

439808

20 SET. 1975

P.- 60.988

Nº 19412

Case: 51

HL 41255

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INTRODUCCION

A nombre de NUCLEAR ENGINEERING COMPANY, INC.

entidad norteamericana

establecida en 9200 Shelbyville Road, Louisville, Kentucky, Estados Unidos de América.

por: "UN METODO DE TRATAR MATERIAL RESIDUAL RADIOACTIVO HUMEDO"

12.9.75

- 1 -

**POOR
QUALITY**

Antecedentes de la invención: La presente invención se refiere a perfeccionamientos en la ELIMINACION DE RESIDUOS RADIATIVOS, y más particularmente a la eliminación de residuos radiactivos inmovilizándolos dentro de una masa sólida para su almacenamiento y/o enterramiento.

Es bien sabido que se forman productos residuales como resultado natural de la actividad que implica el uso de isótopos radiactivos. Por ejemplo, se forman productos residuales durante el funcionamiento de reactores atómicos y similares, y estos productos residuales pueden obtenerse directamente de las fuentes de radiación primarias, o secundariamente por creación de isótopos a partir de metales no radiactivos o similares. Para asegurar una continuación eficiente regular de los procesos atómicos que generan tales materiales residuales, han de proporcionarse medios eficientes de eliminación, tanto para productos residuales primarios como secundarios.

Actualmente, se ha logrado la eliminación inmovilizando los residuos en un bloque sólido, y posterior eliminación en el mar o por enterramiento en un lugar de enterramiento especialmente diseñado. El enterramiento en el mar requiere cada vez más preparación, por los efectos a largo plazo de ciertos componentes contaminantes que podrían acumularse. Cuando los productos se eliminan en un lugar de enterramiento, también es necesario disponer me-

5 dios de seguridad para transportar el material hasta el
lugar de enterramiento. Además, es importante asegurar
una contención y un almacenamiento seguro del material
en el punto de enterramiento durante suficiente tiempo
para que permita bastante extinción de los componentes
radiactivos para reducir su intensidad de radiación a
un nivel relativamente seguro. Se ve pues que, sea cual
fuera la eliminación del material residual, es importan
te disponer de medios para proteger el material y asegu
10 rar su almacenamiento seguro en el lugar de eliminación,
durante un largo período de tiempo.

Antes de esta invención, se ha usado bastante
ampliamente el cemento Portland con el fin de encapsular
y mantener material residual radiactivo en su interior,
15 para proporcionar un bloque protector del material en el
lugar de enterramiento. Se ha encontrado que el cemento
Portland es particularmente ventajoso cuando el material
residual radiactivo esta presente en agua, y es ventajo
so eliminar una cierta cantidad de agua juntamente con
20 el material residual radiactivo para proporcionar un pro
cedimiento eficaz de manejo.

Por ejemplo, en el agua empleada en el ciclo de
refrigeración de los reactores atómicos tienden a acumu
larse contaminaciones de níquel y cobalto radiactivo, pro
25 bablemente como resultado de la conversión de hierro y/o

níquel en los tubos que llevan el agua. En cualquier caso, estos materiales se acumulan en el agua, de modo que es importante eliminar el residuo de vez en cuando para evitar que la acumulación alcance un nivel muy caliente o peligroso. En este caso, probablemente el componente más peligroso es el cobalto 60, porque emite radiación gamma dura y tiene una vida media de aproximadamente cinco años.

Antes de esta invención, el agua de refrigeración se separaba y se mezclaba con cemento Portland en la relación usual agua-cemento, se dejaba solidificar y después el bloque de cemento se enterraba en un vertedero de residuos. Esta eliminación ha sido en general satisfactoria para muchas operaciones, pero tiene varias desventajas. Una de las desventajas reside en el alto peso del cemento y similares, que tiene que transportarse frecuentemente a una distancia considerable. Otra desventaja y quizás más grave, reside en el hecho de que muchos productos residuales de esta clase general contienen ahora niveles de material de boro que hacen inadecuada o imposible la eliminación en cemento Portland, por la falta de compatibilidad de estos materiales. Se ve que hay áreas de perfeccionamiento, tales como los problemas de manejo que se dan con el cemento en el equipo de tratamiento, y la posibilidad de que el cemento fragüe de manera inesperada durante una parada imprevista. En lugar de examinar todas las desventajas del procedimiento con cemento, se propone aportar un procedimiento perfeccionado con el que se logran

ciertas ventajas, y que es particularmente adecuado para eliminar productos residuales con altas concentraciones de compuestos que contienen boro.

