



A R 000

280 887

280887

MEMORIA DESCRIPTIVA.

=====

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS SEPA-
"RADORES Y SECADORES DE VAPOR
"Y LIQUIDO DE FLUJO AXIL".

=====

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

Residente en : SCHENECTADY (New-York), 1 River-Road.

Nacionalidad : NORTEAMERICANA.

280887



La presente invención se refiere a la separación de vapor y líquido y concierne particularmente a un separador de vapor y líquido de flujo axial de gran rendimiento que se aplica eficazmente para la separación de vapor y de agua hirviendo. En este servicio, los separadores son llamados corrientemente separadores de vapor.

El vapor es usado frecuentemente en la práctica industrial como fluido para calentar y para accionar máquinas motrices, como máquinas de vapor, turbinas de vapor y similares. Virtualmente en todos los casos, es necesario que el vapor sea "seco", es decir exento de agua arrastrada en fase líquida. Este es particularmente el caso cuando el vapor acciona una máquina motriz de los tipos mencionados, ya que las acumulaciones de agua de suficiente volumen en un cilindro de máquina de vapor pueden destruir el cilindro y que la presencia de una cantidad excesiva de agua arrastrada en la turbina de vapor corroe las paletas y las toberas de la turbina, conduciendo al final a una avería.

En la práctica clásica según la cual un generador de vapor es calentado por combustibles fósiles, como carbón, petróleo o gas, no existe ordinariamente una gran necesidad de separadores de vapor de dimensiones físicas extraordinariamente pequeñas, capaces de tratar cantidades extraordinariamente elevadas de vapor y agua mezclados. Un ejemplo de esto es el caso de los tipos de caldera de gran rendimiento en los



que está prevista la conexión con un colector de vapor destinado a recibir de tubos calentados una mezcla de agua hirviendo y de vapor. La capacidad del colector de efectuar la separación del vapor puede ser aumentada considerablemente mediante la incorporación al colector de separadores individuales del tipo centrífugo. Estos separadores reciben la mezcla de vapor y de agua a través de la pared del colector de vapor, suministran vapor a la parte superior del colector para que sea conducido a una carga y descargan el agua separada en la parte inferior del colector para su eliminación y nueva evaporación. Incluso en tipos de caldera de elevado rendimiento de esta clase, no ha habido gran interés en crear un separador de vapor de elevado rendimiento, ya que la capacidad de un colector de vapor provisto de tales separadores interiores es aumentada de la manera más fácil y económica aumentando la longitud del colector de vapor y el número de separadores que el mismo contiene. Un tal separador de vapor está representado en la Patente estadounidense N^o. 2.648.397.

Un reciente perfeccionamiento de las instalaciones de vapor ha incluido el empleo de reactores nucleares de fisión como generadores de vapor en los cuales se mantiene en el núcleo del reactor una reacción de fisión nuclear en cadena autosostenida para producir calor, siendo transmitido dicho calor a una masa de agua hirviendo para producir la generación de vapor. El tipo y los principios de funcionamiento de los reactores de agua hirviendo son bien conocidos en la especialidad. Por ejemplo, están descritos en «Boiling Water Reactors» de Andrew W. Kramer, Addison-Wesley Publishing Company, 1958, y en otras partes. El reactor de agua hirviendo funciona en primer lugar como fuente de calor y proporciona



- una mezcla de agua hirviendo y vapor que tienen que ser separados. En los reactores clásicos de baja densidad de potencia, el vapor se ha venido separando manteniendo una superficie libre de líquido en alguna parte del recipiente del reactor y encima del núcleo, según se describe en los Proceedings de la Conferencia Internacional sobre los Usos Pacíficos de la Energía Atómica, 1.955, tomo 3, página 56 y siguientes, y página 250 y siguientes. Sin embargo, la velocidad volumétrica a la cual el vapor puede ser separado en un tal sistema queda limitada a un valor igual al área de la sección transversal de la superficie libre de líquido multiplicada por la velocidad superficial máxima a la cual el vapor puede ser eliminado de dicha superficie sin un excesivo arrastre de agua sin evaporar. Esta velocidad máxima, varía con la presión y la temperatura del sistema y a 1000 libras por pulgada cuadrada absoluta y 546° F, por ejemplo, es de aproximadamente 1 pie por segundo. Incluso así, el vapor separado de esta manera contiene aproximadamente un 6% en peso de agua líquida arrastrada y tiene que ser secado en un secador de vapor para reducir el contenido de humedad a menos de 0,1% en peso aproximadamente, para que pueda ser admitido sin peligro en una turbina de vapor. Este límite del 0,1% es inferior a la práctica clásica debido a la necesidad de limitar la acumulación de radioactividad en la turbina.
- 60.-
- 65.-
- 70.-
- 75.-
- 80.- Los reactores de agua hirviendo de mayor densidad de potencia requieren un equipo especial para la separación de vapor. Por ejemplo, el reactor nuclear de agua hirviendo de 192 mwe (megavattios eléctricos) de la Estación de Dresden cerca de Chicago está provisto de un colector de vapor dispuesto aproximadamente a 85 pies por encima de la parte su-
- 85.-



- perior del recipiente de presión del reactor. El colector tiene aproximadamente un diámetro de 8 pies, una longitud de 66 pies y contiene aproximadamente 290 separadores individuales de vapor. La mezcla de vapor y agua procedente del reactor es introducida a una velocidad de aproximadamente 26,5 millones de libras por hora en los separadores por una pluralidad de tuberías verticales y un colector. El agua separada es devuelta del colector al reactor mediante tuberías de bajada a una velocidad de aproximadamente 25 millones de libras por hora. Este colector de vapor elevado y las largas tuberías de subida y bajada requieren grandes cantidades de tubos, protecciones, recipientes, aislamiento, estructuras de sustentación y otros materiales que, en este caso, están justificados por el considerable aumento de producción de energía del sistema en comparación con el de un sistema de reactor clásico de agua hirviendo.
- 90.-
95.-
100.-

- Podría conseguirse una notable reducción de los materiales requeridos para una tal fuente de vapor constituida por un reactor de agua hirviendo si los separadores de vapor de la misma capacidad pudieran ser quitados de dicha posición elevada y dispuestos dentro del recipiente de presión del reactor. Sin embargo, si un reactor de agua hirviendo contenido en un recipiente de presión de un diámetro interior de 160 pulgadas está provisto de los mejores separadores de vapor del tipo anterior que se encuentra en el comercio, es decir los de mayor capacidad de separación de vapor por unidad de volumen que son del tipo centrífugo de flujo axial con secadores preliminares del tipo de mallas, la producción de energía eléctrica es limitada por el rendimiento del separador a un valor aproximadamente 200 mwe. Esto no
- 105.-
110.-
115.-



es muy superior a la producción de energía de la Estación de Dresden, que tiene un recipiente de presión algo más pequeño.

La presente invención se refiere a un separador de vapor y de líquido, y particularmente a un separador de vapor, que,
120.- al ser puesto en sustitución de dichos separadores de vapor clásicos en el reactor de agua hirviendo a que se hace referencia inmediatamente antes, permite aumentar la producción de energía eléctrica de la instalación hasta un valor de cuando menos 300 mwe.

125.- Por consiguiente, un objeto de la presente invención es el de crear un separador de vapor y de líquido perfeccionado de gran rendimiento destinado a ser usado, por ejemplo, en calderas de gran rendimiento de cualquier clase, incluidos los reactores de agua hirviendo de elevada densidad de potencia.
130.-

Otro objeto de la presente invención es el de crear un separador de vapor centrífugo perfeccionado, de flujo axial, y una combinación de secador preliminar capaz de recibir mezclas de vapor y de agua de una calidad del 5 al 25% aproximadamente, es decir, mezclas que contienen de un 5% a un 25% en peso de vapor, y capaz de separar eficazmente tales mezclas a velocidades notablemente aumentadas y de suministrar vapor y agua separados con bajos valores de arrastre de agua y de vapor no arrastrado.
135.-

Otro objeto de la presente invención es el de crear un separador de vapor perfeccionado de gran rendimiento que alcanza la capacidad esencialmente aumentada a pesar de trabajar con pérdidas de carga notablemente reducidas.
140.-

Otros objetos y ventajas de la presente invención resultarán evidentes para las personas expertas en la materia, a me-
145.-



dida que avancen la descripción y la ilustración de la misma.

