

417442

31 JUL



PATENTE DE INVENCION

F.c. 8-7-75

Int. Cl.:	B01D

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"METODO PARA PRODUCIR UN EVAPORADOR DE LIQUIDO TERMICO EN CIRCULACION".

Solicitante: La compañia del Estado de Delaware de
USA: RILEY-BEAIRD, INC., domiciliada
en P.O. Box 1115 - SHREVEPORT, - - -
Louisiana (U.S.A.).-

Inventor: D. Frederick W. Gilbert, norteamericano.

417442

31



FUNDAMENTO DEL INVENTO

5. Dentro de la técnica de la evaporación o de la destilación, los evaporadores instantáneos y los evaporadores de agua en ebullición, son perfectamente conocidos. Cada tipo de evaporador tiene sus ventajas y sus limitaciones.

10. Los primeros, tienen que mover grandes cantidades de agua por kg. de vapor generada y las proporciones de transmisión de calor de los cambiadores es del orden de 450-550 unidades térmicas por hora por cada 929 cm². Las proporciones de desprendimiento de vapor que pueden obtenerse son de 0,907 a 1,13 kg por hora y por cada 6,45 cm² a 73,8°C. Los evaporadores normales de agua en ebullición están sujetos a la misma escala de transmisión de calor de 450-475 unidades térmicas por hora y por cada 929 cm² y las proporciones de desprendimiento son del orden de 0,68 a 0,907 kg por hora y por cada 6,45 cm² a 73,8°C. También se sabe con carácter general que los evaporadores de agua en ebullición desprenden menos vapor que los evaporadores instantáneos o de borbotones. Además, los evaporadores de agua en ebullición están sujetos a formación de espuma y es necesario utilizar aditivos de una manera continua para evitarlo. También están sujetos a la formación de sedimentación y suciedad en la superficie de evaporación, lo cual dá lugar a un menor rendimiento y a un mantenimiento incrementado, así como a mayores puestas fuera de servicio del aparato.

30. Se ha invertido una gran cantidad de esfuerzos, de tiempo y de dinero en el estudio de los evaporadores-

417442

31



5.
10.
de agua en ebullición para obtener unas superficies de transmisión térmica mejoradas, que dispongan de ranuras o elementos similares mecanizados o formados de alguna otra manera, con el fin de duplicar la proporción de transmisión de calor. Así, aun cuando se alcancen unas proporciones de transmisión de calor de unas --- 680,4 kg por hora y por cada 6,45 cm², el costo de la superficie de transmisión de calor, aumenta en dos a tres veces y cuando se consigue un margen de suciedad adecuado en el proyecto del procedimiento, la ventaja de unas mayores proporciones de transmisión de calor se contrarrestan completamente por el aumento en el costo de la superficie de transmisión térmica.

15.
20.
Desde un punto de vista ideal, la solución consistiría en hallar un medio sencillo y económico -- de aumentar la proporción de transmisión térmica alcanzable en un evaporador de agua en ebullición y simultáneamente aumentar la proporción de desprendimiento de vapor. Si pudiera conseguirse esto, los evaporadores de agua en ebullición se encontrarían en una posición más competitiva con respecto a los evaporadores de borbotes.

25.
30.
En los evaporadores de agua en ebullición, -- se consiguen aumentar las proporciones de transmisión térmica y de desprendimiento de vapor, con un depósito de líquido y con los medios adecuados para mantener en él un nivel adecuado del líquido a evaporar. Dentro del líquido existente en el depósito se encuentra un haz de tubos calentadores con una envoltura que ajusta herméticamente a su alrededor. Por el interior de los tubos del

417442



5. haz, circula un fluido calentador. Unos orificios de tamaño adecuado existentes en el fondo de la envoltura, permiten que el líquido existente en el depósito pase al interior del haz tubular revestido. En la parte superior de la envoltura e inmediatamente encima del haz tubular, se encuentra una tobera de entrada y salida para conducir al vapor de alta velocidad y a la corriente líquida que se genera, dentro del haz tubular revestido.

10. Encima de la tobera de salida se encuentra una caperuza impenetrable al fluido, dispuesta en forma espaciada, que desvía hacia afuera y hacia abajo la corriente bifásica que se dirige contra la misma desde la citada tobera.

15. Al iniciarse el funcionamiento del aparato, el nivel del líquido dentro del haz tubular envuelto, es el mismo que el nivel del líquido existente en el depósito. En estas condiciones, una gran parte, aunque no la totalidad, del haz tubular puede estar sumergida en el líquido. El haz tubular calienta al líquido en contacto con las superficies exteriores del mismo y surge una corriente de vapor a través de la parte no sumergida del haz, que se descarga a través de la tobera de salida, se desvía desde la caperuza y puede dirigirse hacia los sistemas de condensación, si se desea.

20. Al seguir calentando, se produce una violenta ebullición de líquido alrededor del haz tubular revestido, y como quiera que la envoltura va colocada inmediatamente alrededor del haz y como consecuencia además de la tobera de salida, se produce una corriente de vapor y líquido de 25. dos fases, a gran velocidad, a través de los tubos no su-

417442

31



5. mergidos del haz, que calienta todavía más a la corriente. La elevada velocidad y la violenta ebullición hacen que un volumen desacomodadamente grande de agua quede incluido en la corriente. Esta corriente es dirigida por medio de la envoltura por encima de todos los tubos no sumergidos del haz, humedeciéndoles abundantemente y reduciendo al mínimo la formación de incrustaciones en las superficies exteriores de los tubos.

10. El nivel del líquido dentro del haz tubular -- revestido, desciende a un nivel predeterminado inferior al del líquido existente fuera del tubo. El líquido procedente del depósito penetra a través de las aberturas del fondo de la envoltura para mantener el nivel predeterminado dentro de la misma, en condiciones de funcionamiento estables. El nivel más bajo de líquido dentro de 15. la envoltura deja al descubierto más tubos del haz que calientan nuevamente a la corriente bifásica que pasa a su través, proporcionando así la elevada proporción de transmisión térmica desde el haz tubular.

20. La corriente bifásica de alta velocidad dirigida transversalmente y desviada desde la caperuza, dá lugar a una separación primaria del líquido y del vapor, -- efectuando una mayor separación de vapor.

