticio que ha entrado en el depósito 50 a través de la entrada 52. El segundo depósito 50 puede también estar provisto de una tapa para cerrar herméticamente y para acceder al interior del depósito.

El primer sensor 40 de temperatura está posicionado aguas abajo del inyector 26 de criógeno. El primer sensor 40 de temperatura está construido y dispuesto para medir la temperatura del producto alimenticio en circulación a través de la sección del tubo 20 en la región del sensor 40 de temperatura. El segundo sensor 56 de temperatura está situado aguas abajo del primer sensor 40 de temperatura y está en comunicación con el depósito 50 de recogida.

- 30 Las mediciones de temperatura tomadas por el primer sensor 40 de temperatura y el segundo sensor 56 de temperatura son transmitidas al controlador 30. El controlador 30 está construido y dispuesto para ajustar la velocidad de la bomba 18 a fin de ajustar el caudal del producto alimenticio a través del aparato 10 mientras se mantiene aún la tasa de infección seleccionada, tal como una tasa de inyección sustancialmente constante o constante, del criógeno desde la fuente 24 de criógeno a la tubería 20. Controlar el caudal del producto alimenticio proporciona una diferencia de temperaturas objetivo constante, definida por el usuario medidas por los sensores 40, 56 de temperatura.

- 40 La bomba 18 está en comunicación de fluido con el primer depósito 12. La bomba 18 está configurada para recibir datos procedentes del controlador 30 a través de la salida 32 del controlador y puede ajustar el caudal del producto alimenticio a través de la tubería 20. Si el controlador 30 detecta que la diferencia de temperaturas entre los sensores 40, 56 de temperatura es demasiado pequeña, entonces el controlador 30 ralentizará la bomba 18 para aumentar el tiempo de residencia del criógeno con el producto alimenticio fluido en la tubería 20.

- 45 Ralentizar la bomba 18 da como resultado por ello, un aumento en la magnitud de la diferencia de temperatura entre los sensores 40, 56 de temperatura. Si el controlador 30 detecta que la diferencia de temperaturas entre los sensores 40, 56 de temperatura es demasiado grande, entonces el controlador 30 aumentará el caudal del producto alimenticio fluido a través de la bomba 18 para disminuir el tiempo de residencia del criógeno con el producto alimenticio fluido en la tubería 20.

Aumentar el caudal del producto alimenticio a través de la bomba 18 da como resultado una disminución en la diferencia de la magnitud de diferencia de temperaturas entre los sensores 40, 56 de temperatura.

- 50 Por medio de un ejemplo específico, pero no limitativo, el primer sensor 40 de temperatura mide la temperatura aguas abajo de una salsa que está siendo enfriada. Basándose en las propiedades de la salsa, se sabe que se requiere una desviación ΔT de aproximadamente 30 °F (aproximadamente -1,1 °C) a aproximadamente 40 °F (aproximadamente 4,4 °C) en el punto de control para el sensor 40 de temperatura. Si se requiere una temperatura de salsa equilibrada deseada de aproximadamente 40 °F (aproximadamente 4,4 °C), entonces el punto de control para el sensor 40 de temperatura sería de 70 °F, en particular de 40 °F + 30 °F (21,1 °C, en particular 4,4 °C + 16,7 °C).

Después de que haya transcurrido el proceso de refrigeración durante varios minutos, se toma una medición de

temperatura de la salsa que ha sido recibida en el segundo depósito 50 con el segundo sensor 56 de temperatura para indicar la temperatura equilibrada final de la salsa. Para conseguir la temperatura equilibrada deseada final de la salsa y para mantener las condiciones de estado estacionario del proceso, la desviación de temperatura inducida en el punto de control del primer sensor 40 de temperatura es ajustada en tiempo real.

5 Por ejemplo, si la medición de temperatura tomada por el segundo sensor 56 de temperatura de la salsa en el segundo depósito 50 es de 45 °F (7,2 °C) en lugar de los 40 °F (4,4 °C) objetivos, entonces la desviación ΔT en el punto de control del primer sensor 40 de temperatura es reducida en 5 °F (2,8 °C) en tiempo real. Esto reinicia automáticamente y en tiempo real en la temperatura del punto de ajuste para el punto de control del primer sensor 40 de temperatura a 65 °F, en particular 40 °F + 25 °F (18,3 °C, en particular 4,4 °C + 13,9 °C). El método y sistema son por ello capaces de
10 ajustarse por sí mismos en tiempo real basándose en las condiciones de temperatura experimentadas durante el ciclo de refrigeración.

