



MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud
de
P A T E N T E D E I N V E N C I O N
formulada el 7 de Noviembre de 1.966, con el núm. 333.130
en
E S P A Ñ A
por VEINTE años

a nombre de ALUMINIUM LABORATORIES LIMITED, entidad cana-
diense, establecida en 1, Place Ville Marie, Montreal, Que-
bec, Canadá, por:

"PROCEDIMIENTO PARA RECUPERAR ALUMINIO POR DESTIACION DE
SUBHALURO"

=====

La presente invención se refiere al procedimiento
de destilación de subhaluro de aluminio, para recuperar alu-
minio de metal que contiene aluminio. En este procedimien-
to el metal que contiene aluminio se trata con trihaluro
5 de aluminio gaseoso (tricloruro de aluminio o tribromuro
de aluminio, o mezclas de tricloruro de aluminio y tribro-
muro de aluminio) a alta temperatura, para convertir el a-
luminio en monohaluro de aluminio, gaseoso, que luego se
descompone por enfriamiento, produciendo aluminio metálico
10 purificado y trihaluro de aluminio. La presente invención



trata particularmente de la circulación de retorno de trihaluro de aluminio desde el condensador en el que se descompone el monohaluro de aluminio, hasta el convertidor en el que se genera monohaluro de aluminio poniendo en contacto el metal que contiene aluminio con trihaluro de aluminio a temperaturas mayores de 1.000°C. La reacción del convertidor es endotérmica, y la conversión de trihaluro de aluminio en monohaluro de aluminio es solamente parcial.

Cuando la corriente de gas que sale del convertidor se hace pasar por un condensador, para enfriarla, tiene lugar la reacción inversa, exotérmica, produciendo aluminio metálico, ventajosamente en forma fundida, y una corriente de descarga de trihaluro de aluminio gaseoso, en cantidad sustancialmente igual a la corriente de trihaluro de aluminio gaseoso que entra en el convertidor.

Se han hecho diversas propuestas para recircular el trihaluro de aluminio desde el aparato de descomposición al convertidor.

En el procedimiento, es necesario hacer pasar aproximadamente de 5 a 10 ton de trihaluro de aluminio gaseoso, a presión ligeramente mayor que la presión atmosférica, a través de un lecho profundo de metal granulado que contiene aluminio, en una zona de conversión, por cada tonelada de aluminio recuperada de dicho metal granulado.

La cantidad de energía de trabajo requerida para llevar el trihaluro de aluminio gaseoso (tricloruro de aluminio o tribromuro de aluminio) a través del lecho de metal granulado, a la velocidad necesaria, es grande. Ya ha sido propuesto el recurso de emplear aparatos de circulación mecánica para llevar el trihaluro de aluminio gaseoso. Sin



embargo, el trihaluro de aluminio gaseoso caliente es muy corrosivo, y ataca a las partes móviles de los aparatos mecánicos para circulación de gas.

5 En el procedimiento del subhaluro, se disipan grandes cantidades de energía térmica para enfriar el gas que contiene monohaluro de aluminio, para efectuar la deposición de aluminio metálico en una zona de condensación. Un objeto de la presente invención es recuperar una proporción de la energía térmica de la zona de condensación y emplear
10 esta energía térmica para impulsar al trihaluro de aluminio a través de la zona de conversión, en la que una porción del trihaluro de aluminio se convierte en monohaluro de aluminio.

15 Al emplear calor recuperado del condensador para impulsar a la corriente gaseosa a través del convertidor y a través del propio condensador, se consigue un ahorro sustancial de energía, y se elimina el molesto aparato de circulación de gas.

20 Ya ha sido propuesta la absorción de una parte, o de todo el tricloruro de aluminio gaseoso, en una mezcla salina fundida, por ejemplo una mezcla de tricloruro de aluminio y cloruro sódico, y bombear la mezcla a un evaporador, en el que se desprende continuamente tricloruro de aluminio gaseoso. El tricloruro de aluminio gaseoso desprendido se lleva a través de un calentador de gases, hasta el
25 convertidor, mientras que la mezcla salina sobre resultante se recircula al absorbedor. Ventajosamente, las impurezas gaseosas permanentes o no condensables tales como hidrógeno y metano son expulsadas a la atmósfera desde el
30 absorbedor.



Aunque tambien ha sido propuesta la utilización del calor de la descomposición del monohaluro de aluminio gaseoso, para re-evaporar trihaluro de aluminio del estado sólido o líquido absorbido, un bojetto principal de la presente invención es proporcionar métodos y aparatos perfeccionados que efectúan un flujo gaseoso reestablecido de aluminio con máxima conveniencia y economía poco usual en la utilización del calor. La presente invención se dirige tambien específicamente a evitar dificultades de transmisión de calor, como puede suceder respecto a la evaporación de tricloruro de aluminio desde una masa sólida.

Tal como se ejemplifica con monocloruro de aluminio, la invención se dirige a utilizar el calor de descomposición del monocloruro de aluminio, para la re-evaporación de tricloruro de aluminio de una mezcla salina fundida en la que se ha absorbido tricloruro de aluminio gaseoso procedente del aparato de descomposición, suministrándose el tricloruro de aluminio re-evaporado e una presión sustancialmente por encima de la presión de salida del aparato de descomposición, y a una temperatura elevada, por ejemplo mayor de 500°C, y preferiblemente igual a 700°C o mayor. En tal operación hay una economía muy sustancial de calor, especialmente respecto a la función del calentador de gas para elevar la temperatura del gas hasta el valor más apropiado para el convertidor (por ejemplo de 1200°C o más); al mismo tiempo se evitan las dificultades de la circulación mecánica de gas, ya que todo avance mecánico es efectuado bombeando mezclas salinas fundidas que son mucho más fáciles de manipular desde el punto de vista del equipo requerido y de su mantenimiento.



5 El método de la presente invención, el calor desprendido en la descomposición de monohaluro de aluminio se transmite a un fluido adecuado, preferiblemente una mezcla de trihaluro de aluminio y otra sal o sales, según se use en el absorbedor. La mezcla salina fundida rica, procedente de la operación de absorción, se hace circular hacia y desde una región en la que entra en relación de intercambio de calor con el fluido calentado procedente de la operación de descomposición, y a causa de la transmisión de calor desde este último, el trihaluro de aluminio es evaporado de la mezcla salina de forma que la mezcla salina fundida que se devuelve al absorbedor está desprovista de trihaluro de aluminio.

10 Una característica especial de la invención estriba en las operaciones de segunda etapa de transmisión de calor. Así, el flujo de retorno de sal fundida, desde la etapa de evaporación al absorbedor, se efectúa en relación de intercambio de calor con el flujo de masa fundida, rica en trihaluro de aluminio, que va hacia adelante desde el absorbedor.

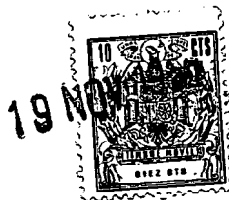
20 En el procedimiento se incluye también, como característica que actúa conjuntamente, la transmisión de calor desde el trihaluro de aluminio gaseoso descargado del aparato de descomposición, de tal forma que este calor se puede recuperar para su uso en la etapa de evaporación.

25 En otro aspecto específico, la invención se refiere a la descomposición de monohaluro de aluminio de tal forma que el calor de tal reacción es eliminado del aparato de descomposición por el flujo de una mezcla salina fundida, por ejemplo tal como se describe de forma más particular



más adelante. El flujo de sal fundida procedente del aparato de descomposición puede estar integrado por el flujo circulante de mezcla salina desde y hacia el absorbedor. La sal fundida muy calentada procedente del aparato de descomposición se pone en contacto y se mezcla con el flujo enriquecido en tricloruro de aluminio, que avanza desde el absorbedor. Este contacto puede tener lugar en un depósito de evaporación instantánea, para la evaporación directa del trihaluro de aluminio. En este método, la mezcla salina que sale del depósito de evaporación instantánea se divide en corrientes separadas que vuelven respectivamente al aparato de descomposición y al absorbedor. La etapa posterior de transmisión de calor se efectúa convenientemente entre la segunda rama de tal flujo de retorno, y la masa fundida rica en trihaluro de aluminio que se mueve hacia adelante, la cual llega de esta forma al depósito de evaporación instantánea a alta temperatura. Al mismo tiempo, con una división apropiada del flujo, se puede retirar de la rama de retorno del absorbedor, después de la segunda etapa de transmisión de calor, otra corriente de la mezcla salina de la que se ha separado trihaluro de aluminio y luego se dirige también al aparato de descomposición tal flujo retirado, al tiempo que se transmite más calor al mismo desde la corriente gaseosa de trihaluro de aluminio que se está desplazando desde el aparato de descomposición hasta el absorbedor. Por este medio se efectúa otra etapa de transmisión de calor y la sal fundida que llega al aparato de descomposición se mantiene a una temperatura relativamente alta.

En otra forma de efectuar el procedimiento, el flujo de sal fundida a través del aparato de descomposición se puede aislar del círculo de sal fundida, en el que se incluyen las etapas de absorción y evaporación. En tal operación, el



flujo de sal fundida del aparato de descomposición se pone en relación de intercambio de calor con la sal fundida enriquecida procedente del absorbedor, para mayor conveniencia justamente antes de suministrar la sal fundida enriquecida a un depósito evaporador, o de "evaporación instantánea", mientras que las restantes etapas de transmisión de calor, incluyendo el intercambio de calor entre los flujos de retorno y hacia adelante de sal fundida, desde y hacia el absorbedor, y también la etapa de calentamiento suplementario por enfriamiento del gas de salida del aparato de descomposición, se efectúan con el flujo de sal fundida que pasa a través del absorbedor. Mas adelante se describen otras características del procedimiento, incluyendo las etapas de enfriamiento de sal fundida y operaciones de control de presión, así como las etapas de transmisión de calor suplementario para obtener una temperatura desusadamente alta en el trihaluro de aluminio gaseoso re-evaporado.

En lo sucesivo se hace referencia a los dibujos adjuntos, donde:

La fig. 1 es una vista esquemática de un sistema de refinación de monohaluro de aluminio, en el que se incorpora la invención

La fig. 1-A es un corte vertical de una forma modificada de depósito de evaporación instantánea; siendo la fig. 1-B un corte por la línea 1-B, 1-B de la fig. 1-A.

La fig. 2 es un diagrama de los elementos principales de otro sistema de la invención.

La fig. 3 es un diagrama de otro sistema de la invención, que se muestra como modificación de la fig. 2.

19 NOV



La fig. 5 es un corte horizontal de un aparato de descomposición modificado, adecuado para su uso en los sistemas de las figs. 1 a 4.

5 La fig. 6 es un corte vertical por la línea 6'-6' de la fig. 5

La fig. 7 es un corte horizontal de otro aparato de descomposición modificado, adecuado para su uso en los sistemas de las figs. 1 a 4.