25. El líquido separado de la corriente vuelve al líquido existente en el depósito, La diferencia existente entre los niveles hidrostáticos del líquido que hay fuera de la envoltura y del que hay dentro del haz tubular, dá lugar a una fuerza impulsora que produce una circulación continua de líquido desde el depósito al interior del haz 30. tubular. Esta fuerza impulsora evita la necesidad de bombas.

417442



La proporción de generación de vapor y en consecuencia de destilado, es extraordinariamente elevada para aparatos de una superficie de transmisión térmica y de una entrada de calor dadas. Esta constituye otra ventaja a añadir a la supresión virtual de la formación de incrustaciones en las superficies exteriores de los tubos calentadores.

Las figuras 1 y 2, son unas listas simplificadas, en sección, de frente y de costado, respectivamente, del aparato evaporador de agua en ebullición construido de acuerdo con los principios de este invento.

La figura 3, es una ilustración simplificada de una disposición alternativa del presente invento.

La figura 4, es una ilustración simplificada de una disposición de este invento, especialmente adaptada para el tratamiento de líquidos radiactivos.

Las figuras 1 y 2, representan, en forma simplificada, una cámara o un efecto de un evaporador de agua en ebullición que puede instalarse, por ejemplo, en un evaporador de agua marina. La cámara comprende las paredes superior e inferior, 12 y 13, las paredes delantera y posterior, 14 y 15, y las paredes laterales 16 y 17. En la pared inferior 13, va situada una compuerta 19, figura 1, destinada a establecer en la parte inferior de la cámara, el nivel deseado del líquido a evaporar. A través de la parte inferior de la cámara 10, se extiende longitudinalmente un haz de tubos calentadores 22. Según puede verse en la figura 2, estos tubos, 22, pueden ser tubos en U, cuyos extremos abiertos se encuentran en la abertura de la boca cilíndrica 23. Al extremo derecho de la boca 23, van

31 JUL 1971



417442

acoplados unos dispositivos adecuados para hacer pasar al fluido calentador por el interior de los tubos en U.

Inmediatamente alrededor del haz de tubos calentadores 22, va colocada una envoltura metálica cilíndrica 25, cerrada por su extremo posterior y que va soldada a tope en la boca 23. La envoltura 25, lleva, una serie de orificios 27, en su parte inferior, para que el líquido a evaporar pase a una velocidad regulada, en la forma en que se explicará más adelante. En la parte central de la pared superior de la envoltura 25, se encuentra la abertura 28, que se prolonga longitudinalmente y que tiene una extensión circunferencial que puede oscilar entre 60 y 120°. A los bordes, que se prolongan longitudinalmente, de la abertura superior 28 de la envoltura 25, van soldadas un par de láminas metálicas -- planas 30 y 32, las cuales se inclinan hacia adentro -- para formar la parte 33 de la tobera de salida de la envoltura 25. Los extremos de las placas 30 y 32, se sueldan a los correspondientes soportes finales 34 y 35, cuyos extremos inferiores van fijos a la parte cilíndrica superior de la envoltura 25.

Colocada directamente encima de la parte 33 de la tobera de salida, se encuentra la caperuza o casquete 38, de chapa metálica curvada o angular. En la pared superior 12 de la cámara 10, va instalado un tamiz-desnebulizador 40. El vapor que pasa a través de este último, puede pasar después a través del condensador 41, si se desea.

El líquido a evaporar, como por ejemplo, agua marina o salmuera, entra en la envoltura 25, a través --

417442 31 JUL 1975



de la boca 42 y el líquido más concentrado sale de la --
cámara 10, a través de la boca 43, figura 1.

5. Durante el funcionamiento, el líquido a evapo-
rar penetra a través de la boca 42, a una velocidad dada,
para llenar la cámara 10 hasta el nivel fijado por la --
compuerta de sobrante 19. Por el interior de los tubos --
calentadores horizontalmente dispuestos 22, pasa un flui-
do calentador, tal como vapor, para elevar la temperatu-
ra del líquido hasta su punto de ebullición. Inicialmen-
10. te, el nivel del líquido dentro de la envoltura 25, es --
el mismo que en el exterior de dicha envoltura. Según se
explicará después, el nivel del líquido existente en es-
ta envoltura 25, cambiará al alcanzarse las condiciones
de funcionamiento.

15. Cuando el líquido en contacto con los tubos ca-
lentadores 22, alcanza su temperatura de ebullición, el-
vapor asciende a través del haz tubular y pasa a través-
de la abertura 28 de la envoltura 25 y a través de la --
tobera de salida 33. El vapor de escape pasa alrededor --
de la caperuza 38 y es expulsado a través del desnebuli-
20. zador 40. Un condensador normal 41, colocado encima del-
desnebulizador 40, o junto al mismo, condensa después el
vapor, si se desea.

25. La capacidad y la proporción de transmisión --
térmicas de los tubos calentadores 22, se han elegido de
forma tal que, al seguir calentando, la ebullición se --
vuelva vigorosa y el vapor que pase a través del haz tu-
bular alcance una elevada velocidad, de forma que la ---
corriente vaporosa arrastre consigo un volumen desacostum-
30. brado de líquido para un evaporador de agua en ebullición.

417442

31 JUL.



5. Esta violenta ebullición hace que el nivel de líquido — dentro de la envoltura 25 y alrededor del haz tubular, — caiga al nivel reproducido en la figura 2; en donde se encuentra aproximadamente a un cuarto-un tercio de la altura de la envoltura. De esta manera, únicamente queda una parte pequeña del haz tubular sumergida en el líquido. Cuando se evapora el líquido existente dentro de la envoltura 25, y la corriente de dos fases asciende a través del haz tubular, el líquido procedente de la parte inferior de la cámara 10, circula a velocidad regulada a través de las aberturas 27 del fondo de la envoltura 25, para mantener el nivel del líquido interior a la altura representada en la figura 1. Así pues, puede verse que existe una circulación continúa de líquido en sentido ascendente en la corriente de dos fases, a través del haz tubular, hacia abajo, desde la caperuza 38, hasta la masa de líquido existente en la cámara 10 y desde la masa de líquido de la cámara 10, a través de las aberturas 27, nuevamente hasta el interior de la envoltura 25.