La fig. 2 ilustra el controlador 30 que comprende entradas 34, 36 de datos, la salida 32 del controlador, y la entrada 58 de datos definidos por el usuario. La salida 32 del controlador está en comunicación con la bomba 18 para ajustar la
15 velocidad de la bomba 18 para mantener una diferencia de temperaturas objetivo constante, definida por el usuario entre los sensores 40, 56 de temperatura.

El controlador 30 comprende además una unidad 37 de comparación para calcular la diferencia entre la diferencia de temperaturas objetivo definida (ΔT objetivo) entre los sensores 40, 56 de temperatura y la diferencia de temperaturas medida en tiempo real entre las mismas (ΔT real). Cualquier error calculado por la unidad 37 de comparación es transmitido a una unidad 38 de PID compuesta en comunicación eléctrica con la unidad 37 de comparación.

20 La unida 38 de PID compuesta, después de calcular la suma de las señales de corrección de error generadas por cada uno los otros componentes en la unidad 39 de suma, transmite una señal a la bomba 18 para ajustar automáticamente una velocidad de la bomba 18 para mantener una diferencia de temperaturas objetivo constante, definida por el usuario entre los sensores 40, 56.

Las mediciones de temperatura trasmitidas al controlador 30 por los sensores 40, 56 de temperatura son comparadas en primer lugar en la unidad 37 de comparación para obtener un ΔT real de acuerdo con la fórmula ΔT real = temperatura en el sensor 56 menos temperatura en el sensor 40.
25

El ΔT real es a continuación transmitido a una segunda fase de la unidad 37 de comparación para comparar el ΔT real con el ΔT objetivo, definido por el usuario, que está programada en el controlador 30 a través de la entrada 58 definida por el usuario. La comparación de ΔT real y ΔT objetivo, en la unidad 37 de comparación produce el valor de la función de error en cualquier punto dado en el tiempo de acuerdo con la ecuación:
30

$$\text{Error}(t) = \Delta T \text{ objetivo menos } \Delta T \text{ real.}$$

Si el controlador 30 es un controlador de PID estándar como se ha mostrado en la fig. 2, el valor de Error(t) es transmitido a tres partes separadas de la unidad 38 de PID compuesta. La unidad 38 de PID compuesta realiza tres cálculos distintos con Error(t), en particular:

35 - una parte proporcional de acuerdo con la expresión:

$$K_p * \text{Error}(t);$$

- una parte integral de acuerdo con la expresión:

40
$$K_i * \int \text{Error}(t) dt;$$

- una parte derivada de acuerdo con la expresión:

$$K_d * d(\text{Error}(t))/dt;$$

en donde K_p , K_i , y K_d son constantes numéricas que representan pesos relativos dados a distintas partes de la unidad 38 de PID compuesta multiplicados por cada parte. Cada una de las partes individuales son sumadas en la parte 39 de
45 suma de PID, y trasmitidas a través de la salida 32 del controlador a la bomba 18, para mantener una diferencia de temperaturas constante, definida por el usuario entre los sensores 40, 56.

Se comprenderá que las realizaciones descritas en este documento son meramente ejemplares, y un experto en la técnica puede hacer variaciones y modificaciones sin salir del alcance de la invención. La totalidad de tales variaciones y modificaciones están destinadas a ser incluidas dentro del alcance de la invención como se ha descrito y reivindicado en
50 este documento. Además, todas las realizaciones descritas no son necesariamente alternativas, ya que distintas realizaciones de la invención pueden ser combinadas para proporcionar el resultado deseado.

