

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 554**

51 Int. Cl.:

F28D 7/00 (2006.01)

F28D 7/16 (2006.01)

F28F 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2010 E 10809270 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.01.2014 EP 2524184**

54 Título: **Planta UHT y procedimiento para el tratamiento térmico de productos alimenticios sensibles a la temperatura**

30 Prioridad:

13.01.2010 DE 102010004418

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

28.04.2014

73 Titular/es:

**GEA TDS GMBH (100.0%)
Voss Strasse 11-13
31157 Sarstedt, DE**

72 Inventor/es:

**TACKE, LUDGER;
BUSCH, NORBERT;
ZIMMERMANN, DIETRICH;
ASSING, HUBERT;
SCHWENZOW, UWE y
SCHLAG, BRIGITTE**

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 457 554 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

Planta UHT y procedimiento para el tratamiento térmico de productos alimenticios sensibles a la temperatura

5 **Campo de la técnica**

- La invención se refiere a una planta UHT para el tratamiento térmico de productos alimenticios sensibles a la temperatura, en particular postres o productos de tipo postre, con una zona de precalentamiento que presenta al menos un primer intercambiador de calor que está solicitado, por una parte, con el producto alimenticio a calentar a través de un conducto de producto y, por la otra parte, con un primer medio calefactor, producido de manera regenerativa, a través de un primer conducto de circuito, con una zona de calentamiento elevado que se conecta al primer intercambiador de calor aguas arriba respecto a la dirección de flujo del producto alimenticio y que presenta al menos un segundo intercambiador de calor que está solicitado, por una parte, con el producto alimenticio a través del conducto de producto y, por la otra parte, con un segundo medio calefactor a través de un segundo conducto de circuito, con una primera sección de conducto que forma una sección del primer conducto de circuito y que alimenta el primer medio calefactor al primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento y con una segunda sección de conducto que forma otra sección del primer conducto de circuito continuo y que evacua el primer medio calefactor del primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento, estando configurados los intercambiadores de calor, que conducen el producto, de la zona de precalentamiento y la zona de calentamiento elevado respectivamente como intercambiadores de calor tubulares con al menos un haz de tubos en cada caso y estando compuesto el respectivo haz de tubos de un grupo de tubos interiores conectados en paralelo, a través de los que circula internamente el producto. La invención se refiere además a un procedimiento para el tratamiento térmico de productos alimenticios sensibles a la temperatura del tipo mencionado arriba en una planta UHT.
- El documento DE-A1-102005007557 describe una planta UHT con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Estado de la técnica

- Por procedimiento UHT (UHT: temperatura ultra alta) de calentamiento indirecto del producto por intercambio de calor con un medio portador de calor en una pared se entiende un tratamiento térmico del producto que se denomina también calentamiento aséptico, en el que se destruyen casi todos los microorganismos, como mínimo todos los microorganismos que provocan el deterioro, que pueden crecer durante la fase de almacenamiento del producto a temperatura ambiente. Por consiguiente, se deben destruir todos los microorganismos, exceptuando algunas esporas resistentes al calor que sobreviven eventualmente al proceso de calentamiento. Sin embargo, estas esporas pueden crecer sólo hasta un valor definido durante la fase de almacenamiento a temperatura ambiente.

- El calentamiento indirecto del producto por intercambio de calor en una pared se puede llevar a cabo tanto con los llamados intercambiadores de calor de placas como con los llamados intercambiadores de calor tubulares, como en la invención descrita a continuación, en los que la energía térmica se transmite a través de las paredes de los tubos de un grupo de tubos interiores. El producto alimenticio a tratar circula en los tubos interiores, mientras que un medio portador de calor, identificado a continuación también como medio calefactor en el marco de la invención, generalmente agua o vapor, circula a contracorriente en el intersticio anular del tubo envolvente que rodea los tubos interiores conectados en paralelo. Por el documento DE-9403913U1 es conocido en este sentido un intercambiador de calor tubular.

- Un conocido dispositivo de calentamiento UHT de uso comercial con calentamiento indirecto del producto para la fabricación de leche UHT contiene un precalentador en una llamada zona de precalentamiento para calentar la leche estandarizada. A continuación, la leche se conduce en la mayoría de los casos a través de un llamado homogeneizador para la distribución uniforme de la grasa y después se sigue precalentando. A esto le sigue un llamado proceso de mantenimiento de calor previo para estabilizar las proteínas de la leche. Después de otro intercambiador de calor, previsto para el proceso posterior de calentamiento de la leche, se lleva a cabo el verdadero calentamiento UHT en una llamada zona de calentamiento con mantenimiento de calor y a continuación se realiza el enfriamiento en una llamada zona de enfriamiento por intercambio de calor con un llamado medio portador de calor "regenerativo". En caso de con el dispositivo de calentamiento UHT se fabricara también, por ejemplo, nata UHT, se dispone una zona de post-enfriamiento, no incluida en el intercambio de calor regenerativo, a continuación de la zona de enfriamiento.

- Por medio portador de calor "regenerativo", con el que se ejecuta un llamado intercambio de calor "regenerativo", se entiende en adelante un llamado medio portador de calor que se conduce en el circuito y que, con respecto a la dirección de flujo del producto alimenticio a tratar, absorbe la energía térmica del producto por detrás de un dispositivo de mantenimiento de calor y la transmite de manera "regenerativa" al producto delante del dispositivo de mantenimiento de calor. En relación con la clasificación "regenerativo" se omiten a continuación las comillas. Por lo general, como medio portador de calor se utiliza básicamente el agua que circula en el circuito y que calienta la leche en contracorriente según el perfil de temperatura-tiempo al avanzar la leche a mayor temperatura y enfría la leche asimismo en contracorriente al retornar la misma. En el caso de este intercambio de calor se puede recuperar

hasta el 90% de la energía aplicada. A este respecto, el dispositivo de calentamiento UHT se excluye de este intercambio de calor regenerativo y el calentamiento restante necesario se lleva a cabo aquí por calentamiento indirecto con la desviación del circuito de agua (Principio FINNAH, Ahaus; H. G. KESSLER, Molkereiverfahrenstechnik, München-Weihenstephan, tercera edición, 1988).

5 El documento DE102005007557A1 describe un procedimiento y una planta UHT para la fabricación de leche de larga duración destinada al consumo, una llamada leche ESL (vida útil extendida), presentando esta planta UHT las características de una planta comercial UHT, esbozadas brevemente arriba, para la fabricación de leche UHT. En este sentido sólo se ha de señalar que un intercambiador de calor regenerativo de la zona de calentamiento sigue primero a los intercambiadores de calor regenerativo de la zona de precalentamiento y a un dispositivo de mantenimiento de calor previo, antes de tratarse la leche en los intercambiadores de calor no regenerativos de la zona de calentamiento UHT. Dado que la leche ESL se produce en un perfil de nivel de temperatura menor en total que la leche UHT, se proponen medidas para la reducción selectiva de la superficie activa del dispositivo de calentamiento UHT y para la reducción de la potencia frigorífica en la zona de enfriamiento mediante la conducción en derivación de la leche en estas zonas a fin de controlar la potencia calorífica en el lado de los medios portadores de calor y, por tanto, para adaptar la temperatura en el lado del producto entre la zona de precalentamiento y la zona de calentamiento elevado, así como en la zona de enfriamiento.

20 Los productos alimenticios particularmente sensibles a la temperatura, como los postres o los productos de tipo postre, en particular con alta viscosidad y, dado el caso, con ingredientes que contienen sólidos, como trozos enteros, pulpas o fibras, requieren una adaptación exacta y rápida de la temperatura del producto alimenticio, que sale de la zona de precalentamiento, a las condiciones de temperatura en la entrada de la zona de calentamiento elevado, lo que no es posible con las plantas UHT para leche UHT, esbozadas brevemente arriba, o la planta UHT modificada para leche ESL según el documento DE102005007557A1 .

25 Para cumplir el objetivo mencionado arriba se necesita además simultáneamente un tratamiento del producto alimenticio que sea cuidadoso desde el punto de vista térmico y mecánico. De este requisito relativo a un tratamiento cuidadoso desde el punto de vista térmico se deduce que todas las cantidades parciales de un producto alimenticio, que se va a someter al tratamiento térmico en cuestión, pasan a la vez y durante un mismo período de tiempo por el mismo perfil de nivel de temperatura requerido. Dicho de otro modo, esto significa que todas las cantidades parciales están sujetas a las mismas condiciones térmicas y mecánicas de flujo en un mismo tiempo de permanencia.

30 Un tratamiento cuidadoso desde el punto de vista mecánico significa que la carga mecánica del producto alimenticio se mantiene lo más baja posible. Esta carga se produce siempre en particular cuando el producto alimenticio se somete a fuerzas de cizallamiento que se originan de manera evidente en presencia de desviaciones, transiciones de sección transversal discontinuas, ramificaciones y uniones de flujos, como las existentes frecuentemente en una planta UHT del tipo descrito arriba.

40 El documento DE10311529B3 trata el problema de la ramificación del flujo en la zona de entrada de las placas portatubos de un intercambiador de calor tubular (por ejemplo, el documento DE9403913U1), como el usado preferentemente en plantas UHT. Las medidas propuestas para conseguir el objetivo planteado aquí se refieren a la ramificación de un producto alimenticio en tubos interiores del intercambiador de calor tubular que alojan un número de cantidades parciales de este producto, estando previsto, entre otros, un cuerpo de desplazamiento dispuesto con simetría axial y de manera concéntrica respecto a la placa portatubos. Los tubos interiores están repartidos en toda la superficie circular de la placa portatubos, por lo general, en más de un círculo parcial, exceptuando una zona central estrechamente delimitada. Dadas estas premisas, existen desde un inicio recorridos de flujo de longitud diferente para entrar en los tubos interiores y para salir de los mismos tanto en la zona de entrada como en la zona de salida de la respectiva placa portatubos y, por consiguiente, en la ramificación y la unión del flujo. Sólo por esta razón se obtienen diferentes tiempos de permanencia para las cantidades parciales del producto alimenticio que circulan a través de los respectivos tubos interiores. La zona central estrecha de la placa portatubos se mantiene sin un tubo interior, porque el cuerpo de desplazamiento está unido aquí fijamente a la placa portatubos o se apoya aquí como cuerpo de desplazamiento móvil libremente. Por tanto, la distribución especular de tubos está sujeta a una limitación, porque el centro de la placa portatubos debe quedar libre de uno o incluso varios tubos interiores. Si está prevista una cantidad de tubos interiores, que se dispone en un único círculo parcial, como muestra, por ejemplo, la figura 9, se obtienen diferentes tiempos de permanencia del producto alimenticio al menos para la zona de entrada y salida de los tubos interiores y el flujo de un medio portador de calor en el lado exterior de los tubos interiores está repartido significativamente de manera no uniforme en la sección transversal de paso solicitada con este medio.

