

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 257**

51 Int. Cl.:

**F28D 7/10** (2006.01)

**F28F 1/36** (2006.01)

**F28F 1/40** (2006.01)

**F28F 1/42** (2006.01)

**F28F 13/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2010 E 10171888 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.09.2018 EP 2299227**

54 Título: **Intercambiador de calor tubular**

30 Prioridad:

**08.09.2009 DE 102009040558**

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

**26.11.2018**

73 Titular/es:

**KRONES AG (100.0%)  
Böhmerwaldstrasse 5  
93073 Neutraubling, DE**

72 Inventor/es:

**FEILNER, ROLAND y  
ZACHARIAS, JÖRG**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI , Peter**

ES 2 691 257 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

Intercambiador de calor tubular

La invención se refiere a un intercambiador de calor tubular del tipo indicado en el preámbulo de la reivindicación 1, así como un tubo interior y/o de revestimiento de tal intercambiador de calor tubular.

5 Por el documento DE 102 56 232 B4 se conoce un intercambiador de calor tubular, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, para el tratamiento UHT de la leche y de productos lácteos para su esterilización. El tubo de revestimiento es un tubo liso. Los tubos interiores son tubos rayados en cruz en los que las rayas, de varias  
10 entradas, que van en sentido contrario unas respecto a otras, se cruzan con ángulos de incidencia entre 25° y 35° longitudinalmente respecto al eje de tubo, es decir, con ángulos de rayado entre 65° y 55°. Esta apertura angular está adaptada especialmente a la leche y a productos lácteos, que tienen una fuerte tendencia a la formación de depósitos en la superficie de contacto. Por ello las rayas están además pulidas electroquímicamente. La combinación de ambas medidas da como resultado una inhibición óptima de la formación de depósitos de leche y productos lácteos y, con ello, una vida útil más larga del intercambiador de calor tubular hasta un ciclo de limpieza necesario. Se mencionan ángulos de rayado también de 45°, que se deben considerar óptimos en cuanto a la  
15 transferencia térmica, que, sin embargo, en la leche y en productos lácteos dan como resultado una formación de depósitos inadmisiblemente alta. Ángulos de incidencia entre 25° y 35° y el tratamiento superficial adicional son, debido a ello, óptimos para la leche y para productos lácteos en cuanto a la inhibición de la formación de depósitos específica del producto, sin embargo, al igual que los ángulos de rayado habituales de 45° respecto al eje de tubo, condicionan una relación desventajosa entre el aumento de la transmisión térmica obtenido y un aumento excesivo de la pérdida de presión en la corriente.

Por el documento DE 600 19 635 T2 se conoce un intercambiador de calor tubular para el tratamiento de zumos con fibras y/o partículas en el que se emplean simplemente tubos interiores y/o exteriores rayados. En el tubo interior el ángulo de rayado está realizado con aproximadamente 45°, mientras que el ángulo de rayado en el tubo de revestimiento está mostrado con aproximadamente 75° respectivamente en relación con el eje de tubo. En este  
25 intercambiador de calor tubular es desventajoso que, en favor de un aumento de la transmisión térmica, se deba aceptar una pérdida de presión muy fuerte con una superficie de entrada que permanece igual y la capa límite de la corriente en las rayas que tienen su recorrido con el mismo ángulo de rayado respecto al eje de tubo es inducida a una fuerte rotación. Esto condiciona una presión de descarga muy alta, dado el caso, desventajosa para el producto, para el tratamiento del producto en el intercambiador de calor tubular.

30 Más estado de la técnica está incluido en los documentos CN 101 101 185 A, US 2004/244958 A1, CN 26 30 783 Y, US 5 992 51 A.

La invención se basa en el objetivo de especificar un intercambiador de calor tubular del tipo mencionado al principio, así como un empleo de tal intercambiador de calor tubular, que, en el tratamiento de zumos o productos alimenticios similares a los zumos con viscosidad de media a alta, a pesar de una presión de descarga solamente moderada, hagan posible tiempos de residencia óptimamente cortos y superficies de transmisión térmica pequeñas.  
35

El objetivo planteado se consigue con las características de la reivindicación 1 y de la reivindicación 9.