- Dicho sucentamente, un aspecto de la presente invención está constituido por un separador de vapor y de líquido que comprende un tubo vorticial alargado provisto, en un extremo, de una abertura axial de entrada de mezcla de vapor y de líquido y de una abertura axial de salida en su otro extremo, medios adyacentes a dicha abertura de entrada para comunicarle a una mezcla de vapor y de líquido un movimiento rotatorio suficiente para establecer dentro del tubo vorticial un vórtice de vapor rodeado de un vórtice líquido coaxial, un primer medio anular de eliminación de líquido, que rodea el borde de salida del tubo vorticial y separado del mismo, que forma un primer pasaje anular de salida de líquido que invierte el flujo, adecuado para recibir el vórtice líquido en dicho extremo de salida y conducirlo 180° alrededor del extremo de dicho tubo vorticial, un segundo medio anular de eliminación de líquido, que rodea el primer medio anular y separado de él, que forma un segundo pasaje anular de salida de líquido que invierte el flujo, para recibir el derrame de líquido de la capa-límite procedente de la entrada en dicho primer medio anular, y adecuado además para conducir dicho derrame 180° alrededor del primer medio anular, teniendo el segundo medio anular una abertura central por la cual el vórtice de vapor se descarga de dicho tubo vorticial.
- Otro aspecto de la presente invención comprende un secador preliminar adecuado para ser unido en relación de recepción de vapor con el dispositivo definido en el párrafo anterior o con otros separadores, comprendiendo dicho secador un cuerpo provisto de una abertura de entrada dispuesta en el centro de un extremo y una abertura de salida de vapor



180.- secado dispuesto en el centro del otro extremo, una capa cilíndrica de material de contacto permeable al fluido dispuesta sobre la pared interior de dicho cuerpo, una capa cónica de material de contacto permeable al fluido dispuesta con su vértice hacia abajo dentro de la capa cilíndrica, separada de ella y sujeta en su borde superior al borde superior de dicho cuerpo exterior, y medios para eliminar de cada una de dichas capas permeables al fluido el líquido acumulado en ella por dicho vapor.

185.- La presente invención será comprendida más fácilmente refiriéndose a los adjunto dibujos, todos los cuales están descritos como aplicados a la separación de vapor y de agua, y en los cuáles:

190.- La figura 1 es una vista longitudinal en sección transversal parcial de un separador de vapor centrífugo de flujo axial y secador preliminar de un tipo clásico anterior.

La figura 2 es una vista en planta que muestra la parte superior del separador-secador de la figura 1.

195.- La figura 3, es una vista en sección transversal del separador de la figura 1 tomada al nivel indicado.

La figura 4 es una vista longitudinal en sección transversal parcial del separador de vapor centrífugo perfeccionado de flujo axial y del secador preliminar de la presente invención.

200.- La figura 5 es una vista en sección transversal del separador de la figura 4, tomada al nivel indicado.

205.- La figura 6 es una vista oblicua en sección transversal parcial que muestra las aletas enderezadoras de la descarga de líquido del primer pasaje de salida de líquido y las toberas productoras de vórtice en el extremo interior del tubo

280887 185



vorticial de los dispositivos de las figuras 4 y 5.

La figura 7 es una ilustración gráfica del rendimiento mejorado del separador de vapor y de líquido de la presente invención aplicado a la separación de vapor.

- 210.- Con referencia a la figura 1, el separador clásico se compone de una parte de separación 10 y de un secador preliminar 14. El separador 10 está provisto de un tubo de entrada 16 que pone en comunicación la entrada 12 con el tubo vorticial 18. En el extremo de entrada del tubo vorticial 18 está
- 215.- dispuesta una pluralidad de aletas 20 de entrada, mediante las cuales la mezcla de vapor y agua, que fluye axialmente por la entrada 12, recibe un movimiento rotatorio o vorticial. En el vórtice creado por las toberas 20 dentro del tubo vorticial 18 se crea un campo gravitacional artificial que concentra
- 220.- la fase de vapor de menor densidad en forma de vórtice interior o de vapor cerca del eje longitudinal del separador rodeado por la fase de agua, de mayor densidad, en forma de vórtice exterior o líquido que se mueve en forma helicoidal a lo largo de la pared interior del tubo vorticial 18 hacia
- 225.- la salida anular 22 de vórtice de agua. El límite aproximado entre estos vórtices está indicado por la línea discontinua 24.

- El extremo de descarga del tubo vorticial está provisto de un medio de extracción del vórtice anular de agua constituido por el tubo 26 de salida del vórtice de vapor que se
- 230.- extiende hacia dentro por una corta distancia en la abertura de salida del tubo vorticial 18, para formar la salida 22 del vórtice anular de agua, de una placa superior anular 28 cuyo borde interior está sujeto al borde superior del tubo de salida 26 y dispuesta transversalmente al eje longitudinal del
- 235.- aparato, y de un tubo exterior o falda 30, sujeto por su borde



superior al borde exterior de la placa superior 28 y que rodea el tubo vorticial 18 para crear el pasaje 32 de salida de agua provisto de una abertura de salida anular 34. El vórtice de vapor interior se descarga por el tubo de salida de vapor 240.- 26 en el secador preliminar 14. El vórtice de agua se descarga desde el tubo vorticial 18, por la abertura anular 22, en y por los medios anulares de extracción del vórtice de agua. El vórtice de agua tiene así invertida su dirección de flujo axial y el agua separada es descargada por la salida de agua 34.

245.- La figura 2 representa una vista en planta o superior del dispositivo de la figura 1. El secador preliminar 14 se compone de una pluralidad de placas onduladas 40 paralelas, separadas entre sí por separadores 42 y unidas rígidamente entre sí por varillas de unión 44.

250.- En la figura 3 se muestra una vista en sección transversal del separador de la figura 1, tomada al nivel indicado. En ella puede verse la relación concéntrica entre la falda 30 y el tubo vorticial 18, entre los cuales queda el pasaje anular 32 de salida de agua. Las paletas 20 de este dispositivo,

255.- sujetas en sus bordes exteriores mediante unión al tubo vorticial 18 y en sus bordes interiores por unión al cubo 50, forman una pluralidad de toberas de flujo dispuestas de forma anular. Dichas toberas están constituidas efectivamente por los pasajes delimitados por el tubo vorticial 18, las paletas

260.- helicoidales 20 y por el cubo 50. El ángulo de la hélice es elegido de modo que proporciona la deseada fuerza vorticial y capacidad de flujo.

A continuación se dan ejemplos comparativos que ilustran las estructuras y rendimientos del separador de clase anterior de las figuras 1 á 3 y del separador de las figuras 4 á 6

265.-



de la presente invención.