60 Por el documento DE102005059463A1 es conocido disponer en la zona de entrada y en la zona de salida de una placa portatubos de un intercambiador de calor tubular un cuerpo de desplazamiento, como el conocido por el documento DE10311529B3. Este cuerpo de desplazamiento presenta un elemento de vástago que se extiende en dirección de su eje de simetría y está unido fijamente por su extremo opuesto al cuerpo de desplazamiento con un codo de unión o una pieza de unión que se conecta a la brida del intercambiador o al manguito de conexión. De este modo, el centro de la placa portatubos también queda disponible para la disposición de tubos interiores, pero los recorridos de flujo se diferencian aún más en el desarrollo de la ramificación y la unión del flujo que en caso de una distribución de la placa portatubos con el centro libre y, por tanto, las diferencias de los tiempos de permanencia son

aún mayores de manera general y sistemática.

El documento GB2131673A divulga un procedimiento y un dispositivo para el tratamiento UHT de líquidos, por ejemplo, leche, que provocan un daño mínimo de la leche debido al calor. La planta UHT presenta, entre otros, un intercambiador de calor en una zona de precalentamiento, que está solicitado, por una parte, con el líquido a calentar a través de un conducto de producto y, por la otra parte, con un primer medio calefactor, producido de manera regenerativa, a través de un primer conducto de circuito. Con respecto a la dirección de flujo del líquido a calentar, una zona de calentamiento elevado se conecta aguas arriba de la zona de precalentamiento y está solicitada, por una parte, con el líquido a calentar a través del conducto de producto y, por la otra parte, con un segundo medio calefactor a través de un segundo conducto de circuito. El intercambiador de calor de la zona de precalentamiento y la zona de calentamiento elevado está representado sólo de manera esquemática y no hay informaciones sobre el tipo de su construcción.

Por el documento US4997662A es conocido un procedimiento y un dispositivo para el tratamiento térmico de la leche en el marco de un proceso de pasteurización que tiene lugar, como es conocido, a un nivel de temperatura relativamente bajo. La leche almacenada en un tanque de almacenamiento después de un ordeño mecánico se alimenta a un intercambiador de calor subdividido en tres secciones conectadas en serie para su pasteurización. No aparecen más informaciones sobre su construcción. La primera sección, que actúa como dispositivo de precalentamiento de la leche de entrada, está calentada de manera regenerativa en contracorriente con la leche calentada a la temperatura final deseada y procedente de un dispositivo de mantenimiento de calor. La segunda sección del intercambiador de calor, que se conecta a la primera sección, está solicitada, por una parte, con la leche precalentada y está conectada, por la otra parte, a un primer medio calefactor, agua caliente o fría según las necesidades, para el calentamiento posterior. Por último, la leche se calienta a la temperatura final deseada de la pasteurización en la tercera sección, a la que se alimenta, por una parte, la leche calentada en la segunda sección y que está solicitada, por la otra parte, con un segundo medio calefactor que se calienta preferentemente por electricidad y se conduce en el circuito.

Asimismo, el documento EP0081256A1 divulga un procedimiento y un dispositivo para el tratamiento térmico controlado de un producto alimenticio, por ejemplo, para la esterilización de leche, en un intercambiador de calor tubular que funciona de manera regenerativa, estando construido el último intercambiador de calor de la zona de precalentamiento en forma de una disposición de tres tubos concéntricos. El espacio anular central, delimitado radialmente en el lado exterior por el tubo central, conduce el flujo de producto, mientras que el espacio anular exterior, delimitado en el lado exterior por el tubo exterior, o el tubo interior puede conducir opcionalmente el medio calefactor producido de manera regenerativa.

Es objetivo de la presente invención conseguir una adaptación exacta y rápida de la temperatura del producto alimenticio, que sale de la zona de precalentamiento, a las condiciones de temperatura existentes en la entrada de la zona de calentamiento elevado en una planta UHT de tipo genérico y garantizar a la vez un tratamiento del producto alimenticio que sea particularmente cuidadoso desde el punto de vista térmico y mantener lo más baja posible la carga mecánica del producto alimenticio.

Sumario de la invención

Este objetivo se consigue mediante una planta UHT con las características de la reivindicación 1. Formas de realización ventajosas de la planta UHT son objeto de las reivindicaciones secundarias. Un procedimiento para el tratamiento térmico de productos alimenticios sensibles a la temperatura en una respectiva planta UHT es objeto de la reivindicación dependiente 15. Configuraciones ventajosas del procedimiento son objeto de las reivindicaciones secundarias.

La primera idea básica de la invención consiste en suministrar al primer medio calefactor, producido de manera regenerativa, energía calefactora adicional procedente del exterior, específicamente en aquel punto de la planta UHT, en el que es necesario adaptar la temperatura del producto alimenticio sensible a la temperatura que está disponible en particular en forma de un postre o un producto de tipo postre. Esto se consigue según la invención al estar guiada una primera sección de conducto, que forma una sección del primer conducto de circuito y que alimenta el primer medio calefactor al primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento, a través de un calentador de ajuste calentado con un tercer medio calefactor.

Con el fin de adaptar rápida y eficientemente la temperatura está previsto en correspondencia con una segunda idea básica de la invención que un conducto de retorno se ramifique en un punto de ramificación a partir de una segunda sección de conducto que forma otra sección del primer conducto de circuito continuo y que evacua el primer medio calefactor del primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento. El conducto de retorno desemboca en un punto de unión en la primera sección de conducto aguas arriba del calentador de ajuste respecto a la dirección de flujo del primer medio calefactor en la primera sección de conducto. En el conducto de retorno está dispuesto un segundo dispositivo de transporte que realiza el transporte desde el punto de ramificación hasta el punto de unión y que permite aumentar de manera significativa la capacidad de transporte en la zona del primer medio calefactor calentado adicionalmente. Por tanto, el primer medio calefactor calentado adicionalmente se lleva con rapidez al

5 primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento y las condiciones de transferencia térmica se mejoran aquí significativamente al mismo tiempo en el lado del primer medio calefactor debido al aumento de la velocidad de flujo. El mejoramiento en cuestión va acompañado de un mejoramiento adecuado de las condiciones de transferencia térmica en el lado del producto alimenticio que se propone asimismo según la invención. Esto se consigue mediante un aumento significativo de la velocidad de flujo en los tubos interiores.

10 Una tercera idea básica de la invención garantiza que todas las cantidades parciales del producto alimenticio experimenten el mismo tiempo de permanencia al pasar por los perfiles de nivel de temperatura. Esto se consigue al estar configurado al menos el primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento de los intercambiadores de calor de la zona de precalentamiento y calentamiento elevado, configurados en cada caso como intercambiadores de calor tubulares, de manera que en al menos un haz de tubos, todos los tubos interiores están dispuestos en forma de anillo circular, en un único círculo y en un canal exterior configurado como espacio anular, se extienden en su dirección longitudinal y se apoyan por cada extremo en una placa portatubos.

15 Un aspecto independiente de la invención se puede apreciar en una tercera idea básica de la invención y en sus configuraciones preferidas que se describen a continuación. La disposición de los tubos interiores, descrita arriba, en el respectivo haz de tubos crea por primera vez las mejores premisas en relación con la presencia de recorridos de flujo casi congruentes para todas las cantidades parciales del producto alimenticio que se ramifican y se unen entre la entrada y la salida de producto. La disposición en forma de anillo circular de los tubos interiores en un único círculo en un espacio anular, cuya sección transversal anular está dimensionada preferentemente de manera que se garantiza un flujo del medio calefactor suficiente alrededor de todo el lado exterior de los tubos interiores, proporciona además condiciones de transferencia térmica óptimas y unificadas en gran medida en estos lados exteriores. Esta disposición permite por primera vez de manera planificada que el flujo circule en cada tubo interior individual sobre su superficie envolvente, solicitada con el primer o el segundo medio calefactor, a la misma velocidad de flujo, de modo que a cada tubo interior se le asignan así las mismas condiciones de transferencia térmica descritas arriba. Esto garantiza el mismo aporte de calor y, por tanto, las mismas temperaturas en un plano de sección transversal del haz de tubos para todas las cantidades parciales que circulan en los tubos interiores. La combinación de las propiedades de los "recorridos de flujo congruentes" con "la unificación del aporte de energía en todos estos recorridos de flujo" proporciona tiempos de permanencia iguales para todas las cantidades parciales del producto alimenticio y provoca así finalmente un tratamiento térmico igual de estas cantidades parciales mediante el mecanismo de trabajo según el procedimiento de temperatura por tiempo. Las condiciones de transferencia térmica en cuestión no se pueden conseguir con un haz de tubos del tipo conocido, en el que los tubos interiores están repartidos por toda la sección transversal circular del haz de tubos.

35 En una forma de realización preferida, el al menos un haz de tubos presenta respectivamente el canal exterior, diseñado en forma de espacio anular y rodeado por una envoltura exterior, para el primer medio calefactor regenerativo o el segundo medio calefactor, en el que está prevista una cantidad de tubos interiores que se extienden en paralelo al eje respecto a la envoltura exterior a través del canal exterior y forman conjuntamente un canal interior. Para todos los tubos interiores está prevista una entrada de producto o salida de producto común configurada en una primera brida de intercambiador, por una parte, y una salida de producto o entrada de producto común configurada en una segunda brida de intercambiador, por la otra parte, para el producto alimenticio.

45 Un intercambiador de calor tubular con este diseño permite ventajosamente configurarlo de manera especular con una forma idéntica y dimensiones iguales en sus zonas extremas, al menos en la zona de unión al canal exterior. Esto incluye sin limitaciones todas las características en estas zonas, que se describen en detalle más adelante. Por tanto, el intercambiador de calor tubular propuesto arriba es evidentemente más simple que el intercambiador según el documento DE9403913U1 que presenta en el interior un cojinete fijo y móvil implementado para la compensación de tensiones térmicas. El intercambiador de calor tubular, según la invención, implementa el cojinete fijo y móvil con preferencia en el exterior y de manera muy simple al estar apoyada fijamente una brida de envoltura exterior en su periferia y al estar apoyada aquí la otra brida de envoltura exterior con posibilidad de movimiento libre.

50 La tercera idea básica de la invención, indicada arriba, garantiza básicamente recorridos de flujo congruentes para el producto alimenticio en la zona de sus cantidades parciales, que se ramifican y se unen, y en la zona de flujo entre los puntos de ramificación y unión a fin de asegurar los mismos tiempos de permanencia en las zonas de tratamiento térmico del producto alimenticio. Las mejores premisas posibles para la realización concreta de recorridos de flujo congruentes se crean además al estar dispuestos los tubos interiores del haz de tubos en la mayor zona periférica posible de la placa portatubos. Esta configuración se realiza preferentemente de manera que el espacio anular está dimensionado con una anchura de intersticio tan pequeña como la necesaria para un flujo suficiente de un medio calefactor y el diámetro del círculo, en el que están dispuestos los tubos interiores, está dimensionado con el mayor valor posible.

