

408149



408149

P.- 52.476  
DS 56758

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de FOSTER WHEELER CORPORATION

entidad norteamericana

Int. Cl.: B01D, F22D

con domicilio en 110 South Orange Avenue, Livingston, Nueva Jersey, Estados Unidos de America.

por: "UN METODO DE TRATAR AGUA DE REPOSICION DE CALDERA"

(Clase Internacional F22d)

1.12.72.

408 149



Este invento se refiere a un método de tratar el agua de reposición de calderas y, más en particular, a un método de proporcionar agua de reposición desaireada precalentada a un ciclo de energía térmica cuando la cuantía de la reposición es relativamente grande en comparación con el flujo de vapor total. Todavía más particularmente, este invento se refiere a un método en el que el calor residual procedente del desagüe de los calentadores del agua de alimentación se utiliza para precalentar el agua de reposición de la caldera antes de su entrada en el sistema térmico.

En las modernas centrales termoeléctricas la cantidad de agua de reposición necesaria en el ciclo térmico es bastante pequeña, en general del orden de un pequeño porcentaje del flujo de vapor total. En el funcionamiento normal es necesario únicamente compensar las operaciones de purga programadas en la caldera, y sustituir el agua perdida a través de los diversos prensaestopas y válvulas, y en la turbina, donde escapa algo de vapor a la atmósfera. El agua de reposición se introduce inicialmente en el sistema a través de un evaporador o de un desmineralizador. El sistema incluye un depósito de almacenamiento de agua de reposición, del cual se extraen las cantidades de agua de reposición del sistema requeridas. Durante el funcionamiento el agua de reposición puede introducirse a través de un sistema de pulverización en un condensador de escape de turbina, para desairearse



allí y calentarse hasta la saturación.

En un ciclo de vapor típico, el vapor generado en una caldera es alimentado a un turbina, donde se expande para generar energía. Una parte importante del vapor pasa completamente a través de la turbina, donde se expande para generar energía. Una parte importante del vapor pasa completamente a través de la turbina y se evacua a un condensador. El vapor de evacuación del condensador cede calor por intercambio de calor indirecto a un refrigerante en circulación y el condensado resultante es recogido en un pozo caliente. El refrigerante es aspirado de un manantial conveniente, tal como un río, un lago o el mar, y convencionalmente es devuelto a su origen después de pasar por el haz de tubos del condensador.

El condensado es bombeado después a través de los calentadores de agua de alimentación hasta la caldera.

Una purga programada ocasional de la caldera es necesaria para mantener los sólidos disueltos del agua de la caldera dentro de los límites especificados. La purga y las pérdidas de funcionamiento anteriormente mencionadas requieren que el agua de reposición se añada al sistema para mantener un inventario constante. Así mismo, en algunos casos es económicamente deseable retirar cantidades grandes de vapor de la caldera antes de que el vapor llegue a la turbina, o retirar cantidades grandes de vapor en algún punto de ex-

408 149



tracción dentro de la turbina para utilizarlo como agua de  
tratamiento en algún proceso químico o en otra operación  
no productora de energía semejante. En algunos casos, la  
cantidad de vapor así retirada es un porcentaje grande (a  
5 veces superior al 50%) del vapor total generado. En los ca-  
sos anteriores pueden necesitarse cantidades grandes de agua  
de reposición.

Para el control de la formación de las incrustacio-  
nes y de la corrosión es necesario retirar los gases no con-  
10 densables disueltos del agua de reposición antes de la intro-  
ducción del agua en el ciclo térmico. Los gases disueltos del  
aire, los más importantes de los cuales son el oxígeno y el  
dióxido de carbono, están presentes en todas las aguas natu-  
rales. La cantidad de gases disueltos encontrada en el agua  
15 aumenta a medida que disminuye la temperatura del agua o a  
medida que se aumenta la presión sobre el agua. Por tanto,  
al añadir agua de reposición es deseable calentar el agua  
de reposición hasta tan cerca de su temperatura de satura-  
ción como sea posible en el punto de entrada. Cuando se ha-  
20 ce esto se consigue un grado más elevado de desaireación.