280887

18

- 270.- En la figura 4 se muestra una vista longitudinal en sección transversal parcial de la combinación perfeccionada de separador de vapor y líquido y de secador preliminar según la invención. Este aparato está constituido por una parte de separador 70 y por una parte de secador preliminar 72. La parte de separador comprende un tubo vorticial 74 provisto de un tubo de entrada 76, que pone en comunicación el tubo vorticial con la abertura de entrada 78. Adyacente a la entrada en el tubo vorticial 74 se encuentra dispuesta una pluralidad de paletas 80, montadas entre un cubo central 82 y la pared interior adyacente de la estructura circundante. Las toberas o pasajes resultantes entre las paletas le comunican a la mezcla de vapor y de agua que entra un movimiento rotatorio que forma un vórtice interior de vapor rodeado por un vórtice exterior de agua. Este tipo particular de paleta será descrito detalladamente más adelante. Las formas del cubo 82 y de las paletas 80 son elegidas de acuerdo con la estructura circundante de modo que resulta entre ellas una abertura anular cuya distancia disminuye a medida que se aleja de la entrada 78. Por consiguiente, en esta región la velocidad de la mezcla que entra aumenta notablemente. En la práctica de la presente invención, es preferible provocar un aumento de velocidad hasta aproximadamente 100 pies por segundo. Simultáneamente, la mezcla acelerada de vapor y de agua recibe un movimiento de rotación de las paletas 80. El límite aproximado entre estos vórtices está indicado por la línea discontinua 84. Un primer medio anular para la eliminación del agua comprende el tubo interior 86, separado y que se extiende concéntricamente en una corta distancia dentro del extremo de sa-
- 275.-
- 280.-
- 285.-
- 290.-
- 295.-



línea del tubo vorticial 74 y forma la salida vorticial de agua
88, una primera placa superior anular 90, cuyo borde interior
está sujeto al borde superior del tubo interior 86 y dispues-
ta transversalmente al eje longitudinal del aparato, y una fal-
300.- da cilíndrica 92 separada concéntricamente de la superficie
exterior del tubo vertical 74, estando sujeta dicha falda,
por su borde superior, al borde exterior de la primera placa
superior 90, para crear el pasaje de salida vorticial de agua
94 provisto de una abertura anular de salida 96. Las paletas
305.- de enderezamiento 95, de que se habla ulteriormente más ade-
lante, están previstas en el pasaje 94 para detener el movi-
miento rotatorio del vórtice de agua.

Un segundo medio anular para la eliminación del agua de
capa-límite, está previsto coaxial del primer medio anular men-
310.- cionado, al que rodea parcialmente. Dicho segundo medio anular
comprende un tubo 98 de salida de vórtice de vapor que se ex-
tiende coaxilmente por el tubo interior 86 y que forma allí
la salida 100 de capa-límite, una segunda placa superior anu-
lar 102, cuyo borde interior está sujeto al borde superior
315.- del tubo 98 de salida de vórtice de vapor y que es paralela a
la primera placa superior 90, y un tubo exterior 104, sujeto
al borde exterior de la segunda placa superior 102 en una po-
sición que rodea coaxilmente la falda 92 y que forma con ella
el pasaje 106 de descarga de la capa-límite, provisto de la
320.- abertura de salida anular 108. Una masa de material de con-
tacto 110 permeable al fluido está dispuesta en la abertura
de salida anular 108 para difundir la corriente de líquido de
descarga e impedir que pueda perturbar el nivel 112 del lí-
quido circundante.

325.- Durante el funcionamiento, el vórtice de vapor pasa por el



tubo interior 98 y entra en el secador preliminar 72 explicado detalladamente a continuación. El vórtice de agua pasa por la abertura anular 88 de salida y su dirección de flujo axial es invertida de 180° a su paso debajo de la primera placa superior 90 y atrás por el pasaje 94 de salida de agua hacia la abertura anular 96 de salida en la dirección indicada por las flechas. En el pasaje de salida 94 están previstas paletas de enderezamiento 95, por medio de las cuales es detenido el movimiento helicoidal del agua eliminada del vórtice de agua.

En los ensayos de elevada capacidad de los dispositivos del tipo anterior representado en la figura 1, se comprobó que los mismos adolecían de un arrastre de líquido excesivamente elevado en la corriente de vapor cuando se intentaba su funcionamiento a velocidades muy elevadas, creyéndose que esta peculiaridad de flujo era debida a las fuerzas friccionales de arrastre aplicadas por la superficie inferior de la placa superior 28, que actuaba sobre el líquido vorticial rotatorio a su paso debajo de la placa superior 28 y sobre el borde superior del tubo vorticial 18. Se creía que el arrastre provocaba remolinos locales en esta región de inversión de flujo de líquido, por los cuales una parte de este líquido era llevada a fluir hacia dentro a través de la superficie inferior de la placa superior 28 de la figura 1 y hacia abajo a lo largo de la superficie exterior del tubo 26 de salida de vapor en forma de flujo de capa-límite. Una parte de este flujo de capa-límite resultaba fluir o derramarse alrededor del borde inferior del tubo de salida 26, contaminando la corriente de vapor. A consecuencia de ello, se producía un arrastre de humedad excesivamente elevado.

280887



En el separador de la presente invención, el segundo medio anular de eliminación de agua descrito anteriormente y representado en las figuras 4 y 5 ha sido previsto para recoger y eliminar este derrame de capa-límite e impedir la contaminación de la corriente de vapor incluso a velocidades de flujo muy elevadas. Este segundo medio anular de eliminación de agua de capa-límite comprende el tubo 98 de salida de vórtice de vapor, la segunda placa superior 102 y el tubo exterior 104. El flujo de capa-límite es así recogido y hecho pasar axilmente de 180° alrededor del primer medio de eliminación, impidiéndose que entre en la salida de vapor. El agua de capa-límite se descarga hacia abajo sobre el lado exterior de la falda 92, por la abertura 108 de salida de límite y la pantalla difusora 110, en la cual es disipada esencialmente la energía cinética del flujo de capa límite. Esta pantalla impide que sea perturbada la superficie de líquido 112 de la masa de líquido 114 que rodea el separador. De este modo, tanto la contaminación por humedad de la fase de vapor dispuesta encima del nivel de líquido 112 como la contaminación por vapor de la fase de líquido 114 son simultáneamente reducidas al mínimun.

Gracias al funcionamiento del primer medio anular de eliminación de líquido (vorticial) y del segundo medio de eliminación de líquido (de capa-límite) en el separador de la presente invención, el vórtice de vapor descargado por el tubo 98 de salida de vapor en el secador preliminar 74, incluso a elevadas velocidades de flujo, tiene un contenido de humedad esencialmente inferior al de separadores de tipo anterior que trabajan en igualdad de velocidades de admisión, así como una velocidad o capacidad de entrada admisible considerablemente

280887

18 SEP.



superior para una determinada contaminación máxima por humedad admisible de la corriente de vapor, como se ilustra en los ejemplos que se dan a continuación.

Las toberas y paletas formadoras de vórtice empleadas
390.- en el separador de la presente invención están proyectadas de acuerdo con los procedimientos bien conocidos en la especialidad y que están perfectamente definidos en la literatura, como por ejemplo en "Centrifugal and Axial Flow Pumps", por A. J. Stepanoff, John Wiley and Son, 1948, páginas 16 y 144-
395.- 154; Informe N.º. 1.602 de Oak Ridge National Laboratory, por J. A. Hafford, que describe la creación del separador de gas de un oleoducto (sin fecha), y otros. Las toberas preferidas según la presente invención son las que producen un flujo vorticial libre en el tubo vorticial a la admisión volumétrica
400.- máxima en el separador prevista. Se ha comprobado que el separador provisto de tales toberas funciona extraordinariamente bien con cualquier velocidad de flujo inferior a dicho máximo.

El secador centrífugo preliminar 72 de la presente invención
405.- comprende el cuerpo 120 que, si así se desea, puede ser una continuación del tubo exterior 104, una placa superior anular de secador 122, un cono interior perforado 124 provisto de aberturas 126 y un fondo sin perforar 128 de forma cónica truncada, provisto de una abertura central 130 de salida.
410.- El borde inferior del cuerpo de secador 120 está provisto de una pluralidad de aberturas 132 en puntos que se encuentran inmediatamente encima de la segunda placa superior 102. Un anillo 136, de sección transversal triangular, está dispuesto en el centro alrededor del extremo de salida del tubo 98 de
415.- salida vorticial de vapor, dentro del secador preliminar 72.