5 Otro problema que ha causado cierta preocupación en el uso de cemento Portland es la posibilidad de que el material radiactivo escape del mismo por lixiviación. Este problema es particularmente grave cuando se considera la eliminación en el mar, y los intentos de emplear materiales distintos del cemento Portland se han basado en general en el área del uso de materiales hidrófobos, para hacer al bloque sólido prácticamente a prueba de lixiviación. Sin embargo, el uso de materiales hidrófobos, tales como el bifenilo o el asfalto, tiene varias desventajas, particularmente en las operaciones de mezcla y tratamiento, y en general se ha rechazado su uso porque no mejora sustancialmente la situación causada por el uso de cemento Portland.

10

15

Resumen de la invención: De los antecedentes anteriores se deduce que un objeto fundamental de la presente invención es proporcionar un procedimiento para hacer un material de productos residuales eliminable, en el que se hacen mejoras con respecto al uso de cemento Portland, con el fin de aumentar la gama de materiales eliminables, proporcionar una reducción del peso requerido para su transporte, y proporcionar en general una eliminación más segura desde el punto de vista de la seguridad y

20

25

similares.

Estos y otros objetos se consiguen solidifican-
do el producto residual húmedo o contenido en agua, por
medio de las operaciones de añadir un material resinoso
hidrófilo al residuo, en una proporción suficiente para
que solidifique y reticule en un bloque sólido, mezclar
conjuntamente los materiales para dar la distribución de
seada de materiales residuales en los mismos y reticular
el material a una masa sólida.

En general, se cree que cualquier material re-
sinoso hidrófilo capaz de absorber agua por reticulación
será adecuado para hacer que el material residual húmedo
o que lleva agua queda inmóvil y protegido en su interior.
Sin embargo, la resina hidrófila preferida es cualquiera
de las composiciones usuales de urea-formaldehído, que
están disponibles en el comercio en estado parcialmente
polimerizado, y que es capaz de reticular formando un al-
to polímero por adición de un agente de reticulación o
curado ácido. Una vez que el material residual radiactivo
queda así inmovilizado dentro de un bloque sólido de ma-
terial resinoso hidrófilo, puede impermeabilizarse para
protegerlo contra la lixiviación, si se desea. Este obje-
to puede alcanzarse por adición de una resina sustancial-
mente impermeable en forma de recubrimiento sobre el blo-
que, o por medio de una envoltura o cualquier otro mate-

rial impermeable que impida el paso de agua desde el interior hasta el exterior, y al contrario.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar perfeccionamientos dentro de este procedimiento general de proporcionar un producto residual inmovilizado y seguro, y aumentar la eficacia del uso de materiales y similares que se usan en el procedimiento.

Así pues, en la forma preferida de la invención, el material residual radiactivo se concentra primero hasta un grado más adecuado para su eliminación, pero aún en un grado suficientemente bajo para que se mantenga en la clasificación de baja peligrosidad. Si el material radiactivo está presente en agua, esta concentración se logra por separación de agua. En el caso de la eliminación de residuos radiactivos del agua del circuito de refrigeración de un reactor, el agua eliminada puede devolverse, ventajosamente, para ser usada para posteriores refrigeraciones.

En este caso, el agua que contiene iones radiactivos, tales como hierros, níqueles y cobalto radiactivos, se pone en contacto con perlas de resina de cambio de iones capaces de absorber estos cationes y de conservarlos en la masa de resina. El agua, que se desioniza de este modo y por tanto ha experimentado la eliminación sustancial de su ión metálico radiactivo, se devuelve al circuito de refrigeración, y las perlas de resina húmeda que contienen los