10 La fig. 8 es un corte vertical por la línea 8'-8' de la fig. 7 y

La fig. 9 es una vista parcial en corte vertical, similar a la fig. 8, pero tomada por la línea 9'-9' de la fig. 7.

15 Para mayor sencillez de ilustración, en los dibujos adjuntos se indican todos los conductos o tuberías de gases mediante líneas de trazos, mientras que los conductos o tuberías de conexión similares que llevan líquidos se indican mediante líneas continuas.

20 Haciendo referencia a la fig. 1, en el sistema de destilación de subhaluro que en ella se muestra se incluye un convertidor 1, que recibe metal granulado que contiene aluminio, tal como aleación de aluminio procedente de reducción carbotérmica de bauxita, y desde el cual se conduce al aparato 2 de descomposición una corriente de gas muy
25 calentado, consistente esencialmente en monohaluro de aluminio. En el aparato de descomposición, el contenido de monohaluro de aluminio en la corriente gaseosa se descompone por enfriamiento, produciendo aluminio metálico y una corriente de trihaluro de aluminio gaseoso. La corriente
30 de trihaluro de aluminio gaseoso pasa luego a través del



5 cambiador de calor 3, en el que se enfría más, y luego se hace pasar un absorbedor 4, donde el contenido de trihaluro de aluminio en el gas es absorbido en una mezcla salina fundida que puede consistir en tricloruro de aluminio y cloruro sódico (cuando la corriente gaseosa es tricloruro de aluminio). El calor se elimina de esta mezcla salina fundida por circulación a través del enfriador 5.

10 Desde el absorbedor 4, la mezcla salina fundida, enriquecida por el trihaluro de aluminio absorbido, se hace pasar a través de un cambiador de calor 6 hasta un depósito 7 de evaporación instantánea (depósito A de evaporación instantánea) de donde se evapora la masa fundida trihaluro de aluminio gaseoso, pasando luego tal gas a través de un calentador 8, y volviendo a entrar en el convertidor 1, 15 para reaccionar con aluminio del metal de carga. En el sistema se incluye también otro evaporador instantáneo 9 (depósito B de evaporación instantánea), convenientemente más pequeño, para recibir algo de sal fundida desde el depósito 7 de evaporación instantánea, y un evaporador 10 20 auxiliar, que se calienta independientemente y se utiliza para poner en marcha la operación.

25 Como se verá, el gas que contiene monohaluro de aluminio, procedente del convertidor 1, se desplaza por un conducto 1 hasta una parte inferior del aparato 2 de descomposición, y la corriente gaseosa de trihaluro de aluminio resultante pasa por un conductor 12 a un enfriador 3 de gas, el tricloruro de aluminio gaseoso continúa por un conducto 13 hasta el Absorbedor 4, provisto de un conducto 14 para expulsar gases con absorbidos tales como hidrógeno y metano. 30

19 NOV. 1951



5 La circulación de mezcla salina fundida entre el ab-
sorbedor 4 y el enfriador 5 se realiza por un conducto 15
y un conducto 16 de retorno, incluyendose en el conducto
15 una bomba 15P de circulación. La mezcla salina enri-
cida procedente del absorbedor 4 pasa por el conducto 17
(impulsada por una bomba 17P), a través del cambiador de
calor 6, y luego por el conducto 18 al depósito 7 de eva-
poración instantánea. En el conducto 18 también se incluye
10 ventajosamente una válvula 18V reductora de presión, que
evita que la evaporación instantánea o ebullición de la mez-
cla salina fundida tenga lugar en el cambiador de calor 6
en vez de en el depósito 7. El flujo gaseoso procedente
del depósito 7 se desplaza por un conducto 19 hasta el ca-
lentador 8, y desde allí por otro conducto 19, al extremo
15 inferior del convertidor 1.

El flujo de retorno de la mezcla salina desde el de-
pósito 7 de evaporación instantánea se realiza por un con-
ducto 20, hasta el cambiador de calor 6. Desde el cambia-
dor de calor 6 se conduce la mezcla salina por un conducto
20 21 al absorbedor 4. En la figura 1, la mezcla salina se pue-
de conducir al aparato 2 de descomposición siguiendo dos
trayectorias. Una trayectoria, desde el depósito 7 de eva-
poración instantánea, es por el conducto 22 hasta el depó-
sito 9 de evaporación instantánea, desde el cual se lleva
25 la sal fundida por otro conducto 23, directamente hasta el
aparato 2 de descomposición. Un segundo flujo de retorno
de mezcla salina fundida se retira por un conducto 24, que
conduce desde el cambiador de calor 6 hasta el absorbedor
4. El conducto 24 conduce a la parte superior del enfria-
dor 3 de gas, y, despues de escurrir por el enfriador 3,
30



la mezcla salina entra en el aparato 2 de descomposición por otro conducto 25. La mezcla salina procedente del depósito 9 de evaporación instantánea entra también en el conducto 25, para pasar al aparato de descomposición. La mezcla salina fundida se bombea por los conductos 22 y 24, mediante las bombas 22P y 24P.

En el aparato de descomposición, la mezcla salina fundida es calentada a alta temperatura, por absorción de la energía térmica desprendida en la descomposición de monohaluro de aluminio. Saliendo del aparato de descomposición a una temperatura mayor que el punto de fusión del aluminio (660°C), la mezcla salina se conduce al depósito principal de evaporación instantánea, 7, por el conducto 26. El sistema se dispone preferiblemente de tal forma que la mezcla salina mantenga en el depósito 7 de evaporación instantánea (depósito A de evaporación instantánea) una presión mayor que la que se mantiene en el aparato 2 de descomposición. Aunque para este fin se puede incluir una bomba en el conducto 26, el aumento de presión se puede conseguir convenientemente disponiendo el aparato 2 de descomposición a una altura adecuada por encima del depósito 7 de evaporación instantánea, para proporcionar una carga de líquido.

El aluminio fundido condensado se retira del fondo del aparato de descomposición, por un conducto 27.

El suministro de mezcla salina fundida al evaporador auxiliar 10 se toma convenientemente del depósito 7 de evaporación instantánea, por un conducto 28 y una bomba 28P, que solo funciona cuando se desea usar el evaporador 10, por ejemplo durante la puesta en marcha. Convenientemente para el fin de igualar los niveles de líquido, puede haber



un conducto 29 de retorno del evaporador 10 al depósito 7 de evaporación instantánea. El tricloruro de aluminio gaseoso desprendido sale del evaporador 10 por un conducto 30 que va al conducto 19, para llevar tal gas al calentador 8 de gas, para su suministro al convertidor 1. También hay una tubería de derivación de gas, que conduce desde el conducto 19 al conducto 12, que es la descarga de gas del aparato de descomposición. Esta tubería de derivación consiste en un conducto 31 que tiene una válvula 31V que normalmente está cerrada, abriéndose solo cuando se desee parar la operación.

Algo de tricloruro de aluminio gaseoso se desprende usualmente en el depósito 9 de evaporación instantánea al reducir la presión de la masa fundida salina a medida que entra en este depósito desde la tubería 22. Tal gas se suministra convenientemente por un conducto 32 al conducto 12 de gas.

El aparato 2 de descomposición se dispone para efectuar la descomposición de monohaluro de aluminio por eliminación de calor mediante un fluido, que luego se hace circular para suministrar tal calor para la etapa de re-evaporación, tal como en el depósito A de evaporación instantánea.

Así, el aparato 2 de descomposición comprende un recipiente erguido, al que se suministra sal fundida procedente de la tubería 25, por la parte superior, y que recibe el flujo de entrada de gas muy calentado procedente del convertidor 1, que contiene monocloruro de aluminio del conducto 11, para que ascienda por el recipiente.

La construcción interior del aparato 2 de descom-

19 NO



posición no es crítica en absoluto, y, para fines de ilustración, en la fig. 1 se muestra un relleno de torre usual 40, a través del cual escurre hacia abajo la mezcla salina fundida y absorbe calor del gas ascendente, con lo que tiene lugar la reacción de descomposición, por eliminación del calor necesario, produciendo aluminio fundido que es arrastrado con la masa fundida salina y se acumula, por ejemplo en un depósito o charco 41, en el fondo del recipiente (para retirarlo por la tubería 27), recogiendo también la sal fundida en un charco o capa 42 independiente, por encima del metal 41, para retirarla por el conducto 26.

El enfriador 3 de gas sirve primordialmente para transmitir calor desde el tricloruro de aluminio gaseoso, que sale del aparato de descomposición por el conducto 12 a una corriente de sal fundida, para su utilización con la re-evaporación de tricloruro de aluminio. Aunque se pueden emplear otros medios de intercambio o transmisión de calor el dispositivo 3 de la fig. 1 es ventajosamente una torre llena de un relleno 44, a través del cual asciende el gas en relación en contracorriente con una mezcla salina fundida que desciende desde la tubería 24. En el ejemplo de la fig. 1 la sal fundida calentada se recoge en un charco 45, para constituir parte de la alimentación al aparato 2 de descomposición, por la tubería 25.

El absorbedor 4 sirve para absorber el tricloruro de aluminio gaseoso en mezcla salina fundida, a menor temperatura. Se muestra un absorbedor 4 adecuado como un recipiente horizontal parcialmente lleno de mezcla salina fundida 46, y que tiene una trayectoria con deflectores para el flujo de gas. La mezcla salina fundida se pone en



contacto de superficie extendida con el gas, mediante los dispositivos 47 y 48 de salpicadura. Resulta ser conveniente emplear el enfriador 5 para controlar la temperatura de la mezcla salina.

5 El cambiador de calor 6 puede ser análogamente un tipo usual de tales dispositivos, incorporando por ejemplo una serie de tubos 50 por los que circula una corriente de sal fundida desde la tubería 17 a la tubería 18, en contracorriente con la otra corriente de sal fundida, que circula desde la tubería 20 y a la tubería 21, por fuera de la serie de tubos.

10 El desprendimiento de tricloruro de aluminio gaseoso en el depósito A de evaporación instantánea es una evaporación del tipo instantáneo, desprendiéndose de todas formas el gas a una presión sustancialmente mayor que la del gas que sale del aparato de descomposición, y desde luego muy preferiblemente, mayor que la del gas que sale del convertidor. Así, el depósito 7 de evaporación instantánea puede estar medio lleno de sal fundida 51, y tiene unos medios 52 para introducir sal fundida a alta temperatura, procedente de la tubería 26 de descarga del aparato de descomposición. Al mezclar esta masa fundida a alta temperatura con la mezcla salina, rica en tricloruro de aluminio, que viene del absorbedor por el conducto 18, tiene lugar un rápido desprendimiento de tricloruro de aluminio gaseoso, que se descarga por el conducto 19. La mezcla salina fundida rica del conducto 18 se introduce en el fondo del depósito ya que es más ligera que la mezcla salina fundida pobre que se retira por la tubería 20. Los medios 52 para introducir mezcla salina fundida caliente, procedente del apa-

15

20

25

30



rato de descomposición, son ventajosamente una tuberías que conduce hasta por debajo de la superficie de la masa fundida 51, para crear una carga de presión para el gas desprendido.