280887

18 SEP



- Este anillo, en su superficie interior 138, constituye uno de los lados de una entrada anular en el secador 72 para el vórtice de vapor, estando constituido el otro lado de la entrada por la superficie inferior del cono inferior 128. Estas superficies son esencialmente paralelas, formando un pasaje cuya área mínima de sección transversal Al abierta al flujo es cuando menos igual al área de sección transversal A2 del tubo 98 de salida del vórtice de vapor, y cuya área de sección transversal aumenta con la distancia por el pasaje anular.
- 420.-
- 425.- La superficie exterior o periférica 140 del anillo 136 actúa a modo de dique que impide que el líquido 142 recogido de la primera malla de secado 144, o malla exterior vuelva a entrar en el vapor que entra en el secador. Esta malla es de forma cilíndrica y está dispuesta sobre la superficie interior del cuerpo de secador 120. Una segunda malla de secado 146, o malla interior, en forma de cono truncado (con su vértice hacia abajo) está dispuesta sobre la superficie interior del cono interior perforado 124.
- 430.-

- El vórtice de vapor que entra en el secador 72 desde el separador 70 por la salida 98 vorticial de vapor fluye entre el cono inferior 128 y el anillo 136, entrando en la región entre el cono perforado 124 y la malla de secado 144. Las fuerzas centrífugas originadas en el vórtice hacen que las gotitas de líquido arrastrado sean introducidas en la malla de secado. La extensa área superficial de dicha malla proporciona elevadas fuerzas de arrastre por fricción a las regiones exteriores del vórtice de vapor. La malla absorbe una parte de la energía cinética del vórtice del vapor, reduciendo su velocidad de rotación y causando la precipitación de una parte importante de las gotitas de líquido arrastradas. Las gotitas
- 435.-
- 440.-
- 445.-



de líquido precipitadas se acumulan sobre las superficies de la malla, donde la ausencia de una elevada velocidad vorticial del vapor y la presencia de fuerzas de gravedad permiten que la humedad precipitada baje formando la masa de líquido 142.

450.- El líquido rebosa por las aberturas 132 previstas en el borde inferior del cuerpo de secador 120 y entra en la masa de líquido 114.

El vórtice de vapor, que tiene ahora una reducida velocidad de rotación y que contiene una menor cantidad de humedad, fluye hacia arriba y hacia dentro por aberturas 126 del cono interior 124 y a través de la malla de secado interior 146. Como el vórtice de vapor es obligado a pasar por completo a través de la malla, su velocidad de rotación es virtualmente destruida, realizándose una ulterior reducción del contenido de humedad arrastrada, por el mismo mecanismo que en la malla exterior 144. El área total A3 de las aberturas 126 del cono interior 124 es cuando menos igual, y preferiblemente superior, al área mínima A1 abierta al flujo en el pasaje anular divergente entre el anillo 136 y el cono inferior 128. La humedad que se acumula en la malla interior 146 baja debido a la fuerza de gravedad y se acumula dentro del cono inferior 128, del que sale por la abertura central 130, entrando en el núcleo de presión inferior a lo largo del eje del vórtice de vapor del tubo vorticial 74. Aquí adquiere una velocidad de rotación si es desviada del eje longitudinal del dispositivo, volviendo a ser separada por centrifugación del vapor y devuelta al vórtice de agua. La corriente de vapor que sale del secador preliminar 72 es descargada por la abertura de salida 148, cuya área A4 es cuando menos igual al área total A3 de las aberturas 126 del cono superior 124. A la

455.-

460.-

465.-

470.-

475.-



velocidad máxima de flujo, el contenido de humedad es de aproximadamente el 6% en peso, o menos.

- 480.- En la figura 5 se muestra una vista en sección transversal del separador según la invención, realizada al nivel indicado en la figura 4 y que muestra la relación coaxial de los distintos elementos descritos anteriormente. Con radios que aumentan progresivamente, se muestran el tubo 98 de salida de vórtice de vapor, la abertura de salida de capa-límite, el tubo interior 86, la abertura 88 de salida de vórtice de agua, 485.- el tubo vorticial 74, el pasaje 94 de salida de agua, la falda 92, el pasaje 102 de descarga de la capa-límite y el tubo exterior 104,- Dentro del pasaje 94 de salida de agua se encuentran dispuestas 12 paletas de enderezamiento 95 que, en este caso, están separadas de 30°.
- 490.- La figura 6 es una vista oblicua en sección transversal parcial del tubo vorticial 74 que muestra las paletas de entrada 80, el cubo 82 y las paletas de enderezamiento 95 de una ligera variante del separador de la figura 4. La modificación 495.- consiste en la eliminación del tubo de entrada 76, la extensión del tubo vorticial 74 hasta la abertura de entrada y la disposición de las paletas 80 formadoras de vórtice y del cubo 82 en la parte inferior del tubo vorticial. El tubo vorticial 74 está provisto en su extremo superior y en su superficie exterior de una pluralidad de paletas 95 de enderezamiento curvadas en sus extremos superiores para que con el ángulo 500.- helicoidal de flujo de la descarga vorticial de agua por encima del borde superior del tubo vorticial 74. Este ángulo, corrientemente, está comprendido entre aproximadamente 5° y aproximadamente 15° con respecto a la horizontal, medido en el arranque 505.- que de la paleta. Los extremos inferiores o de descarga de di-

280887

189



chas paletas están previstos de modo que descargan el flujo en una dirección paralela al eje longitudinal del separador.

La parte inferior del tubo vorticial 74 está suprimida para mostrar en su extremo de admisión las paletas formadoras

510.- de vórtice 80 mediante las cuales se crean los vórtices de líquido y de vapor. Estas paletas de admisión están curvadas con sus extremos inferiores o de entrada paralelos a la dirección de flujo de la mezcla de admisión, y sus extremos superiores o de salida están curvados de modo que dirigen

515.- el flujo a través de los espacios de tobera entre las paletas y en forma helicoidal para originar los vórtices. Son adecuados ángulos de arranque los de 30° a 40° con respecto a la horizontal.

520.- Los ejemplos siguientes ilustran la construcción y el rendimiento del dispositivo separador-secador de la presente invención con respecto a los dispositivos clásicos.

Ejemplo I

Un separador de vapor de tipo anterior esencialmente como el representado en la Figura 1 tiene las dimensiones aproximadas que se indican en la Tabla I.

Tabla I

Separador Clásico

	<u>Elemento</u>	<u>Dimensión</u>
	Tubo vorticial 18	
530.-	diámetro	8,50 pulgadas
	longitud	14,0 "
	Tubo 26 de salida devapor	
	diámetro	5,375 "
	longitud	2,75 "
535.-	Placa superior 28	



290887

1858

- | | | | |
|-------|-----------------------------------|---------------------|----------|
| | diámetro exterior | 12 | " |
| | Falda 30 | | |
| | longitud | 15 | " |
| | Paletas de entrada 20 | | |
| 540.- | número | 4 | |
| | tipo | helicoidal | |
| | ángulo (*) | 40° | |
| | Tubo de entrada 16 | | |
| | diámetro de entrada | 6 | pulgadas |
| 545.- | Secador preliminar 14 | | |
| | tipo | de plancha ondulada | |
| | anchura | 17 | pulgadas |
| | longitud | 17 | " |
| | altura | 4 | " |
| 550.- | (*) con respecto a la horizontal. | | |

Ejemplo II

- El separador y secador preliminar de tipo anterior del Ejemplo I (Figura 1-3) fué sometido a ensayo con una mezcla de vapor y agua de una calidad del 9,66% a una presión de 1000 libras por pulgada cuadrada (manómetro) y a una temperatura de 546° F para comprobar su rendimiento con distintas velocidades de paso de vapor y agua. La capacidad de separación máxima de vapor y agua de este separador medida fué de cerca de 19.400 pies cúbicos de mezcla de vapor y agua por hora, correspondiendo ello a una velocidad de vapor de 29.600 libras por hora de la calidad de admisión especificada. Se consideró que el máximo era la velocidad a la cual el dispositivo descargaba vapor separado de un 6% de humedad arrastrada.



280887 18 SEP

565.-

Ejemplo III

Un separador de vapor de dimensiones esencialmente iguales a las del Ejemplo I, pero basado en los principios de la presente invención, tiene las dimensiones aproximadas que se indican en la Tabla II siguiente.