65 Otra propuesta prevé que los tubos interiores del haz de tubos estén repartidos a igual distancia en la periferia del círculo. De este modo y en combinación con las dimensiones descritas arriba se obtienen recorridos de flujo absolutamente congruentes desde el flujo total no ramificado hasta el flujo parcial ramificado respectivamente en los tubos interiores. En cualquier caso, esto ocurre siempre que la ramificación del flujo esté configurada con simetría axial, como está previsto asimismo, y si no se consideran diferencias mínimas que están dadas por la extensión

radial del diámetro interior del tubo. No obstante, estos efectos se compensan mediante el intercambio transversal turbulento del flujo en el respectivo tubo interior.

5 El canal exterior en forma de espacio anular se realiza de manera muy simple al estar delimitado internamente el canal exterior, configurado como espacio anular, por una envoltura interior que está delimitada en forma de un tubo interior según una primera propuesta o en forma de una barra interior según una segunda propuesta, apoyándose el tubo interior y la barra interior por el lado extremo respectivamente en la placa portatubos. Por tanto, los tubos interiores, dispuestos en un único círculo, se encuentran en un espacio anular equidistante que se puede dimensionar de manera relativamente estrecha y en el que no hay espacios muertos ni zonas de estancamiento del flujo del primer o del segundo medio calefactor, y la velocidad de flujo del primer o del segundo medio calefactor se puede incrementar asimismo en cada tubo interior por encima del nivel usual hasta el momento en el estado de la técnica.

15 Ha resultado ventajoso que la velocidad de flujo se genere en el espacio anular mencionado arriba al menos en el primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento, al que se alimenta el primer medio calefactor calentado adicionalmente, a partir de un flujo volumétrico que es casi igual a un flujo volumétrico en el lado del segundo medio calefactor en el intercambiador de calor de la zona de calentamiento elevado que se conecta a la zona de precalentamiento.

20 A fin de conducir el flujo de producto alimenticio, en lo posible sin pérdidas ni saltos, en su recorrido de flujo desde un flujo total hasta ramificarse realmente en los tubos interiores, por una parte, y desde los tubos interiores hasta volverse a unir en el flujo total, por la otra parte, está previsto además que la brida de intercambiador presente un orificio de conexión en su lado opuesto a la placa portatubos asignada y que este orificio se abra en la brida de intercambiador preferentemente con simetría axial mediante una zona de transición, configurada preferentemente de forma cónica o en forma de cono y en particular sin puntos discontinuos, hasta una sección transversal de paso ampliada prevista en el lado extremo. Además, con preferencia en sentido coaxial al orificio de conexión y con preferencia de manera concéntrica a la placa portatubos está previsto un cuerpo de desplazamiento de simetría axial que se encuentra unido fijamente a la misma y que configura un canal anular con un contorno interior formado por el orificio de conexión, la zona de transición cónica o en forma de cono y la sección transversal de paso ampliada. Los documentos DE19311529B3 y DE102005059463A1 describen el modo de trabajo de un cuerpo de desplazamiento, conocido de por sí, en la zona de entrada y salida de flujo de una placa portatubos. En este caso se analiza la influencia del cuerpo de desplazamiento sobre toda la superficie circular, ocupada por los tubos interiores, de una placa portatubos, mientras que el objeto de la presente invención son los tubos interiores dispuestos en forma de anillo circular en un único círculo y sólo en la periferia de la placa portatubos.

35 Según otra propuesta, el objetivo de la presente invención se consigue mejor al ampliarse continuamente el canal anular en su respectiva sección transversal de paso de intersticio anular desde el orificio de conexión hacia la placa portatubos.

40 Según otra propuesta se garantizan condiciones de flujo favorables en la zona de entrada y salida de los tubos interiores y en particular una entrada del producto alimenticio, caracterizada por una tendencia reducida a la acumulación de ingredientes con contenido de fibras, al estar configurado el cuerpo de desplazamiento con preferencia en forma de hongo y al estrecharse en particular continuamente en el lado de entrada o salida de flujo. El cuerpo de desplazamiento está compuesto aquí preferentemente de un elemento delantero y un elemento trasero que finaliza en un pie de desplazamiento, formando ambos en su sección transversal de unión un diámetro exterior máximo común en forma de un punto de ruptura de flujo definido. El pie de desplazamiento finaliza con preferencia directamente en la placa portatubos.

50 La carga mecánica del producto alimenticio al ramificarse en cantidades parciales (pérdidas de entrada por ramificación) y al unirse a continuación en un flujo total (pérdidas de salida por unión) se reduce ampliamente de manera no previsible al desembocar los tubos interiores, como prevé otra propuesta, por el lado extremo respectivamente en y a ras de un fondo de una acanaladura de entrada que por el lado de la brida de intercambiador engrana en la placa portatubos en forma de una depresión anular. A este respecto, el fondo está separado de la superficie frontal de la placa portatubos en una entalladura que define al mismo tiempo también la profundidad de la acanaladura de entrada.

60 Las pérdidas de entrada y salida en el sentido anterior se reducen además al estrecharse la acanaladura de entrada continuamente y con preferencia de manera simétrica hacia el diámetro exterior del respectivo tubo interior, preferentemente con una superficie cóncava.

Las pérdidas de entrada y salida se minimizan al alojarse el respectivo tubo interior en un taladro de conexión en el fondo de la acanaladura de entrada, que está realizado en forma de un embudo de entrada que engrana en la acanaladura de entrada y se estrecha continuamente hacia el tubo interior. El embudo de entrada tiene aquí preferentemente la forma de tulipán o cono o una forma cónica.

65

5 La transición entre el canal anular en la brida de intercambiador y la acanaladura de entrada en la placa portatubos se realiza de manera particularmente favorable desde el punto de vista de la técnica de los fluidos al transformarse a ras y continuamente la sección transversal de paso ampliada con su diámetro interior en un flanco exterior y al transformarse a ras y continuamente el pie de desplazamiento con su diámetro exterior, configurado en el lado extremo, en un flanco interior de la acanaladura de entrada.

10 La invención propone además un procedimiento para el tratamiento térmico de productos alimenticios sensibles a la temperatura, en particular postres o productos de tipo postre, en una planta UHT que comprende de manera conocida, entre otros, un precalentamiento y un calentamiento elevado siguiente del producto alimenticio a calentar, estando previstos un primer medio calefactor para el precalentamiento, producido de manera regenerativa y conducido en un primer circuito a través de la planta UHT, y un segundo medio calefactor para el calentamiento elevado, conducido en un segundo circuito.

15 Una primera idea de solución desde el punto de vista del procedimiento, que es esencial para la invención y posibilita en general por primera vez la adaptación de la temperatura del producto alimenticio según los objetivos, consiste en adaptar una temperatura de entrada del producto alimenticio a los requisitos del calentamiento elevado antes de entrar en el calentamiento elevado mediante el calentamiento adicional del primer medio calefactor con un tercer medio calefactor transportado desde el exterior y en realizar el calentamiento adicional del primer medio calefactor antes de entrar en el precalentamiento.

20 El mero suministro de la energía calefactora adicional no es eficaz aún en el sentido del objetivo planteado. Sólo cuando esta energía calorífica se suministra con rapidez y sin retardo, se obtiene una solución satisfactoria. Por tanto, una segunda idea de solución desde el punto de vista del procedimiento, que es esencial para la invención, prevé transportar el primer medio calefactor en la zona de su calentamiento adicional y su utilización siguiente en el precalentamiento con un flujo volumétrico que es elevado respecto al primer flujo volumétrico del primer medio calefactor presente en todo el primer circuito de la planta UHT.

25 Por último, una solución suficiente del objetivo planteado según la invención se consigue mediante una tercera idea de solución desde el punto de vista del procedimiento, que es esencial para la invención y que prevé que todas las cantidades parciales del producto alimenticio, que se ramifican y se unen respectivamente en el precalentamiento y en el calentamiento elevado siguiente, experimenten el mismo tiempo de permanencia en recorridos de flujo congruentes al menos en el precalentamiento.

30 Una configuración ventajosa del procedimiento prevé que el calentamiento adicional del primer medio calefactor esté limitado en tiempo o se pueda controlar de manera limitable en tiempo. Esto permite limitar temporalmente las medidas previstas según la invención, por ejemplo, a fases de condiciones de proceso no estacionarias conocidas en la planta UHT o en su entorno, en el que es necesaria la adaptación de la temperatura según la invención.

35 Otra configuración ventajosa del procedimiento prevé, en relación con una limitación a lo que es estrictamente necesario desde el punto de vista del equipamiento, que la utilización del primer medio calefactor calentado de manera adicional esté limitada a una zona parcial del precalentamiento dispuesta directamente aguas arriba del calentamiento elevado.

40 Para una adaptación óptima de las condiciones de transferencia térmica a las particularidades generales de la planta UHT en el lado del primer medio calefactor calentado adicionalmente, otra configuración del procedimiento prevé que el flujo volumétrico del primer medio calefactor calentado adicionalmente sea casi igual a un segundo flujo volumétrico del segundo medio calefactor del calentamiento elevado.

45 Las óptimas condiciones de transferencia térmica en el lado del primer medio calefactor, que se crean mediante la disposición según la invención de los tubos interiores en forma de anillo circular en un único círculo y en un canal exterior configurado como espacio anular, posibilitan el paso del calor, mejorado en general, al producto alimenticio que circula en los tubos interiores si, como prevé otra propuesta, las condiciones de transferencia térmica en la zona del precalentamiento sometida al calentamiento adicional del primer medio calefactor están adaptadas de manera correspondiente en el lado del producto alimenticio a las condiciones de transferencia térmica en el lado del primer medio calefactor, específicamente mediante el aumento de la velocidad de flujo en el tubo interior.

50 Ha resultado particularmente eficaz en el sentido de un tratamiento particularmente cuidadoso desde el punto de vista térmico y una carga mecánica lo más baja posible del producto alimenticio que la velocidad de flujo del producto alimenticio se varíe continua y suavemente en las zonas de flujo no ramificadas y ramificadas. Esto se produce cuando en el transcurso de la preparación de la ramificación, el flujo se retarda primero de un valor inicial del flujo no ramificado, o sea, la primera velocidad de flujo, a un valor mínimo del flujo no ramificado, o sea, la segunda velocidad de flujo, y a continuación, el flujo se acelera en el desarrollo de su ramificación a un valor máximo, o sea, la tercera velocidad de flujo, siendo la tercera velocidad de flujo mayor que la primera velocidad de flujo y ejecutándose de manera análoga a la inversa la unión de las cantidades parciales del producto alimenticio.

65

La planta UHT descrita arriba y el procedimiento ejecutable con la misma se aplican de manera particularmente ventajosa en un producto alimenticio sensible a la temperatura que presenta las características de un postre o un producto de tipo postre.