En la técnica conocida de añadir agua de reposi-  
ción en forma de una pulverización en el condensador de es-  
cape de la turbina, el calentamiento del agua de reposición  
se consigue del modo siguiente: el agua se introduce pulveri-  
25 zada en forma de gotitas en las vías de circulación del vapor



en torno a los tubos del condensador. El vapor de escape que rebasa las gotitas descendentes en su recorrido de barrido calienta las gotitas hasta cerca de la temperatura de saturación, y separa los gases no condensables cedidos por las gotitas durante el calentamiento. El calentamiento y la desaireación no tienen lugar instantáneamente. Así, el agua de reposición ha de salir en forma de gotitas durante un tiempo suficiente para permitir que las gotitas sean calentadas hasta cerca de la temperatura de saturación y para que los gases disueltos se difundan hasta las superficies de las gotitas. Con cantidades pequeñas de agua de reposición a temperaturas no demasiado por debajo de la temperatura de saturación en el condensador, tienen lugar un calentamiento y una desgasificación adecuados antes de que las gotitas caigan en el pozo caliente. Sin embargo, cuando intervienen cantidades grandes de agua de reposición, o durante el funcionamiento con agua fría en la estación del invierno (cuando el agua de reposición puede estar a una temperatura del orden de 0°C.), el calentamiento hasta la temperatura de saturación o hasta cerca de la saturación no tiene lugar en el condensador, ni tampoco se produce una desaireación completa.

En el método de acuerdo con este invento se precalentan parcial o totalmente cantidades grandes de agua de reposición antes de su entrada en el condensador y sin el

408149

-9



uso de manantiales de energía externos. Así, con el presente invento la adición de cantidades grandes de agua de reposición al ciclo resulta práctica. En el presente procedimiento el desagüe o condensado de alta temperatura procedente de los calentadores del agua de alimentación se mezcla con el agua de reposición entrante antes de la introducción del agua de reposición en el condensador de descarga de la turbina. La mezcla resultante entra así en el condensador con una temperatura más próxima a la temperatura de saturación que la que tendría de otro modo el agua de reposición.

Con el fin de ilustrar el invento, se muestra en los dibujos una forma que se prefiere en la actualidad; sin embargo, se entenderá que este invento no está limitado a las disposiciones e instrumentos precisos mostrados.

La figura 1 es un organigrama de un ciclo de vapor que utiliza las técnicas de acuerdo con el presente procedimiento.

La figura 2 es una vista en sección transversal del aparato utilizado en la puesta en práctica del presente procedimiento.

Haciendo referencia ahora a los dibujos en detalle, en los que números iguales indican elementos similares, se ve en la figura 1 el organigrama de un ciclo de energía típico que incorpora el presente procedimiento. En el ciclo ilustrado el vapor generado en una caldera 10 es alimentado



a través de una tubería 12 a una turbina 14, donde se expande para generar energía.

La mayor parte del vapor atraviesa completamente la turbina 14 y es evacuada a través de un conducto apropiado 16 a un condensador, designado en general por el número de referencia 18. En el condensador 18 el vapor de evacuación encuentra los tubos 20 del condensador, con lo cual se condensa para formar agua y cae en un pozo caliente 22. El calor liberado por el vapor que se condensa es cedido al agua refrigerante que circula en los tubos 20 del condensador. Así, agua procedente de cualquier manantial conveniente, tal como un río, un lago o el mar, entra por una tubería de entrada 24, atraviesa los tubos 20 del condensador y se descarga en su manantial a través de una tubería 26.

Desde el pozo caliente 22, el condensado atraviesa una tubería 28 y pasa a una bomba de condensado 30, y desde la bomba de condensado 30 sigue a través de un condensador eyector 32 y a través de los calentadores 34 y 36 del agua de alimentación a baja presión hasta un calentador de desaireación 38 del agua de alimentación.

Vapor auxiliar, sangrado de la caldera 10 o de otro manantial, entra en el condensador eyector 32 por medio de una tubería 40 y pasa desde el condensador eyector 32 al condensador 18 a través de una tubería 42.

Desde el calentador de desaireación 38 del agua

408149



de alimentación, el condensado, que se denominará en lo que sigue "agua de alimentación", pasa por una tubería 4 a una bomba de refuerzo 46 y es bombeado por la bomba de refuerzo 46 a través de los calentadores 48 y 50 de agua de alimentación a alta presión. Una bomba 52 de alimentación de la caldera bombea el agua calentada a través de una tubería 54 que va a la caldera 10.