ES 2 729 232 T3

Lista de números de referencia

- | | |
|----|---|
| 10 | aparato de refrigeración, en particular aparato de refrigeración en línea, por ejemplo aparato de refrigeración criogénica directa en línea |
| 5 | 12 fuente, en particular primer depósito, por ejemplo primer depósito de cocción |
| | 14 entrada de fluido de fuente 12 |
| | 15 fluido, en particular producto alimenticio, por ejemplo salsa calentada |
| | 16 salida de fluido de fuente 12 |
| | 18 bomba, en particular bomba de desplazamiento positivo |
| 10 | 20 tubería |
| | 22 sistema de inyección de criógeno |
| | 24 fuente de criógeno |
| | 26 inyector de criógeno |
| | 28 tubería de criógeno |
| 15 | 30 controlador, en particular controlador mecánico y/o eléctrico, por ejemplo controlador de tipo derivado integral proporcional (PID) |
| | 32 salida de controlador |
| | 34 primera entrada de datos |
| | 36 segunda entrada de datos |
| 20 | 37 unidad de comparación |
| | 38 unidad de tipo derivado integral proporcional (PID) compuesta |
| | 39 unidad de suma, en particular unidad de suma de tipo derivado integral proporcional (PID) |
| | 40 primer sensor de temperatura |
| | 50 segundo depósito, en particular depósito de recogida o recipiente de recogida o depósito de equilibrado |
| 25 | 51 gas criogénico |
| | 52 entrada de fluido, en particular entrada de producto alimenticio, de segundo depósito 50 |
| | 54 salida de fluido, en particular salida de producto alimenticio, de segundo depósito 50 |
| | 55 tubo |
| | 56 segundo sensor de temperatura de segundo depósito 50 |
| 30 | 58 entrada de datos definida por el usuario o entrada definida por el usuario |
| | 60 evacuación, en particular salida de evacuación, de segundo depósito 50. |

REIVINDICACIONES

1. Un método para la refrigeración, en particular rápida, de al menos un fluido (15), que comprende:
 - la proporción de una fuente (12) del fluido (15) que ha de ser refrigerado;
 - 5 - la circulación del fluido (15) que ha de ser refrigerado a través de una tubería (20);
 - la inyección (26) criógeno en el fluido (15);
 - una primera medición de una temperatura del fluido (15) en circulación en la tubería (20) con un primer sensor (40) de temperatura después de la inyección (26) del criógeno;
 - 10 - una segunda medición de la temperatura del fluido (15) en circulación con un segundo sensor (56) de temperatura después la primera medición; y
 - el ajuste de un caudal del fluido (15) a través de la tubería (20) en respuesta a una diferencia entre las mediciones de temperatura del primer sensor (40) de temperatura y del segundo sensor (56) de temperatura mientras se mantiene una tasa de la inyección (26) del criógeno y se mantiene una diferencia de temperatura entre el primer sensor (40) de temperatura y el segundo sensor (56) de temperatura.
- 15 2. El método según la reivindicación 1, en el que la inyección (26) del criógeno y el mantenimiento de la temperatura se hacen cada uno a una tasa sustancialmente constante o tasa de selección constante.
3. El método según la reivindicación 1 o 2, que comprende además la comunicación de mediciones de temperatura desde el primer sensor (40) de temperatura y el segundo sensor (56) de temperatura a un controlador (30).
- 20 4. El método según la reivindicación 3, en el que el controlador (30) es seleccionado del grupo que consiste de controladores de tipo integral proporcional (PI), derivado proporcional (PD), derivado integral proporcional (PID), de control predictivo de modelo (MPC) y de cadena de Markov.
5. El método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el ajuste del caudal del fluido (15) es por un medio seleccionado del grupo que consiste de bombas (18) y válvulas.
- 25 6. El método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el fluido (15) es seleccionado del grupo que consiste de sopa, marinados, productos lácteos y salsa, en particular que comprende salsa comestible.
7. El método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el criógeno es seleccionado del grupo que consiste de nitrógeno, en particular nitrógeno líquido (LIN), dióxido de carbono, y mezclas de los mismos.
8. El método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende además la recogida del fluido refrigerado (15) en un depósito (50) de recogida.
- 30 9. El método según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende además la evacuación (60) de gas criogénico generado durante la refrigeración del fluido (15).
10. Un aparato (10) para, la refrigeración, en particular rápida, de al menos un fluido (15), que comprende:
 - una fuente (12) del fluido (15) que ha de ser refrigerado;
 - una tubería (20) para hacer circular el fluido (15);
 - 35 - una bomba (18) en comunicación de fluido con la tubería (20) para hacer circular el fluido (15);
 - una fuente (24) de criógeno;
 - un inyector (26) de criógeno ubicado aguas abajo de la bomba (18) y en comunicación de fluido con la tubería (20) para inyectar (22) criógeno en el fluido (15);
 - 40 - un primer sensor (40) de temperatura situado aguas abajo del inyector (26) de criógeno en comunicación con el fluido (15) en circulación en la tubería (20);
 - un recipiente (50) de recogida para recoger el fluido (15) en circulación y situado aguas abajo del primer sensor (40) de temperatura;
 - un segundo sensor (56) de temperatura situado aguas abajo del primer sensor (40) de temperatura y en comunicación con el fluido (15) en el recipiente (50) la recogida; y