570.-

Tabla II

Separador perfeccionado de la presente invención

<u>Elemento</u>	<u>Dimensión</u>
Tubo vorticial 74	
diámetro	8,50 pulgadas
575.- longitud	24,0 "
Tubo 98 de salida de vapor	
diámetro	5,375 "
longitud	3 "
Segunda placa superior 102	
580.- diámetro exterior	13,50 "
Tubo exterior 104	
longitud	25,5 "
Tubo interior 86	
diámetro	6,625 "
585.- longitud	1,5 "
Primera placa superior 90	
diámetro exterior	12 "
Falda 92	
longitud	25 "
590.- Paletas de entrada 80	
tipo	vórtice libre
número	8
ángulos (*)	
extremo de entrada	90º
595.- extremo de salida	27º

280887 18 SEP



Paletas de enderezamiento

	tipo	vórtice libre
	número	12
	separación angular	30°
600.-	ángulos (*)	
	ángulo de entrada	15°
	ángulo de salida	90°

Secador preliminar 72.

	tipo	centrifugo
605.-	malla exterior 144	
	diámetro interior	11,25
	altura	7,0 pulgadas
	espesor	1,0 "
	malla interior 146	
610.-	parte superior	11,5 "
	fondo	5,6 "
	espesor	1,0 "

(*) con respecto a la horizontal.

Ejemplo IV

615.- Este secador y separador de vapor fué ensayado a 1000 libras por pulgada cuadrada (manómetro) y 546° F con una mezcla de vapor y agua de una calidad del 9,66%, como en el Ejemplo I. Se comprobó que la capacidad máxima, con un arrastre de humedad del vapor que salía del 6%, era de

620.- aproximadamente 35.000 pies cúbicos de mezcla de vapor y agua por hora. Ello corresponde a una velocidad de vapor de 53.400 libras por horas de la calidad de admisión especificada. Esto representa un aumento del 80% en comparación con la capacidad del separador del tipo anterior

625.- del Ejemplo I. Se comprobó también que la distancia axial o

280887 18 SEP



630.- separación entre el extremo de salida del tubo vorticial 74 y la superficie inferior de la primera placa superior 90 surtía un efecto crítico en el rendimiento de este dispositivo separador y secador preliminar. El dispositivo fué construído de modo que permitía una variación de dicha separación axil para estudiar sus efectos. Los resultados de este estudio y la variación de rendimiento del separador de la presente invención están ilustrados gráficamente en la Figura 7.

635.- En la Figura 7, se indica el porcentaje en peso de la humedad arrastrada por el vapor que sale del separador y secador preliminar de vapor del Ejemplo III de la presente invención con referencia a la separación axil del extremo del tubo vorticial y a la distancia por la cual el tubo interior 86 se extiende más allá del extremo de salida del tubo vorticial, o "solapado", expresado en porcentaje de dicha separación axil, tomada en parámetros de distintas velocidades de flujo de entrada en libras por hora. Para valores de separación axil comprendidos entre aproximadamente 0,65 y aproximadamente 1,25 pulgadas y a medida que se reducía el solapado del 150% al 25% de la separación, se comprobó un efecto crítico sobre el contenido de humedad del vapor que salía.

640.- A cada velocidad de flujo de entrada, la humedad que salía disminuía pasando por un valor mínimo y luego volvía a subir a medida que se cambiaban los valores de separación axil y de solapado dentro de los límites indicados. Los contenidos de humedad del vapor que salía a varias velocidades de alimentación, y con una separación axil de 1,0 pulgada y una superposición del 50% aproximadamente, están indicados en la Tabla siguiente.

2808878 SE



655.-

Tabla III

	<u>Velocidad de paso</u> <u>pies cúbicos/hora</u>	<u>Porcentaje en peso</u> <u>de la humedad de salida</u>	<u>Perdida de</u> <u>carga</u> <u>pies de mezcla</u>
	35.000	6,0	130
660.-	32.000	3,5	110
	28.000	2,2	87
	24.000	1,3	65
	20.000	1,0	45

Tomando como límite el mismo arrastre de humedad del 6% en el vapor de salida, es evidente que el separador y secador de la presente invención considerado en el Ejemplo III tiene una capacidad máxima de aproximadamente 35.000 pies cúbicos por hora, con una separación de extremo axil de aproximadamente 1,0 pulgada. En estas condiciones, el agua separada contenía aproximadamente un 0,2% en peso de vapor como arrastre "carryunder". Esta capacidad es el 180% de la capacidad del separador de tipo anterior de los Ejemplos I y II, Figuras 1-3.

Los Ejemplos siguientes ilustran la variación de rendimiento de energía máximo permisible (limitado por la capacidad de separación de vapor) de un reactor de agua hirviendo que funciona a 1000 l. p. i. y a 546° F y que tiene el núcleo más grande que puede ser colocado en un recipiente de presión de un diámetro interior de 160 pulgadas.

675.-

Ejemplo V

Un reactor de agua hirviendo con un núcleo previsto para un máximo de 1100 mwt (megavatios térmicos) se compone de 276 conjuntos de combustible de aproximadamente 10 pies de longitud, de una sección transversal de aproximadamente 7 por 7 pulgadas, que contienen un conjunto de ele-

680.-

280887¹⁸



- mentos de combustible UO_2 revestidos de aleación de circonio, de un contenido de U^{235} del 2,1% aproximadamente, estando dispuestos los elementos en cuadrado a una distancia aproximada de 0,642 pulgadas de centro a centro, en disposición
- 690.- de 10 por 10. El diámetro circunscrito de este núcleo es de aproximadamente 135 pulgadas. La velocidad media de transmisión de calor desde estas barras de combustible hasta el refrigerante hirviendo es de 128.000 UTB/pie cuadrado/hora, con valores de punta de 474.000 UTB/pie cuadrado/hora a la
- 695.- velocidad máxima. Cuando este reactor es hecho funcionar sin dispositivos separadores especiales de vapor de ninguna clase dentro del recipiente del reactor y utilizando la libre separación de vapor en la superficie superior de líquido hirviendo presente en el recipiente para producir vapor
- 700.- con un contenido de humedad arrastrada no superior al 6%, la capacidad de separación del vapor limita el régimen térmico máximo a que el núcleo puede ser hecho funcionar a 270 mwt. Esto es suficiente para accionar un generador de turbina y producir energía eléctrica a un régimen de aproximadamente 87 mwe (megavatios eléctricos).
- 705.-

Ejemplo VI

- Cuando la instalación de producción de energía con reactor de agua hirviendo del Ejemplo V es provista de 85 separadores de vapor de tipo anterior como los descritos en
- 710.- las Figuras 1 a 3 y en los Ejemplos I y II, éste es el número máximo que puede ser colocado en el recipiente de 160 pulgadas de diámetro a que se hace anteriormente referencia, limitando la capacidad de separación de vapor el régimen térmico máximo del núcleo a 610 mwt. El correspondiente suministro eléctrico es de 197 mwe, lo que representa un aumento
- 715.-

280887¹⁸⁵



de aproximadamente el 126% en comparación con la producción del Ejemplo V.

Ejemplo VII

- 720.- Cuando la instalación de producción de energía de reactor de agua hirviendo del Ejemplo V es provista de 85 dispositivos perfeccionados de separador de vapor y de secador preliminar según la presente invención y según se describe en las Figuras 4 a 6 y en los Ejemplos III y IV, la separación de vapor permite aumentar el régimen térmico máximo del núcleo hasta 1100 mwt. El suministro eléctrico posible es de 356 mwe. Esto representa un aumento del 310% en comparación con el valor del Ejemplo V y del 80% en comparación con el valor del Ejemplo VI empleando separadores de tipo anterior.
- 725.-
- 730.- Por la descripción y la ilustración anteriores, resulta así evidente que el separador de vapor y secador preliminar de la presente invención constituye una importante mejora sobre los dispositivos de tipo anterior y que permite además un grandísimo aumento en la producción de energía máxima de fuentes compactas de vapor, como por ejemplo un reactor nuclear de agua hirviendo.
- 735.-

Los separadores de vapor y de líquido que se inspiran en los principios de la presente invención pueden ser destinados a separar otras mezclas de vapor y de líquido, o proyectados en distintos tamaños o para distintas capacidades, o ambas cosas a la vez, empleando la ecuación siguiente que relaciona la longitud y el diámetro del tubo vorticial con las propiedades físicas de los flúidos.