5 Breve descripción de los dibujos

Una representación más detallada de la invención se obtiene de la siguiente descripción, de las figuras adjuntas del dibujo, así como de las reivindicaciones. Aunque la invención está implementada en las formas de realización más diversas, en el dibujo están representados un ejemplo de realización preferido de la planta UHT, así como dos formas de realización de un intercambiador de calor tubular utilizado en la planta UHT según la invención, cuya construcción y funcionamiento se describen a continuación. Muestran:

- Figura 1 en representación esquemática, una zona parcial relevante de la planta UHT según la invención que está reducida a características esenciales;
- 15 Figura 2 en sección meridiana, una primera forma de realización de un intercambiador de calor tubular utilizado preferentemente en la planta UHT según la figura 1;
- Figura 2a una vista del intercambiador de calor tubular según la figura 2 al observarse la representación de la figura 2 desde la derecha y al estar retirada la segunda brida de intercambiador, dispuesta en el lado derecho, de la placa portatubos asignada;
- 20 Figura 2b una representación a escala ampliada de un detalle, identificado con "X" en la sección meridiana según la figura 2a, en la zona de los extremos de los tubos interiores que desembocan en la placa portatubos;
- Figura 2c una representación a escala más ampliada del detalle según la figura 2b;
- 25 Figura 3 en sección meridiana, una segunda forma de realización de un intercambiador de calor tubular utilizado asimismo preferentemente en la planta UHT según la figura 1; y
- Figura 3a una vista del intercambiador de calor tubular según la figura 3 con las condiciones de la representación de la figura 2a.

Descripción detallada

30 Un producto P sensible a la temperatura, por ejemplo, un postre o un producto de tipo postre, que se va a someter a un tratamiento térmico, entra en la zona parcial de una planta UHT 1 representada en la figura 1 en una zona de precalentamiento VZ a través de un conducto de producto L. La zona de precalentamiento VZ, en la que el producto alimenticio P experimenta un precalentamiento VE, se forma a partir de un primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento 100 y un segundo intercambiador de calor de la zona de precalentamiento 100-1 que respecto a la dirección de flujo del producto alimenticio P está dispuesto aguas arriba del mismo. Ambos intercambiadores de calor se solicitan con un primer medio calefactor M1 producido de manera regenerativa, preferentemente agua, a través de un primer conducto de circuito K1. Este medio calefactor se transporta en el primer conducto de circuito K1 en un primer circuito KL1 con un primer flujo volumétrico Q_1 y llega a través de una primera sección de conducto L1, que forma una sección del primer conducto de circuito K1, al primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento 100, circula a través del mismo preferentemente en contracorriente respecto al producto alimenticio P, llega a través de una segunda sección de conducto L2, que forma otra sección del primer conducto de circuito continuo K1, al segundo intercambiador de calor de la zona de precalentamiento 100-1, a través del que circula asimismo preferentemente en contracorriente, y abandona este último a través de una tercera sección de conducto L3 del primer conducto de circuito K1. La zona de precalentamiento VZ puede comprender en el caso más general intercambiadores de calor 100-(i-1), tomando i los valores 1 hasta n y contándose de manera progresiva aguas arriba respecto a la dirección de flujo del producto alimenticio P.

50 El conducto de producto L, que sale de la zona de precalentamiento VZ, desemboca en una zona de calentamiento elevado HZ. Esta zona de calentamiento elevado, en la que el producto alimenticio P experimenta un calentamiento elevado HE y se convierte en un producto alimenticio P tratado térmicamente, se forma a partir de un primer intercambiador de calor de la zona de calentamiento elevado 100+1 y un segundo intercambiador de calor de la zona de calentamiento elevado 100+2 que respecto a la dirección de flujo del producto alimenticio P está dispuesto aguas abajo del mismo. Ambos intercambiadores de calor se solicitan con un segundo medio calefactor M2, preferentemente agua, mediante un primer dispositivo de transporte 2 a través de un segundo conducto de circuito K2, preferentemente en contracorriente respecto al producto alimenticio P. Este segundo medio calefactor circula en un segundo circuito KL2 con un segundo flujo volumétrico Q_2 . La zona de calentamiento elevado HZ puede estar compuesta en el caso más general de intercambiadores de calor 100+i, tomando i los valores 1 hasta n y contándose de manera progresiva aguas abajo respecto a la dirección de flujo del producto alimenticio P.

60 Los intercambiadores de calor, que conducen el producto, de la zona de precalentamiento y calentamiento elevado 100-(i-1) y 100+1 están configurados en cada caso preferentemente como intercambiadores de calor tubulares 100* (véase figuras 2 a 3a) con al menos un haz de tubos 100.i respectivamente, estando compuesto el respectivo haz de tubos 100.i de un grupo de tubos interiores 300 conectados en paralelo, a través de los que circula internamente el producto.

65

Según la invención, la primera sección de conducto L1 está guiada a través de un calentador de ajuste 10 calentado con un tercer medio calefactor M3 alimentado externamente. Según la invención, a partir de la segunda sección de conducto L2 se ramifica en un segundo punto de ramificación V1 un conducto de retorno LR que respecto a la dirección de flujo del primer medio calefactor M1 desemboca en la primera sección de conducto L1 aguas arriba del calentador de ajuste 10 en un punto de unión V2. En el conducto de retorno LR está situado un segundo dispositivo de transporte 3 que realiza el transporte desde el punto de ramificación V1 hasta el punto de unión V2 con un flujo volumétrico adicional ΔQ .

Mientras que el primer medio calefactor M1 circula con el primer flujo volumétrico Q_1 en el primer conducto de circuito K1 mediante un dispositivo de transporte no representado, un flujo volumétrico Q formado por el primer flujo volumétrico Q_1 y el flujo volumétrico adicional ΔQ y, por tanto, elevado respecto al primer flujo volumétrico Q_1 se obtiene entre el punto de ramificación V2 y el punto de unión V1 y, por tanto, en el calentador de ajuste 10 y el primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento 100, en el lado del primer medio calefactor M1 respectivamente. Mediante este flujo volumétrico Q, la temperatura del producto alimenticio P, que sale de la zona de precalentamiento VZ, se adapta de manera exacta y rápida a las condiciones de temperatura en la entrada de la zona de calentamiento elevado HZ en combinación con el calentamiento adicional del primer medio calefactor M1 en el calentador de ajuste 10 en el sentido del objetivo planteado según la invención. Como otras medidas complementarias en el sentido del objetivo planteado se propone mejorar las condiciones de transferencia térmica al menos en el primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento 100, específicamente tanto en el lado del primer medio calefactor M1 como en el lado del producto alimenticio P. Esto tiene lugar en ambos lados de la zona de paso de calor mediante un incremento sistemático de la velocidad de flujo en todas las zonas, por las que va a circular el flujo.

De los intercambiadores de calor, que conducen el producto, de la zona de precalentamiento y calentamiento elevado 100, 100-1, ... y 100+1, 100+2, ..., al menos el primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento 100 presenta entre su entrada de producto E y su salida de producto A (véase figura 2), atravesadas por todo el producto alimenticio P, recorridos de flujo congruentes para todas las cantidades parciales del producto alimenticio P que se ramifican y unen entre estas últimas. Esto se consigue concretamente al estar dispuestos todos los tubos interiores 300 en el al menos un haz de tubos 100.i en forma de anillo circular, en un único círculo K y en un canal exterior 200* configurado como espacio anular y al extenderse en su dirección longitudinal y apoyarse por cada extremo en una placa portatubos 700, 800 (véase, por ejemplo, figuras 2, 2a).

La característica del dispositivo mencionada en último lugar garantiza desde el punto de vista del procedimiento que todas las cantidades parciales del producto alimenticio P, que se ramifican y se unen respectivamente en el precalentamiento VE y el calentamiento elevado HE siguiente, experimenten el mismo tiempo de permanencia al menos en el precalentamiento VE. Desde el punto de vista del procedimiento está previsto también que el calentamiento adicional del primer medio calefactor M1 esté limitado en tiempo o se pueda controlar de manera limitable en tiempo. La utilización del primer medio calefactor M1, calentado de manera adicional, está limitada además a una zona parcial de la zona de precalentamiento VZ dispuesta directamente aguas arriba de la zona de calentamiento elevado HZ y delimitable preferentemente en la periferia de un intercambiador de calor. Es ventajoso asimismo que el flujo volumétrico Q sea casi igual al segundo flujo volumétrico Q_2 del segundo medio calefactor M2 de la zona de calentamiento elevado HZ.

El intercambiador de calor tubular 100*, integrado generalmente por una pluralidad de haces de tubos 100.1 a 100.n (100.1, 100.2, ..., 100.i, ..., 100.n; $i = 1$ hasta n), identificándose con 100.i cualquier haz de tubos (figura 2; véase la construcción básica también en el documento DE9403913U1), está compuesto en el centro de una envoltura exterior 200.1, que delimita el canal exterior 200*, con una primera brida de envoltura exterior 200a dispuesta en el lado izquierdo respecto a la posición representada y configurada por lo general en forma de una sola pieza en la primera placa portatubos 700, así como está compuesto de una segunda brida de envoltura exterior 200b dispuesta en el lado derecho y configurada de la misma manera. El intercambiador de calor tubular 100* permite cambios de longitud provocados por cambios de temperatura si la brida de envoltura exterior 200a o 200b está apoyada fijamente en su periferia y la otra está apoyada aquí con posibilidad de movimiento libre.

En la zona del extremo derecho de la envoltura exterior 200.1 está previsto en esta última un primer canal transversal 400a* que desemboca en un primer manguito de conexión 400a y en la zona del extremo izquierdo de la envoltura exterior 200.1 está prevista en esta última un segundo canal transversal 400b* que desemboca en un segundo manguito de conexión 400b.

Un cantidad N de tubos interiores 300, que se extienden en paralelo al eje respecto a la envoltura exterior 200.1 a través del canal exterior 200* y forman conjuntamente un canal interior 300*, estando previsto en el ejemplo de realización tubos interiores 300 $N=14$, está apoyada en el extremo respectivamente en la primera placa portatubos 700 y la segunda placa portatubos 800 (identificadas ambas como placa especular de tubos) y soldada aquí en cada caso en su diámetro exterior de tubo y en su respectiva superficie frontal.

Para conseguir óptimamente el objetivo parcial según la invención, es decir, garantizar un tratamiento del producto alimenticio P particularmente cuidadoso desde el punto de vista térmico, lo que equivale a la característica de

solución de recorridos de flujo congruentes para todas las cantidades parciales del producto alimenticio P, que se ramifican y se unen, entre su punto de ramificación en la entrada de producto E en una brida de intercambiador 500, 600 y el punto de unión de estas cantidades parciales en la corriente total en la salida de producto A en la brida de intercambiador 600, 500, todos los tubos interiores 300 están dispuestos en forma de anillo circular, en un
 5 único círculo K y en un canal exterior 200* configurado como espacio anular. Estos se extienden aquí en su dirección longitudinal y están repartidos a igual distancia en la mayor zona periférica posible de la placa portatubos 700, 800, preferentemente en la periferia del círculo K (figuras 2a, 3a). Si el objetivo parcial indicado arriba se formula de manera menos precisa, resulta suficiente también una disposición de los tubos interiores 300 en forma de
 10 anillo circular, en la que los tubos interiores 300 se encuentran dispuestos en dos círculos muy unidos que encierran una zona central relativamente grande sin tubos interiores 300.