- un controlador (30) en comunicación con la bomba (18), el primer sensor (40) de temperatura y el segundo sensor (56) de temperatura, siendo sensible el controlador (30) a una señal procedente de cada uno de dichos primer sensor (40) de temperatura y segundo sensor (56) de temperatura para ajustar la velocidad de la bomba (18) para controlar el fluido (15) en circulación.

- 5 11. El aparato según la reivindicación 10, que comprende además un medio para ajustar adicionalmente el caudal del fluido (15).
12. El aparato según la reivindicación 11, en el que dicho medio para ajustar adicionalmente es seleccionado a partir del grupo que consiste de bombas, válvulas, y medios para cambiar una altura relativa de dicho fluido fuente con relación a su circulación.
- 10 13. El aparato según la reivindicación 11 o 12, en el que dicho medio para ajustar adicionalmente es una bomba (18) de desplazamiento positivo.
14. El aparato según al menos una de las reivindicaciones 10 a 13, en el que el criógeno es seleccionado del grupo que consiste de nitrógeno, en particular nitrógeno líquido (LIN), dióxido de carbono, o mezclas de los mismos.
- 15 15. El aparato según al menos una de las reivindicaciones 10 a 14, que comprende además una evacuación (60) para el gas criogénico generado durante la refrigeración.