740.-

280887



745.-
$$L = \frac{4V}{9A_1 C^{0.83}} \left[R^{2.25} - \left(\frac{C^2 (R')^2}{C^2 - 2g_c L (R')^2} \right)^{1.11} \right]$$

$$+ \frac{g_c^2 R^4}{4 C^2} - \frac{g_c^2}{4 C^2} \left[\frac{C^2 (R')^2}{C^2 - 2g_c L (R')^2} \right]^2$$

donde: $R < C^{0.67}$,

750.-
$$\frac{0.0084 (kg_c \sigma)^{1.3}}{V_L^{1.74}} \left[\frac{\rho_L^2}{\rho_L - \rho_g} \right] \left[\frac{g_c}{\rho_L} \right]^{0.57}$$

$$\leq \frac{z^3}{z^2 + g_c^2} \leq 0.136 \left[\frac{g_c}{\rho_L} \right] \left[\frac{\rho_L^2}{\rho_L - \rho_g} \right]$$

y

- 755.- L longitud del vórtice,
 z V_t^2/r ,
 V_t Velocidad tangencial del fluido,
 r Radio de volumen elemental,
 V_y Componente axial de velocidad,
 760.- R' Radio de arranque de la tobera de entrada,
 R Radio de tubo vorticial,
 σ Tensión superficial del líquido,
 V_L Viscosidad del líquido
 g_c Constante de gravitación,

- 765.- ρ_L Densidad del líquido,
 ρ_g Densidad del gas,
 k Constante, de 1 a 3,
 C V_tr, constante en la ecuación del vórtice libre

$$A_1 = 1.35 (kg_c \sigma)^{0.25} \left(\frac{\rho_L}{g_c} \right)^{0.167} \left[\frac{\rho_L - \rho_g}{\rho_L^2} \right]^{0.42}$$

280887 185



770.- Esta relación entre la velocidad del fluido y el diámetro y la longitud del tubo vorticial depende de las propiedades físicas del fluido correspondiente. Los separadores de este tipo pueden ser graduados en su tamaño mediante un número de Froude modificado que se traduce en la relación:

775.-
$$\frac{Q_m}{Q_p} = (\text{factor de proporción})^{2,5}$$

donde Q es el régimen de paso en volumen, el subíndice p se refiere al prototipo y el subíndice m se refiere al modelo.

En el separador de la presente invención, el uso del secador preliminar centrífugo, de dos medios anulares de eli-

780.- minación de líquido y la observación de consideraciones de dimensiones críticas con respecto a la separación axial entre la placa superior del primer medio anular de eliminación de líquido y el borde de salida del tubo vorticial y al grado de entrada del tubo interior en el tubo vorticial contribu-

785.- yen ambos a la consecución del mayor rendimiento. La longitud del tubo interior del primer medio anular de eliminación de líquido está comprendida entre aproximadamente el 2% y aproximadamente el 20% de la longitud del tubo vorticial, y preferiblemente entre aproximadamente el 5% y aproximadamente

790.- el 10% de dicha longitud. También está comprendida entre aproximadamente el 20% y aproximadamente el 50% del radio del tubo vorticial. El grado en el cual el tubo interior entra o "cubre" el borde del tubo vorticial y la dimensión de la separación axial a que se hace anteriormente referencia surten,

795.- como se ha comprobado, un efecto crítico en la eficiencia de separación, particularmente con regímenes máximos de flujo. Estas dimensiones están sujetas a una importante amplitud a una capacidad inferior a la máxima, es decir a menos del contenido aceptable de líquido arrastrado de salida. Por ejem

280887¹ 8 SEP



- 800.- plo, a un 80% aproximadamente de la capacidad máxima, la humedad arrastrada puede ser mantenida a menos del 6% aproximadamente en el servicio de vapor a 1000 l.p.c., con variaciones de separación axil comprendidas entre el 20% aproximadamente por debajo hasta el 35% aproximadamente por encima de la separación que proporciona el arrastre mínimo. Con regímenes inferiores, la variación es mayor. Sin embargo, a la capacidad máxima la variación admisible es de aproximadamente más o menos 10% de la separación axil que proporciona el arrastre mínimo. El "solapado" del tubo interior expresado como porcentaje de la separación axil es también menos crítico a una capacidad inferior a la máxima. Este porcentaje varía entre el 15% aproximadamente hasta el 90% aproximadamente a un 80% de la capacidad máxima, pero se reduce a un valor comprendido entre aproximadamente el 35% y el 65% a la capacidad máxima.
- 810.-
- 815.-

En la presente memoria se ha descrito de manera considerablemente detallada, a modo de ejemplo, una forma de realización particular de la presente invención, pero debe quedar entendido que varias modificaciones y adaptaciones podrán ser introducidas por los expertos en la materia, sin por ello apartarse del espíritu y del objeto de la presente invención, tales como éstos se exponen en las adjuntas reivindicaciones.

N O T A.

- 825.- Los puntos de invención propia y nueva que se presenten para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por veinte años, son los siguientes:

- 1º.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axil, caracterizados por comprender un tubo vorticial alargado provisto axialmente en
- 830.-



280887

189

- un extremo de una abertura de entrada de mezcla de vapor y líquido y de una abertura axial de salida en el otro extremo, medios adyacentes a dicha abertura de entrada para comunicarle a una mezcla de vapor y de líquido un movimiento rotatorio suficiente para establecer dentro de dicho tubo vorticial un vórtice de vapor rodeado por un vórtice de líquido, un primer medio anular de eliminación de líquido que rodea el borde de salida de dicho tubo vorticial y que está separado de él, formando entre ellos un primer
- 835.- pasaje anular de salida invertidor del flujo de líquido para recibir dicho vórtice y conducirlo axialmente de 180° alrededor de dicho borde de salida, un segundo medio anular de eliminación de líquido que rodea dicho primer medio anular, y que está separado de él, y que forma entre ellos un
- 840.- segundo pasaje anular invertidor del flujo de líquido para recibir las salpicaduras de líquido de la capa-límite procedente de la entrada en dicho primer medio anular y para conducir dichas salpicaduras axialmente de 180° alrededor de dicho primer medio anular, teniendo dicho segundo medio
- 845.- anular una abertura central de salida de vórtice de vapor, un cuerpo de secador provisto de una abertura superior de salida de vapor seco y que comunica, en relación de recepción del vórtice de vapor, con dicha abertura de salida de vórtice de vapor, una capa cilíndrica de material de contacto permeable al fluido dispuesta sobre la pared interior
- 850.- de dicho cuerpo, una capa cónica de material de contacto permeable al fluido dispuesta con su vértice hacia abajo dentro y separada de dicha capa cilíndrica y sujeta en su borde superior al borde superior de dicho cuerpo, y medios para
- 855.- eliminar de cada una de dichas capas permeables al fluido
- 860.-



280887^a R SEP

el líquido separado por ellas de dicho vapor.

2^a.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 1^a, caracterizados por el hecho de que dichos medios adyacentes a
865.- la abertura de entrada del tubo vorticial para comunicar el movimiento rotatorio comprenden paletas de vórtice libre.

3^a.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 1^a, caracterizados por el hecho de que dicho primer medio anular de
870.- eliminación de líquido que rodea y que está separado del borde de salida de dicho tubo vorticial comprende un tubo interior que se extiende concéntricamente, por corta distancia, dentro de la abertura de salida de dicho tubo vorticial, una primera placa anular superior separada transversalmente del borde de salida de dicho tubo vorticial, con
875.- su borde interior sujeto al borde superior de dicho tubo interior, y una falda cilíndrica separada concéntricamente de la superficie exterior de dicho tubo vorticial, estando sujeta dicha falda, por su borde superior, al borde exterior
880.- de dicha primera placa anular superior.

4^a.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 3^a, caracterizados por su combinación con una pluralidad de paletas de enderezamiento dispuestas en el pasaje anular de salida
885.- entre la falda y el tubo vorticial mencionados.