componentes radiactivos se eliminan después encapsulándolas en el interior de un material resinoso hidrófilo como se ha explicado anteriormente. En general, puede usarse cualquier resina de cambio de iones capaz de absorber componentes residuales radiactivos. No obstante, si se desea extraer iones de hierro, níquel y cobalto, hay que usar cambiadores de cationes. Son muy conocidas las resinas de cambio de cationes, y se dispone de ellas en el comercio. Una resina de cambio de iones típica preferida en la práctica del procedimiento de esta invención tiene una matriz de estireno-divinilbenceno, que está sulfonada adecuadamente para proporcionar una resina de cambio de cationes fuertemente ácida, en forma de perlas. Estas resinas son suficientemente densas e insolubles en agua para dar una fácil separación, pero son suficientemente hidrófilas para dar la actividad de cambio de iones deseada, así como para dar compatibilidad con las resinas hidrófilas empleadas según la presente invención.

Se observará que también son adecuados los agentes de absorción en general, que pueden estar o no clasificados como resinas de cambio de iones, pero que son capaces de absorber el componente radiactivo deseado. A este respecto, son adecuados los materiales tales como la tierra de infusorios, Powdex (auxiliar de filtración en polvo), Solco Foc (harina de celulosa de ma-

dera) y similares. En este caso, las sustancias pueden separarse por filtración, ventajosamente para dar sólidos que contienen en su interior concentrados de residuos. Cuando se usa una resina de cambio de iones típica, en lugar de filtrarla, la resina puede regenerarse después de la separación en una disolución más concentrada, y las perlas de resina regenerada pueden reciclarse para usarlas de nuevo. Otro método de concentrar los materiales es sencillamente la evaporación del agua a vacío, y el vapor de agua puede condensarse y volverse de nuevo al procedimiento del que procede, si se desea.

Aunque se observa que cualquiera de estos métodos para concentrar los materiales residuales puede ser adecuado por sí mismo, también es ventajoso a veces proporcionar una combinación de métodos, para proporcionar una concentración controlada de residuos y agua en proporción adecuada para su mezcla con la resina. Además, pueden emplearse la filtración y auxiliares de filtración en lugar de perlas de cambio de iones, para concentrar los materiales y situarlos en ciertas áreas deseadas dentro del bloque sólido resinoso final. También es deseable añadir un material de carga o similar para extender la resina y actuar también como pantalla adicional de los componentes radiactivos.

En otras palabras, los sólidos de esta invención

no sólo retienen e inmovilizan el material residual, sino que proporcionan una pantalla primaria para el mismo, de modo que la radiación, tal como los rayos gamma duros, se reduce antes de salir de la masa sólida en la que están
5 contenidas las fuentes radiactivas. Se observará también que puede añadirse cualquier otro material de carga adecuado a los componentes resinosos, de acuerdo con los materiales sugeridos en la bibliografía para uso con la resina particular implicada. En todos estos casos, la cantidad de carga estará determinada por las normas convencio-
10 nales, es decir la cantidad que mejor extienda y aumente el uso de la propia resina, pero permanecerá dentro de los intervalos de propiedades físicas deseadas para la composición final.

15 El uso de resinas hidrófilas según la presente invención es particularmente ventajoso con relación al manejo de disoluciones acuosas y materiales húmedos. Este manejo no sólo tiene la ventaja de que permite emplear el agua como vehículo para el bombeo u otra clase de manejo
20 y similares, sino que también proporciona las ventajas inherentes al hecho de tener agua presente durante la reacción de polimerización exotérmica. Durante la polimerización, la elevada capacidad térmica del agua impide cualquier acumulación indebida de calor y permite una reticu-
25 lación adecuada sin descomposición térmica. Además, pro-

porciona un método conveniente para desembarazarse de agua que pueda contener residuos, bien como vehículo primario o como lavador empleado para expulsar el material radiactivo del sistema.