Gracias al empleo de al menos un tubo rayado en cruz en el intercambiador de calor tubular para el tubo interior, por las rayas que se cruzan se consigue un aumento considerable de la transmisión térmica. Sin embargo, el aumento de la transmisión térmica que se puede conseguir llega a una relación óptima con el aumento de la pérdida de presión, acompañado del rayado en cruz, en la corriente de paso reduciendo el ángulo de incidencia a 72° hasta 67°  
40 respecto al eje de tubo y el ángulo de rayado de 18° a 23° que resulta de ello, es decir, a un ángulo de rayado relativamente agudo, relación que, a pesar de una presión de descarga solamente moderada, da como resultado una disminución de la superficie de transmisión térmica. En otras palabras, el intercambiador de calor tubular necesita, por el empleo de tales tubos rayados en cruz, una superficie de transmisión térmica relativamente pequeña y, con ello, un recorrido de descarga corto. La tendencia a la formación de depósitos de producto tiene una importancia secundaria en el caso de los zumos y de productos alimenticios similares a los zumos, ya que con el empleo de tubos rayados en cruz con los ángulos de rayado llanos indicados depende primariamente de que pulpas, fibras o partículas como componentes de los zumos o de los productos alimenticios similares a los zumos no  
45 tiendan, justamente por el ángulo de rayado llano, a cubrirlo y acumularse, sino que se vuelvan a limpiar continuamente. Además tal limpieza es posible hasta un estado impecable desde el punto de vista higiénico.

El intercambiador de calor tubular es especialmente apropiado para el tratamiento térmico de zumos o de productos alimenticios similares a los zumos con viscosidades > aproximadamente 5 mPas, pudiendo estar incluidas en el producto pulpas, fibras o partículas.

En una forma de realización conveniente, cada raya presenta en la sección axial del tubo un hueco a modo de cavidad con nervios casi cuneiformes en la sección transversal, a ambos lados, entre los cuales, en el hueco, existe una profundidad de rayado entre aproximadamente 0,8 mm a 1,2 mm. La interacción entre los ángulos de rayado relativamente llanos y la moderada profundidad de rayado da como resultado, incluso con una presión de descarga moderada, una relación óptima, para zumos y productos alimenticios similares a los zumos de viscosidades de  
55

medias a altas, entre el aumento de la transmisión térmica y el aumento de la pérdida de presión que se produce. Los huecos y los nervios están dispuestos en la superficie con la que puede entrar en contacto el producto.

5 En una forma de realización conveniente, la anchura en el hueco vista en la dirección del eje de tubo es un múltiplo de la profundidad de rayado. Esta debería situarse entre aproximadamente 5,0 y 20,0 mm. Los huecos son cavidades relativamente amplias, en cuyos nervios limitadores se vuelven a limpiar continuamente componentes del producto, y que hacen posible también una limpieza impecable desde el punto de vista higiénico, por ejemplo, para un cambio de producto. Para poder aprovechar de forma óptima el efecto del rayado en cruz, ambas rayas de varias entradas cubren completamente la superficie de tubo.

10 En una forma de realización conveniente, el tubo de revestimiento con varios tubos interiores rayados en cruz forma un módulo del intercambiador de calor tubular. Este módulo se puede extender por 3,0, 6,0 m o más y se combina con varios módulos en fila, convenientemente, para el tratamiento del producto en el intercambiador de calor tubular. En el canal de corriente entre el tubo de revestimiento y los tubos interiores se emplea, por ejemplo, un agente de transmisión térmica.

15 En otra forma de realización, el tubo interior rayado en cruz respectivo presenta los huecos de las rayas en el lado exterior o en el lado interior, por ejemplo, dependiendo de la superficie a lo largo de la cual fluya el producto.

20 Para el tratamiento del producto respectivo se proponen dos procedimientos diferentes: o un procedimiento de recuperación, en el que cual se procesa producto contra producto de forma separada por el tubo rayado en cruz respectivo, por ejemplo, a contracorriente, o un procedimiento con un agente de transmisión térmica contra el producto de forma separada por el tubo rayado en cruz respectivo, estando así, preferentemente, los huecos de ambas rayas del tubo rayado en cruz dirigidos al producto.

Los tubos rayados en cruz son, convenientemente, tubos de acero inoxidable en los que ambas rayas en las superficies de tubo interiores y exteriores son operativas en las corrientes.

Formas de realización del objeto de la invención se explican mediante los dibujos. Muestran:

25 La figura 1, un intercambiador de calor tubular para el tratamiento térmico de zumos o productos alimenticios similares a los zumos, por ejemplo, un módulo con un tubo rayado en cruz como tubo de revestimiento,

La figura 2, otra forma de realización de un módulo con al menos un tubo interior como tubo rayado en cruz en un tubo de revestimiento, por ejemplo, liso,

30 La figura 3, otra forma de realización de un módulo, en el cual el tubo de revestimiento y cada tubo interior están configurados como tubo rayado en cruz,

La figura 4, una sección detallada de la pared de tubo de un tubo rayado en cruz con huecos, que señalan hacia el interior de tubo, de ambas rayas, y

La figura 5, una sección transversal de la pared de tubo de un tubo rayado en cruz con huecos, que se sitúan en el lado exterior de tubo, de ambas rayas.