5 El evaporador auxiliar 10 puede ser una caldera tipo tubular, de llama directa, pero convenientemente se calienta por calentamiento por resistencia eléctrica, con unos electrodos 55 en el charco 57 de sal fundida.

10 En sus características esenciales, el procedimiento de la invención, tal como se ilustra en la fig. 1 implica hacer avanzar el gas que contiene monocloruro de aluminio, que se enfria y descompone en el aparato 2 de descomposición. La corriente gaseosa, que ahora consiste esencialmente en tricloruro de aluminio, es llevada hacia adelante, llegando eventualmente al absorbedor 4 donde es absorbida en la mezcla salina fundida 46 que se encuentra allí. Desde la operación de absorción, la sal fundida, enriquecida en tricloruro de aluminio, se hace avanzar al depósito 7 de evaporación instantánea, donde se mezcla con la sal fundida, muy calentada, retirada del aparato de descomposición por la tubería 26. Debido al correspondientemente gran aumento de temperatura, el tricloruro de aluminio gaseoso se separa de la sal rica por ebullición, sirviendo como suministro para el convertidor a través del calentador 8 de gas, a una presión lo suficientemente por encima de la del conducto 12 para que se acomode a la pérdida de carga necesaria en el calentador 8 de gas. Convertidor 1 y aparato 2 de descomposición.

25
30 Se puede observar que en la utilización práctica del procedimiento de destilación de subhaluro de aluminio



5 en el intervalo normal de condiciones de funcionamiento, en el que el gas de salida del convertidor está a de 1200° a 1250°C, o más, con una conversión a monohaluro de aluminio de aproximadamente igual al 25%, el calor de descomposición del monohaluro de aluminio es usualmente más que suficiente para re-evaporar el haluro de aluminio gaseoso que sale del aparato de descomposición.

10 Otro aspecto significativo del procedimiento completo estriba en la etapa de transmisión de calor realizada en el enfriador 3 de gas, con la que al menos una parte de la mezcla salina fundida suministrada al aparato de descomposición, enfriada en el cambiador de calor 6, es calentada por contacto con el gas de salida del aparato de descomposición. Esta operación no solo facilita la etapa de absorción, enfriando al gas antes de que entre en el absorbedor 4, sino que también eleva la temperatura de la mezcla salina refrigerante que entra en el aparato de descomposición. Se ha descubierto que puede tener lugar el funcionamiento eficaz del aparato de descomposición con una mezcla salina fundida a una temperatura de entrada bastante alta, con el efecto de elevar hasta un valor alto la temperatura de la masa fundida saliente, que fluye al depósito A de evaporación instantánea por la tubería 26. Así en virtud de las operaciones que actúan conjuntamente en el cambiador de calor 6 y enfriador 4 de gas, se transportan a la etapa de evaporación en el depósito A de evaporación instantánea cantidades de calor muy significativamente mayores, con el resultado de que allí se desprende tricloruro de aluminio gaseoso a temperaturas desusadamente altas, por ejemplo mayores de 600°C, y preferiblemente iguales a 700°C o más. La temperatura del



flujo reestablecido de tricloruro de aluminio gaseoso, proporcionada por estas etapas de transmisión de calor que actúan conjuntamente, es elevada a menudo en varios cientos de grados centígrados, al menos una proporción principal de esta recirculación de temperatura a través del cambiador de calor 6.

Una parte considerable (en muchos casos la mitad o más) de la mezcla salina fundida que sale del depósito A de evaporación instantánea por el conducto 20, es bombeada directamente a la entrada de masa fundida en el aparato de descomposición, por la tubería 22 (en la fig. 1), atravesando el cambiador de calor 6 solamente la parte restante. Análogamente, la sal fundida que vuelve al aparato de descomposición por el conducto 20 y enfriador 3 de gas, solo es usualmente una pequeña porción del total que entra en el aparato de descomposición por el conducto 25. Por tanto, aunque mucho del contenido residual de calor en la sal fundida que sale del depósito A de evaporación instantánea es, en efecto, devuelto directamente al aparato de descomposición, por simple recirculación de sal fundida, se consigue una ventaja significativa mediante una nueva recuperación de calor en las etapas del enfriador 3 de gas y cambiador de calor 6, que así contribuye materialmente a la alta temperatura del gas desprendido en el depósito A de evaporación instantánea, mucho más allá de la que se podría conseguir simplemente recirculando la masa fundida refrigerante del aparato de descomposición.

La operación del depósito B de evaporación instantánea (aunque es concebible que en algunos casos sea innecesaria) tiene utilidad, que actúa conjuntamente, para



evitar la evaporación instantánea o ebullición de la sal fundida en el aparato de descomposición, que, de otra forma, podría suceder cuando esta masa fundida de retorno, calentada, experimenta una reducción de presión (respecto a la del depósito A de evaporación instantánea) hasta la menor presión del aparato de descomposición. Por tanto, este depósito 9 de evaporación instantánea suplementario es una salvaguardia para permitir que se retiren las cantidades de gas, aunque sean pequeñas, a medida que se desprenden debido a la pérdida de presión de la sal fundida hasta la presión del aparato de descomposición; aunque hay una pequeña pérdida de eficacia, ya que este gas es añadido a la carga del absorbedor, es importante evitar la evaporación instantánea en el aparato de descomposición, debido a que ello interferiría con el contacto adecuado entre gas y líquido, en el mismo.

La operación general del procedimiento, según se muestra en la fig. 1, se debe entender ahora, por la descripción anterior y explicación anterior. En la práctica la puesta en marcha y el control del sistema de recirculación de tricloruro de aluminio se efectúan muy fácilmente. Por ejemplo, al principio, los depósitos 7 y 9 de evaporación instantánea, el cambiador de calor 6, el absorbedor 4, el enfriador 5 de sal fundida, el evaporador auxiliar 10, y las tuberías de conexión, están llenos hasta los niveles deseados con sal fundida, por ejemplo una mezcla de tricloruro de aluminio y cloruro sódico, en proporción intermedia entre los valores que se establecen finalmente, en el equilibrio en el absorbedor y en el depósito A de evaporación instantánea, respectivamente. Con el convertidor 1 y calen-

tador 8 precalentados de forma adecuada, y luego con el convertidor cargado y llevado a la temperatura de funcionamiento, se pone en marcha el evaporador auxiliar 10, para iniciar el flujo de tricloruro de aluminio gaseoso a través del calentador 8 y convertidor 1. Las diversas bombas 15P, 17P, 22P, 24P y 28P se ponen en funcionamiento y se ajustan para conseguir el funcionamiento del sistema de la forma antes descrita. Cuando se ha alcanzado el máximo caudal deseado de tricloruro de aluminio desde el depósito A de evaporación instantánea por el conducto 19, se puede interrumpir la entrada de calor al evaporador auxiliar 10, y para la bomba 28P.

Haciendo referencia a los siguientes ejemplos, para ejemplos de temperaturas adecuadas, y otras condiciones, se entenderá que las varias bombas, y otro equipo, son controladas o ajustadas para conseguir las condiciones elegidas. Por ejemplo, se puede suponer que el convertidor está suministrando gas al aparato de descomposición a una temperatura de 1200 a 1250°C, conteniendo 50% en moles de AlCl y 50% en moles de AlCl_3 , y se desea producir tricloruro de aluminio gaseoso re-evaporado, en el depósito A de evaporación instantánea, a una temperatura comprendida entre 600 y 700°C; la bomba 15P se hace funcionar de forma que el enfriador 5 de la masa fundida separe eficazmente el calor desprendido en la absorción de tricloruro de aluminio gaseoso, en el absorbedor 4, y mantenga a la temperatura deseada, por ejemplo aproximadamente 200°C, a la mezcla salina fundida en el absorbedor. La bomba 17P se hace funcionar de forma que mantenga un nivel sustancialmente constante de sal fundida en el absorbedor, es decir, de forma.

19 NO



que la velocidad de separación de sal enriquecida sea igual a la velocidad de retorno de sal pobre por el conducto 21, más la velocidad de absorción de tricloruro de aluminio gaseoso en el absorbedor 4. La bomba 17P sirve también para la importante función de suministrar sal fundida al cambiador de calor 6, a una presión elevada apropiada, por ejemplo de varias atmósferas, cuando el gas que entra en el aparato 2 de descomposición por la tubería 11 está a aproximadamente 1 atm, y la presión del sistema gaseoso más allá del aparato de descomposición, e incluyendo el absorbedor, puede ser menor de 1 atm. Durante el período inicial en que se hace funcionar, la bomba 28P funcionará con el mismo caudal que la bomba 17P. La válvula reductora 18V se ajusta para evitar cualquier evaporación apreciable de tricloruro de aluminio, de la sal fundida enriquecida del cambiador de calor 6, procedente de la tubería 17, mientras que al mismo tiempo mantiene una presión elevada en el depósito 7 de evaporación instantánea, por ejemplo igual a 1,5 atm.

Las bombas 22P y 24P se fijan para controlar los caudales de masa fundida en los conductos 22 y 24, para conseguir las relaciones deseadas de temperatura de la masa fundida que entra y sale del aparato de descomposición y de la masa fundida del depósito A de evaporación instantánea, así como la diferencia de temperaturas en el cambiador de calor 6, para efectuar la evaporación en el depósito A de evaporación instantánea. Una función del cambiador de calor 6 consiste en elevar la temperatura de la masa fundida rica, que se desplaza hacia el depósito A de evaporación instantánea, extrayendo algo del calor de la masa fun-



dida de retorno (originalmente derivada del aparato de descomposición). Las bombas 22P y 24P rigen el flujo de retorno de la masa fundida al aparato de descomposición; fijándose juntas para retirar toda masa fundida que esté en exceso respecto a la requerida para su retorno al absorbedor 4. Una función del enunciador 3 de gas consiste en elevar la temperatura de la masa fundida salina que vuelve al aparato 2 de descomposición, por separación de calor del gas de salida del aparato de descomposición. Suponiendo que el enfriador 3 de gas y el aparato 2 de descomposición estén diseñados de forma que haya buena transmisión de calor a las corrientes de masa fundida salina, la bomba 22P se hace funcionar de forma que mantenga a la temperatura deseada, por ejemplo de 750 a 850°C, a la masa fundida caliente descargada del aparato de descomposición, disponiéndose la fijación de la bomba 24P de forma que coopere para conseguir este resultado. Por ejemplo, si se halla que se está enfriando el depósito A de evaporación instantánea se reajusta la bomba 24P para aumentar el flujo a través del enfriador 3 de gas. Dado que un aumento de flujo a través del aparato 2 de descomposición reducirá la temperatura de la masa fundida caliente suministrada por la tubería 26 al depósito A de evaporación instantánea, también se debe reajustar la bomba 22P de forma que el aumento del flujo de sal fundida en la tubería 24 esté exactamente compensado por una disminución del flujo de la tubería 22. El resultado de estos cambios es un aumento en la proporción de masa fundida pobre procedente del depósito 7 de evaporación instantánea (tubería 20) que pasa a través del cambiador de calor 6. En consecuencia, la corriente de masa fundida



salina del conducto 18 se hace más caliente, y se consigue un aumento de la temperatura del depósito 7 de evaporación instantánea.