5 Se ha encontrado también que el cemento Portland y los materiales resinosos hidrófilos no retienen el agua y los iones asociados con un enlace suficientemente fuerte para ciertos casos de eliminación, tal como la eliminación en el mar. En estos casos, se considera
10 que la masa sólida se encapsulará además en uno o más materiales impermeables. Por ejemplo, el bloque sólido residual puede prepararse, ventajosamente, en un recipiente metálico, tal como un bidón, y eliminarse el recipiente metálico juntamente con la resina y el producto residual. En tal caso, sin embargo, el recipiente metálico
15 puede desintegrarse o corroerse y dejar al descubierto el bloque de resina demasiado rápidamente, particularmente cuando se somete a la acción corrosiva del agua de mar. Por consiguiente, se prefiere recubrir y encapsular, o cubrir de otro modo, el bloque de resina hidrófila que contiene el material residual en su interior. Es decir, puede usarse un material resinoso sustancialmente impermeable o impenetrable al agua, en forma de un recubrimiento o una bolsa, o cualquier otro sistema que asegure la contención,
20 Si se desea, este otro material adicional puede transpor-
25

tarse en un recipiente metálico.

5 El procedimiento de esta invención puede poner
se en práctica, por ejemplo, empleando un recipiente me-
tálico grande, tal como un bidón, revistiendo el recipien-
te con un material de polietileno en forma de bolsa, con
10 los lados lo bastante largos para proporcionar una envol-
tura con doblez. En el procedimiento, se añaden después
el material residual radiactivo, los componentes de la
resina y cualquier otro material sugerido según el proce-
15 dimiento de esta invención, y la resina se reticula para
dar un bloque sólido dentro de la bolsa de plástico, y
todo ello encerrado en el recipiente. Después se dobla
la bolsa por la parte superior y se cierra herméticamente
para dar un recubrimiento protector impermeable, y des-
pués se cierra el recipiente metálico. Cuando se usa este
recipiente, no ocurre la lixiviación de los materiales re-
siduales incluso una vez eliminado el recipiente metálico
por corrosión.

20 Como alternativa al procedimiento de la bolsa,
puede ser ventajoso emplear resinas que se adhieran a la
resina hidrófila empleada en el proceso primario. Estos
procedimientos pueden efectuarse reticulando primero un
revestimiento interior de base en el fondo del recipien-
te, reticulando después la masa de plástico dentro del
25 recipiente, dando la reticulación una cierta proporción

de contracción, y reticulando después la resina impermeable o hidrófoba en la etapa siguiente alrededor de los lados y de la parte superior, para llenar completamente el recipiente y dar una capa protectora resistente al agua. Por ejemplo, cuando se usa la resina preferida de urea-formaldehído para solidificar y retener el material residual radiactivo según esta invención, el material resistente al agua puede ser una resina de urea-formaldehído butilada o una resina de melamina-formaldehído. Estas resinas tienen mayor resistencia al efecto lixiviador del agua. Alternativamente, puede emplearse un material resinoso hidrófobo típico, pero del mismo modo, usando primero un material bituminoso o asfáltico como capa sobre el fondo, y después para llenar los lados y la parte superior después del tratamiento y la contracción.

Otras alternativas y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto al avanzar en la Memoria descriptiva, y las nuevas y útiles características de la eliminación de residuos radiactivos aquí descrita quedarán más definidas en las reivindicaciones anexas.

Descripción de las realizaciones preferidas: La resina hidrófila preferida a emplear según esta invención es cualquiera de las resinas de urea-formaldehído obtenibles de varias fuentes comerciales como artículos normales del comercio. Estas resinas se preparan haciendo reac-

5 cionar urea y formaldehído en relaciones molares entre aproximadamente 1:1 y 1:4 respectivamente y preferiblemente entre 1:1,5 y 1:2,5. Para conseguir resultados óptimos, la relación molar es de aproximadamente 1 parte de urea por aproximadamente 2 partes de formaldehído. Típicamente, se hacen reaccionar entre sí urea sólida y una disolución acuosa de formaldehído, para producir un jarabe de resina que está en estado termoestabilizable, pero capaz de convertirse en un estado termoestable. Es 10 tas resinas están disponibles en forma de jarabe y algunas veces en forma de material secado por pulverización, que puede dispersarse de nuevo en agua hasta el contenido de sólidos deseado. Como parte del agua procederá del material residual, la urea-formaldehído ha de estar en una forma concentrada, estando presentes los sólidos de resina y el agua en la dispersión final, en una relación de aproximadamente 2,5 a aproximadamente 5 partes de agua por parte de resina en peso, y preferiblemente de aproximadamente tres a aproximadamente cuatro partes de agua por parte de sólidos de resina.