5^a.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 3^a, caracterizados, por que dicho segundo medio anular de eliminación de líquido que rodea dicho primer medio anular y que está
890.- separado de él comprende un tubo vorticial de salida de va-

280887

' 8 SEP



895.- por dispuesto coaxil a través de dicho tubo interior, una segunda placa anular superior separada transversalmente de dicha primera placa anular y sujeta por su borde inferior al borde superior de dicho tubo vorticial de salida de vapor, y un tubo exterior coaxil que rodea dicha falda y sujeto por su borde superior al borde exterior de dicha segunda placa superior.

900.- 6º.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axil, según el punto 5º, caracterizados por su combinación con una masa de material de contacto permeable al fluido dispuesta en la abertura anular de salida del pasaje anular entre dichos tubo exterior y falda.

905.- 7º.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axil, según el punto 1º, caracterizados por el hecho de que dicho medio para la eliminación de líquido de las mencionadas capas de material de contacto permeables al fluido en el mencionado cuerpo de secador comprende un fondo sin perforar provisto de una abertura central de salida en el eje longitudinal de dicho separador y sujeto a la base inferior de dicha capa cónica de material de contacto permeable al fluido, y por un medio dispuesto dentro de dicho cuerpo de secador, que forma una barrera alrededor de la salida vorticial de vapor de dicho segundo medio anular de eliminación de líquido, y por estar provisto 910.- dicho cuerpo de secador de cuando menos una abertura adyacente a su borde inferior. 915.-

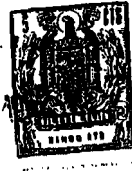
920.- 8º.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axil, caracterizados por comprender un tubo vorticial alargado provisto en un extremo de una abertura axil de entrada de mezcla de vapor y de líquido y,

280887₈ SEP.



- en el otro extremo, de una abertura axial de salida, medios adyacentes a dicha abertura de entrada para comunicarle a la mezcla de vapor y de líquido un movimiento de rotación suficiente para crear dentro de dicho tubo vorticial un vórtice de vapor rodeado por un vórtice de líquido, un primer medio anular de eliminación de líquido que rodea al borde de salida de dicho tubo vorticial y que está separado de él, formando entre ellos un primer pasaje anular de salida de líquido invertidor de flujo para recibir dicho vórtice de líquido y conducirlo 180° alrededor de dicho borde de salida, y un segundo medio anular de eliminación de líquido, que rodea dicho primer medio anular y que está separado de él formando entre ellos un segundo pasaje anular de salida de líquido invertidor de flujo, para recibir las salpicaduras de líquido de la capa-límite procedente de la entrada en dicho primer medio anular y conducir dichas salpicaduras de 180° axialmente alrededor de dicho primer medio anular, teniendo dicho segundo medio anular una abertura central de salida del vórtice de vapor.
- 925.-
- 930.-
- 935.-
- 940.- 92.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 82, caracterizados por comprender dicho medio paletas de vórtice libre adyacente a la abertura de entrada del tubo vorticial para comunicar el movimiento de rotación.
- 945.- 102.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 82, caracterizados por el hecho de que dicho primer medio anular de eliminación de líquido que rodea el borde de salida de dicho tubo vorticial y que está separado de él comprende un tubo interior que entra concéntricamente, por una corta distancia,
- 950.-

280887¹ 8 SEP.



955.- en la abertura de salida de dicho tubo vorticial, una primera placa anular superior sujeta y transversalmente separada del borde de salida de dicho tubo vorticial, con su borde inferior sujeto al borde superior de dicho tubo interior, y una falda cilíndrica separada concéntricamente de la superficie exterior de dicho tubo vorticial, estando sujeta dicha falda, en su borde superior, al borde exterior de dicha primera placa anular superior.

960.- 11ª.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 10ª, caracterizados por su combinación con una pluralidad de paletas de enderezamiento dispuestas en el pasaje anular de salida entre la falda y el tubo vorticial mencionados.

965.- 12ª.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 11ª, caracterizados por el hecho de que las mencionadas paletas de enderezamiento son esencialmente paralelas al eje longitudinal de dicho separador en sus extremos inferiores y están curvadas en sus extremos superiores para coincidir con el ángulo helicoidal del flujo de líquido en dicho pasaje anular de salida.

975.- 13ª.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 10ª, caracterizados por el hecho de que dicho segundo medio anular de eliminación de líquido que rodea dicho primer medio anular y separado de él comprende un tubo de salida vorticial de vapor dispuesto coaxial dentro de dicho tubo interior, una segunda placa anular superior separada transversalmente de dicha primera placa superior y sujeta por su borde interior al borde superior de dicho tubo de salida vorticial de va-



280887 18

por, y un tubo exterior que rodea de manera coaxil dicha falda y sujeto por su borde superior al borde exterior de dicha segunda placa superior.

- 985.- 14^a.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axil, según el punto 13^a, caracterizados por su combinación con una masa de material de contacto permeable al fluido, dispuesta en la abertura anular de salida del pasaje anular entre dicho tubo exterior y dicha falda.
- 990.- 15^a.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axil, según el punto 10^a, caracterizados por el hecho de que dicho primer medio anular de eliminación de líquido está provisto de un tubo interior de una longitud comprendida entre el 2% aproximadamente y el 20% aproximadamente de la longitud de dicho tubo vorticial, estando dispuesto dicho medio de eliminación, con respecto al borde de salida de dicho tubo vorticial, de modo que el grado en el cual dicho tubo interior está superpuesto a dicho borde, expresado como porcentaje de la separación axil entre dicho borde y la placa superior de dicho medio de eliminación, está comprendido entre aproximadamente el 15% y el 90%.
- 1000.- 16^a.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axil, según el punto 10^a, caracterizados por el hecho de que dicho primer medio anular de eliminación de líquido está provisto de un tubo interior de una longitud comprendida entre aproximadamente el 5% y aproximadamente el 10% de la longitud de dicho tubo vorticial, y de que dicho medio de eliminación está dispuesto, con respecto al borde de salida de dicho tubo vorticial, de modo que el grado en el cual dicho tubo interior está superpuesto a dicho borde, expresado como porcentaje de la separación axil entre dicho borde y la placa superior de dicho medio de eli-

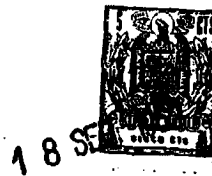


280887 18 50

minación, está comprendido entre aproximadamente el 35% y el 65%.

- 1015.- 172.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, para la eliminación de cantidades residuales de líquido arrastrado en una fase de vapor, caracterizados por comprender un cuerpo de secador provisto de una abertura de entrada dispuesta en el centro de un extremo y una abertura de vapor seco dispuesta en el centro del otro extremo, una capa cilíndrica de material de contacto permeable al fluido dispuesta sobre la pared interior de dicho cuerpo, una capa en forma de cono truncado de material de contacto permeable al fluido, dispuesta con el vértice hacia abajo dentro y separada de dicha capa cilíndrica y sujeta por su borde superior al borde superior de dicha salida de vapor, y medios para eliminar de cada una de dichas capas permeables al fluido el líquido separado por ella del vapor mencionado.
- 1020.-
- 1025.-
- 1030.- 182.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 172, caracterizados por el hecho de que dichos medios para eliminar el líquido de dichas capas de material de contacto permeable al fluido contenidas en dicho cuerpo de secador comprende un fondo sin perforar provisto de una abertura central de salida sobre el eje longitudinal de dicho secador y sujeta a la base inferior de dicha capa cónica de material de contacto permeable al fluido, y medios, contenidos en dicho cuerpo de secador, que forman una barrera alrededor de dicha abertura de entrada, estando previsto dicho cuerpo de secador de cuando menos una abertura adyacente a su borde inferior.
- 1035.-
- 1040.-
- 192.- Perfeccionamientos en los separadores y secadores de vapor y líquido de flujo axial, según el punto 182, caracterizados por el hecho de que el área mínima de sección trans-

280887



- 1045.- versal A_1 abierta al flujo entre dichos medios que forman barrera y dicho fondo sin perforar es cuando menos igual al área A_2 de la abertura de entrada del vapor en dicho cuerpo, estando sostenida dicha capa de material de contacto en forma de cono truncado por un núcleo interior truncado y perforado, cuya área total de perforación A_3 es cuando menos igual al área A_1 , y siendo cuando menos igual al área A_3 el área A_4 abierta al flujo en la abertura de salida de vapor seco de dicho cuerpo.