5 Aunque hay algo de enfriamiento de la masa fundida salina que pasa por el depósito B de evaporación instantánea, se puede suponer que las corrientes de los conductos 22 y 23, y la corriente total que entra en el aparato 2 de descomposición por el conducto 25, están con bastante aproximación a la misma temperatura, por ejemplo una temperatura de 600 a 650°C, o incluso aproximándose a 700°C, la misma temperatura (o un poco menos) siendo generalmente característica del gas que entra y de la masa fundida que sale del enfriador 3 de gas.

15 El cambiador de calor 6 se puede realizar en dos unidades, retirando el conducto 22 de retorno de masa fundida del aparato de descomposición, sal pobre de una posición entre las unidades. Otra modificación consiste en emplear una disposición en contra corriente, entre la masa fundida salina caliente del aparato 2 de descomposición y el tricoloruro de aluminio gaseoso desprendido en el depósito A de evaporación instantánea. Tal disposición se muestra en la fig. 1-A, y tiene la ventaja especial de permitir que la corriente gaseosa salga a una temperatura materialmente mayor, por ejemplo de 50 a 75°C mayor, que la obtenida en un depósito de evaporación instantánea del tipo de mezclado directo, y, similarmente, mayor que la temperatura de la masa fundida pobre que sale del depósito por el conducto 20. Así se consigue una recuperación de calor global adicional, por ejemplo de aproximadamente 0,22 Kw. hr/kg de aluminio.



El depósito 7¹ de contracorriente de la figura 1-A y 1-B comprende un depósito 108 cilíndrico vertical, en serie con un tubo en U que tiene un apéndice o ramal 109 erguido y otro apéndice 110 en pendiente, comunicando el apéndice erguido 109 con el depósito 108, a través de los pasos 111 y 112 para gas y mezcla fundida salina, respectivamente. La masa fundida pobre caliente, procedente del aparato de descomposición por la tubería 26 entra en el apéndice 110 por la entrada 114, que puede estar bien por debajo del nivel adyacente de la masa fundida, a no ser que se disponga un purgador en la tubería 26, y se descarga en la tubería 19 tricloruro de aluminio gaseoso muy calentado, por una salida 115 del extremo superior del apéndice 110. Así, la masa fundida caliente del aparato de descomposición desciende por el apéndice 110 al otro apéndice 109, desde el cual pasa a través del paso 112 al depósito cilíndrico 108, donde se mezcla con la masa fundida rica, procedente del cambiador de calor 6. La masa fundida rica se suministra por la tubería 18 a una entrada 116 situada por debajo del depósito 108. Así, la ebullición o evaporación instantánea tiene lugar en el depósito 108 de forma que el tricloruro de aluminio gaseoso asciende burbujeando por la masa fundida salina, y entra en la porción superior 117 del apéndice 109 de tubo en U, por el paso 111. Dado que así se puede establecer en la porción 117 una presión relativamente grande, el gas burbujea después a lo largo del apéndice 110 en pendiente, como se muestra en 118, desplazándose así en contracorriente respecto a la masa fundida salina de alta temperatura, y recuperando calor de ella de forma que se descargue a través de la salida 115 a esencialmente la máxima temperatura. La



masa fundida salina pobre mixta se retira por el fondo de la sección 108 del depósito, por la salida 120 para pasar por la tubería 20 al cambiador de calor 6, como en la fig. 1

5 La estructura está forrada de material refractario aislante, y en el tubo en U se disponen unas placas deflectoras 122 y 123, para limitar el mezclado del líquido y gas y para mantener el flujo de contracorriente, teniendo convenientemente el tubo en U una sección ovalada (fig. 1-B).

10 Entre las dimensiones adecuadas para una unidad en la que se manipulen 9.100 kg/ hora de $AlCl_3$ gaseoso, se incluyen un diámetro interior de 168 cm y una altura de 535 cm para el depósito 108, estando situada la entrada 116 de masa fundida rica aproximadamente a 183 cm del fondo, y manteniéndose el nivel 125 de líquido aproximadamente a 15 366 cm por encima del fondo. El tubo en U tiene aproximadamente 915 cm de longitud, es decir a lo largo de su apéndice 110 que tiene su eje a aproximadamente 30° respecto a la horizontal. La altura y anchura máxima del tubo en U, por ejemplo la porción de apéndice 110 son aproximadamente 20 iguales a 214 y 122 cm respectivamente.

Los sistemas se pueden hacer funcionar a veces sin el enfriador 3 de gas o sin su equivalente, mostrándose en la fig. 4 una de tales disposiciones modificadas. Cuando no se requiere que el flujo de tricloruro de aluminio gaseoso desprendido por el conducto 19, esté a la mayor 25 temperatura posible, se puede prescindir de la operación de transmisión de calor en el enfriador 3 de gas. Análogamente, se puede omitir cuando la conversión de trihaluro de aluminio en monohaluro de aluminio, en el convertidor 30 1, en particularmente alta, ya que ello conducirá a mayor



desprendimiento de calor por descomposición del monohaluro de aluminio. Aunque la operación de evaporación o evaporación instantánea se podría conseguir con el equipo construido directamente en el interior del aparato de descomposición preferiblemente se consigue un aumento de presión de la masa fundida salina caliente, en el sistema de la fig. 1, situando la cámara de descomposición por encima del depósito de evaporación instantánea o por un bombeo equivalente.

Se muestran sistemas modificados de la invención de la fig. 2, 3 y 4 donde los elementos de función idéntica o similar se designan con los mismos números de referencia que en la fig. 1. Mientras que en la fig. 1 la sal fundida pobre procedente del aparato 2 de descomposición se mezcla con la sal fundida enriquecida que llega al depósito A de evaporación instantánea desde el absorbedor 4, las operaciones de la fig. 2, 3 y 4 prevén la circulación de la sal fundida, u otro fluido de transmisión de calor, desde el aparato de descomposición a través de un cambiador de calor, para calentar la masa fundida salina rica procedente del absorbedor, sin tal mezclado. En tal caso la circulación de sal fundida a través del aparato de descomposición se efectúa ventajosamente de tal manera que no hay evaporación de tricloruro de aluminio gaseoso de condensación de gas A, tal sal en el aparato de descomposición. En el sistema de la fig. 1 las condiciones de funcionamiento del aparato 2 de descomposición pueden implicar algo de evaporación de tricloruro de aluminio de la corriente de masa fundida salina, recuperándose en el absorbedor tal pequeña adición al gas de los conductos 12 y 13.



Haciendo referencia a la fig. 2 la naturaleza y funcionamiento generales, con las excepciones últimamente indicadas antes, pueden ser las mismas respecto al aparato 2 de descomposición, enfriador 3 de gas (calentador de masa fundida) y absorbedor 4. Para mayor sencillez, en la fig. 2 (y análogamente en las 3 y 4) se omite la ilustración del convertidor y calentador de gas, y, análogamente, no se muestra en evaporador auxiliar 10 de la fig. 1, entendiéndose que se puede emplear tal dispositivo, con conexiones adecuadas al depósito principal de evaporación instantánea de la misma forma descrita para la fig. 1. La función general de los elementos principales de la fig. 2 es la misma que en la fig. 1. Así, el gas que se contiene monóxido de aluminio llega por el conducto 11 al aparato 2 de descomposición, donde la reacción produce aluminio fundido puro, descargado al conducto 27, y una corriente de tricloruro de aluminio gaseoso, que atraviesa el conducto 12, enfriador 3 de gas y conducto 13, al absorbedor 4 donde se condensa por absorción en mezcla salina fundida que se mantiene a la temperatura deseada mediante el enfriador 5 de masa fundida, aquí designado específicamente como enfriador A de masa fundida con las mismas conexiones de bombeo y conducción, 15P, 15 y 16.

La sal fundida, enriquecida por el tricloruro de aluminio absorbido, es bombeada por el conducto 17 mediante la bomba 17P, y a través de un lado del cambiador de calor 6, aquí designado como cambiador de calor A saliendo de este cambiador de calor por un conducto 18a. En el circuito de masa fundida salina eliminadora de calor a través del aparato 2 de descomposición, se incluye un conduc-



to de descarga, 26a, que lleva a un segundo cambiador de calor 60, desde el cual esta masa fundida fluye por otro conducto 62, un enfriador 61 de masa fundida (designado como enfriador B de masa fundida) y un conducto 63, vol-
5 viendo al aparato de descomposición. El flujo de este circuito avanza mediante una bomba 62P, tal como en el conducto 62. Para utilizar el contenido de calor de la masa fundida muy calentada procedente del aparato de descomposición el flujo de masa fundida enriquecida de absorbedor
10 llevada por el conducto 18a, se lleva a través del cambiador de calor 60, en relación de intercambio de calor con la masa fundida primero mencionada, y desde allí pasa al depósito 7a de evaporación instantánea. Preferiblemente se incluye en la tubería 64 una válvula reductora de presión
15 64V, para la misma función que la válvula 18V de la fig. 1 por tanto por descarga de la masa fundida rica en el depósito 7a de evaporación instantánea, que tiene una temperatura muy alta a causa de la transmisión de calor en el cambiador 60, y cuya presión es reducida en comparación con
20 el cambiador de calor 60, esta masa fundida hierve o se evapora instantáneamente, produciendo un flujo de tricloruro de aluminio gaseoso a alta temperatura en el conducto 19, para su retorno al calentador de gas y convertidor. Desde luego, la válvula 64V se ajusta para mantener una reducción de presión suficiente, según sea necesaria para el
25 desprendimiento del flujo de gas de una presión deseada.

El flujo de retorno de sal pobre desde el depósito 7a de evaporación instantánea, se efectúa por una tubería consistente en conductos sucesivos, 20a y 20b, que vuel-
30 ven al cambiador de calor 6, donde transmiten calor al flu-



jo, que va hacia adelante, de masa fundida rica que viene por el conducto 17. La sal pobre vuelve luego al absorbedor 4, por el conducto 21.