La primera placa portatubos 700 se transforma radialmente en el lado exterior en la primera brida de envoltura exterior 200a y la segunda placa portatubos 800 se transforma en el lado exterior en la segunda brida de envoltura exterior 200b, formando la placa portatubos y la brida de envoltura exterior 700, 200a u 800, 200b respectivamente
 15 la unidad de una sola pieza mencionada arriba.

En dependencia de la disposición del respectivo haz de tubos 100.1 a 100.n en el intercambiador de calor tubular 100* y su respectivo modo de conexión, el producto alimenticio P puede circular a través de los tubos interiores 300 de izquierda a derecha o viceversa respecto a la posición representada, identificándose la velocidad de flujo media
 20 en el tubo interior 300 y, por tanto, en el canal interior 200* como tercera velocidad de flujo v. El diseño de la sección transversal del tubo interior 300 se realiza en el marco de la invención de tal modo que la tercera velocidad de flujo v es al menos igual o con preferencia claramente mayor que una primera velocidad de flujo v_0 en un codo de unión o una pieza de unión 1000 que finaliza, por una parte, en la primera brida de intercambiador 500 y, por la otra parte, en la segunda brida de intercambiador 600 respecto al haz de tubos 100.i en cuestión. La primera brida de
 25 intercambiador 500 está hermetizada mediante una junta de brida 900 respecto a la unidad formada por la primera placa portatubos 700 y la primera brida de envoltura exterior 200a. Esto es válido para la segunda brida de intercambiador 600 y la segunda placa portatubos 800 en unión con la segunda brida de envoltura exterior 200b.

El haz de tubos 100.1 en cuestión se conecta en serie al haz de tubos 100.i-1 contiguo aguas arriba y al haz de tubos 100.i+1 contiguo aguas abajo respecto a la dirección de flujo mediante los dos codos de unión o piezas de
 30 unión 1000 (por lo general, los llamados codos de unión de 180°) que sólo se esbozan en el dibujo (figura 2). Por tanto, la primera brida de intercambiador 500 forma la entrada de producto E para el producto alimenticio P y la segunda brida de intercambiador 600 aloja la salida de producto A correspondiente. En el haz de tubos 100.i-1 o 100.i+1 contiguo se invierten de manera correspondiente estas condiciones de entrada y salida en cada caso.
 35

En el presente ejemplo de realización, las zonas extremas del intercambiador de calor tubular 100*, en la unión con el canal exterior 200* respectivamente, están configuradas de manera especular con una forma idéntica y con las mismas dimensiones, por lo que la descripción detallada siguiente se puede limitar a una zona extrema y se indican sólo los números de referencia correspondientes de la otra zona extrema. La brida de intercambiador 500, 600
 40 presenta en su lado opuesto a la placa portatubos asignada 700, 800 un orificio de conexión 500a, 600a que corresponde a un diámetro nominal DN y, por tanto, a una sección transversal de paso nominal A_0 del codo de unión conectado aquí o de la pieza de unión 1000.

El orificio de unión 500a, 600a se abre en la brida de intercambiador 500, 600 con simetría axial a través de una zona de transición 500b, 600b hasta una sección transversal de paso 500c, 600c ampliada y prevista en el lado extremo (figura 2c). Esta última se ha diseñado esencialmente de forma cilíndrica con un diámetro interior D_1 (diámetro máximo de la sección transversal de paso ampliada 500c, 600c), estando dimensionada esta última generalmente con una o dos anchuras nominales mayores que el diámetro nominal DN del codo de unión o de la
 45 pieza de unión 1000 (sección transversal de paso nominal A_0 del codo de unión o de la pieza de unión) y, por consiguiente, correspondientemente más grande que una sección transversal de paso total NA_i (figura 2a) de todos los tubos interiores 300 de cantidad N, que entran en la brida de intercambiador 500, 600, con un respectivo diámetro interior de tubo D_i (figura 2) y una sección transversal de paso A_i . La sección transversal de paso ampliada 500c, 600c configura junto con la zona de transición 500b, 600b un contorno interior K_i , K_i^* en la brida de
 50 intercambiador 500, 600.

En sentido coaxial al orificio de conexión 500a, 600a y de manera concéntrica a la placa portatubos 700, 800 está previsto un cuerpo de desplazamiento 11, 12 de simetría axial (figuras 2, 2a, 2b, 2c) que se encuentra unido
 55 fijamente a la misma y que configura un canal anular 500d, 600d mediante el contorno interior K_i , K_i^* formado por el orificio de conexión 500a, 600a, la zona de transición 500b, 600b y la sección transversal de paso ampliada 500c, 600c. Este canal anular se amplía en su respectiva sección transversal de paso de intersticio anular desde el orificio de conexión 500a, 600a hacia la placa portatubos 700, 800.
 60

El cuerpo de desplazamiento 11, 12 está configurado en forma de hongo y compuesto de un elemento delantero 11a, 12a y un elemento trasero 11b, 12b que finaliza en un pie de desplazamiento 11c, 12c, formando ambos en su
 65 sección transversal de unión un diámetro exterior máximo común d_{max} en forma de un punto de ruptura de flujo definido 11d, 12d (figuras 3, 2c). El pie de intercambiador 11c, 12c finaliza directamente en la placa portatubos 700,

800 y presenta aquí un diámetro exterior d_1 .

Los tubos interiores 300 desembocan por el lado extremo respectivamente en y a ras de un fondo 700b, 800b de una acanaladura de entrada 700a, 800a (figuras 2c, 2a, 2b) que por el lado de la brida de intercambiador 500, 600 engrana en la placa portatubos 700, 800 en forma de una depresión anular. El fondo 700b, 800b está separado de la superficie frontal de la placa portatubos 700, 800 en una entalladura r. La acanaladura de entrada 700a, 800a se estrecha continuamente y con preferencia de manera simétrica hacia el diámetro exterior del respectivo tubo interior 300, prefiriéndose un estrechamiento cóncavo.

Para alojar el respectivo extremo del tubo interior 300 en la placa portatubos 700, 800 está previsto un taladro de conexión 700d, 800d (figura 2c) que desemboca en el fondo 700b, 800b. El taladro de conexión 700d, 800d está realizado en forma de un embudo de entrada 700c, 800c que engrana en la acanaladura de entrada 700a, 800a y se estrecha continuamente hacia el tubo interior 300 (figuras 2a, 3a).

La sección transversal de paso ampliada 500c, 600c se transforma a ras y continuamente con su diámetro interior D_1 en un flanco exterior y el pie de desplazamiento 11c, 12c se transforma a ras y continuamente con su diámetro exterior d_1 , configurado en el lado extremo, en un flanco interior de la acanaladura de entrada 700a, 800a.

Por tanto, la sección transversal de intersticio anular A_1 en la brida de intercambiador 500, 600 y en la siguiente placa portatubos 700, 800 está definida por el diámetro interior D_1 de la sección transversal de paso ampliada 500c, 600c y el diámetro exterior d_1 del pie de desplazamiento 11c, 12c, obteniéndose específicamente la sección transversal de intersticio anular como $A_1=(D_1^2-d_1^2)\pi/4$ que es máxima en este punto ($A_1=A_{max}$) en el marco de una forma de realización ventajosa.

El requisito relativo a una carga lo más baja posible del producto alimenticio P al ramificarse en cantidades parciales y al unirse se cumple muy bien, si respecto a la primera velocidad de flujo v_0 en el codo de unión o la pieza de unión 1000, la sección transversal de intersticio anular A_1 y la sección transversal de paso A_i del tubo interior 300 se dimensionan de tal modo que en la sección transversal de intersticio anular $A_1=A_{max}$ está presente una segunda velocidad de flujo $v_1=v_{max}=0,5 v_0$ y en la sección transversal de paso A_i está presente la tercera velocidad de flujo $v=v_{max}=1,5 v_0$.

La configuración, descrita arriba, del canal anular 500d, 600d en la brida de intercambiador 500, 600 y la acanaladura de entrada 700a, 800a contigua respectivamente (véase figuras 2, 2b, 2c) provoca que la velocidad de flujo asignada del producto alimenticio P se varíe continua y suavemente en cada caso en las zonas de flujo no ramificadas y ramificadas (v_0, v_1, v). En el transcurso de la preparación de la ramificación, el flujo se retarda primero de un valor inicial del flujo no ramificado, o sea, la primera velocidad de flujo v_0 , a un valor mínimo del flujo no ramificado, o sea, la segunda velocidad de flujo v_1 , y a continuación, el flujo se acelera en el desarrollo de su ramificación a un valor máximo, o sea, la tercera velocidad de flujo v . A este respecto, la tercera velocidad de flujo v es mayor que la primera velocidad de flujo v_0 . La unión de las cantidades parciales del producto alimenticio P se ejecuta a la inversa de manera análoga.

En dependencia de la dirección de la tercera velocidad de flujo v en el tubo interior 300 o el canal interior 300*, el producto alimenticio P a tratar se alimenta al haz de tubos 100.1 a 100.n a través del primer orificio de conexión 500a o el segundo orificio de conexión 600a, de modo que éste circula por la primera placa portatubos 700 o la segunda placa portatubos 800. Dado que en cualquier caso se ha de ejecutar un intercambio de calor preferentemente en contracorriente entre el producto alimenticio P en los tubos interiores 300 o los canales interiores 300* y un primer medio calefactor M1 o un segundo medio calefactor M2 en la envoltura exterior 200 o en el canal exterior 200*, este medio calefactor M1, M2 se alimenta al primer manguito de conexión 400a o al segundo manguito de conexión 400b con una velocidad de flujo en la envoltura exterior c.

Si el canal exterior 200* configurado como espacio anular se delimita en el lado interior mediante una envoltura interior 200.2 en forma de un tubo interior 200.2a que se apoya por el extremo respectivamente en la placa portatubos 700; 800, como prevé una forma de realización preferida según la figura 2, el flujo circula en los tubos interiores 300 o los canales interiores 300* por el lado exterior con una velocidad de flujo elevada c_1 que está dimensionada de manera sistemática y unificada para todos los tubos interiores N 300. El resultado es una intensificación y un mejoramiento de la transferencia térmica en estas zonas.

Las condiciones de flujo y las condiciones de transferencia térmica correspondientes se consiguen, como en la forma de realización descrita arriba, al estar delimitado internamente el canal exterior 200* configurado como espacio anular por una envoltura interior 200.2 en forma de una barra interior 200.2b que se apoya por el extremo respectivamente en la placa portatubos 700; 800 (figura 3).

