

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la memoria adjunta.

ES

NUMERO

474.474

A1

FECHA DE PRESENTACION

24-10-78.

5 MAR. 1979

PATENTE DE INVENCION

⑩ PRIORIDADES: ⑪ NUMERO		⑫ FECHA	⑬ PAIS
P 27 47 601.3		24 de Octubre de 1.977	República Federal Alemana.
⑭ FECHA DE PUBLICIDAD	⑮ CLASIFICACION INTERNACIONAL G21F		⑯ PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
⑰ TITULO DE LA INVENCION Procedimiento y circuito de refrigeración de un recipiente de transporte de elementos combustibles.			
⑱ SOLICITANTE (ES) KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT.			
DOMICILIO DEL SOLICITANTE Wiesenstr.35, 4330 Mülheim (Ruhr), República Federal Alemana.			
⑳ INVENTOR (ES) Bernd Fechner, Dipl.-Ing. Holger Hahn, Dipl.-Ing. Pius Mackert, Dipl.-Ing.			
㉑ TITULAR (ES)			
㉒ REPRESENTANTE D. Jose Miguel Gómez-Acebo y Pombo.			

La presente invención se refiere a un procedimiento y circuito para la refrigeración de un recipiente de transporte de elementos combustibles con un circuito de refrigeración con un refrigerante evaporable, preferentemente agua, que comprende el espacio interior del recipiente de transporte. La invención tiene además como objeto un circuito de refrigeración para la ejecución del procedimiento.

Con la conocida refrigeración por agua la temperatura de los elementos combustibles se reduce antes de su descarga, cuando el recipiente de transporte ha alcanzado su estación de destino, usualmente una instalación de reenriquecimiento. Al realizarse esto se alimenta agua al recipiente de transporte por un extremo que evacua por el otro extremo sin que tenga lugar una regulación de la temperatura. El enfriamiento debe efectuarse lo más rápidamente posible con el fin de que puedan descargarse correspondientemente de prisa los elementos combustibles. El paso de refrigerante está determinado exclusivamente por la pequeña resistencia a la corriente "natural" del circuito de refrigeración.

La invención parte por el contrario del cometido de gobernar la refrigeración de los elementos combustibles de manera que se eviten daños en los elementos combustibles debidos a un enfriamiento brusco por refrigerante frío. Esto es especialmente importante cuando tales elementos combustibles no se reevaporan inmediatamente, sino que se llevan a un almacenaje intermedio en el que los elementos combustibles deteriorados pueden dar lugar a una perturbadora elevación de la radioactividad.

La refrigeración según la invención se caracteriza porque el refrigerante al comienzo de la refrigeración se alimenta al recipiente de transporte en una cantidad por unidad de tiempo

tan baja que se produce vapor, porque se extrae el vapor del recipiente de transporte y porque se continua la refrigeración mediante evacuación de calor con el vapor por lo menos hasta que tiene lugar una disminución de la temperatura del vapor extraído.

5. Aquí se aprovecha el que el vapor posibilita una refrigeración a un nivel esencialmente más alto y con menores flujos de calor específicos. El nivel de temperatura puede además regularse bien mediante la presión reinante en el sistema de refrigeración. El circuito de refrigeración se hace funcionar por lo tanto preferentemente a una presión elevada de hasta 10 atmósferas.

10. El vapor puede extraerse del recipiente de transporte con una bomba de chorro. Esto es especialmente favorable cuando la presión elevada impide la salida libre del vapor del recipiente de transporte. Además en la bomba de chorro se produce una
15. mezcla sin perturbaciones del refrigerante en forma de vapor con refrigerante líquido, sin que hayan de temerse golpes de condensación. Ya que la refrigeración mediante vapor aporta un descenso de la temperatura generalmente ya después de un corto tiempo, como máximo en el transcurso de horas, puede efectuarse un ulterior enfriamiento de los elementos combustibles directamente con
20. el refrigerante líquido. La bomba de chorro puede entonces desconectarse. La refrigeración por líquido, o sea sin formación de vapor, se efectúa de modo conocido hasta que se desea abrir el recipiente de transporte de elementos combustibles para descargar
25. los mismos. Durante esto se dirige usualmente al recipiente de transporte la cantidad máxima de refrigerante. Sin embargo previamente debe limitarse la cuota de alimentación de refrigerante al recipiente de transporte en dependencia de la presión en él. Esto sirve en especial para el comienzo de la refrigeración en
30. el que las cantidades de calor acumuladas en los elementos com-

bustibles podrían tener como consecuencia una formación de vapor demasiado rápida y con ello demasiado intensa.

5. Para aclarar más detalladamente la invención se describe a base del dibujo adjunto, un ejemplo de ejecución que muestra en forma de un plano de tuberías el circuito de refrigeración para un recipiente de transporte de elementos combustibles.