10. 15. 20. Yo he comprobado que con el aparato de este invento, puede lograrse que pase mucho más líquido en sentido ascendente en la corriente de dos fases, a través del haz tubular, en comparación con el aparato anterior, — haciendo que la corriente ascienda por el interior de los tubos de intercambio de calor. Como ya se sabe, el aparato del tipo anterior está sujeto a la formación de incrustaciones en el interior de los tubos.

25. 30. El área total de las aberturas 27 de la parte inferior de la envoltura 25, está proporcionada con respecto al volumen interior de la envoltura, al caudal de —

417442

31 JUL 1973



alimentación, a la proporción a que se genera la corriente de dos fases y al nivel hidrostático del líquido en la cámara 10, para conseguir la diferencia de nivel de líquido deseada en el exterior y en el interior de la envoltura 25.

5. De esta manera, se han logrado, por lo menos, dos resultados significativos e inter-relacionados. En primer lugar, como la envoltura 25 va colocada inmediatamente alrededor del haz tubular y dirige la corriente de dos fases y alta velocidad en íntimo contacto con todo el haz, y como consecuencia del volumen desacomunadamente grande de líquido en la corriente, se produce una humectación continua y abundante de las superficies de todos los tubos del haz. Esta acción elimina virtualmente la formación de incrustación y suciedad en las superficies externas de los tubos, obteniéndose una transmisión de calor óptima y reduciendo al mínimo el tiempo de parada necesario para limpiar la incrustación de las superficies de transmisión térmica. En segundo lugar, como el nivel del líquido dentro de la envoltura 25 cae a aproximadamente $1/4-1/3$ de la altura del haz tubular, una parte importante de ésta queda sin sumergir y la corriente ascendente de dos fases pasa a través de los tubos del calentador con una eficaz relación de transmisión térmica y con una pérdida mínima de transmisión de calor, como consecuencia de la pérdida normal de nivel hidrostático inherente a los aparatos de ebullición normales. Esta acción dá lugar a un aumento de la proporción de transmisión de calor desde los tubos calentadores 22 y produce la corriente de vapor-líquido de velocidad muy elevada.

417442

31 JUL 1953



La mezcla de vapor de dos fases y de líquido-
arrastrado, pasa a través de la tobera de salida 33 y -
choca contra la caperuza impenetrable 38, desviándose -
después hacia afuera y hacia abajo en forma de chorro, -
5. a través de las aberturas formadas por los bordes su-
periores de las chapas 30 y 32 y de la caperuza 38. En-
tonces, se produce una separación primaria entre el va-
por y el líquido arrastrado. El vapor y parte del líqui-
do arrastrado asciende alrededor de ambos lados de la -
10. caperuza y pasa a través del desnebulizador 40, en donde
se produce una nueva separación. Una parte importante del
líquido de la corriente desviada desde la caperuza 38, -
se dirige contra los costados de la cámara 10 y hacia --
la superficie superior del líquido existente fuera de la
15. envoltura 25.

El aumento de calentamiento a que antes nos --
hemos referido y la separación primaria obtenida de la -
mezcla de dos fases que sale de la zona de salida de la -
tobera 33 y de la caperuza 38, dá lugar a un caudal de -
20. vapor que es de 2 a 3 veces superior al que se consigue
en los evaporadores de agua en ebullición normales, com-
pletamente sumergidos, o en los evaporadores de película
pulverizada. Como ejemplo, diré que con los evaporadores
de agua en ebullición que llevan el presente invento, he
25. obtenido una velocidad superficial de vapor en el plano-
de salida de la tobera 33, de 21,34 a 39,62 m/seg. apro-
ximadamente. La corriente de vapor y líquido de dos fases
se estima que se genera a razón de 90.720 kg a 136.080 --
kg/hora, aproximadamente, de líquido por cada 453,6 kg/hora
30. de vapor.

417442



La fuerza impulsora para el mantenimiento de la circulación térmica de líquido y del caudal de dos fases a alta velocidad, a través del haz tubular recubierto, es la diferencia de las alturas hidrostáticas entre el nivel del líquido fuera y dentro de la envoltura 25. Esta fuerza se utiliza para calcular el número y el tamaño de las aberturas 27, para un caudal de reciclo determinado. Debe tenerse en cuenta que los orificios 27, pueden sustituirse por una ranura u otro tipo de abertura que tenga un área equivalente.

Con la circulación térmica auto-sostenida de líquido que se consigue, no se necesitan bombas para producir la circulación deseada. Evidentemente, el caudal, que se obtiene con el aparato construido y accionado en la forma antes descrita, es del orden de tres veces el que puede conseguirse utilizando una de las bombas comerciales existentes en la actualidad, como elemento propulsor del líquido en circulación.

Para el proyecto y colocación de la tobera de salida 33 y de la caperuza 38, puede utilizarse como guía la siguiente ecuación empírica:

$$2y = 1,25 x$$

en donde la dimensión x es la distancia a través de la tobera de salida 33 e y es la distancia desde el borde superior de cada una de las chapas 30 y 32 al punto más próximo de la caperuza 38. En un caso típico, la caperuza 40, puede tener un ángulo incluido de aproximadamente 140° entre sus dos lados.