15
20
25 Un material catalítico típico empleado para convertir la resina de urea en un estado termoestable a temperatura ambiente, es un material ácido que tiene una constante de disociación entre aproximadamente 10^0 y 10^{-5} . La proporción de material catalítico usado depende de la

fuerza del material ácido usado y de la naturaleza de la composición en la que se usa. Por ejemplo, los materiales como el ácido bórico tienden a inhibir la polimerización, y por lo tanto se requiere más catalizador para conseguir el mismo tiempo de reticulación. Sin embargo, en general la proporción de material catalítico ácido está entre por ejemplo aproximadamente 0,3% y 20% del peso de los sólidos de resina en la mezcla. En general, puede emplearse cualquier ácido capaz de dar un pH por debajo de 5 en la dispersión, como es sabido, en la técnica, y se prefiere emplear bisulfato de sodio, ya que se dispone de él en forma de sólido y de un ácido de fuerza excelente.

Usualmente se añaden algunos materiales, tales como auxiliares de filtración, resinas de cambio de iones, y materiales que actúan como uno de éstos o como ambos, con el fin de mejorar el proceso y proporcionar el modo más económico y práctico de eliminar el residuo. No obstante, es adecuado cualquiera de estos materiales compatible con la urea-formaldehído, y en este campo puede admitirse una amplia variación.

Para ilustrar los procedimientos preferidos de la presente invención se exponen los ejemplos siguientes. Ha de entenderse, no obstante, que estos ejemplos tienen como objeto fundamental el de la ilustración, y cualquier indicación de detalles contenida en ellos no ha de consi-

derarse como limitación alguna.

Ejemplo 1

5 El agua de un circuito de refrigeración de un reactor, que contiene isótopos radiactivos de la familia del hierro, se hace pasar a través de una conducción rellena con 1200 mililitros de perlas de resina, perlas que es-
10 tán compuestas de una resina de cambio de cationes disponible en el comercio (específicamente, un polímero de estirenodivinilbenceno sulfonado). De este modo, los materiales catiónicos radiactivos se extraen del agua y se recogen en las perlas de resina. Se deja escurrir el agua de las perlas y las perlas húmedas se colocan después en un recipiente de 19 litros. Se prepara después una diso-
15 lución o dispersión de 2000 ml. de resina de urea-formaldehído, añadiendo 1200 ml. de agua a 800 ml. de una dispersión que contiene aproximadamente 63-66% de sólidos. Esta dispersión diluída se añade después a las perlas hú-
20 medas en el recipiente, y la mezcla se agita por medio de un agitador eléctrico, a una velocidad suficiente para mantener las perlas de resina distribuídas de modo sustancialmente uniforme en la mezcla. Después se añaden gradualmente 50 ml. de una disolución saturada de bisulfa-
25 to de sodio, continuándose la agitación. Una vez que se ha añadido el bisulfato de sodio y que la mezcla gelifica suficientemente para impedir que las perlas de resina

se hundan por gravedad, se interrumpe la agitación y se desconectan las paletas de agitación dejándolas en la mezcla. Después se deja que el gel cure hasta que la reticulación es completa, con lo que el bloque está dispuesto para su eliminación.

5

Ejemplo 2

El agua del circuito de refrigeración de un reactor, que contiene residuos radiactivos, se mezcla con 1200 ml. de un auxiliar de filtración de cambio de iones en polvo, disponible en el comercio con el nombre de Powdex. El Powdex se filtra después y se introduce en un recipiente de 19 litros. Se preparan después 1200 ml. de una disolución o dispersión de resina de urea-formaldehído, añadiendo 900 ml. de agua a 300 ml. de una dispersión que contiene aproximadamente 63-66% de sólidos, y la dispersión de urea-formaldehído se añade al recipiente de 19 litros. La mezcla se agita con un agitador eléctrico, y se añaden 150 ml. de una disolución saturada de bisulfato de sodio, continuando al mismo tiempo la agitación. Una vez que la disolución gelifica, se interrumpe la agitación y la mezcla se deja reticular formando una masa sólida termoes estable.