El vapor procedente de la turbina 14 suministra calor a los calentadores 34 y 36 del agua de alimentación a baja presión, el calentador de desaireación 38 del agua de alimentación y los calentadores 48 y 50 de agua de alimentación a alta presión. Así, el vapor que sale de la turbina 14 en los puntos de extracción, 54, 56, 58, 60 y 62 circula a través de tuberías respectivas 64, 66, 68, 70 y 72 hasta los diversos calentadores de agua de alimentación 34, 36, 38, 48 y 50. Unas tuberías de desagüe en cascada 74 y 76 interconectan los calentadores 48 y 50 de agua de alimentación a alta presión y el calentador de desaireación 38 del agua de alimentación. Una tubería de desagüe 78 interconecta los calentadores 34 y 36 de agua de alimentación a baja presión en forma de cascada.

Ahora se describirá la manera en que añade al ciclo el agua de reposición.

Está previsto un depósito 80 de almacenamiento del agua de reposición. El depósito de almacenamiento 80

408149-90



recibe el agua de reposición procedente de un desminerali-  
zador, no mostrado, y recibe también a través de una tube-  
ría 82 el condensado sobrante descargado del sistema. El  
agua de reposición procedente del depósito 80 de almacena-  
5 miento del agua de reposición es llevada al condensador 18  
por una tubería de entrada 84. Una tubería 86 lleva el de-  
sagüe desde el calentador 34 de agua de alimentación a ba-  
ja presión a la tubería de entrada 84.

Haciendo referencia ahora a la figura 2, se ve  
10 con mayor detalle la manera en que la tubería 86 transpor-  
ta el desagüe a la tubería de entrada 84.

El desagüe procedente del calentador 34 de agua  
de alimentación a baja presión, incluyendo el desagüe que  
viene en cascada desde los demás calentadores de agua de  
15 alimentación, sale de la tubería 86 por una boquilla 88,  
entrando directamente en una corriente de agua de reposi-  
ción en la tubería de entrada 84. La mezcla resultante pa-  
sa por una cabeza de pulverización 90 adyacente a los ha-  
ces de tubos 20', 20'' del condensador 18.

20 La temperatura del desagüe tomado de incluso el  
calentador 34 de agua de alimentación a la presión más ba-  
ja está bastante por encima de la temperatura del agua de  
reposición y a menudo cerca o por encima de 100°C. Así, el  
agua de reposición es llevada más cerca de la temperatura  
25 de saturación en el condensador para permitir una mejor de

408149



saireación y un mayor rendimiento térmico.

5 Como ejemplo de la eficacia del presente procedimiento, considérese un condensador 18 que funciona a unos 38,15 mm de contrapresión de mercurio o a aproximadamente 33,3°C, con un calentador 34 de presión mínima que condensa 202.500 kg/h de agua a 87,7°C. El agua de reposición que va al condensador 18 se suministra a 450.000 kg/hora y 4,4°C. Un equilibrio térmico para este sistema se expresa en la ecuación siguiente:

10

$$202.500(87,7 - t_1) = 450.000 (t_1 - 4,4)$$
$$t_1 = \frac{177,6 \times 10^5 + 19,8 \times 10^5}{652.500} = 30^\circ\text{C}$$

15

Lo que antecede muestra que 450.000 kg/h de agua de reposición a 4,4°C, cuando se mezclan con 202.500 kg/h de condensado del calentador a 87,7°C., producen una mezcla resultante de 30°C. Como esto está sólo 3,3°C por debajo del punto de saturación en el condensador, la mezcla resultante puede inyectarse en forma pulverizada en las vías de circulación, donde puede esperarse una desaireación y un recalentamiento hasta niveles adecuados.

20

25

Puede utilizarse una técnica similar en relación con la reposición aplicada en el calentador de desaireación 38 del agua de alimentación. Haciendo referencia a la figu-

408 149

9 DIC 1972



ra 1, el agua de reposición procedente de un evaporador 92 se introduce en el sistema por el calentador de desaireación 38 del agua de alimentación. El calor para el evaporador 92 es proporcionado por una toma 94 de la tubería 68 de transporte del vapor. El vapor o condensado gastado procedente del evaporador se une a la tubería de desagüe 76 procedente del calentador de agua de alimentación 48. Una tubería de entrada 96 conduce el agua de reposición a la tubería 76.