10. El recipiente de transporte 1 se enlaza al circuito de refrigeración 4 con ayuda de piezas de conexión 2, 3 flexibles. La tubería de conexión 5 superior vá a través de la bomba del chorro de agua 6 a un depósito de aireación y separador 7 que se protege mediante una válvula de seguridad 8 (20 bar) y que tiene una tubería de aireación 9 bloqueable que vá a un sistema de gas perdido no representado.

15. Desde el depósito de aireación 7 se lleva el refrigerante (agua con calidad de agua de alimentación) a un refrigerador 10. Desde la siguiente bomba centrífuga 11 retorna al recipiente de transporte 1 a través de la pieza de conexión 2 flexible inferior una tubería 12.

20. Una tubería de desviación 15 regulable que vá alrededor del recipiente de transporte 1, vá a la bomba de chorro de agua 6 y desde allí al depósito de aireación 7. La conexión de aspiración de la bomba de chorro de agua 6 está enlazada con la conexión 3 superior al recipiente de transporte 1. Las tuberías de entrada y salida del recipiente de transporte 12, 5 se enlazan mediante dos tuberías 16, 17 para la inversión de corriente en el recipiente 1, con correspondientes armaduras de cierné.

25. En una tubería 18 que vá de un sistema depurador de depósito no representado al refrigerador 10 está incorporada una bomba de émbolo 19. Esta bomba sirve para llenar el sistema 4 y regular el nivel. El refrigerador 10 está enlazado en el lado de

30.

la envuelta con un sistema de refrigeración intermedio 20.

5. Con ayuda de la bomba de émbolo 19 se llena con agua limpia el sistema de refrigeración 4 hasta un control de nivel 22 que hay en el depósito de purga 7. El espacio de gas que se halla por encima del nivel contiene un separador tangencial no dibujado. Durante el proceso de llenado tiene que abrirse una tubería de purga 23 que haya sobre el depósito de purga 7. A continuación se purga el sistema 4 estando la bomba de circulación 11 conectada. El nivel 22 se mantiene con la bomba de émbolo 19. El
10. agua de refrigeración fluye a través de la tubería 24 paralelamente al recipiente 1. En el caso de que en el recipiente de transporte 1 reine sobrepresión en el acarreo, debe imprimirse la presión correspondiente también al sistema de refrigeración 4. Para ésto sirve una conexión de nitrógeno 25 en el depósito de purga 7. En la siguiente inundación, una sobrepresión repercute favorablemente al humedecerse los elementos combustibles muy calientes. Además de ésto existe la posibilidad de imprimir al sistema 4 por este motivo fundamentalmente una presión previa seleccionable. Después de estas preparaciones el sistema 4 se
15. encuentra en el siguiente estado:
20. circulación sólo a través de la bomba de chorro de agua 6 (aproximadamente 10 kg/s), presión en el sistema 4 aproximadamente igual que en el recipiente de transporte 1, agua en el sistema fría (aproximadamente 35°C ya que la refrigeración 20 está ahora también en funcionamiento, y paso constante en todas las fases de servicio).
25. Una vez que se han abierto las armaduras 26, 27 en la tubería de aspiración 5, cae la presión en el recipiente de transporte 1 en la altura de aspiración de la bomba de chorro 6. Las
30. válvulas 29, 30 en el ramal de alimentación 12 inferior se abren,

5. pretendiéndose una cuota de alimentación de aproximadamente 0,1 kg/s. La cuota de alimentación se averigua en el lugar de medición 31 y se regula según necesidad. La relación de caudales en las tuberías 12 y 24 supone pues en principio aproximadamente 1:100.

10. Al principio se evaporará completamente el caudal alimentado al recipiente de transporte, garantizando la bomba de chorro de agua 6 que aspira, que se condense todavía en la bomba de chorro 6 la cuota de vapor máxima resultante de ello. La temperatura del agua de propulsión se eleva en un máximo de 10° en esta adición de vapor aproximadamente 470° (0,1 kg/s).

15. La inundación puede acortarse esencialmente durante el transcurso del enfriamiento mediante elevación continua de la cuota de alimentación al recipiente de transporte, tan pronto como desciende el desarrollo de vapor y con ello también la temperatura del vapor. Durante la inundación se mantiene constante el nivel 22 en el depósito de purga 7, con lo cual se establece una elevación de la presión en todo el circuito 4. Sin embargo una regulación de la purga en el sistema de gas perdido se ocupa de que la presión del sistema (P_2) no sobrepase un valor previamente seleccionado (sobrepresión máxima en el recipiente de transporte $1 \leq 10$ bar durante el proceso de refrigeración).