10

15

20

Ejemplo 3

El agua de un circuito de refrigeración de un reactor, que contiene residuos radiactivos, se mezcla con

25

1200 ml. de tierra de infusorios y la tierra de infusorios se separa por filtración. 1200 ml. de dispersión de urea-formaldehído similar a la usada en el Ejemplo 2, y la tierra de infusorios tratada, se añaden al recipiente de 19 litros. Estos materiales se agitan con un agitador eléctrico y se añaden 100 ml. de una disolución saturada de bisulfato de sodio. Una vez que la disolución gelifica, la agitación se interrumpe y la mezcla se deja reticular en forma de una masa termoestable sólida.

10 Ejemplo 4

El agua de un circuito de refrigeración de un reactor, que contiene residuos radiactivos, se somete a un vacío y aproximadamente el 80% del agua se separa por evaporación a vacío. 900 ml. del agua residual evaporada y 1200 ml. de un polvo de celulosa de madera se añaden a un recipiente de 19 litros. Se añaden también 300 ml. de una dispersión de urea-formaldehído que contiene aproximadamente 63-65% de sólidos. Los ingredientes se agitan después con un agitador eléctrico y se añaden 150 ml. de bisulfato de sodio saturado. Una vez que la disolución gelifica, se interrumpe la agitación y se deja que la mezcla reticule en forma de una masa sólida termoestable.

20 Ejemplo 5

25 Se repite el procedimiento del Ejemplo 4, salvo en que el agua residual evaporada contiene aniones de

borato en una proporción de proximadamente 20% del peso de la disolución, calculados como ácido bórico. Se obtienen resultados igualmente buenos.

Ejemplo 6

5 El agua de un circuito de refrigeración de un reactor, que contiene residuos radiactivos, se evapora rápidamente a vacío para separar aproximadamente al 80% del agua. Otra porción de agua del circuito de refrigeración del reactor se hace pasar a través de una conducción rellena con 1200 ml. de perlas de resina de cambio de iones similares a las del Ejemplo 1. 1200 ml. de agua evaporada, las perlas de resina de cambio de iones y 900 ml. de una dispersión de urea-formaldehído que contiene aproximadamente 63-65% de sólidos, se mezclan conjuntamente por medio de un agitador eléctrico, y se añaden 50 ml. de una disolución saturada de bisulfato de sodio. Una vez que la disolución gelifica se interrumpe la agitación y la mezcla se deja reticular para formar una masa sólida termoestable.

20 Las muestras obtenidas de los procedimientos descritos anteriormente se comparan con muestras similares hechas con cemento Portland. En todos los casos, las muestras preparadas con la urea-formaldehído eran de igual calidad o mejores que las preparadas con cemento Portland. Es de particular interés el hecho de que algunas de las muestras

de cemento no fraguaron en absoluto. Además, el contacto de las otras muestras de cemento con el agua de mar hizo que se agristaran, mientras que las muestras de resina permanecieron intactas en las mismas circunstancias.

5

De la descripción anterior se deduce que se ha proporcionado un método perfeccionado de eliminación de materiales residuales radiactivos y particularmente un perfeccionamiento en comparación con el procedimiento en que se usa cemento, hasta ahora el más utilizado.

10

15

Reivindicaciones

20

25

Los puntos de invención propia, no nueva, pero no establecida, practicada ni divulgada en España, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Introducción, por DIEZ años, son los que se recogen

12.9.75

en las reivindicaciones siguientes:

5 1ª.- Un método de tratar material residual ra
diactivo húmedo para su eliminación segura o similar,
caracterizado por las operaciones de poner el material
residual húmedo en contacto con un material resinoso en
forma líquida, capaz de absorber agua y reticular junta
10 mente con dicha agua a un estado sólido cuando se pone
en contacto con un agente de reticulación adecuado, mez
clar el material residual húmedo y la sustancia resinosa
líquida para dar una masa de resina líquida con material
residual dispersado en la misma, y añadir a la mezcla un
agente de reticulación en una proporción suficiente para
dar una sustancia resinosa sólida reticulada que retiene
en su interior al residuo radiactivo de un modo protegi
do.

15 2ª.- Un método según la reivindicación 1ª, ca
racterizado porque el residuo radiactivo está contenido
en agua, y el agua que lo contiene se añade al material
resinoso líquido juntamente con el residuo, y porque la
20 cantidad de material resinoso añadido es una cantidad
suficiente para absorber sustancialmente todo el agua por
tadora y retenerla en el sólido resinoso reticulado.