En algunos casos, puede desearse descargar la corriente de vapor de dos fases en forma de chorro y el-



líquido arrastrado, desde un lado solamente de la caperuza, en vez de hacerlo desde ambos lados, en la forma reproducida en la figura 1. Tal disposición se reproduce en forma simplificada en la figura 3, en la que puede verse que la caperuza 38' se encuentra a continuación de la chapa plana 32, que forma la tobera de salida 33. En este caso, la corriente de dos fases sale únicamente hacia el lado derecho entre el borde superior de la chapa 30 y la caperuza 38'. En una disposición tal como la reproducida en la figura 3, la ecuación empírica del diseño que relaciona las dimensiones x e y , será:

$$y = 1,25 x$$

Según hemos dicho, el aparato reproducido en las figuras 1 y 2, puede ser un evaporador de agua en ebullición de una etapa, o bien puede ser una etapa o cámara de un evaporador multiefecto que tenga etapas sucesivas a temperaturas y presiones progresivamente más bajas. En tal aparato, la boca de entrada 42, se acoplaría para recibir la salmuera desde la etapa de temperatura superior subsiguiente, o bien, la alimentación caliente, mientras que la boca de salida 43 se conectaría a la entrada de la etapa siguiente de temperatura inferior. El vapor producido en una etapa se canalizaría hasta el haz tubular de la etapa siguiente para servir de fluido calentador para la siguiente etapa. También se incluiría, un aparato apropiado para tratamiento químico, si se necesitara. Adicionalmente, el aparato reproducido en la figura 1, puede ser simplemente una etapa del aparato de destilación múltiple en el que-

417442



5. el destilado procedente del condensador 41, por ejemplo, se canaliza como alimentación para el siguiente evaporador idéntico. Se considera innecesaria cualquiera otra explicación, teniendo en cuenta que el presente invento puede incorporarse a los tipos conocidos de sistemas multifásicos.

10. Los principios de este invento pueden emplearse también en los aparatos de evaporación-concentración, para producir condensado y destilado para su reutilización, como sucede con el moderador de líquido de un sistema de reactor nuclear de agua sobrec comprimida, o bien para concentrar el líquido de descarga utilizado en un reactor nuclear. En la figura 4, se representa un aparato de este tipo. En esencia, la totalidad de los elementos principales del evaporador-concentrador, van alojados en el interior de un casco cilíndrico metálico alargado o tanque, 50. A lo largo de las partes delantera y central del tanque 30, se extiende una cubeta alargada con la parte superior abierta y que contiene líquido, 52, que termina en la placa final 54, que va dispuesta hacia adentro, desde el extremo más alejado del tanque, es decir, el extremo en la dirección hacia el papel, según se vé en la figura 4. La cubeta o bandeja 52, está apoyada en una o más placas de soporte 55, que se prolongan verticalmente. El tanque 50, sirve no sólo como alojamiento del aparato sino también como depósito para almacenar en toda la longitud de su parte interior, una cantidad de líquido 57, que va a evaporarse y a concentrarse.

30. En el interior del depósito de líquido o cubeta 52, va dispuesto un haz de tubos calentadores revesti-

417442



5. dos, sustancialmente idéntico en construcción y funcionamiento al aparato correspondiente reproducido en las figuras 1 y 2. En estas figuras se utilizan los mismos números de referencia que en la figura 4, para designar al aparato correspondiente. En la figura 4, la caperuza 38a, tiene la forma de un prisma truncado alargado más bien que un pico, como en la disposición anteriormente descrita.

10. Antes de poner en funcionamiento el evaporador, el líquido de entrada a evaporar se introduce en la envoltura 25, a través de la boca 42, situada cerca del extremo delantero de la envoltura 25. el líquido de entrada pasa a través de las aberturas 27 y 27a, del fondo de la envoltura 25 y entra en la cubeta 52, llenando 15. ésta hasta que rebose. El exceso de líquido de la cubeta 52, cae en el depósito existente en el fondo del tanque 50. Un orificio relativamente pequeño 56, existente en el fondo de la cubeta 52, evacua parte del líquido de entrada, directamente al depósito de almacenamiento de 20. la parte inferior del tanque 50. El tamaño de la abertura 56 del fondo de la cubeta 52, está elegido de forma tal que durante el funcionamiento, el caudal a su través es considerablemente inferior al caudal de líquido de entrada que pasa por la boca 42.

25. El líquido procedente del depósito del fondo del tanque 50, se bombea continuamente por medio de la bomba 59, en la cubeta 52, para ayudar a su llenado hasta el sobrante, logrando así una mezcla constante del líquido en la forma en que hemos explicado. El líquido 30. concentrado puede extraerse del tanque 50, a través de la bo-

417442

31



ca de salida 43.

La placa final 54, anteriormente mencionada,--
termina en su parte superior, en un reborde recto 54a, y
va fijada por soldadura en sus dos rebordes superiores,--
5% el tanque 50. Las placas planas 30 y 32 que forman la to-
bera de salida 33 y la caperuza 38a, van fijadas por solda-
dura a la parte central 54b de la placa final 54. La par-
te ancha 54c de la placa final, forma el extremo de la -
cubeta 52 y el extremo de la envoltura 25. El fondo es--
10% trecho de la parte 54d de la placa final va soldado al -
fondo del tanque 50 y sirve como columna de apoyo para la
placa final 54.

En el extremo delantero del tanque 50, una - -
placa de conformación análoga a las partes 54b, 54c y --
15% 54d, de la placa final 54, sirve como otra placa final -
para el aparato evaporador del agua en ebullición.

Soportado por la cara posterior de la parte --
superior 54b de la placa final 54, va instalado un desne-
bulizador 58, que separa el vapor de las gotas de líqui-
do arrastradas. Este desnebulizador 58 puede contener --
20% un separador-filtro del tipo descrito en la solicitud --
de patente norteamericana 123886, por Picek y sus colabo-
radores. Este aparato emplea destilado de agua sustancial-
mente pura como reflujo en el separador-filtro para disol-
25% ver en el mismo un elemento de vapor de boro del caudal -
de vapor ascendente. Este elemento de boro disuelto se --
desvía por el líquido sobrante y el vapor de agua conti-
nua hacia arriba, a través del separador, para condensar-
se en el condensador del sistema. El líquido que rebosa -
puede volver al depósito existente en la parte inferior -

30%

417442



del tanque 50.

5.
10.
15.

Sobre la caperuza 38a, van dispuestos el haz de tubos condensadores 60 y el casco 62, el extremo posterior del cual va soldado a la placa final 54. Las placas inclinadas 63 y 64, en conexión con la placa superior 65 y la parte superior de la placa final 54, forman el conducto de entrada de vapor 62a de la parte posterior del casco 62, para recibir el vapor procedente del desnebulizador 58. La placa 65, va colocada algo delante de la placa final 54 y se suelda a la pared interna superior del tanque 50, y a través de un segmento superior del casco 62, soldándose también a las placas inclinadas 63 y 64, para formar la cámara de entrada de vapor 62a de la parte posterior del casco 62. Así, puede verse que el conducto de vapor 62a está situado en la parte posterosuperior del casco 62, prolongándose longitudinalmente entre las placas 54 y 62 y uniéndose a sus costados por las placas inclinadas 63 y 64.