25. La cantidad de entrega en el sistema de gas perdido se adapta a la capacidad de absorción del sistema de gas perdido mediante una estrangulación 33 limitadora de paso en la tubería de purga 9. Con el fin de impedir una sobrealimentación del recipiente de transporte 1 durante la inundación, puede estrangularse la cuota de alimentación a través de un valor límite para la presión del recipiente P_1 .

30. Tan pronto como la temperatura en la salida 6 se halla

por debajo de la temperatura de saturación perteneciente a la presión P_1 , y al mismo tiempo la medición del nivel de llenado 34 indica que se ha llenado al recipiente de transporte 1, puede ponerse fuera de servicio la bomba de chorro de agua 6. La cuota de alimentación en el recipiente de transporte 1 se regula durante este funcionamiento de refrigeración según un gradiente de temperatura máximo predeterminado ΔT_1 /tiempo. El agua caliente que sale se lleva a través de una armadura 35 directamente en dirección al depósito de purga 7 y al refrigerador 10. La tubería 24 se cierra con la válvula 36 cuando debe fluir todo el caudal de la bomba 11 por el recipiente de transporte.

A continuación puede invertirse la corriente de refrigerante por el recipiente de transporte 1, que primeramente transcurría de abajo hacia arriba en atención a la formación de vapor. Para este fin se cierra una válvula 40 en la tubería 12 y la válvula 35. Al mismo tiempo se abre las válvulas 41, 42 y 43. El agua refrigerante impulsada por la bomba 11 llega entonces a la tubería 16 y, a través de la válvula 41, a la conexión 3 superior del recipiente 1. El agua sale del recipiente 1 por abajo, en la conexión 2, y pasa por la tubería 12 hasta la válvula 40, ahora en sentido contrario.

Desde la válvula 40 la corriente transcurre a través de la válvula 43 hasta un filtro 45. En este filtro pueden interceptarse portadores de actividad, por ejemplo partículas desprendidas de los elementos combustibles, de manera que se efectúa una depuración del recipiente de transporte de elementos combustibles 1.

Desde el filtro 45 fluye el agua refrigerante en la línea 17 a través de la válvula 42 al ramal de tubería que vá al refrigerador 10, en el que está también el depósito de purga 7.

Una vez que la temperatura ha bajado de los 100°C . puede expandirse completamente el sistema que durante el proceso de refrigeración mediante regulación de la presión límite P_2 . Una vez alcanzada una temperatura de salida del recipiente de transporte 1 de aproximadamente $40-45^{\circ}\text{C}$, el recipiente de transporte 1 se separa del sistema de refrigeración 4 y una vez aflojados algunos tornillos de la tapa se baja a una piscina de elementos combustibles no representada, cuya agua asume la ulterior refrigeración en tanto sea necesario. El sistema 4 puede vaciarse por una salida 48.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

5. 1.- Procedimiento y circuito de refrigeración de un recipiente de transporte de elementos combustibles, con un circuito de refrigeración con un refrigerante evaporable, preferentemente agua, que comprende el espacio interior del recipiente de transporte, procedimiento caracterizado porque se alimenta el refrigerante al recipiente de transporte al comienzo de la refrigeración en una cantidad por unidad de tiempo tan pequeña que se produce vapor, porque el vapor se extrae del recipiente de transporte y porque la refrigeración se continua mediante evacuación de calor con el vapor hasta que tiene lugar una disminución de la temperatura del vapor extraído.
- 10.
15. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el circuito de refrigeración trabaja a una presión elevada.
20. 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la cuota de alimentación del refrigerante al recipiente de transporte se limita en dependencia de la presión en el mismo.
25. 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque el vapor se extrae del recipiente de transporte con una bomba de chorro.
30. 5.- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque el vapor se condensa completamente mediante mezclado en la bomba de chorro.
- 6.- Circuito de refrigeración para la ejecución del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el recipiente de transporte de elementos combustibles está enlazado en un lado a través de un dispositivo de regulación con

una fuente de refrigeración y porque el otro extremo del recipiente de transporte está enlazado con un dispositivo de condensación.

5. 7.- Circuito según la reivindicación 6, caracterizado porque el circuito de condensación comprende una bomba de chorro de agua.

8.- Circuito según la reivindicación 7, caracterizado porque la bomba de chorro de agua está enlazada con el espacio de gas de un depósito lleno parcialmente de refrigerante.

10. 9.- Circuito según la reivindicación 8, caracterizado porque el depósito presenta un separador tangencial que está enlazado con el lado de impulsión de la bomba de chorro.

15. 10.- Circuito según una de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado porque está enlazado un filtro con la conexión inferior del recipiente de transporte que produce una corriente de refrigerante con sentido de corriente inverso en el recipiente, que transcurre paralelamente al dispositivo de condensación.