Si en la configuración del intercambiador de calor tubular 100* según la invención se prescinde de una delimitación interior del canal exterior 200* mediante una envoltura interior 200.2, como se representa en las figuras 2, 3 y se describe arriba, todo el espacio existente dentro los tubos interiores 300 dispuestos en el círculo K se mantiene libre para la sollicitación con el medio calefactor M1, M2. En caso de que la transferencia térmica en el lado del medio

calefactor M1, M2 no represente una variable que limite el paso del calor en el intercambiador de calor tubular 100*, esta forma de realización simple se puede aplicar también en el marco de la presente invención.

Lista de caracteres de referencia de las abreviaturas usadas

5		
	<u>Figura 1</u>	
	1	Planta UHT
	2	Primer dispositivo de transporte
10	3	Segundo dispositivo de transporte
	10	Calentador de ajuste
	100	Primer intercambiador de calor (regenerativo) de la zona de precalentamiento; (i=1)
15	100-1	Segundo intercambiador de calor (regenerativo) de la zona de precalentamiento; (i=2; dispuesto aguas arriba del primer intercambiador de calor 100)
	100-(i-1)	En general: intercambiador de calor número i regenerativo de la zona de precalentamiento (i=1 a n; i=4 →100-3)
	100+1	Primer intercambiador de calor de la zona de calentamiento elevado; (i=1)
20	100+2	Segundo intercambiador de calor de la zona de calentamiento elevado; (i=2; dispuesto aguas abajo del primer intercambiador de calor 100+1)
	100+i	En general: intercambiador de calor número i de la zona de calentamiento elevado (i=1 a n; i=4 →104)
	HE	Calentamiento elevado
25	HZ	Zona de calentamiento elevado
	K1	Primer conducto de circuito (para el primer medio calefactor regenerativo M1)
	K2	Segundo conducto de circuito (para el segundo medio calefactor M2)
30	KL1	Primer circuito (primer medio calefactor regenerativo M1)
	KL2	Segundo circuito (segundo medio calefactor M2)
	L	Conducto de producto
	L1	Primera sección de conducto (del primer conducto de circuito K1)
35	L2	Segunda sección de conducto (del primer conducto de circuito K1)
	L3	Tercera sección de conducto (del primer conducto de circuito K1)
	LR	Conducto de retorno (para el primer medio calefactor regenerativo M1)
	M1	Primer medio calefactor (regenerativo)
	M2	Segundo medio calefactor
40	M3	Tercer medio calefactor
	P	Producto alimenticio (a someter a un tratamiento térmico)
	P'	Producto alimenticio tratado térmicamente
45	Q ₁	Primer flujo volumétrico (primer medio calefactor M1)
	Q ₂	Segundo flujo volumétrico (segundo medio calefactor M2)
	Q	Flujo volumétrico (elevado) (primer medio calefactor M1 entre V2 y V1)
	ΔQ	Flujo volumétrico adicional (primer medio calefactor M1)
50	VE	Precalentamiento
	VZ	Zona de precalentamiento
	V1	Punto de ramificación
	V2	Punto de unión
55		Figuras 2 a 3 ^a
	11	Primer cuerpo de desplazamiento
	11a	Elemento delantero
60	11b	Elemento trasero
	11c	Pie de desplazamiento
	11d	Primer punto de ruptura de flujo
	12	Segundo cuerpo de desplazamiento
65	12a	Elemento delantero
	12b	Elemento trasero

ES 2 457 554 T3

	12c	Segundo pie de desplazamiento
	12d	Segundo punto de ruptura de flujo
5	100*	Intercambiador de calor tubular, general
	100.1, 100.2, ..., 100.i, ..., 100.n	
		Haz de tubos
	100.i	Haz de tubos número i
10	100.i+1	Dispuesto aguas abajo del haz de tubos 100.i
	100.i-1	Dispuesto aguas arriba del haz de tubos 100.i
	200.1	Envoltura exterior
	200*	Canal exterior
15	200a	Primera brida de envoltura exterior
	200b	Segunda brida de envoltura exterior
	200.2	Envoltura interior
	200.2a	Tubo interior (envoltura interior)
20	200.2b	Barra interior (envoltura interior)
	300	Tubo interior
	300*	Canal interior
	400a	Primer manguito de conexión
25	400a*	Primer canal transversal
	400b	Segundo manguito de conexión
	400b*	Segundo canal transversal
	500	Primera brida de intercambiador
30	500a	Primer orificio de conexión
	500b	Primera zona de transición
	500c	Primera sección transversal de paso ampliada
	500d	Primer canal anular
35	600	Segunda brida de intercambiador
	600a	Segundo orificio de conexión
	600b	Segunda zona de transición
	600c	Segunda sección transversal de paso ampliada
	600d	Segundo canal anular
40	700	Primera placa portatubos (placa especular de tubos)
	700a	Primera acanaladura de entrada
	700b	Primer fondo
	700c	Primer embudo de entrada
45	700d	Primer taladro de conexión
	800	Segunda placa portatubos (placa especular de tubos)
	800a	Segunda acanaladura de entrada
	800b	Segundo fondo
50	800c	Segundo embudo de entrada
	800d	Segundo taladro de conexión
	900	Junta de brida
55	1000	Codo de unión/pieza de unión
	c	Velocidad de flujo en el canal exterior, general
	c ₁	Velocidad de flujo elevada en el canal exterior (al reducirse la sección transversal de paso del canal exterior 200*)
60	d ₁	Diámetro exterior (pie de desplazamiento 11c, 12c)
	d _{max}	Diámetro exterior máximo (cuerpo de desplazamiento 11, 12)
	r	Entalladura (de los tubos interiores 300)
	v=v _{max}	Tercera velocidad de flujo (en el tubo interior 300)
65	v ₀	Primera velocidad de flujo (en el codo/pieza de unión 1000)
	v ₁ =v _{min}	Segunda velocidad de flujo (en la sección transversal de intersticio anular máxima de la brida de

ES 2 457 554 T3

		intercambiador 500, 600 y de la placa portatubos 700, 800)
	A	Salida de producto
	A_i	Sección transversal de paso (del tubo interior ($A_i=D_i^2\pi/4$))
5	NA_i	Sección transversal de paso total (de todos los tubos interiores atravesados por el flujo en paralelo)
	A_0	Sección transversal de paso nominal (del codo/pieza de unión)
	$A_1=A_{max}$	Sección transversal de intersticio anular (sección transversal máxima ($A_1=(D_1^2-d_1^2)\pi/4$))
	D_i	Diámetro interior de tubo (tubo interior 300)
10	D_1	Diámetro interior (de la sección transversal de paso ampliada 500c, 600c)
	DN	Diámetro nominal (del codo de unión ($A_0=DN^2\pi/4$))
	E	Entrada de producto
	K	Círculo
15	K_i	Primer contorno interior
	K_i^*	Segundo contorno interior
	N	Cantidad (de tubos interiores 300)

REIVINDICACIONES

1. Planta UHT para el tratamiento térmico de productos alimenticios (P) sensibles a la temperatura, con una zona de precalentamiento (VZ) que presenta al menos un primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento (100; 100, 100-1, 100-2, ...) que está solicitado, por una parte, con el producto alimenticio (P) a calentar a través de un conducto de producto (L) y, por la otra parte, con un primer medio calefactor (M1), producido de manera regenerativa, a través de un primer conducto de circuito (K1), con una zona de calentamiento elevado (HZ) que se conecta al primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento (100) aguas abajo respecto a la dirección de flujo del producto alimenticio (P) y que presenta al menos un segundo intercambiador de calor de la zona de calentamiento elevado (100+1; 100+2, 100+3, ...) que está solicitado, por una parte, con el producto alimenticio (P) a través del conducto de producto (L) y, por la otra parte, con un segundo medio calefactor (M2) a través de un segundo conducto de circuito (K2), con una primera sección de conducto (L1) que forma una sección del primer conducto de circuito (K1) y que alimenta el primer medio calefactor (M1) al primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento (100) y con una segunda sección de conducto (L2) que forma otra sección del primer conducto de circuito continuo (K1) y que evacua el primer medio calefactor (M1) del primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento (100), estando configurados los intercambiadores de calor, que conducen el producto, de la zona de precalentamiento y de calentamiento elevado (100, 100-1, 100-2, ... y 100+1, 100+2, 100+3, ...) respectivamente como intercambiadores de calor tubulares (100*) con al menos un haz de tubos (100.1, 100.2, ..., 100.i, ..., 100.n) en cada caso y estando compuesto el respectivo haz de tubos (100.i) de un grupo de tubos interiores (300) conectados en paralelo, a través de los que circula internamente el producto,
- caracterizada por que**
- la primera sección de conducto (L1) está guiada a través de un calentador de ajuste (10) calentado con un tercer medio calefactor (M3),
 - a partir de la segunda sección de conducto (L2) se ramifica en un punto de ramificación (V1) un conducto de retorno (LR) que respecto a la dirección de flujo del primer medio calefactor (M1) en la primera sección de conducto (L1) desemboca en la primera sección de conducto (L1) aguas arriba del calentador de ajuste (10) en un punto de unión (V2),
 - en el conducto de retorno (LR) está situado un segundo dispositivo de transporte (3) que realiza el transporte desde el punto de ramificación (V1) hasta el punto de unión (V2), y
 - al menos el primer intercambiador de calor de la zona de precalentamiento (100) de los intercambiadores de calor de la zona de precalentamiento y de calentamiento elevado (100, 100-1, ...; 100+1, 100+2, ...) está configurado de manera que en al menos un haz de tubos (100.i), todos los tubos interiores (300) están dispuestos en forma de anillo circular, en un único círculo (K) y en un canal exterior (200*) configurado como espacio anular, se extienden en su dirección longitudinal y se apoyan por cada extremo en una placa portatubos (700, 800).
2. Planta UHT de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el haz de tubos (100.1, 100.2, ..., 100.i, ..., 100.n) presenta respectivamente el canal exterior (200*), diseñado en forma de espacio anular y rodeado por una envoltura exterior (200.1), para el primer medio calefactor regenerativo (M1) o el segundo medio calefactor (M2), por que está prevista una cantidad N de tubos interiores (300) que se extienden en paralelo al eje respecto a la envoltura exterior (200) a través del canal exterior (200*) y forman conjuntamente un canal interior (300*) y por que para todos los tubos interiores (300) está prevista una entrada de producto (E) o salida de producto (A) común configurada en una primera brida de intercambiador (500), por una parte, y una salida de producto (A) o entrada de producto (E) común configurada en una segunda brida de intercambiador (600), por la otra parte, para el producto alimenticio (P).
3. Planta UHT de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** los tubos interiores (300) del haz de tubos (100.1, 100.2, ..., 100.i, ..., 100.n) están dispuestos en la mayor zona periférica posible de la placa portatubos (700, 800).
4. Planta UHT de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** los tubos interiores (300) del haz de tubos (100.1, 100.2, ..., 100.i, ..., 100.n) están repartidos a la misma distancia en la periferia del círculo (K).
5. Planta UHT de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** el canal exterior (200*), configurado como espacio anular, está delimitado internamente por una envoltura interior (200.2) en forma de un tubo interior (200.2a) que se apoya por el lado extremo respectivamente en la placa portatubos (700; 800).
6. Planta UHT de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por que** el canal exterior (200*), configurado como espacio anular, está delimitado internamente por una envoltura interior (200.2) en forma de una barra interior (200.2b) que se apoya por el lado extremo respectivamente en la placa portatubos (700; 800).
7. Planta UHT de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizada por que** la brida de intercambiador (500; 600) presenta un orificio de conexión (500a; 600a) en su lado opuesto a la placa portatubos asignada (700; 800), por que este orificio se abre en la brida de intercambiador (500; 600) con simetría axial mediante una zona de transición (500b; 600b) hasta una sección transversal de paso ampliada (500c; 600c) que está prevista en el lado extremo y por que en sentido coaxial al orificio de conexión (500a; 600a) y de manera concéntrica a la placa

portatubos (700; 800) está previsto un cuerpo de desplazamiento (11; 12) de simetría axial que se encuentra unido fijamente a la misma y que configura un canal anular (500d; 600d) con un contorno interior (K_i ; K_i^*) formado por el orificio de conexión (500a; 600a), la zona de transición (500b; 600b) y la sección transversal de paso ampliada (500c; 600c).