20.

El vapor que entra en el casco 62, se pone en contacto con el haz de tubos condensadores 60 y cae, en forma de condensado, al fondo del casco 62, en donde se recoge o se evacua por medios normales no representados, o bien, se recicla parcialmente, en forma de reflujo, en un separador-filtro, según hemos dicho antes.

25.

Al iniciar el funcionamiento del aparato de la figura 4, el líquido a concentrar, que puede ser líquido residual a evacuar, o bien, líquido moderador tal como una solución de ácido bórico, se introduce en la envoltura 25, a través de la boca de entrada 42. El líquido que entra puede ser una alimentación continua, o bien,

30.

417442

31 32



un volumen determinado. Parte del líquido que entra se evacua a través de las aberturas 27 y 27a del fondo de la envoltura 25, y comienza a llenar la cubeta 52. Este proceso continua hasta que la cubeta 52 se llena hasta el sobrante y el líquido cae al fondo del tanque 50, para formar el depósito 57 de líquido. La bombita 59 entra en acción para poner en circulación al líquido desde el depósito y devolverle a la cubeta 52 para mantener una circulación y una mezcla continuas de los líquidos en la cubeta y en el depósito. Es obvio que, para una alimentación continua a través de la boca de entrada 42, la proporción de alimentación, que es igual a la proporción de evaporación más la proporción de descarga de concentrado, junto con la proporción de circulación de la bomba 59, deberá ser proporcionada para establecer y mantener los niveles deseados de líquido, dentro del aparato, para unas proporciones de evaporación dadas. Para funcionamiento por tandas, no habrá una descarga de concentrado continua. Por consiguiente, la alimentación a través de la boca de entrada 42, es igual a la proporción de evaporación únicamente y la bomba 59 establecerá la proporción de circulación deseada desde el depósito hasta el líquido que contiene la cubeta 52. En un evaporador construido como el reproducido en la figura 4, el caudal de alimentación a través de la boca de entrada 42, fué de 104, 6 litros por minuto, el caudal a través de las aberturas 27 y 27a, fué de 20.457 litros por minuto, y la bomba 59 proporcionó un caudal de 454,6 litros por minuto.

30. Durante el período de arranque el aparato de la

417442



5. figura 4, el nivel del líquido del interior de la envoltura 25 y alrededor del haz tubular, será el mismo que en el interior de la cubeta 52. Cuando el líquido en -- contacto con el haz tubular alcanza la temperatura de --
10. evaporación, comienza el proceso descrito en relación -- con los aparatos de las figuras 1 y 2, y se genera una -- corriente de vapor-líquido de dos fases a alta veloci-- dad, dentro de la envoltura 25, que sale a través de la tobera 33 y se desvía transversalmente hacia afuera, en forma de chorro, por la caperuza 38a. La separación pri--
15. maria del vapor y del líquido se produce en la corrien-- te desviada, dirigiéndose un gran volumen de líquido, en forma de corriente a gran velocidad, hacia la superficie del líquido contenido en la cubeta 52.

15. Según hemos dicho ya, cuando se alcanzan unas condiciones de funcionamiento estables, el nivel del líquido en el interior de la envoltura 25 y alrededor del haz de tubos calentadores, cae a un nivel aproximadamen--
20. te de $1/4$ a $1/3$ la altura del haz de tubos, para estable-- cer el nivel hidrostático diferencial que dá lugar a la circulación térmica y auto-sostenida de líquido, desde -- la cubeta 52 al interior de la envoltura 25.

25. La parte de vapor de la corriente de dos fases desviada transversalmente desde la caperuza 38a, junto -- con parte del líquido arrastrado, se extrae de los cos-- tados de la parte 54b de la placa final 54 y se dirige, -- por detrás de la placa final, hasta la parte posterior -- del tanque 50; es decir, en la dirección del papel de la figura 4. A continuación, esta corriente asciende a tra--
30. vés del desnebulizador 58, por la cara posterior de la --

417442



5. placa final 54, en donde tiene lugar la separación definitiva vapor-líquido. La corriente de vapor resultante - pasa entonces por encima del borde superior 54a de la placa final y penetra en el conducto de vapor 62a del condensador. A continuación, el destilado formado en el condensador se recoge para su utilización o evacuación, según se desee.

10. La abertura 56 de la parte inferior de la cubeta 52, es lo suficientemente pequeña para no intervenir significativamente en el ciclo que acabamos de describir y su finalidad es la de proporcionar un desagüe a la cubeta 52, de manera que, cuando el evaporador no está en funcionamiento, todo el líquido pasa al depósito del fondo del tanque 50, cumpliendo así los requisitos de la industria de residuos radiactivos, en materia de seguridad.

20. La circulación continua de líquido desde el depósito a la cubeta 52, por medio de la bomba 59 y el sobrante continuo de agua procedente de la cubeta 52 - que vuelve al depósito, mantienen una concentración sustancialmente uniforme de líquido en el aparato en funcionamiento. Indudablemente, esta concentración cambia cuando comienza el funcionamiento y continúa después, especialmente cuando funciona con un volumen de líquido determinado.

25. No se describen los mandos para mantener un funcionamiento estable del aparato de la figura 4, ya que tanto el aparato como su uso son conocidos y no constituyen el objeto del presente invento.

30. Como ejemplo de un evaporador construido en la-

417442



5.
10.
15.
forma representada en la figura 4, diremos que el caudal de alimentación a través de la boca de entrada 42, fué-- aproximadamente de 68,2 litros por minuto, el caudal de líquido suministrado por la bomba 59, de 454,6 litros -- por minuto aproximadamente y el caudal de líquido a través de las aberturas 27 y 27a, de unos 20.454 litros por minuto. El haz de tubos calentadores tenía aproximadamente una longitud de 1,83 m y estaba formado por 145 tubos en U, que proporcionaban una superficie total de transmisión de calor de unos 26,01 m². El vapor entraba en los tubos calentadores a una velocidad aproximada de 6.096 m. por minuto. Con respecto a la corriente de vapor-líquido en dos fases, generada en el haz tubular revestido y que pasaba a través de la tobera de salida 33, el vapor se -- generó a razón de 5.215,8 kg/hora aproximadamente, y la proporción de circulación de líquido a través de la -- corriente de dos fases, se efectuó a razón de, aproximadamente 1,04 x 106 kg/hora.