35 Un módulo M, mostrado en la figura 1, de un intercambiador de calor tubular W para el tratamiento térmico de zumos o productos alimenticios similares a los zumos con viscosidades de medias a altas, por ejemplo, con una viscosidad superior a aproximadamente 5 mPas, consta de un tubo de revestimiento 1 y al menos un tubo interior 2 ubicado en el interior del tubo de revestimiento 1 a una distancia de la pared interior del tubo de revestimiento 1, aproximadamente coaxial. El módulo M está combinado en el intercambiador de calor tubular W, por ejemplo, con otros módulos del mismo tipo o similares, no mostrados, para formar un recorrido de tratamiento de una determinada longitud de descarga. El producto se trata o según un procedimiento de recuperación, es decir, producto contra producto de forma separada por, por ejemplo, el tubo interior 2, o según un procedimiento en el que se emplea un agente de transmisión térmica (vapor o agua), estando separado el agente de transferencia térmica contra el producto por, por ejemplo, el tubo interior 2 respetivo. El procedimiento respectivo se activa, preferentemente a 45 contra corriente o a corriente directa.

50 El tubo de revestimiento 1 en la figura 1 está configurada como tubo rayado en cruz con rayas D1, D2 de varias entradas que se cruzan unas con otras en esencia simétricamente respecto al eje de tubo X, siendo el ángulo de rayado  $\alpha$  respecto al eje de tubo X de entre 18° y 23° y el ángulo de incidencia  $\beta$ , de entre 67° y 72° respecto al eje de tubo. El tubo rayado en cruz está configurado, por ejemplo, similar al mostrado en la figura 4, con huecos 3 que señalan hacia el interior de tubo. En la figura 1 el tubo interior 2 respectivo es también un tubo rayado en cruz con rayas de varias entradas que se cruzan unas con otras en esencia simétricamente respecto al eje de tubo X y ángulos de rayado  $\alpha$  de entre 18° y 23°.

En la forma de realización en la figura 2 del módulo M el tubo de revestimiento 1 es un tubo liso. Por el contrario, cada tubo interior 2 incluido en el tubo de revestimiento 1 es un tubo rayado en cruz con rayas D1, D2 de varias

5 entradas que se cruzan unas con otras en esencia simétricamente respecto al eje de tubo X y ángulos de rayado  $\alpha_1$  de entre  $18^\circ$  y  $23^\circ$  respecto al eje de tubo X. Las rayas D1, D2 tienen varias entradas, con lo que, a pesar del ángulo de incidencia relativamente pronunciado (ángulo de rayado  $\alpha_1$  entre  $18^\circ$  y  $23^\circ$ ), toda la superficie de tubo ofrece al producto, sobre todo, macroestructuras que intensifican la transmisión térmica, y entre el aumento de la transmisión térmica y la pérdida de presión condicionada por las rayas se consigue una relación óptima.

En la forma de realización en la figura 3 del módulo M, para el tubo de revestimiento 1 y cada tubo interior 2 se emplean rayas D1, D2 de varias entradas que se cruzan unas con otras en esencia simétricamente respecto al eje de tubo X, siendo también en este caso los ángulos de rayado  $\alpha$ ,  $\alpha_1$  de entre  $18^\circ$  y  $23^\circ$  respecto al eje de tubo X.

10 La figura 4 aclara las macroestructuras formadas por las rayas D1, D2 que se cruzan del tubo rayado en cruz respectivo como el tubo interior 2, macroestructuras que existen en el lado interior y en el lado exterior del tubo. En la figura 4 existen huecos 3 a modo de cavidades consecutivas en dirección axial dirigidas al eje de tubo X, que están delimitadas respectivamente por nervios 5 en esencia cuneiformes y tienen una profundidad de rayado T de entre 0,8 mm y 1,2 mm. La anchura B de cada hueco 3 es un múltiplo de la profundidad de rayado T, preferentemente entre 5,0 mm y 20,0 mm. En el lado exterior de tubo está prevista, según el hueco 3, una punta redondeada 4 que es delimitada en dirección axial por ranuras 6 casi con forma de V. En una alternativa no mostrada, los nervios 5 y las ranuras 6 podrían ser redondeados, por ejemplo, de cara a una buena capacidad de limpieza del tubo. Los nervios 5 o las ranuras 6 tienen su recorrido, al igual que los huecos 3 y las puntas 4, cruzándose unos con otros a modo de paso de rosca y periódicamente, con el ángulo de rayado  $\alpha$ ,  $\alpha_1$ , por toda la superficie interior o exterior de tubo.