El presente invento puede realizarse en otras formas específicas sin apartarse del espíritu o atributos esenciales del mismo y, por consiguiente, deberá hacerse referencia a las reivindicaciones adjuntas y no a la memoria que antecede como medio para indicar el alcance del invento.

15

#### REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1.- Un método de tratar agua de reposición de caldera para un ciclo de vapor que utiliza una caldera, una turbina que recibe vapor procedente de la caldera y calentadores de agua de alimentación que proporcionan agua de alimentación calentada para la caldera, y en el que se dirige una

3.12.72.

- 11 -

408 149



cantidad de vapor de escape de la turbina a los calentadores de agua de alimentación para calentar el agua de alimentación por intercambio indirecto de calor, que comprende las operaciones de extraer el desagüe de los calentadores del agua de alimentación, mezclar el desagüe extraído con agua de reposición, desairear la mezcla resultante y hacer pasar luego la mezcla resultante a través de los calentadores del agua de alimentación a la caldera.

2.- Un método según la reivindicación 1, en el que la desaireación de la mezcla resultante se realiza por contacto directo de la mezcla con el vapor de escape de la turbina.

3.- Un método según la reivindicación 1, en el que la desaireación de la mezcla resultante se realiza dirigiendo una pulverización de dicha mezcla resultante a una corriente de vapor de escape de la turbina.

4.- Un método según la reivindicación 3, en el que la mezcla resultante es calentada por el vapor de escape de la turbina durante la desaireación hasta sustancialmente su temperatura de saturación.

5.- Un método según la reivindicación 1, en el que el vapor de escape de la turbina es dirigido a un condensador, y la mezcla resultante es introducida en el condensador para que sea calentada y desaireada en él por el vapor de escape de la turbina.

6.- Un método según la reivindicación 5, en el que

3.12.72.

- 12 -

408 149

- 9 D



la mezcla resultante es introducida en el condensador en forma de una pulverización en contacto de vapor indirecto con el escape de la turbina.

5 7.- Un método según la reivindicación 5, en el que la mezcla resultante es calentada en el condensador hasta sustancialmente su temperatura de saturación en él.

8.- Un método según la reivindicación 1, en el que la etapa de extraer el desagüe de los calentadores del agua de alimentación se realiza dejando caer en cascada el desagüe de los sucesivos calentadores, mezclándose el agua de re-  
10 posición con el desagüe procedente del calentador de agua de alimentación a la presión más baja.

9.- Un método según la reivindicación 8, en el que el vapor de escape de la turbina es dirigido a un condensador, y la mezcla resultante es introducida en el condensador  
15 y calentada y desaireada en él por contacto directo con el vapor de escape de la turbina.

10.- Un método según la reivindicación 9, en el que la mezcla resultante es introducida en el condensador en forma de una pulverización.  
20

11.- Un método de introducir agua de reposición en un ciclo de vapor que utiliza una caldera, una turbina que recibe vapor de la caldera y calentadores de agua de alimentación que proporcionan agua de alimentación calentada para la  
25 caldera por intercambio indirecto de calor, que comprende las

3.12.72.

- 13 -

408 149



operaciones de extraer el desagüe de los calentadores de  
agua de alimentación, dejar caer en cascada el desagüe de  
calentadores sucesivos, mezclar el desagüe con agua de re  
posición, desairear la mezcla resultante y hacer pasar lue  
5 go la mezcla resultante a través de los calentadores del  
agua de alimentación a la caldera.

12.- Un método según la reivindicación 11, en el  
que la desaireación de la mezcla resultante se realiza di-  
rigiendo una pulverización de la mezcla resultante a una  
10 corriente de vapor de escape de la turbina.

13.- Un método según la reivindicación 12, en el  
que el vapor de escape de la turbina es dirigido a un con-  
densador, y la pulverización de la mezcla resultante es in-  
troducida en el condensador para que sea calentada y desai-  
15 reada en él por el vapor de escape de la turbina.

14.- Un método según la reivindicación 13, en el  
que la pulverización de la mezcla resultante es calentada  
en el condensador hasta sustancialmente su temperatura de  
saturación en él.

20 15.- Un método de tratar agua de reposición de  
caldera.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-  
tecede, representado en los dibujos que se acompañan y con  
los fines que se han especificado.

25.

408149




Esta Memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola cara.

-9 DIC. 1972

Madrid,

P.A.

Alberto C. Escobedo  
For Poast 

3.12.72.  
MJP/.

- 15 -