5 Para obtener resultados particularmente ventajosos, en el sistema de la fig. 2 se incluye un enfriador 3 de gas, que sirve para transmitir calor desde el gas de salida del aparato de descomposición a una corriente de masa fundida suplementaria que se lleva al cambiador de calor 6 para que coopere en la elevación de la temperatura del flujo de masa fundida enriquecida procedente del absorbedor 4. El circuito de masa fundida salina a través del enfriador 3 de gas comprende el conducto 24 en el que se incluye la bomba 24b que va desde el conducto 21 de retorno de masa fundida salina pobre hasta el enfriador 3 de gas. Desde el enfriador 3 de gas la masa fundida calentada pasa a través del conducto 65 al lado de calentamiento del cambiador de calor 6. Por tanto, el calor suplementario que se saca del enfriador 3 de gas se emplea para elevar la temperatura de la masa fundida salina enriquecida, antes de su calentamiento final en el cambiador de calor 60.

15 El sistema y funcionamiento de la fig. 3 son esencialmente los mismos que en la fig. 2. En este sistema se toman medidas para calentar el trihaluro de aluminio gaseoso desprendido, hasta una temperatura extremadamente alta. En el circuito de masa fundida salina, o líquido equivalente de transmisión de calor. A través del aparato 2 de descomposición, el flujo de masa fundida salina calentada procedente del aparato de descomposición, en un conducto 66, se dispone de forma que pase a través de otro cambiador de calor 68, y luego continúa por un conducto 70 hasta el



5 cambiador de calor 60, donde se efectúa la transmisión principal de calor, al flujo de sal enriquecida, para la evaporación de tricloruro de aluminio gaseoso de la misma, en el depósito 7a de evaporación instantánea. El circuito de retorno de masa fundida desde el cambiador de calor 60 al aparato 2 de descomposición es el mismo que en la fig. 2.

10 El tricloruro de aluminio gaseoso desprendido en el depósito 7a de evaporación instantánea pasa por el conducto 19a al cambiador de calor 68, para nuevo calentamiento, de forma que se produzca un suministro de gas a temperatura muy alta en el conducto 19b que lleva al calentador de gas y combertidor del sistema de refinación del aluminio. El cambiador de calor 68, que se puede designar como cambiador de calor C, puede ser de cualquier tipo adecuado; por ejemplo, puede parecerse, igual que el cambiador de calor 15 60, al cambiador de calor 6, o bien, alternativamente, al cambiador de calor C puede ser un dispositivo de contacto gas-líquido en contracorriente, de la clase que se muestra en la fig. 1 para el enfriador 3 de gas, si se toman las 20 medidas apropiadas, tales como medios suplementarios de bombeo y de válvula (que no se muestran), para mantener la presión deseada en el dispositivo 68, y también con tal de que la mezcla salina fundida u otro líquido, sea apropiada para su exposición al trihaluro de aluminio gaseoso a alta 25 temperatura.

30 En los sistemas de las figs. 2 y 3, el calor de descomposición del monocloruro de aluminio en el aparato 2 de descomposición es transmitido a la sal fundida enriquecida primordialmente a través del cambiador de calor B. Se consigue una nueva recuperación de calor con el cambiador de



calor A, para elevar la temperatura de la sal enriquecida, al tiempo que se deriva un calor adicional de la etapa de calentamiento de la masa fundida en el enfriador 3 de gas, utilizandose tal calor en el cambiador de calor A. El control eficaz de temperatura de las operaciones del depósito de evaporación instantánea se puede producir por ajuste del flujo de conducto 24, mediante la bomba 24P. Cuando la masa fundida salina calentada procedente del aparato 2 de descomposición tiene una temperatura de 850°C, la operación del sistema de la fig. 2 puede producir en el conducto 19 una corriente de tricloruro de aluminio gaseoso a aproximadamente 700°C, pero en el sistema de la fig. 3 la corriente gaseosa del conducto 19b estaría a aproximadamente 840°C.

La fig. 4 muestra un sistema simplificado en general similar a la fig. 2. Aquí, el tricloruro de aluminio gaseoso procedente del aparato 2 de descomposición pasa por un conducto 72 directamente al absorbedor 4, omitiendose el enfriador de gas/calentador de masa fundida. Análogamente en el circuito de la masa fundida, u otro líquido de transmisión de calor a través del aparato 2 de descomposición, se puede omitir el enfriador B de masa fundida de las figs. 2 y 3. Así, el circuito de masa fundida a través del aparato de descomposición comprende un conducto 26a que conduce masa fundida calentada al cambiador de calor 60, desde el cual retorna el flujo al aparato de descomposición, por un conducto 73, que tiene una bomba 73P.

El flujo hacia adelante de la masa fundida salina rica, desde el cambiador de calor 6 al depósito 7a de evaporación instantánea, pasa por el conducto 74, el lado de recepción de calor del cambiador de calor 60, y el conducto 64.

19 NOV 56

Tal como se muestra, puede ser deseable en el conducto 74 una válvula 74V reductora de presión, así como la válvula 64V reductora en el conducto 64, para estar seguros de que no hay evaporación instantánea apreciable de la masa fundida rica en el cambiador de calor 60, debida a la alta temperatura allí alcanzada. Desde luego, si se desea, se puede incluir análogamente una válvula reductora adicional (que no se muestra) en el conducto 18a de las figs. 2 y 3. La masa fundida salina pobre de retorno, procedente del depósito 7a de evaporación instantánea, se desplaza al cambiador de calor 6 por un conducto 20c, y luego vuelve al absorbedor 4 por el conducto 21.

El funcionamiento del sistema de la fig. 4 es esencialmente similar a la operación de la fig. 2. La corriente en circulación de masa fundida salina (o fluido equivalente) que pasa por el circuito está análogamente aislada de la del absorbedor, y en este caso todo el calor de descomposición que se ha de emplear para producir tricloruro de aluminio gaseoso a alta temperatura se suministra por el cambiador de calor B, con el cambiador de calor A sin embargo, realizando su importante función cooperadora (tal como en las figs. 1, 2 y 3) para conseguir alta temperatura en el depósito de evaporación instantánea. El sistema se simplifica omitiendo el enfriador de gas (calentador de masa fundida), pero correspondientemente, le faltan ciertas funciones del mismo (incluyendo la especial conveniencia del control o regulación), como se ha explicado en relación con la fig. 1. Dado que también se omite el enfriador B de masa fundida (de la fig. 2), la operación del enfriador A de masa fundida se debe diseñar para que efectúe una carga



de enfriamiento relativamente grande.

Como se ha indicado antes, se pueden emplear aparatos de descomposición del tipo de salpicadura, en vez del aparato de descomposición ilustrado en la fig. 1. Las figs. 5 y 6 muestran un ejemplo de aparato en el que el monóxido de aluminio gaseoso es descompuesto por contacto con aluminio fundido salpicado o pulverizado. En el diagrama de planta de la fig. 5, el gas que contiene monóxido de aluminio entra por la lumbrera 80, pasa a través de las cámaras 81, donde se pone en contacto con aluminio líquido salpicado desde un charco o depósito 82 (fig. 6) del metal mediante un par de elementos rotatorios tipo tornillo, 83 y 84. Las cámaras 81 están intercomunicadas (para líquidos y gases) por las compuertas 85. El tricloruro de aluminio gaseoso sale por una lumbrera 86 situada en el extremo de la fila de cámaras 81 más alejado de la lumbrera 80. Un pozo 87 de enfriamiento se comunica con las cámaras 81 por los túneles 88, por debajo del nivel de metal (fig. 6) y agujeros 89 de respiración para proporcionar la igualación de presión.

Una capa 90 de sal fundida recubre al metal en el pozo 87 de enfriamiento. Ventajosamente, la masa fundida se desplaza a lo largo del pozo 87, en contacto de intercambio de calor con el metal, entrando por una lumbrera 91 por el mismo extremo que la lumbrera 86 de salida de gas, y descargándose por una lumbrera 92.

El aparato de descomposición que se muestra en las figs. 7, 8 y 9 comprende una serie de cámaras 81, y salpicadores 83 y 84, lumbreras 80 y 86 y pasos 85. La masa fundida salina se introduce directamente en las cámaras 81 por



5 las lumbreras 95, adyacentes a las lumbreras 80 y 86 de gas. Así, la sal fundida pasa a través de las cámaras de salpicadura del aparato de descomposición, íntimamente mezclada con el aluminio fundido, y en cada zona se salpica una mezcla de masa fundida y metal, para enfriar y descomponer al monocloruro de aluminio gaseoso. Se disponen unos pozos cerrados 96 y 97 para descarga de masa fundida salina y aluminio metálico. Los pozos 96 y 97 se comunican entre sí a través de un paso 98, y con el charco 99 de masa fundida salina y metal, de las cámaras 81, a través de túneles. En los pozos 96 y 97 la masa fundida se acumula en una capa 102 por encima de la mezcla, para su descarga continua por una lumbrera 103 de la pared 97. El aluminio se acumula en una capa 104 en el fondo, en una porción hundida del pozo 96, para retirarlo por una lumbrera 105. Los pozos 96 y 97 tienen unos agujeros 106 y 107 de respiración, para igualar la presión, en las cámaras 81 de salpicadura adyacentes.

15 Las composiciones adecuadas para la sal fundida usada en la presente invención consisten en haluro de aluminio normal y uno o varios otros haluros metálicos elegidos de tal forma, y en tales proporciones que sean estables y estén fundidos, y que absorban y desprendan el haluro normal, bajo condiciones apropiadas. Una masa fundida desusadamente adecuada consiste en tricloruro de aluminio y cloruro sódico; otros ejemplos de haluros metálicos útiles en combinación con el haluro de aluminio son aquellos de metales alcalinos y alcalinotérreos (incluyendo magnésio), elegidos de forma apropiada como cloruro o bromuro. Otras composiciones de masa fundida son una mezcla

19 NOV 1951



5 de cloruro de aluminio y cloruro potásico, y una mezcla ternaria de cloruros de aluminio, potasio y sodio. Para su mezclado con el haluro de aluminio, se prefieren uno o más haluros de metales alcalinos (por ejemplo Na, K, Li), y tienen la propiedad común de proporcionar una mezcla salina fundida más ligera que el aluminio fundido. Una mezcla fundida de tribromuro de aluminio y bromuro de bario es un ejemplo de masa fundida que tiene un peso específico mayor que el del aluminio fundido, y que se acumularía debajo del aluminio en ciertos aparatos de descomposición que se muestran en los dibujos. En general, una mezcla salina adecuada consiste esencialmente en trihaluro de aluminio y otro haluro metálico, y que, en estado fundido, es capaz de absorber el trihaluro de aluminio apropiado, de la fase gaseosa.

10 Cuando el líquido de transmisión de calor no absorbe ni desprende trihaluro de aluminio gaseoso, y no se mezcla con la masa fundida salina del circuito del absorbedor, las anteriores mezclas salinas son aún adecuadas, pero también se pueden usar otras composiciones que no tienen trihaluro de aluminio. En tales casos se pueden emplear muchas sales fundidas, o mezclas salinas u otros materiales que sean líquidos a las temperaturas requeridas, y que sean inertes respecto a los materiales con los que han de entrar en contacto.