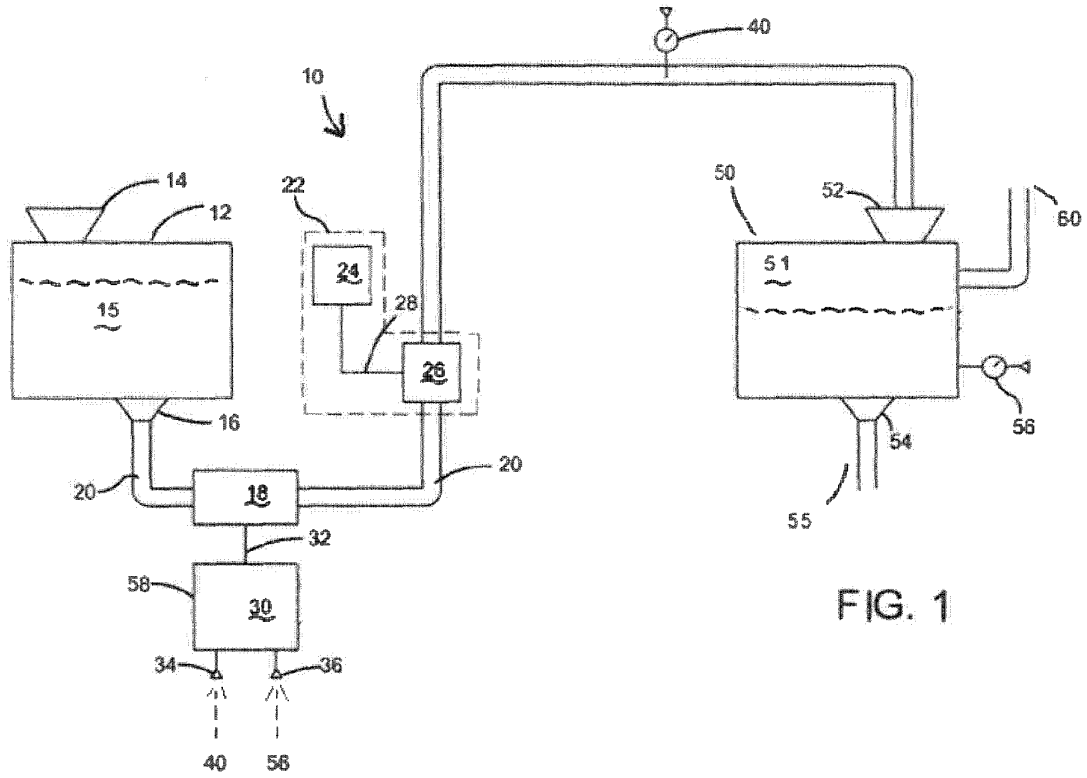


FIG. 1

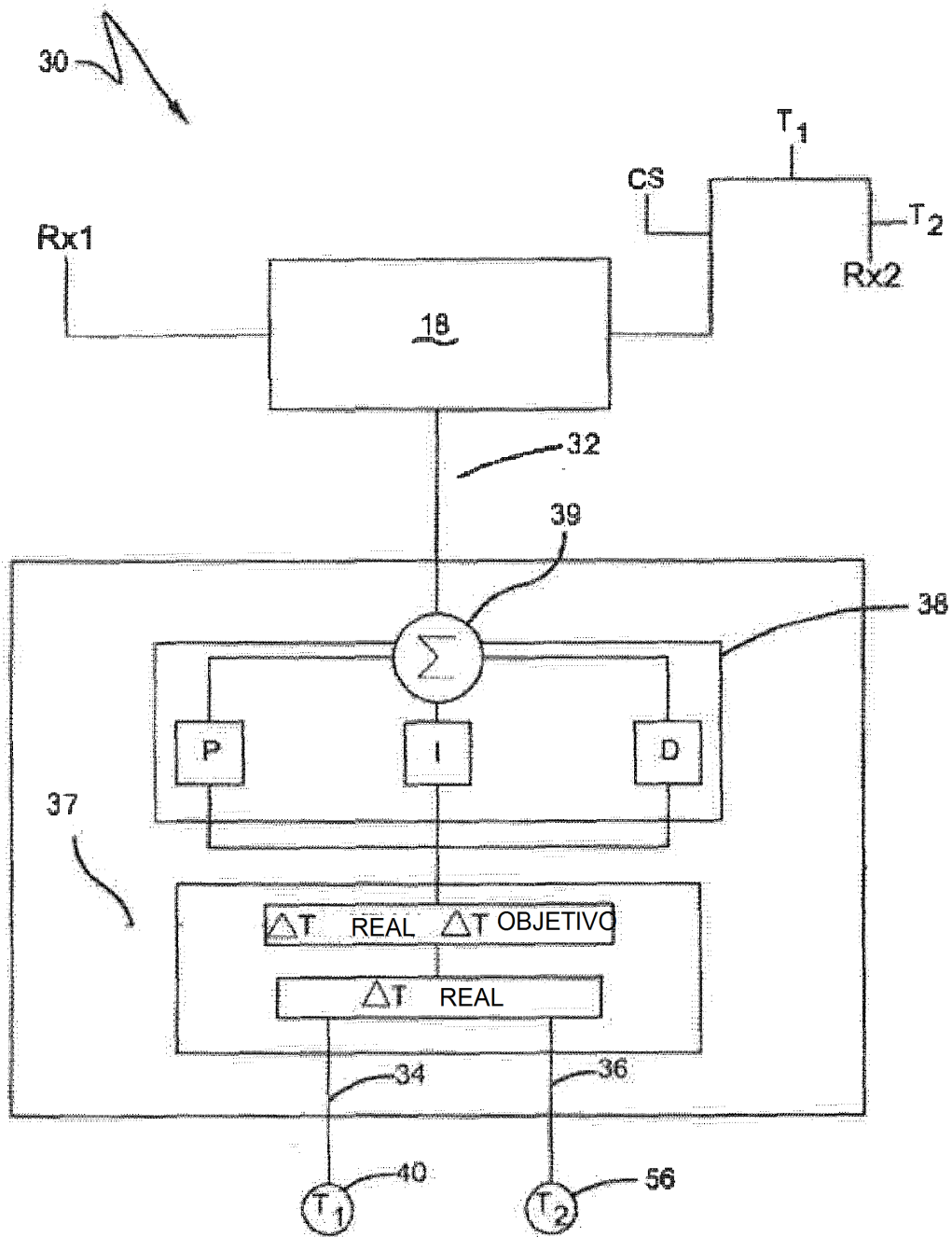


FIG. 2