5 8. Planta UHT de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** el canal anular (500d; 600d) se amplía continuamente en su respectiva sección transversal de paso de intersticio anular desde el orificio de conexión (500a; 600a) hacia la placa portatubos (700; 800).

10 9. Planta UHT de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizada por que** el cuerpo de desplazamiento (11; 12) está configurado en forma de hongo y compuesto de un elemento delantero (11a; 12) y un elemento trasero (11b; 12b) que finaliza en un pie de desplazamiento (11c; 12c), formando ambos en su sección transversal de unión un diámetro exterior máximo (d_{max}) común en forma de un punto de ruptura de flujo definido (11d; 12d), y por que el pie de desplazamiento (11c; 12c) finaliza directamente en la placa portatubos (700; 800).

15 10. Planta UHT de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 9, **caracterizada por que** los tubos interiores (300) desembocan por el lado extremo respectivamente en y a ras de un fondo (700b; 800b) de una acanaladura de entrada (700a; 800a) que por el lado de la brida de intercambiador (500; 600) engrana en la placa portatubos (700; 800) en forma de una depresión anular y por que el fondo (700b; 800b) está separado de la superficie frontal de la placa portatubos (700; 800) en una entalladura (r).

20 11. Planta UHT de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizada por que** la acanaladura de entrada (700a; 800a) se estrecha continuamente y de manera simétrica hacia el diámetro exterior del respectivo tubo interior (300).

25 12. Planta UHT de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, **caracterizada por que** el respectivo tubo interior (300) se aloja en un taladro de conexión (700d; 800d) en el fondo (700b; 800b), que está realizado en forma de un embudo de entrada (700c; 800c) que engrana en la acanaladura de entrada (700a; 800a) y se estrecha continuamente hacia el tubo interior (300).

30 13. Planta UHT de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 12, **caracterizada por que** la sección transversal de paso ampliada (500c; 600c) se transforma a ras y continuamente con su diámetro interior (D_1) en un flanco exterior y el pie de desplazamiento (11c; 12c) se transforma a ras y continuamente con su diámetro exterior (d_1), configurado en el lado extremo, en un flanco interior de la acanaladura de entrada (700a; 800a).

35 14. Planta UHT de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 13, **caracterizada por que** las zonas extremas del intercambiador de calor tubular (100*) están configuradas de manera especular con una forma idéntica y con las mismas dimensiones al menos en la unión con el canal exterior (200*) respectivamente.

40 15. Procedimiento para el tratamiento térmico de productos alimenticios sensibles a la temperatura en una planta UHT (1) de acuerdo con la reivindicación 1, con un precalentamiento (VE) y un calentamiento elevado siguiente (HE) del producto alimenticio (P) a calentar, con un primer medio calefactor (M1) para el precalentamiento (VE) producido de manera regenerativa y conducido en un primer circuito (KL1) a través de la planta UHT (1) y con un segundo medio calefactor (M2) para el calentamiento elevado (HE) conducido en un segundo circuito (KL2),

caracterizado por que

- 45
- una temperatura de entrada del producto alimenticio (P) se adapta a los requisitos del calentamiento elevado (HE) antes de entrar en el calentamiento elevado (HE) mediante el calentamiento adicional del primer medio calefactor (M1) con un tercer medio calefactor (M3),
 - el calentamiento adicional del primer medio calefactor (M1) se realiza antes de entrar en el precalentamiento (VE),
- 50
- el primer medio calefactor (M1) se transporta en la zona de su calentamiento adicional y su utilización siguiente en el precalentamiento (VE) con un flujo volumétrico (Q) que es elevado respecto al primer flujo volumétrico (Q_1) del primer medio calefactor (M1) presente en todo el primer circuito (KL1) de la planta UHT (1), y
 - todas las cantidades parciales del producto alimenticio (P), que se ramifican y se unen respectivamente en el precalentamiento (VE) y en el calentamiento elevado siguiente (HE), experimentan el mismo tiempo de
- 55

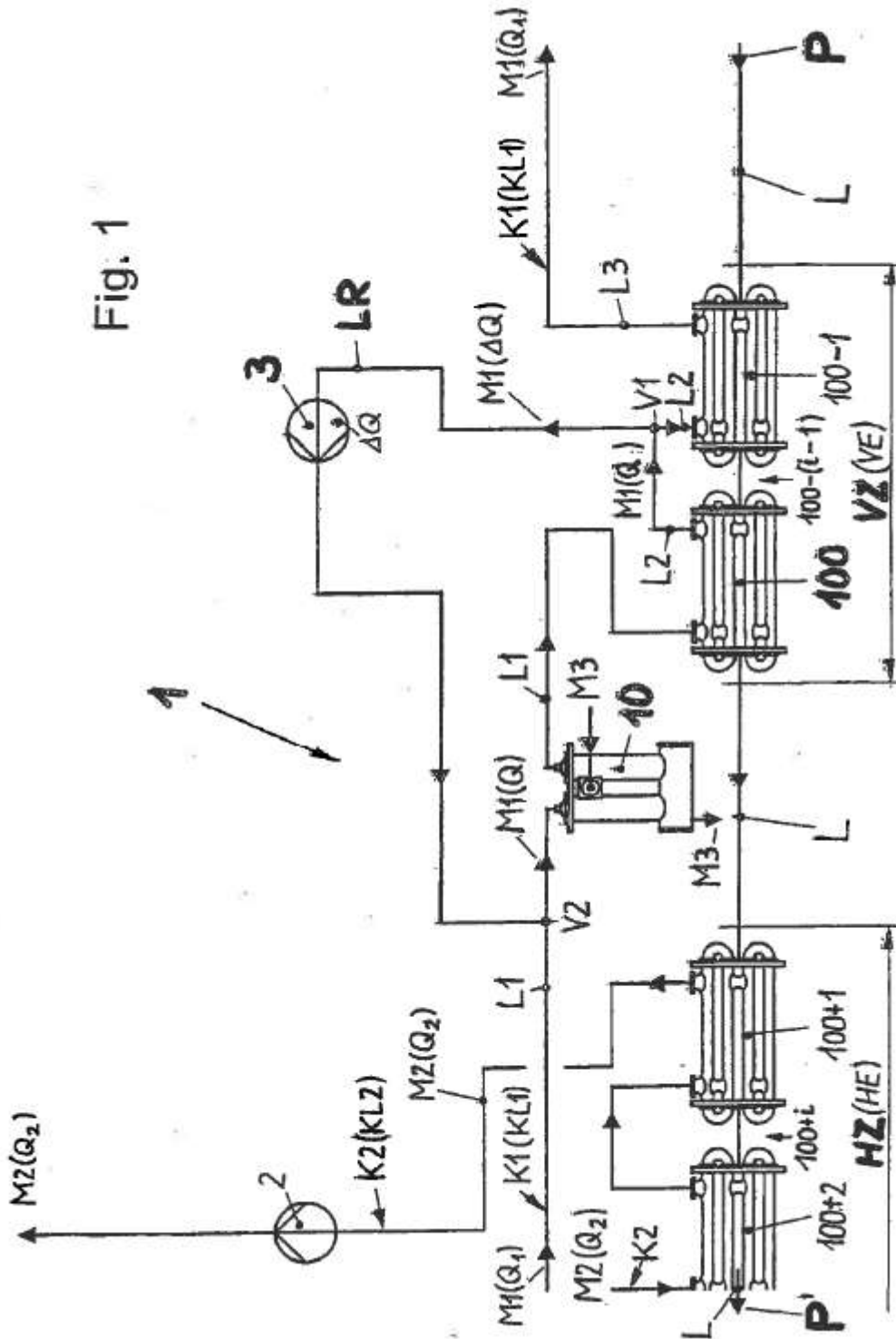
16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado por que** el calentamiento adicional del primer medio calefactor (M1) está limitado en tiempo o se pueda controlar de manera limitable en tiempo.