N O T A

20.
25.
La Patente de Invención que se solicita por -- veinte años, para España, de acuerdo con la vigente legislación, deberá recaer sobre: "METODO PARA PRODUCIR UN EVAPORADOR DE LIQUIDO TERMICO EN CIRCULACION", con Prioridad de la Demanda de Patente norteamericana Serial Nº 276.605 de fecha 31 de Julio de 1972, según las características esenciales de las siguientes:

R E I V I N D I C A C I O N E S

1a.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, que comprende las fases de: admisión de líquido a un caudal predeterminado, hasta un

30.

417442

31 JUL.



5. haz tubular revestido, horizontalmente dispuesto, con una pequeña parte de los tubos del haz sumergida en dicho líquido; circulación de un fluido calentador por el interior de los tubos del haz para evaporar el líquido en contacto con los mismos y generar una corriente de vapor-líquido de dos fases, constituida por 200 a 300 kg. de líquido aproximadamente por kg de vapor generado; circulación de la citada corriente de dos fases sobre la parte no sumergida del haz tubular, para humedecer de

10. una manera completa y continua las superficies exteriores de los tubos no sumergidos; circulación de dicha corriente de dos fases a través de una tobera de salida en comunicación con el haz tubular revestido; admisión del líquido a evaporar, en una proporción predeterminada, en un depósito de líquido, hasta que quede parcialmente

15. sumergido el citado haz tubular revestido, y proporcionando líquido para su admisión en el haz tubular revestido; desviación de la salida de vapor en dos fases, desde la citada tobera de salida; extracción de vapor de la corriente desviada; retorno de líquido de la corriente desviada al depósito mencionado; la proporción de generación de la citada corriente de dos fases y la proporción de admisión de líquido en el citado haz tubular revestido y en el recipiente mencionado, deberán estar proporcionadas de

20. forma tal que el nivel de líquido en el haz tubular revestido sea inferior al nivel de líquido en el depósito para producir una diferencia de nivel hidrostático entre ambos que genere una circulación de líquido hacia el citado haz tubular revestido.

30.

2ª.- Método para producir un evaporador de líquu

417442

31 JUL. 1977



- do térmico en circulación, según reivindicación 1ª, cuyo evaporador comprende: un depósito para contener la cantidad de líquido a evaporar, los medios adecuados para - - mantener el nivel deseado de líquido en dicho recipiente,
5. un haz de tubos calentadores, montado dentro de dicho depósito, los medios adecuados para dirigir la circulación del fluido, dispuestos alrededor de dicho haz, los medios para la tobera de salida, asociados a dichos medios de -- guía, para dirigir la corriente de vapor-líquido desde di
10. chos medios de guía, los medios adecuados para hacer pasar a un fluido calentador por el interior de los tubos de dicho haz, para hacer que el líquido existente dentro de dichos medios de guía hierba violentamente y produzca una corriente de vapor-líquido de alta velocidad que pase exteriormente a través de una gran parte de los haces tubulares y a través de dichas toberas, medios para la admisión de líquido en dicho depósito, en la proporción deseada, hasta el interior de los citados medios de dirección de la corriente, un dispositivo de desviación de la - ---
20. corriente, dispuesto en relación con las toberas mencionadas, para dirigir el líquido desde dicha corriente y hacerla volver, en la cantidad indicada, a dicho depósito, y, medios para extraer el vapor de dicha corriente, desde el lugar en que se encuentran los medios de guía y los dispositivos de desviación de la corriente.
- 25.

3ª.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, según la reivindicación 2ª, habida cuenta de que dicho depósito de líquido es alargado y el citado haz de tubos calentadores es alargado, - -

30. horizontalmente orientado y posee una capacidad de transfe



rencia de calor predeterminada.

5. 4ª.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, según las reivindicaciones 2ª ó 3ª, habida cuenta de que los citados medios de admisión de líquido en el depósito son medios de apertura --- existentes en la parte inferior de los citados dispositivos de dirección de fluido.

10. 5ª.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, según las reivindicaciones 2ª-4ª inclusive, habida cuenta de que dichos dispositivos de desviación de la corriente dirigen el líquido desde la citada corriente hacia afuera y hacia abajo, para penetrar en dicho depósito.

15. 6ª.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, según las reivindicaciones 2ª-5ª inclusive, habida cuenta de que dichos dispositivos de dirección del fluido, se encuentran, por lo menos parcialmente, dentro del citado depósito para dirigir una -- corriente de vapor y líquido en dos fases, de fluido, -- verticalmente,, a través del citado haz tubular, con el fin de mantener a dicha corriente en una relación de intercambio térmico íntimo con las superficies exteriores de, por lo menos, una parte de los tubos de dicho haz.

20. 7ª.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, según las reivindicaciones 2ª-6ª inclusive, habida cuenta de que dichos sistemas de admisión de líquido en el citado depósito, hacen que el - citado haz tubular esté parcialmente sumergido en el citado líquido.

30. 8ª.- Método para producir un evaporador de lí--

417442

31 JUL. 1973



quido térmico en circulación, según las reivindicaciones 2ª a 7ª, inclusive, habida cuenta de que la capacidad de calentamiento de dicho haz tubular, las características de dirección de la corriente de los citados elementos de guía y de las toberas y los medios de admisión de fluido-

5. en dichos dispositivos de guía, están proporcionados de forma tal entre sí y con arreglo a las características -- del líquido, que permiten una ebullición violenta de éste, dentro de los medios de guía, y hacen que el líquido-

10. que se encuentra dentro de estos sistemas alcance un nivel inferior al nivel del líquido en la parte del depósito exterior a dichos medios de guía.

9ª.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, según la reivindicación 2ª, incluyendo además un depósito para el almacenamiento del líquido a evaporar, así como los elementos para suministrar líquido desde el citado depósito al mencionado recipiente de líquido en que el haz tubular se encuentra sumergido, por lo menos, parcialmente.