20. 11.- Procedimiento y circuito de refrigeración de un recipiente de transporte de elementos combustibles, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en el dibujo adjunto.

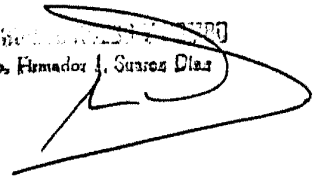
Esta Memoria consta de diez hojas escritas a máquina por una sola cara.

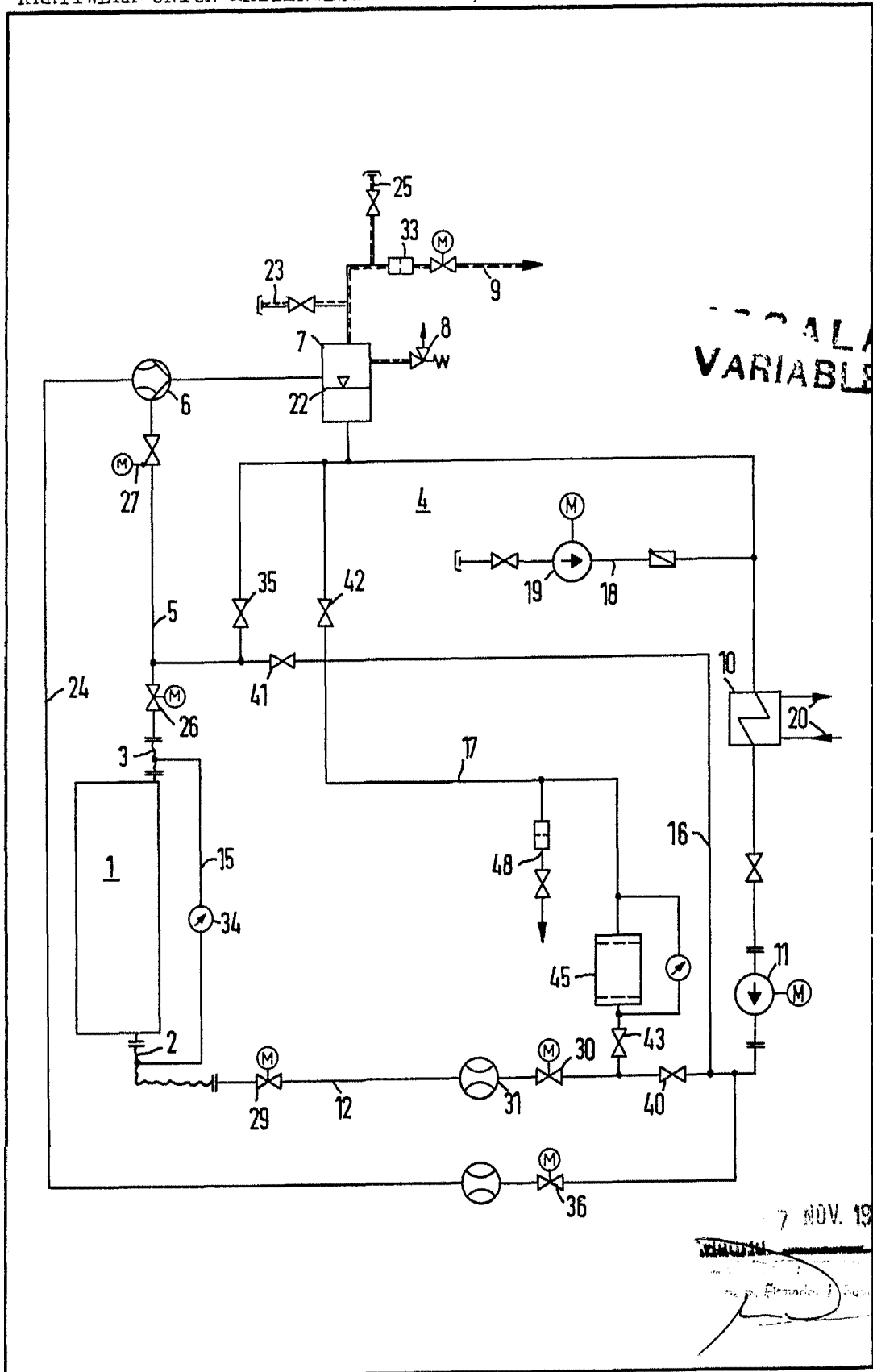
7 NOV. 1978

Madrid,

KRAFTWERK UNION AKTIENGESELLSCHAFT.

J. M. [illegible]
p. p. Firmador J. Suarez Diaz





7 NOV. 1978

~~SECRET~~
no. p. Elman...
[Signature]