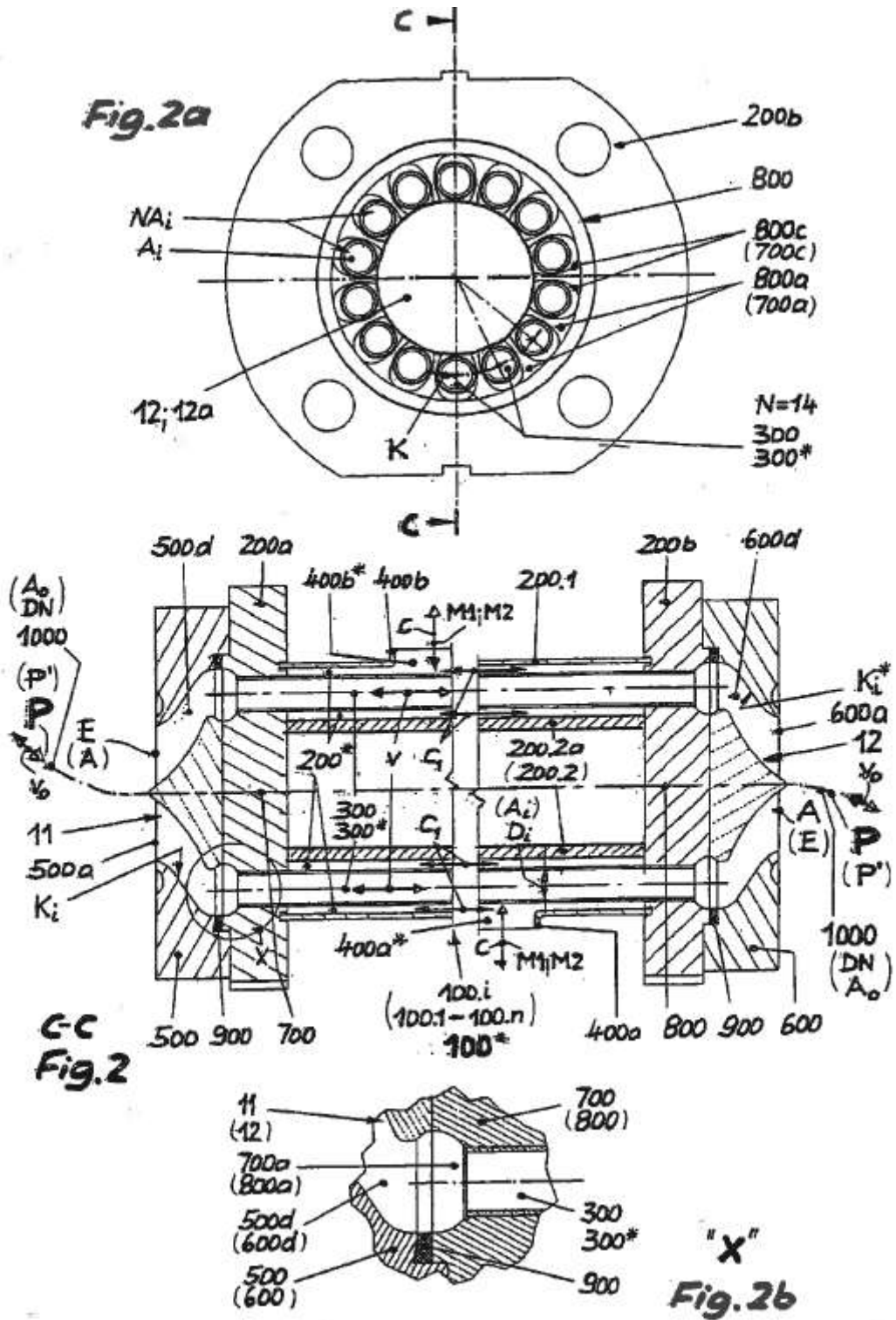
60 17. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, **caracterizado por que** la utilización del primer medio calefactor (M1) calentado de manera adicional está limitada a una zona parcial del precalentamiento (VE) dispuesta directamente aguas arriba del calentamiento elevado (HE).

65 18. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 17, **caracterizado por que** el flujo volumétrico (Q) es casi igual a un segundo flujo volumétrico (Q_2) del segundo medio calefactor (M2) del calentamiento elevado (HE).

19. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 18, **caracterizado por que** las condiciones de transferencia térmica en la zona del precalentamiento (VE) sometida al calentamiento adicional del primer medio calefactor (M1) están adaptadas de manera correspondiente en el lado del producto alimenticio (P) a las condiciones de transferencia térmica en el lado del primer medio calefactor (M1).
- 5
20. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 19, **caracterizado por que** la respectiva velocidad de flujo del producto alimenticio (P) se varía continua y suavemente en las zonas de flujo no ramificadas y ramificadas, por que en el transcurso de la preparación de la ramificación, el flujo se retarda primero de un valor inicial del flujo no ramificado, o sea, la primera velocidad de flujo v_0 , a un valor mínimo del flujo no ramificado, o sea,
- 10
- la segunda velocidad de flujo v_1 , y a continuación, el flujo se acelera en el desarrollo de su ramificación a un valor máximo, o sea, la tercera velocidad de flujo v , por que la tercera velocidad de flujo v es mayor que la primera velocidad de flujo v_0 y por que la unión de las cantidades parciales del producto alimenticio (P) se realiza a la inversa de manera análoga.
- 15
21. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 15 a 20, **caracterizado por que** el producto alimenticio (P) es un postre o un producto de tipo postre.

Fig. 1





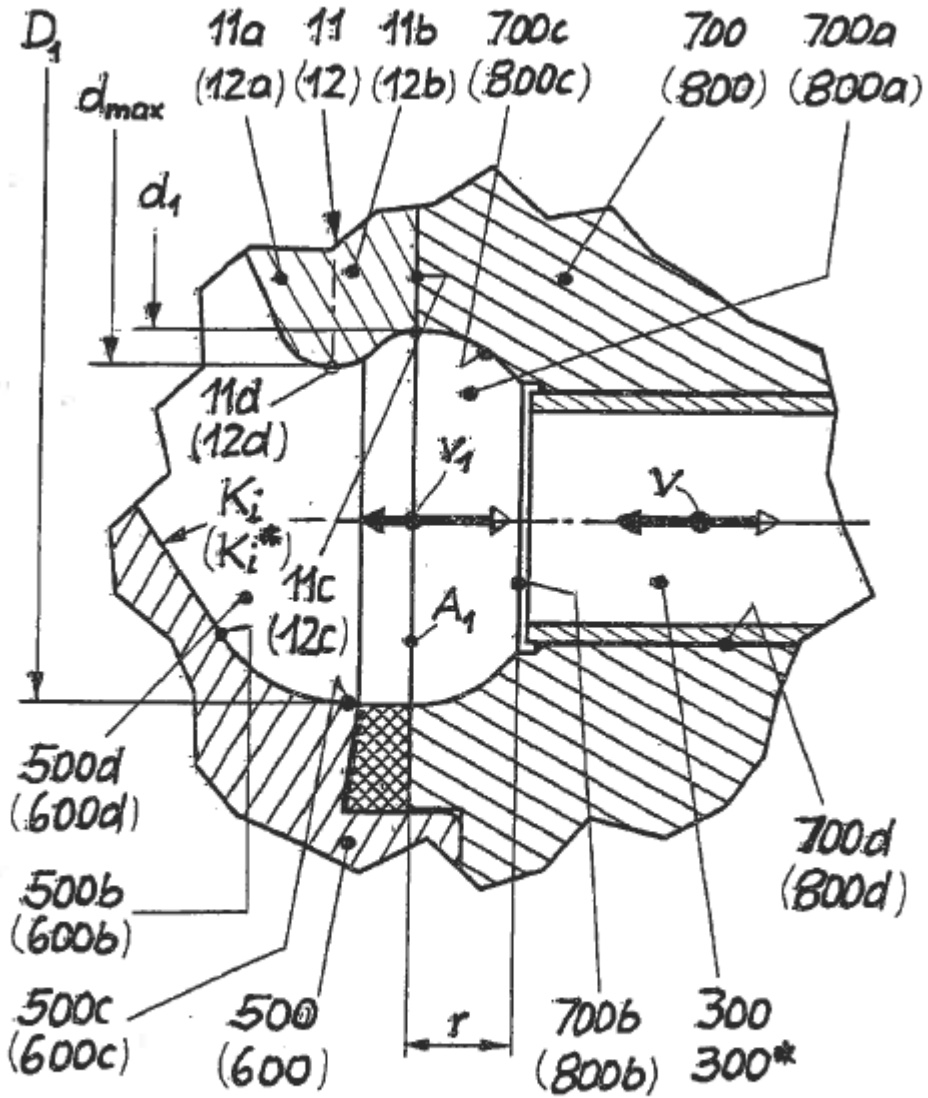
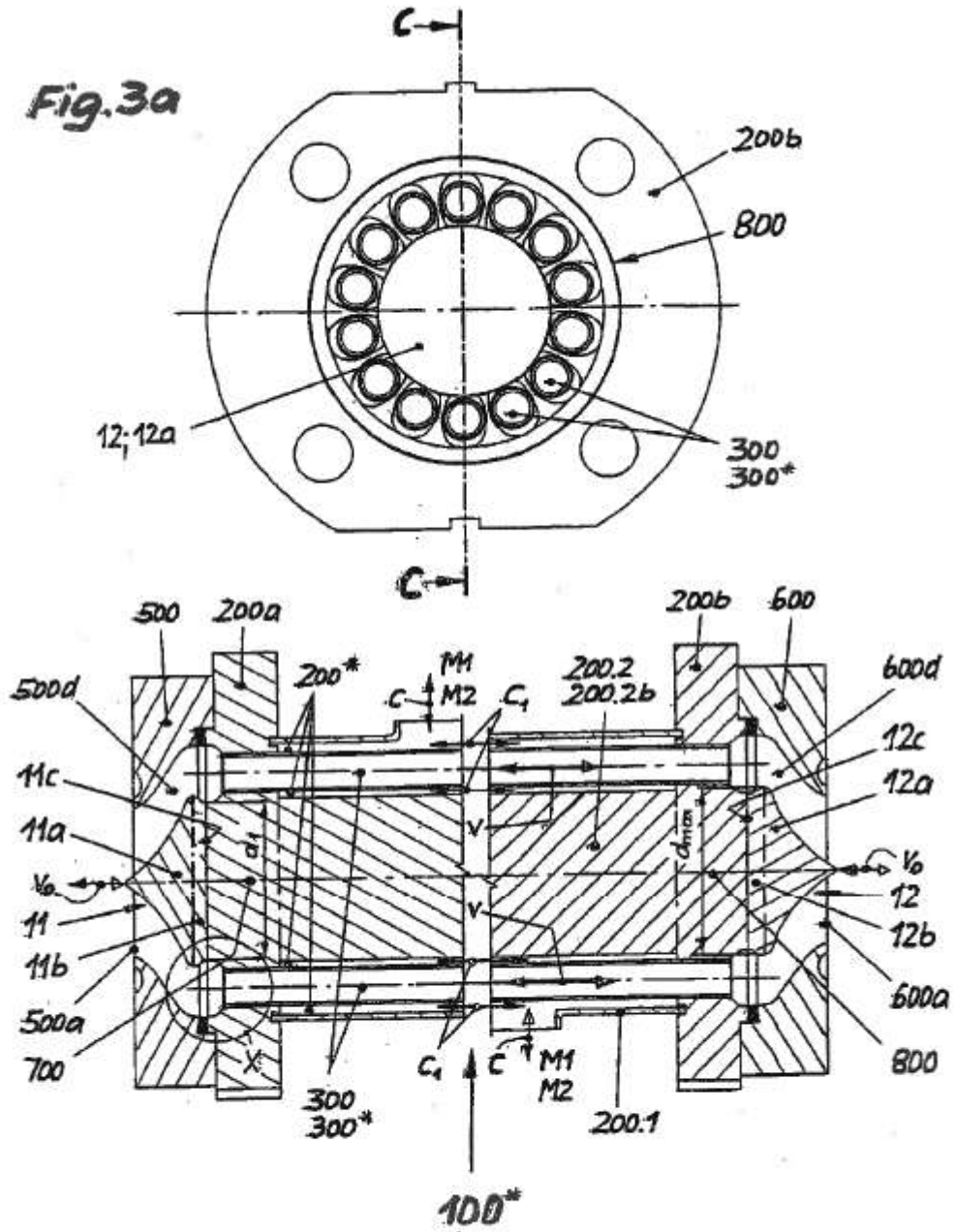


Fig. 2c



C-C
Fig. 3