20 En la forma de realización en la figura 5 está indicado un tubo rayado en cruz como tubo de revestimiento o interior 1, 2 en el que los huecos 3 existen en el lado exterior de tubo (es decir, opuestos al eje de tubo X). En este sentido, las puntas 4 redondeadas y las ranuras 6 señalan hacia el eje de tubo X. La profundidad de rayado T es de entre 0,8 mm y 1,2 mm. Los ángulos de rayado  $\alpha$ ,  $\alpha_1$  se sitúan entre  $18^\circ$  y  $23^\circ$  respecto al eje de tubo X. El tubo rayado en cruz mostrado en la figura 5 se emplea convenientemente como tubo interior 2, en caso de que, por ejemplo, el producto fluya entre el tubo de revestimiento 1 y el lado exterior del tubo interior 2. Se trabaja con un agente de transmisión térmica que fluye en el canal de corriente entre el tubo de revestimiento 1 y cada tubo interior 2; convenientemente, el tubo rayado en cruz está configurado como tubo interior 2 análogamente a la figura 4.

30 El empleo de tubos rayados en cruz con un ángulo de incidencia  $\beta$ ,  $\beta_1$  de  $67^\circ$  a  $72^\circ$  y una profundidad de rayado T de entre 0,8 mm y 1,2 mm con una anchura de rayado B de entre aproximadamente 5,0 mm y 20,0 mm da como resultado, para zumos o productos alimenticios similares a los zumos que pueden incluir pulpas, fibras o partículas, una relación óptima entre el aumento de la transmisión térmica que se puede conseguir mediante la técnica de rayado en cruz o los coeficientes de transmisión térmica y el aumento de la pérdida de presión que se debe aceptar en la corriente de paso, de tal forma que el procedimiento aplicado respectivamente (de recuperación o con agente de transmisión térmica) con una presión de descarga solo moderada necesita una superficie de intercambiador de calor relativamente pequeña con tiempos de permanencia cortos en el intercambiador de calor tubular o el intercambiador de calor tubular W tiene bastante con un recorrido de descarga relativamente corto.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Intercambiador de calor tubular (W) para el tratamiento de zumos y de productos alimenticios similares a los zumos con viscosidad de media a alta, con al menos un tubo de revestimiento (1) que incluye al menos un tubo interior (2), estando configurado al menos el tubo interior (2) como tubo rayado en cruz con rayas (D1, D2) de varias entradas, rayas que se cruzan al menos en esencia simétricamente respecto al eje de tubo (X), que tienen su recorrido a modo de paso de rosca con un ángulo de rayado ( $\alpha$ ,  $\alpha 1$ ) respecto al eje de tubo (X), **caracterizado porque** como tubo interior (2) está previsto un tubo rayado en cruz con un ángulo de rayado de 18 a 23°.
- 10 2. Intercambiador de calor tubular de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada raya (D1, D2) presenta en la sección transversal un hueco (3) a modo de cavidad con nervios (5), a ambos lados, casi cuneiformes en la sección transversal, entre los cuales, en el hueco (3) existe una profundidad de rayado (T) de entre aproximadamente 0,8 mm y 1,2 mm, y porque los huecos y los nervios están dispuestos en la superficie del tubo interior (2) con la que puede entrar en contacto el producto alimenticio.
- 15 3. Intercambiador de calor tubular de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la anchura (B) del hueco (3) vista en la dirección del eje de tubo (X) es de entre aproximadamente 5,0 y 20,0 mm.
4. Intercambiador de calor tubular de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el tubo de revestimiento (1) incluye varios tubos interiores rayados en cruz (2) y forma un módulo (M) del intercambiador de calor tubular (W).
- 20 5. Intercambiador de calor tubular de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el tubo interior rayado en cruz (2) respectivo presenta los huecos de las rayas (D1, D2) en el lado exterior o en el lado interior.
6. Intercambiador de calor tubular de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en el intercambiador de calor tubular (W) se pueden procesar zumos y productos alimenticios similares a los zumos con viscosidades superiores a aproximadamente 5 mPas.
- 25 7. Empleo de un intercambiador de calor tubular de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el zumo o el producto alimenticio similar a los zumos es procesado según un procedimiento de recuperación, en el cual se procesa producto contra producto de forma separada por el tubo rayado en cruz respectivo.
- 30 8. Empleo de un intercambiador de calor tubular de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el zumo o el producto alimenticio similar a los zumos es procesado, según un procedimiento con un agente de transmisión térmica, contra el producto separado por el tubo rayado en cruz respectivo, preferentemente con huecos (3) del tubo rayado en cruz dirigidos al producto.
- 35 9. Empleo de un intercambiador de calor tubular de acuerdo con la reivindicación 1 para el tratamiento térmico de zumos o productos alimenticios similares a los zumos con viscosidades de medias a altas superiores a aproximadamente 5 mPas.
10. Empleo de un intercambiador de calor tubular de acuerdo con la reivindicación 9, según el cual los zumos o los productos alimenticios similares a los zumos incluyen pulpas, fibras o partículas.