25 3ª.- Un método según la reivindicación 1ª o la
reivindicación 2ª, caracterizado porque el material resi
noso es Urea-formaldehido.

5 4^a.- Un método según la reivindicación 3^a, caracterizado por las operaciones de añadir la resina de urea-formaldehído en una proporción tal que el agua presente y la resina de urea-formaldehído añadida formarían una dispersión de aproximadamente 20% a aproximadamente 40% en peso de sólidos, mezclar conjuntamente los componentes para dispersar el residuo en toda la masa de la resina, y reticular dicha resina hasta un estado termoes-
10 table sustancialmente insoluble en agua por adición de un material ácido que tiene una constante de disociación entre aproximadamente 10^0 y 10^{-5} .

15 5^a.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones 1^a a 4^a, caracterizado porque el material residual húmedo se pone en contacto con el material resinoso líquido dentro de un recipiente no recuperable.

20 6^a.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material resinoso es una disolución acuosa de material resinoso.

25 7^a.- Un método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por la operación de separar agua para concentrar los componentes residuales de alta intensidad y controlar así la cantidad de agua presente antes de la adición del material resinoso.

8^a.- Un método según la reivindicación 7^a, caracterizado porque la operación de extraer agua para con-

centrar los componentes residuales de alta intensidad com
prende el uso de un agente adsorbente insoluble capaz de
adsorber componentes de radiación del agua, formando una
suspensión que tiene sustancialmente todos los componen-
tes de radiación de alta intensidad en el precipitado, y
5 separar una parte del agua tratada.

9ª.- Un método según la reivindicación 8ª, ca-
racterizado porque el agente adsorbente insoluble es una
resina de cambio de iones.

10 10ª.- Un método según las reivindicaciones 7ª,
8ª ó 9ª, caracterizado porque la porción de agua tratada
se separa por filtración.

11ª.- Un método según las reivindicaciones 7ª,
8ª ó 9ª, caracterizado porque la operación de separar
15 agua comprende su evaporación.

12ª.- Un método según cualquiera de las reivin-
dicaciones anteriores, caracterizado por la operación de
añadir un material de carga para extender la resina y
proporcionar una protección adicional.

20 13ª.- Un método según la reivindicación 12ª,
caracterizado porque el material de carga es perlas de
resina.

14ª.- Un método según cualquiera de las reivin-
dicaciones anteriores, en el que el material residual ra
25 diaactivo incluye un isótopo radiactivo de un material me

tálico dispersado o disuelto en agua.

15ª.- Un método según la reivindicación 14ª, caracterizado porque dichos isótopos radiactivos incluyen cobalto 60.

5 16ª.- Un método según las reivindicaciones 14ª ó 15ª, caracterizado porque dicho isótopo radiactivo está en forma de iones metálicos.

10 17ª.- Un método según la reivindicación 16ª, caracterizado por las operaciones de tomar una primera porción de agua portadora y el residuo que incluye, y poner en contacto dicha porción con partículas de una resina de cambio de iones ~~activada~~ para absorber cationes, durante un tiempo suficiente para absorber sustancialmente todo el material residual catiónico y separar
15 las partículas tratadas de la porción principal del agua, tomar una segunda porción de agua portadora y el residuo que incluye y concentrar dicha segunda porción evaporando agua de la misma, y combinar las partículas de resina tratadas y dicha segunda porción concentrada
20 con una resina de urea-formaldehído parcialmente polimerizada, ajustándose las proporciones de dicha mezcla para que den una mezcla que tiene la radiación aumentada hasta un nivel deseado por debajo del nivel de radiación peligroso.

25 18ª.- Un método según la reivindicación 17ª,

caracterizado porque las proporciones de urea-formaldehído y agua están en el intervalo de aproximadamente 25% a aproximadamente 35% en peso.

5 19ª.- UN METODO DE TRATAR MATERIAL RESIDUAL RADIOACTIVO HUMEDO.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y con los fines que se han especificado.

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

10

Madrid, 25. AGO. 1977

P.A.

Fernando de Elzaburu

Por