15.

10ª.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, según la reivindicación 9ª, habida cuenta de que dicho depósito de líquido es un tanque para el almacenamiento, en su parte inferior, del líquido a evaporar, y dicho recipiente de líquido, dichos --

20. elementos de guía de fluido, dichos sistemas de desviación de la corriente y dichos medios de extracción de vapor, todos ellos dispuestos en el interior del citado tanque, sobre el líquido almacenado dentro.

25.

11ª.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, según las reivindicaciones

30.

417442

31 JUL. 1973



2ª ó 9ª ó 10ª, habida cuenta de que dicho depósito de líquido es una especie de cubeta o bandeja soportada dentro de dicho tanque encima del líquido almacenado y actúa como una cámara de evaporación del evaporador de líquido en ebullición, y el líquido a evaporar llena la cámara hasta el nivel de líquido deseado.

12ª.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, según las reivindicaciones 2ª a 8ª, inclusive, que comprende: un sistema de calentamiento en dichos dispositivos de guía y en el dispositivo de relación de transmisión térmica con el líquido que entra, pudiendo accionarse el citado sistema de calentamiento para producir una corriente de vapor-líquido de dos fases, formada aproximadamente por 200 a 300 Kg. de líquido por kg de vapor generado, y estando construida y dispuesta la tobera de salida, de forma que descargue la citada corriente con una velocidad superficial del vapor entre 21,34 y 39,62 metros aproximadamente, por segundo.

13ª.- Método para producir un evaporador de líquido térmico en circulación, según la reivindicación 2ª, habida cuenta de que los citados dispositivos de desviación de la corriente dirigen la corriente de descarga transversalmente desde la tobera de salida y por el exterior de los citados dispositivos de guía.

14ª.- "MÉTODO PARA PRODUCIR UN EVAPORADOR DE LÍQUIDO TÉRMICO EN CIRCULACIÓN".

Según queda sustancialmente descrito en la presente Memoria Descriptiva, que consta de veintisiete hojas,

...../###/...

417442

- 27 -

31 JUL.



escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 31 JUL. 1973

RILEY-BEAIRD, INC.

P.P.

F. Riley

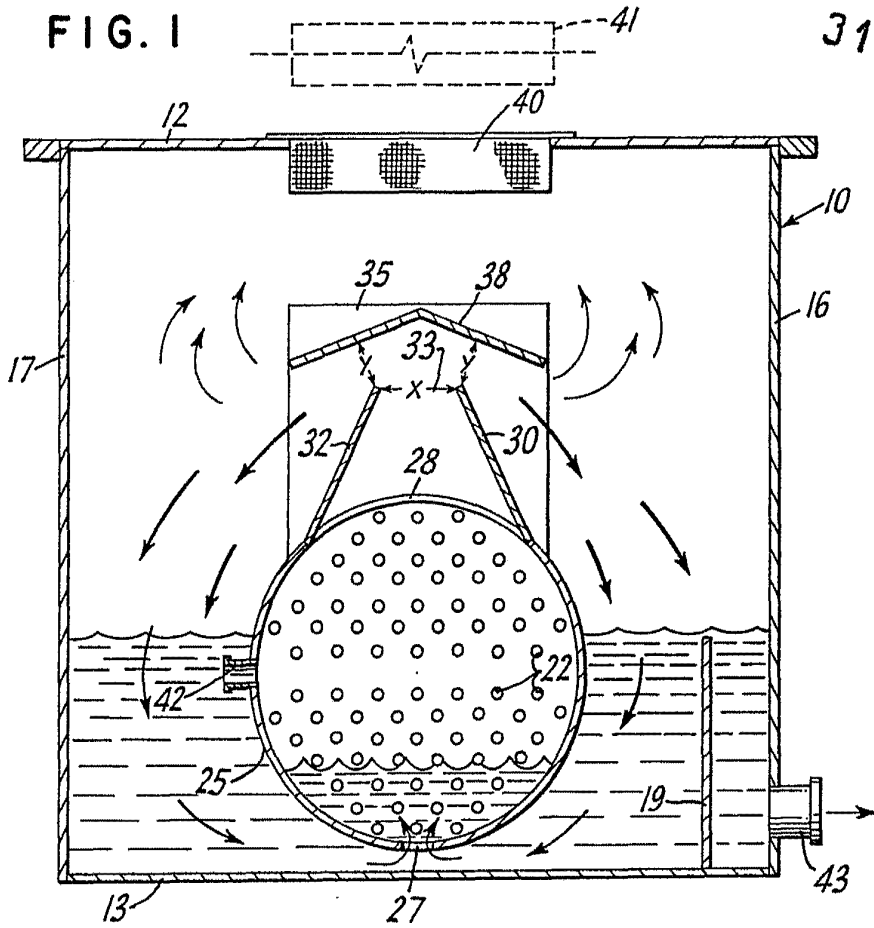
RR

417442

RILEY-BEAIRD, INC.

3 HOJAS - Hoja 1

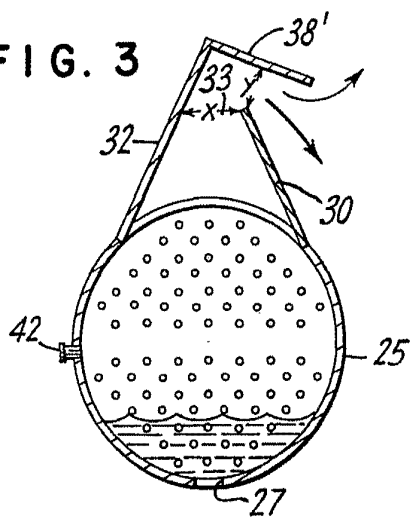
FIG. 1



31 JUL



FIG. 3



Madrid, 31 JUL. 1973
 RILEY-BEAIRD, INC.
 P.P.