25 A continuación, con referencia a una u otra de las figs. 1 a 4, se describen ejemplos específicos del método de la invención, tal como se aplica a la refinación de monocloruro de aluminio.

30 En estos ejemplos, las masas fundidas salinas con-



sisten en mezclas de tricloruro de aluminio y cloruro sódico, y las composiciones de éstas y de las mezclas gaseosas se caracterizan en términos del tanto por ciento en moles de los ingredientes. En todos los casos, la reacción de descomposición se efectúa de forma que la masa fundida salina calentada sale del aparato 2 de descomposición a una temperatura bien por encima del punto de fusión del aluminio puro.

Para mayor facilidad de comparación, todos los ejemplos se refieren a la producción de 1 ton de aluminio metálico puro por hora, retirado en estado fundido, a presión atmosférica, por la tubería 27. Las composiciones de los flujos gaseosos desde el combertidor al absorbedor se expresan despreciando su contenido de impurezas en forma de gases permanentes (tales como hidrógeno y metano), que se puede suponer que se expulsan a la atmósfera por el conducto 14 (a 200°Cm excepto en el ejemplo 5 en que son 475°C), a aproximadamente 2,8 m³/ hora.

Los datos de flujos de materiales relacionados con los diversos puntos de los circuitos de gas y masa fundida salina, y, para mayor brevedad de la descripción y tabulación de los ejemplos, tales puntos, se denominan en las figs. 1 a 4 mediante números de referencia especiales, que se muestran entre parentesis en los dibujos, según la siguiente tabla índice.

Tabla 1.- Índice

<u>Número del punto</u>	<u>Descripción</u>
201	Gas al aparato 2 de descomposición, conducto 11.



Tabla 1.-Indice (continuación)

	<u>Número del punto</u>	<u>Descripción</u>
5	202	Gas que sale del aparato 2 de descomposición, conducto 12.
	203	Gas al enfriador 3 de gas, conducto 12.
	204	Gas al absorbedor 4, conducto 13 ó 72.
	205	Gas que sale del depósito 7 ó 7a de evaporación instantánea, conducto 19 ó 19a.
10	206	Gas que sale del cambiador de calor 68, conducto 19b.
	207	Gas que sale del depósito 9 de evaporación instantánea, conducto 32.
15	211	Masa fundida que sale del aparato 2 de descomposición, conducto 26, 26a ó 66.
	212	Masa fundida que sale del cambiador de calor 68, conducto 70.
	213	Masa fundida (pobre) que sale del depósito 7 ó 7a de evaporación instantánea, conducto 20, 20a ó 20c.
20	214	Masa fundida (rica) al depósito 7 ó 7a de evaporación instantánea, conducto 18 ó 64
	215	Masa fundida al aparato 2 de descomposición conducto 63 ó 73.
25	216	Masa fundida (pobre) al cambiador de calor 6, conducto 20, 20b ó 20c.
	217	Masa fundida (rica) al cambiador de calor 6, conducto 17.
	218	Masa fundida (pobre) que sale del cambiador 6, conducto 21.
30	219	Masa fundida (rica) que sale del cambiador de calor 6, conducto 18, 18a ó 74.



Tabla 1.- Indice (continuación)

<u>Número del punto</u>	<u>Descripción</u>
5 220	Masa fundida (rica) al cambiador de calor 60 conducto 18a ó 74.
221	Masa fundida (pobre) al absorbedor 4, conducto 21.
222	Masa fundida (procedente del enfriador) al absorbedor 4, conducto 15.
10 223	Masa fundida (al enfriador) que sale del absorbedor 4, conducto 15.
224	Masa fundida (rica) que sale del absorbedor 4, conducto 17.
15 225	Masa fundida al depósito 9 de evaporación instantánea, conducto 22.
226	Masa fundida que sale del depósito 9 de evaporación instantánea conducto 23.
227	Masa fundida al enfriador 3 de gas, conducto 24.
20 228	Masa fundida que sale del enfriador 3 de gas, conducto 65.
229	Masa fundida que sale del cambiador de calor 60, conducto 62 ó 73.

25

Ejemplo 1

30

En este ejemplo, el método es tal como se ha descrito antes para la fig. 1 teniendo el gas de entrada del conducto 11 50,4% en moles de $AlCl_3$ y 49,6% en moles de $AlCl$. Mas allá del aparato 2 de descomposición, los flujos de gases de los puntos 202, 203, 204 y 205, se consideran como 100% de $AlCl_3$;



5 sudediendo lo mismo en todos los demas ejemplos siguientes. El gas entra en el aparato 2 de descomposición a una presión de 1 atm, en el enfriador 3 a 0,5 atm, y en el absorbedor 4 a 0,3 atm. al evaporarse del depósito de evaporación instantánea, el $AlCl_3$ gaseoso es suministrado al conducto 19 a 1,5 atm. y $650^{\circ}C$. Las presiones de masa fundida salina que entra y sale del absorbedor 4 (puntos 221-224) son 0,3 atm y (0,5 atm al entrar en el depósito 9 de evaporación instantánea), y en los conductos que entran y salen del depósito 7 de evaporación instantánea (puntos 213, 214, y 216) 1,5 atm, elevandose la presión de la masa fundida que sale del aparato de descomposición, desde 1 atm. allí existentes hasta las deseadas 1,5 atm en el depósito. La masa fundida rica, procedente de la bomba 17P entra en el cambiador de calor 6 a 5 atm (217), sale a 4 atm (219) y la válvula 18V reduce su presión a 1,5 atm (214) como antes.

10 La masa fundida caliente procedente del aparato de descomposición (211) que tiene una composición de 50,4% en moles de $AlCl_3$ y 49,6% en moles de $NaCl$. En la masa fundida rica (puntos 214, 217, 219, 222, 223 y 224) los tantos por ciento en moles correspondientes son 62,0 y 38,0 y en la masa fundida pobre (213, 216, 218, 221, 225 y 227) son 52,1 y 47,9. Las temperaturas y caudales son los indicados en las siguientes tablas. Se puede hacer observar aquí que la operación según la fig. 1, tiene otra ventaja, ya que en general no se requiere intercambio de calor para operar a las 15 20 25 temperaturas más altas.

Ejemplo 3

30 La operación y condiciones son para el método de la fig. 1, pero utilizando una disposición en contracorriente



de la masa fundida salina caliente, y desprendiendo gas en el depósito A de evaporación instantánea, como en la fig. 1-A de forma que el AlCl_3 gaseoso se suministra al conducto 19 a alta temperatura, es decir, 750°C a 1,5 atm, bien por encima de aquella a la que sale la masa fundida salina por el conducto 20 (aquí igual a 680°C).

El gas del convertidor que entra (conducto 11), a 1250°C contiene aproximadamente 50% en moles de tanto AlCl_3 como AlCl . La presión de los flujos de gas o masa fundida salina es de aproximadamente 1 atm. en los puntos 201, 203, 204, 211, 218, 221, 224 y 227, 1,5 atm en los puntos 205, 213, 214, 216 y 225, y aproximadamente 6,7 atm en 217 y 219. Las proporciones de AlCl_3 y NaCl en los flujos de masa fundida salina, en tanto por ciento en moles son 49,5 a 50,5 en 211, 62,0 a 38,0 para la masa fundida salina rica y 53,0 a 47,0 para la masa fundida salina pobre, en los mismos puntos que en el ejemplo 1. Otros valores son tal como se tabulan más adelante.

Ejemplo 4

De nuevo las operaciones y condiciones son para la fig. 1, efectuada sin la característica de depósito de evaporación instantánea en contracorriente, pero fijas de forma que se proporcione un suministro de AlCl_3 gaseoso en el conducto 19 a 700°C y 1,5 atm. Las composiciones del gas de entrada de tricloruro de aluminio y monocloruro de aluminio, y otros gases y masas fundidas, en tanto por ciento en moles, y las condiciones de presión, son tal como se han indicado para el ejemplo 3, salvo en que los flujos de masa fundida salina pobre tienen 52,6% en moles de AlCl_3 y 47,4% en moles de NaCl , y la presión de la masa fundida, en los pun-



tos 217 y 219, es de aproximadamente 7,5 atm. Otros valores son tal como se tabularán más adelante.

Ejemplo 5

5 En este ejemplo (véase fig. 1) se omite el enfriador
3 de gas, ya sea omitiendo el propio dispositivo o simplemente
dejando sin funcionar la bomba 24P. Bajo tales circunstancias,
se obtiene de todas formas en el conducto 19 de suministro
del convertidor un AlCl_3 gaseoso a alta temperatura,
10 es decir, 690°C , a 1,5 atm, cuando el convertidor se hace
operar a mayor conversión, suministrando gas en el conducto
11 a 1300°C que contiene 28,3% en moles de AlCl_3 y 71,5% en
moles de AlCl . Las presiones de los flujos de gas y masa fundida
15 salina son generalmente las mismas que en los ejemplos
3 y 4 (incluyendo latm en 207 y 226), salvo en que la presión
de la masa fundida salina en 217 y 219 es de aproximadamente
3,5 atm.. La composición de la masa fundida salina en
el punto 211 es análogamente la misma pero los tantos por
20 ciento en moles de AlCl_3 y NaCl son 57,0 a 43,0 para la masa
fundida salina rica, y 53,0 a 47,0 para la masa fundida
salina pobre, quedando la última ligeramente más pobre (52,0
a 48,0) al salir del depósito 9 de evaporación instantánea
(en 226) desde luego de forma análoga a los ejemplos precedentes.
Otros valores son tal como se tabulan más adelante.

Ejemplo 6

25 Aquí se sigue el método como en la fig. 2, empleando
una circulación cerrada de masa fundida transmisora de calor
a través del aparato 2 de descomposición y cambiador de calor
30 (B) 60, aproximadamente a presión atmosférica (211,229

19 NO



y 215) y composición constante, por ejemplo 49,5% en moles de AlCl_3 y 50% en moles de NaCl . La composición y presión del gas recibido del convertidor, y del gas del aparato 2 de descomposición al absorbedor 4, son como en los Ejemplos 3 y 4, siendo aquí la operación tal que se produce AlCl_3 gaseoso en el conducto 19 a 700°C y 1,5 atm. Las presiones en los circuitos de masa fundida salina, que incluyen el cambiador de calor 6, absorbedor 4 y enfriador 3 de gas, son también como las de los puntos correspondientes de los Ejemplos 3 y 4, salvo en que la masa fundida salina rica se bombea al cambiador de calor 6 a 13 atm., y sale del cambiador de calor 6 a 9 atm, cayendo a 1,5 atm. a medida que entra en el depósito 7a de evaporación instantánea. Las composiciones de masa fundida salina rica (en los puntos 214, 219, 222-224) y masa fundida salina pobre (en los puntos 213, 216, 218, 221, 227 y 228) son las mismas que en el ejemplo 4. Otros valores son tal como se tabulan más adelante.