202.- "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS SEPARADORES Y SECADORES DE VAPOR Y LIQUIDO DE FLUJO AXIL", todo tal y conforme se describe en la presente Memoria, la cual consta de 1.058 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos dibujos.

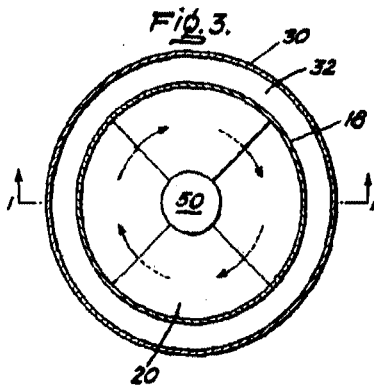
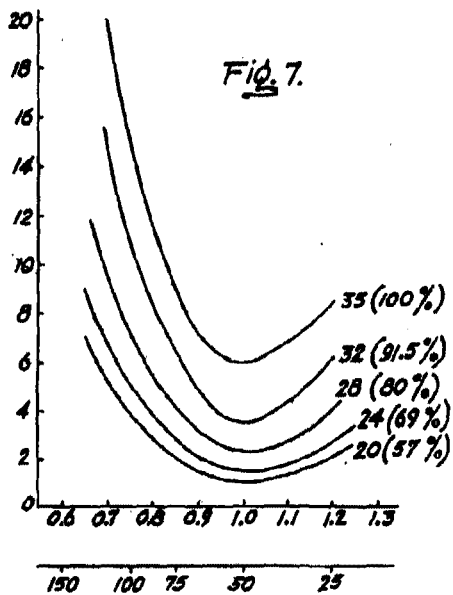
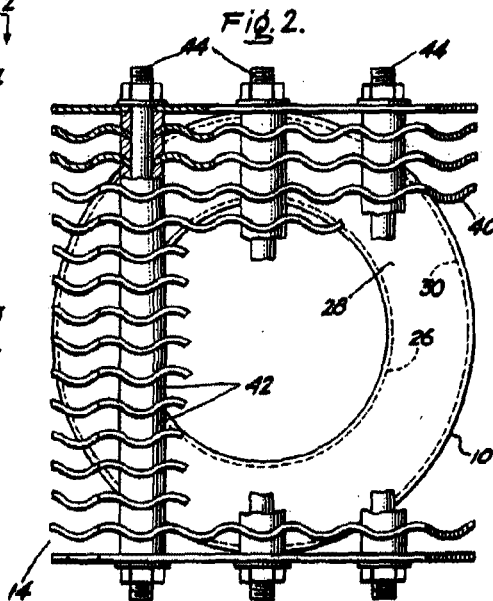
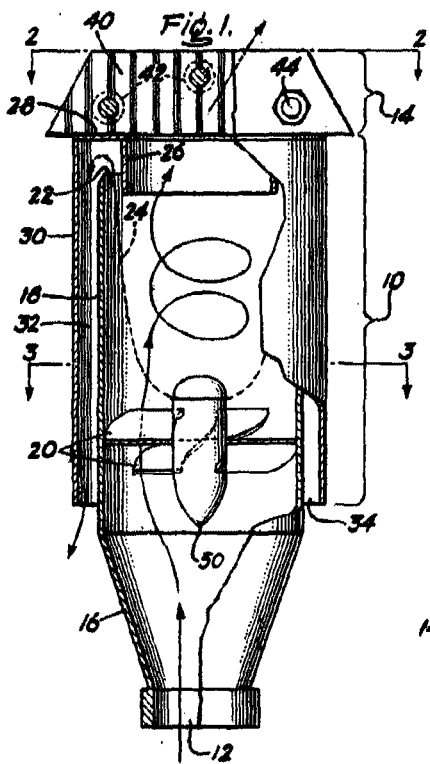
Madrid, 18 SEP. 1962

GENERAL ELECTRIC COMPANY

F. A.

280887

18 SEP 1909



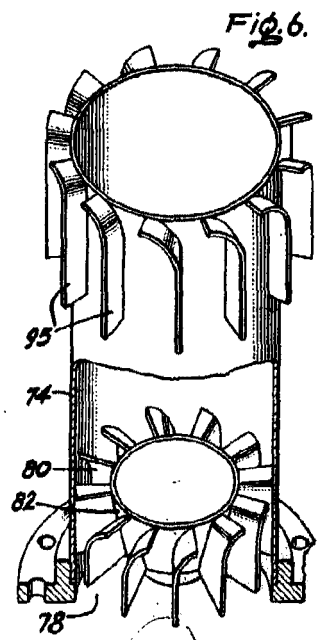
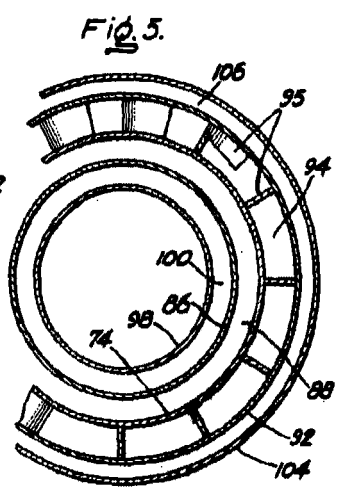
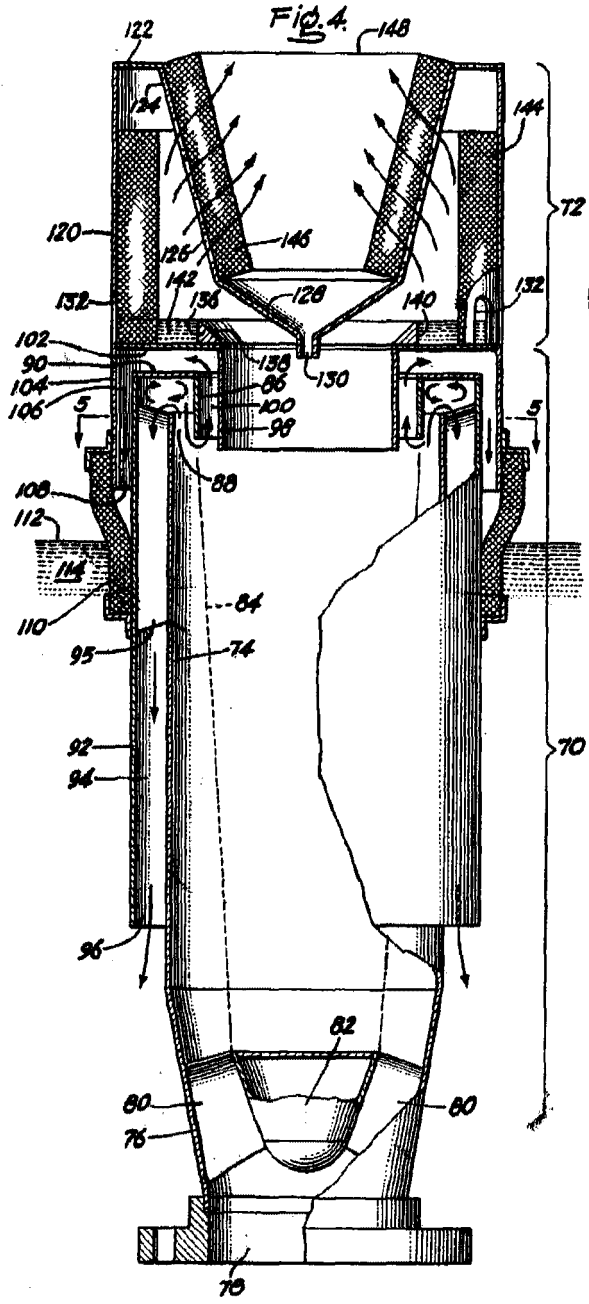
RECEIVED 18 SEP 1909

Ward

280887



18 SEP



SEP 18 1962

[Handwritten signature]