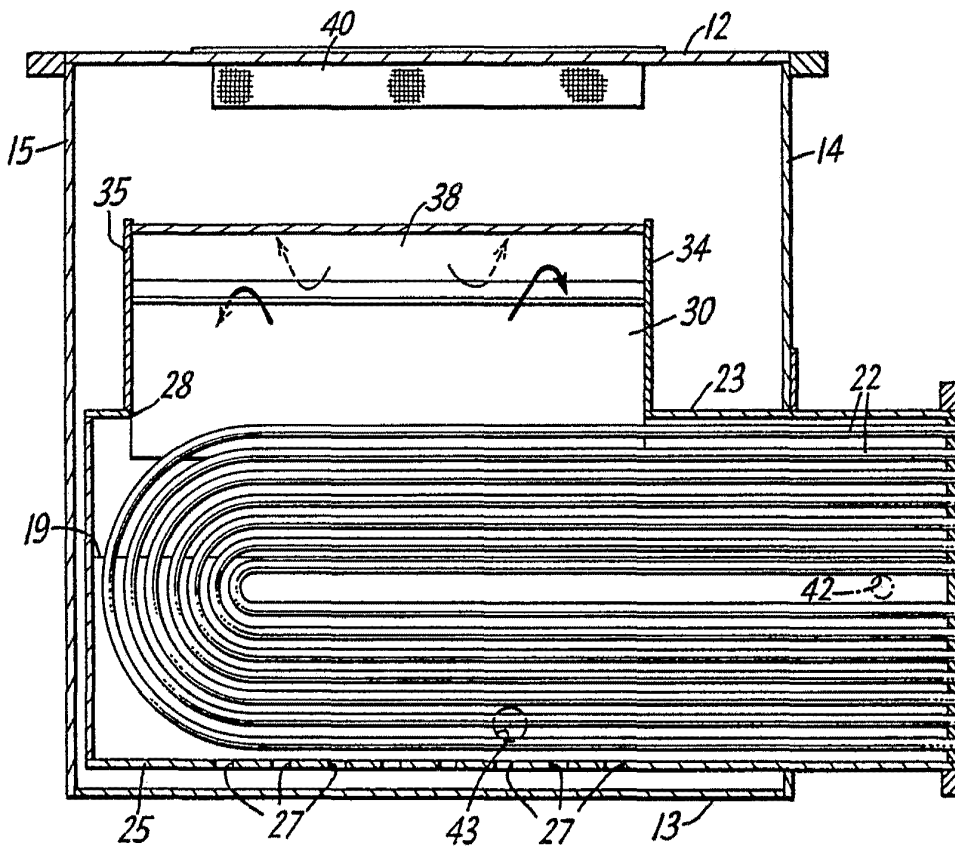
Escala variable

417442

31 JUL 1973



FIG. 2



Madrid, 31 JUL. 1973
RILEY-BEAIRD, INC.
P. R.

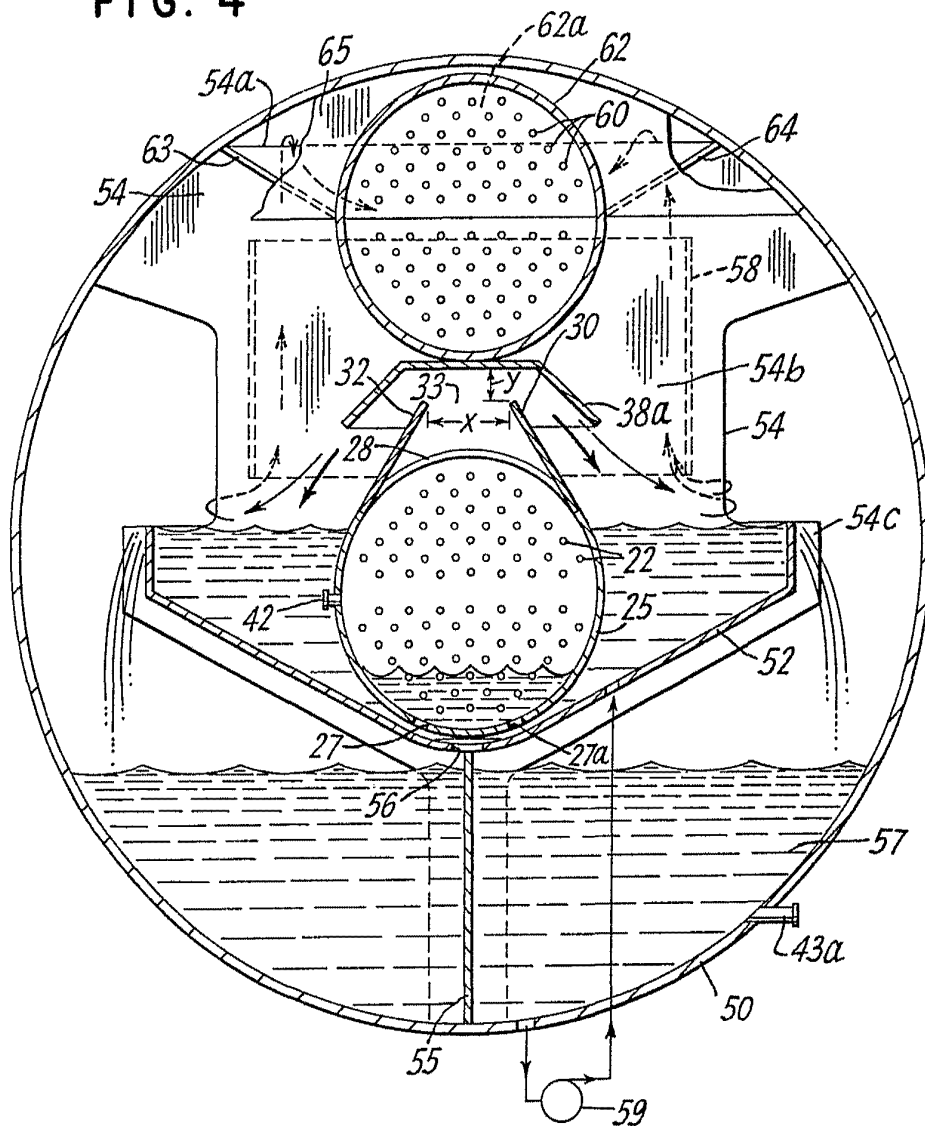
Escala variable

417442

31 JUL. 1973



FIG. 4



Madrid, 31 JUL. 1973
 RILEY-BEAIRD, INC.
 P.P.

Fulda

Escala variable