Ejemplo 7

El método es el de la fig. 3, incluyendo la etapa adicional de intercambio de calor en el dispositivo 68 entre la masa fundida salina caliente procedente de aparato 2 de descomposición, y el gas desprendido en el depósito 7a de evaporación instantánea, de forma que el AlCl_3 gaseoso desprendido en el conducto 19b para suministro al calentador de gas y convertidor, puede tener una temperatura muy alta, es decir, de 840°C , a 1,5 atm. Las composiciones y presiones de los flujos de gas y masa fundida, salina, en todos los demás puntos, son iguales que las de los puntos correspondientes de la operación del Ejemplo 6. Los



valores de temperatura y caudal de masas fundidas son tal como se tubulan más adelante.

Ejemplo 8

5 Las operaciones y condiciones son para la fig. 4 en la que se omite el enfriador de gas y también el enfriador B de masa fundida de las figs. 2 y 3. El $AlCl_3$ gaseoso es producido para suministro al combertidor por el conducto 19 a $700^{\circ}C$ y 1 atm. Las composiciones de los gases (incluyendo el gas que contiene monocloruro de aluminio, procedente del combertidor, en 201) y las presiones de flujo de gas y masa fundida son iguales que para los puntos correspondientes de los ejemplos 6 y 7, salvo en que la presión de la masa fundida salina rica, que entra en el cambiador de calor 6 a 113 atm (punto 217) se reduce a 4,7 atm a medida que entra en el cambiador de calor 60 (punto 220). Las composiciones de la masa fundida salina en circulación cerrada, masa fundida salina rica y masa fundida salina pobre, son también las mismas que en los Ejemplos 6 y 7.

20 En las tablas siguientes se exponen las temperaturas (en $^{\circ}C$) y caudales (en ton/hora) de diversas corrientes de gas y masa fundida de los Ejemplos 1 a 8, en los puntos (según sea pertinente para cada caso) designados por los números de referencia de la Tabla 1, que también se muestran en las figs. la 4.

25

Tabla 2 (fig.1)

Punto nº	Temp. $^{\circ}C$	Ejemplo 1		Ejemplo 2		Ejemplo 3 (fig. 1-A)		Ejemplo 4		Ejemplo 5	
		Temp. $^{\circ}C$	Caudal ton/ho-ra	Temp. $^{\circ}C$	Caudal ton/ho-ra	Temp. $^{\circ}C$	Caudal ton/ho-ra	Temp. $^{\circ}C$	Caudal ton/ho-ra	Temp. $^{\circ}C$	Caudal ton/ho-ra
30											
201	1250	11	1250	11	1250	11	1250	11	1300	6,5	
202	650	14,5	600	15	670	13,5	670	11,1	670	8,4	



Tabla 2 (fig. 1) continuación

Punto nº	Temp. °C	<u>Ejemplo 1</u>		<u>Ejemplo 2</u>		<u>Ejemplo 3</u> (fig. 1-A)		<u>Ejemplo 4</u>		<u>Ejemplo 5</u>	
		ton/hora	Caudal Tem °C	ton/hora	Caudal Tem °C	ton/hora	Caudal Tem °C	ton/hora	Caudal Tem °C	ton/hora	Caudal Tem °C
203	650	14,5	600	15	670	14,8	670	14,6			
204	450	14,5	500	15	450	14,8	450	14,6	670	9,9	
205	550	10	600	10	750	10	700	10	690	5,5	
207					670	1,3	670	3,5	660	1,5	
211	750	92,3	850	37,4	850	48	850	48	850	40,6	
213	650	137,5	600	37,9	680	92,5	700	94,8	680	121,4	
216	650	57,9	600	48,3	680	50	700	52,8	680	76,4	
219	519	55,2	417	46,5	607	54,5	630	56,8	643	86,3	
221	350	40,7	400	31,5	236	39,7	238	42,2	490	76,5	
222	150	241	150	240	150	240	150	241	350	67	
223	200	241	200	275	200	240	200	241	475	67	
224	200	55,2	200	46,5	200	54,5	200	56,8	475	86,3	
225	650	79,6	600	25,6	680	42,5	700	42	680	45	
226	650	79,6	600	25,6	670	41,2	670	38,5	660	43,5	

Tabla 3

Punto nº	<u>Ejemplo 6</u> (fig. 2)		<u>Ejemplo 7</u> (fig. 3)		<u>Ejemplo 8</u> (fig. 4)	
	Temp. °C	ton/hora	Temp. °C	ton/hora	Temp. °C	ton/hora
201	1250	11	1250	11	1250	11
202	670	10	670	10		
204	370	10	370	10	670	10
205	700	10	700	10	700	10
206			840	10		
211	850	55,5	850	55,5	850	55,5
212			812	55,5		
213	700	29,7	700	29,7	700	29,7



Tabla 3 (continuación)

Punto nº	Ejemplo 6 (fig. 2) Caudal		Ejemplo 7 (fig. 3) Caudal		Ejemplo 8 (fig. 4) Caudal		
	Temp. °C	ton/hora	Temp. °C	ton/hora	Temp. °C	ton/hora	
5	214	792	39,7	792	39,7	792	39,7
	215	660	55,5	660	55,5	660	55,5
	216	670	43,2	670	43,2		
	218	258	43,2	258	43,2	250	29,7
	219	650	39,7	650	39,7	536	39,7
	221	258	29,7	258	29,7		
10	222	150	161	150	162	150	250
	223	200	161	200	162	200	250
	224	200	39,7	200	39,7	200	39,7
	227	258	13,5	258	13,5		
	228	603	13,5	603	13,5		
15	229	723	55,5	685	55,5	600	55,5

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, con fecha 8 de Noviembre de 1.965, bajo el Nº 506.811, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

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.- Procedimiento para recuperar aluminio por destilación de subhaluro, en el cual una corriente de trihaluro de



aluminio gaseoso es hecha reaccionar con metal que contiene aluminio, en una zona de conversión a temperatura elevada, para producir monohaluro de aluminio gaseoso, que es descompuesto por contacto con una corriente de refrigerante líquido, en una zona de descomposición, para liberar aluminio metálico y una corriente de trihaluro de aluminio gaseoso, que es absorbido por una mezcla salina fundida que contiene trihaluro de aluminio, en una zona de absorción, siendo la mezcla salina fundida rica en trihaluro de aluminio hecha avanzar nuevamente desde la zona de absorción hasta una zona de evaporación, en la cual el trihaluro de aluminio gaseoso se desprende continuamente para retorno a la zona de conversión y la mezcla salina fundida es hecha volver continuamente a la zona de absorción, caracterizado porque la mezcla salina rica en trihaluro de aluminio que avanza es calentada continuamente sea en dicha zona de evaporación o antes de entrar en dicha zona de evaporación por medio del refrigerante líquido calentado hecho avanzar desde la zona de descomposición, para desprender continuamente trihaluro de aluminio gaseoso, en dicha zona de evaporación, a una presión suficiente para impulsar dicho trihaluro de aluminio gaseoso a través de dichas zonas de conversión y zona de descomposición, hasta dicha zona de absorción.

2.- Procedimiento según el punto 1, caracterizado porque la mezcla salina fundida se hace avanzar desde la zona de absorción hasta la zona de evaporación a través de una primera zona de intercambio de calor, donde la mezcla salina fundida que avanza es calentada por intercambio de calor con mezcla salina fundida que vuelve desde dicha zona de evaporación a dicha zona de absorción y en una segunda zona de



intercambio de calor en la que la mezcla salina fundida que avanza, rica en trihaluro de aluminio, es calentada mediante el refrigerante líquido que vuelve de la zona de descomposición.

5

3.- Procedimiento según el punto 2, caracterizado además porque el refrigerante líquido empleado en la zona de descomposición es una mezcla salina fundida que incorpora los mismos componentes de la mezcla salina fundida de la zona de absorción, y porque la mezcla salina fundida se hace avanzar desde la zona de evaporación a la zona de descomposición donde capta calor al enfriar y descomponer el monohaluro de aluminio, y se devuelve a la zona de evaporación en estado muy calentado, para mezclarla con la mezcla salina que avanza, rica en trihaluro de aluminio, procedente de la zona de absorción, constituyendo de esta forma la zona de evaporación la segunda zona de intercambio de calor.

10

15

20

4.- Procedimiento según el punto 1, 2 ó 3, caracterizado además porque la mezcla salina fundida procedente de la zona de absorción se hace avanzar bajo condiciones de presión elevada, a través de al menos una zona de intercambio de calor, y experimenta una reducción de presión antes de entrar en la zona de evaporación.

25

5.- Procedimiento según el punto 3, caracterizado además porque se retira mezcla salina fundida, para que avance a la zona de descomposición de la mezcla salina fundida que vuelve al absorbedor, después de que dicha mezcla salina que vuelve ha pasado a través de dicha primera zona de intercambio de calor.

30

6.- Procedimiento según el punto 5, caracterizado además porque dicha mezcla salina, durante su avance a la zo-



na de descomposición, se pone en contacto directo de intercambio de calor, en una zona de enfriamiento de gas, con trihaluro de aluminio gaseoso que pasa desde la zona de descomposición a la zona de absorción.

5

7.- Procedimiento según el punto 2, caracterizado además porque una porción de la mezcla salina que vuelve desde dicha primera zona de intercambio de calor a dicha zona de absorción, se hace avanzar a una zona de enfriamiento de gas, en la que se pone en contacto directo de intercambio de calor con trihaluro de aluminio gaseoso que pasa desde la zona de descomposición a la zona de absorción, devolviéndose dicha porción de mezcla salina desde dicha zona de enfriamiento de gas a la mezcla salina que vuelve a la zona de absorción, en un punto entre la zona de evaporación y la entrada a dicho primer cambiador de calor.

10

15

8.- Procedimiento según el punto 2, caracterizado además porque el refrigerante líquido que vuelve de la zona de descomposición pasa a través de una tercera zona de intercambio de calor, antes de entrar en la segunda zona de intercambio de calor, y está en contacto de intercambio de calor, en dicha tercera zona de intercambio de calor, con trihaluro de aluminio gaseoso que avanza desde la zona de evaporación a la zona de conversión.

20

25

9.- Procedimiento según el punto 2, caracterizado además porque el refrigerante líquido procedente de la zona de descomposición es aislado de la mezcla salina rica en trihaluro de aluminio en la segunda zona de intercambio de calor, y se hace avanzar desde la segunda zona de intercambio de calor a la zona de descomposición, y la mezcla salina que avanza, rica en trihaluro de aluminio, procedente de la zona

30



de absorción, se hace avanzar a presión elevada a través de la primera zona de intercambio de calor, experimenta una reducción parcial de presión entre la primera zona de intercambio de calor y la segunda zona de intercambio de calor, y experimenta otra reducción de presión durante su paso desde la segunda zona de intercambio de calor a la zona de evaporación.

5

10.- Procedimiento para recuperar aluminio por destilación de subhaluro.

10

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

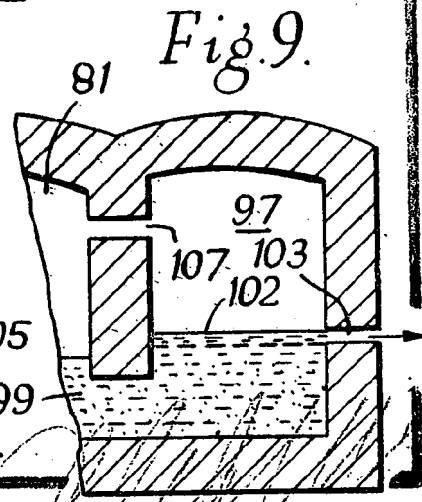
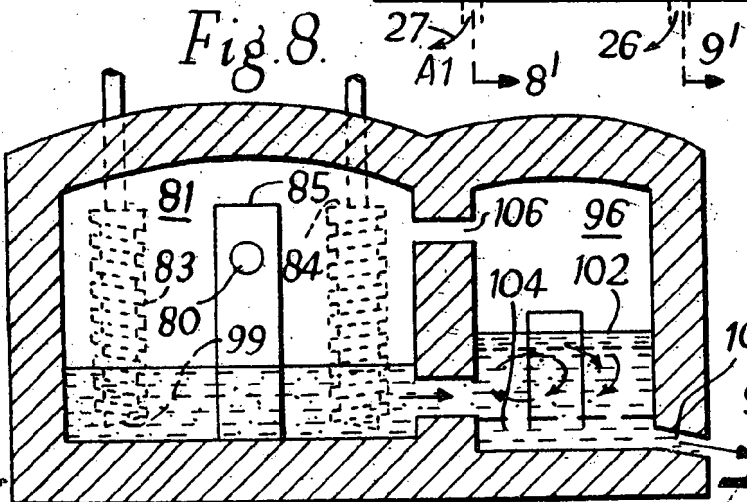
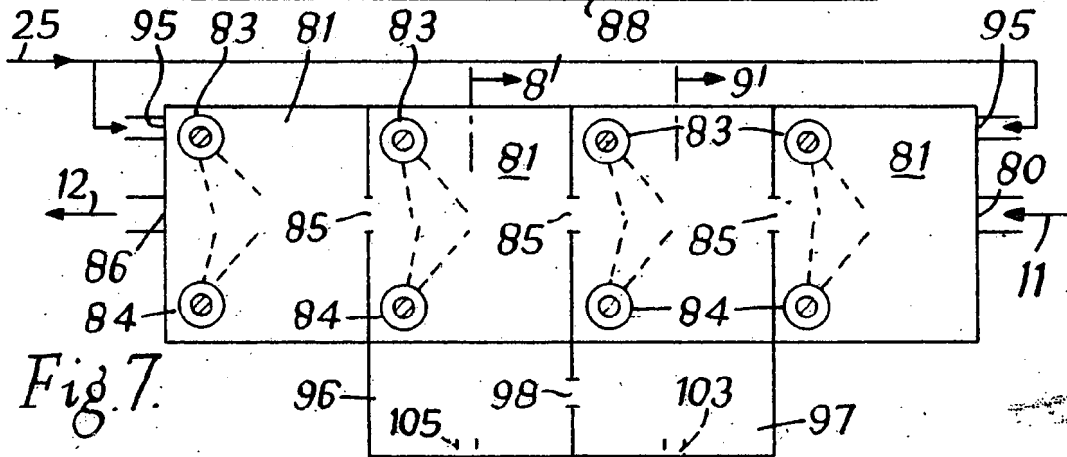
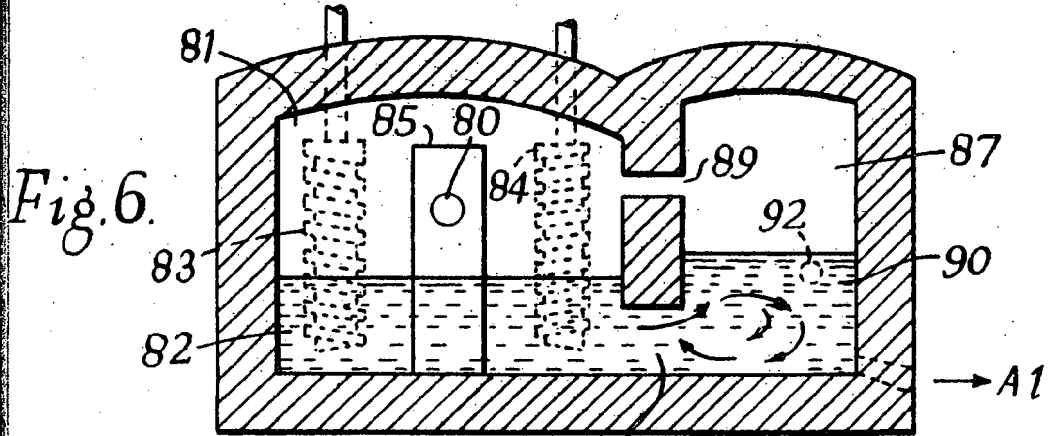
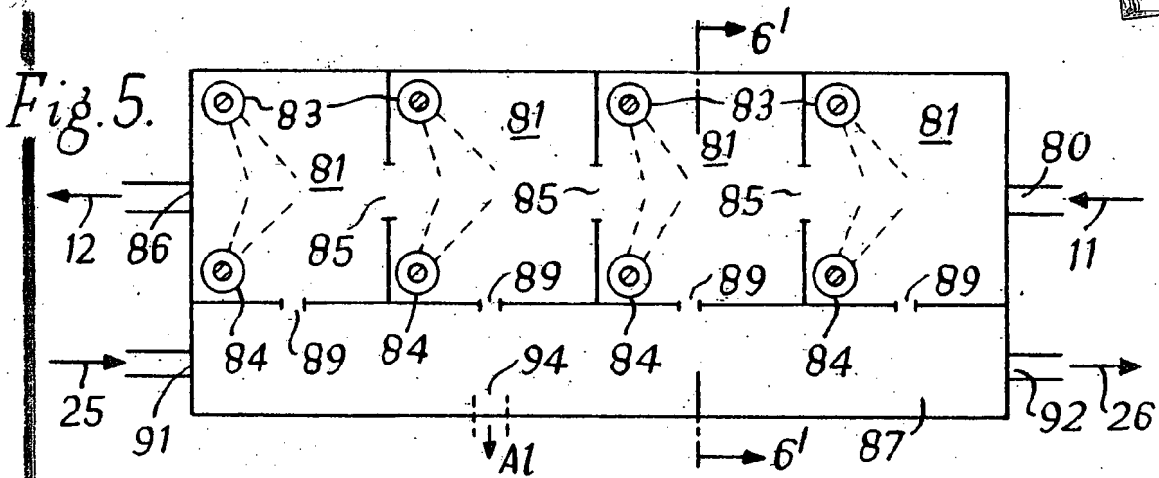
La presente Memoria consta de 48 hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

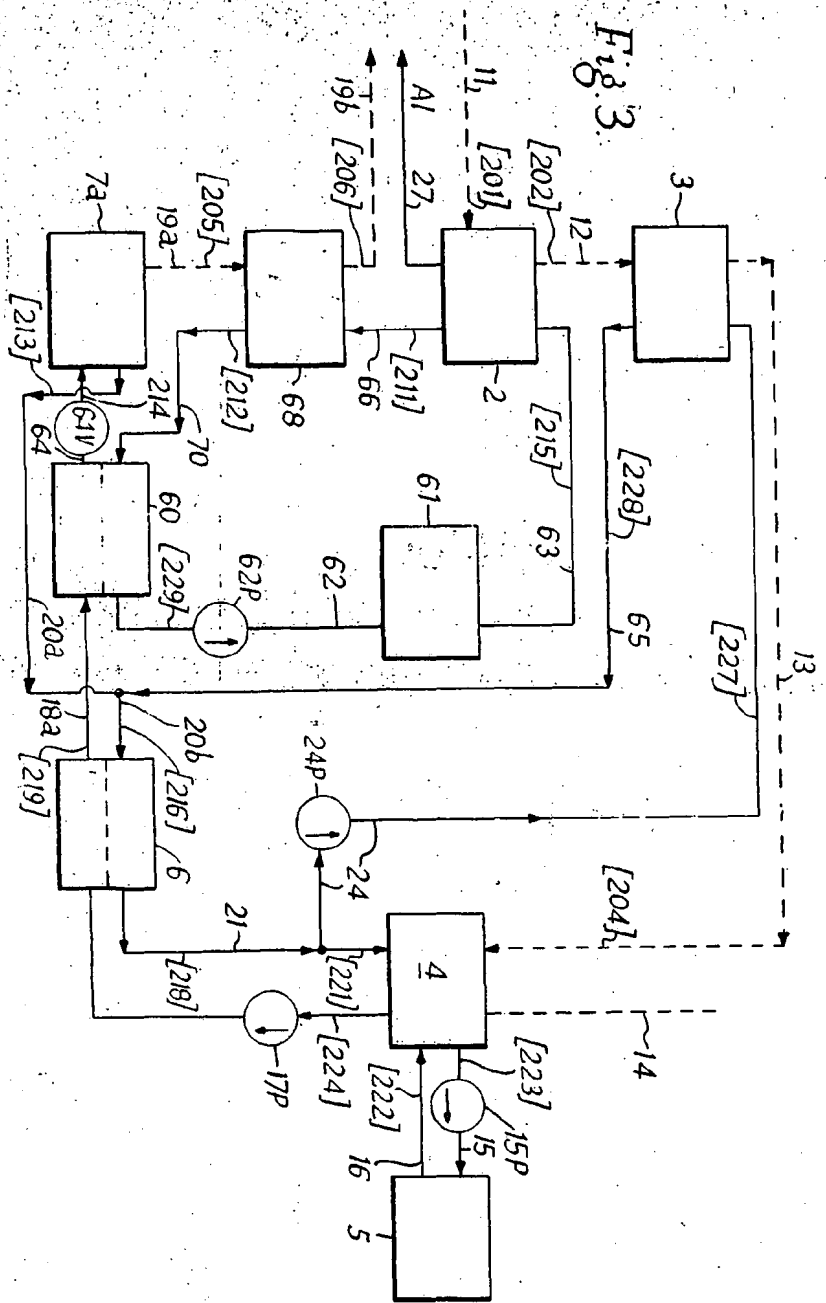
Madrid,

19 NOV. 1922

P. A.

Alberto de Ezaburo
Por Poder





Handwritten signature or initials



