

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

14 FEB. 1978

CONCEDIDA

PATENTE DE INVENCION

11	456464	13	A 1
21			
22	FECHA DE PRESENTACION		
	2-3-77		

30	PRIORIDADES:	32	FECHA	33	PAIS
	31	NUM. N.º			
	663,035		2-3-76		Estados Unidos

47	FECHA DE PUBLICIDAD	51	CLASIFICACION INTERNACIONAL	62	PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
			H01J		

64	TITULO DE LA INVENCION
	PROCEDIMIENTO PARA REDUCIR EL VOLUMEN DE MATERIAL DE INTERCAMBIO IONICO GASTADO

71	SOLICITANTE (S)
	WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

	DOMICILIO DEL SOLICITANTE
	Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh, Pennsylvania 15222 Estados Unidos

72	INVENTOR (ES)

73	TITULAR (ES)

74	REPRESENTANTE
	DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU

El invento se refiere de manera general a un procedimiento para reducir el volumen del material radioactivo de intercambio iónico gastado.

5 Las resinas de intercambio iónico se utilizan en varios sistemas de refrigeración de reactores nucleares, de suministro de agua de complemento, y en otros sistemas, para eliminar impurezas minerales, metálicas y otras del agua que circula a través de un reactor y de sus componentes asociados. Contrariamente a los procedimientos utilizados en sistemas de intercambio iónico comerciales y domésticos para 10 el acondicionamiento del agua, generalmente las resinas radioactivas empleadas en sistemas de reactores no se regeneran, y después de haber sido gastadas se evacuan bajo la forma de desperdicios radioactivos.

15 Se han desarrollado varios métodos para evacuar el agua y las resinas radioactivas. Corrientemente, las resinas gastadas se separan de la mezcla de resina-agua utilizando una máquina centrifugadora que aísla las resinas para formar eventualmente una pasta o un aglomerado radioactivo que se coloca en unos recipientes adecuados. Cuando no se 20 elimina el agua, esta se recicla hasta el sistema de tratamiento de agua para ser utilizada nuevamente.

En otro sistema, la mezcla de resina-agua se mezcla con un agente de fijación, y se descarga en un recipiente de evacuación adecuado. En un tercer sistema, la mezcla de resina-agua se descarga en un tambor lleno de una mezcla seca de cemento y de vermiculita, del cual se ha evacuado el aire, y que está dotado de un elemento de inserción 25 constituido por una jaula de tela metálica. La mezcla llena la jaula y el agua se escapa a través de la tela metálica 30

en la mezcla de cemento-vermiculita que recubre la jaula, encapsulando así la resina en un recubrimiento de hormigón solidificado.

5 Todos estos métodos de evacuación son costosos porque importantes volúmenes de resina radioactiva contenida en agua deben situarse en un receptáculo adecuado para eliminar la posibilidad de una fuga ulterior en el ambiente donde los receptáculos están enterrados o almacenados. Además, se necesitan esfuerzos sustanciales en tiempo, coste de mano de obra y coste de materiales, para la encapsulación de los productos radioactivos de desperdicio con el objeto de cumplir con las normas y las especificaciones en vigor para la evacuación de materiales radioactivos.

10 Con el objeto de reducir lo más posible el coste económico asociado con esta evacuación, se ha intentado poner en práctica varios métodos para reducir el volumen de los materiales radioactivos de intercambio iónico gastados. Uno de estos métodos consiste en incinerar el material de intercambio iónico. La incineración proporciona efectivamente una elevada relación de reducción de volumen en términos de residuos sólidos. Sin embargo, la incineración se efectúa a temperatura relativamente elevada, típicamente superior a 1.000°C, y en una atmósfera oxidante. Estas condiciones de funcionamiento pueden dar lugar al arrastre de polvo fino y a la formación eventual de productos volátiles radioactivos tales como tetróxido de rutenio, RuO_4 y sulfato de cesio, Cs_2SO_4 . La eliminación de los sólidos arrastrados y de los gases radioactivos volátiles de los gases de escape calientes es una operación importante y difícil.

25 Otro método de reducción de volumen que se ha

intentado es el método de digestión ácida. La digestión ácida es una forma de oxidación húmeda de los desperdicios sólidos. Los materiales de intercambio iónico radioactivos se digieren con ácido sulfúrico concentrado y ácido nítrico. Los gases que se desprenden pasan a través de unos dispositivos de absorción para eliminar el dióxido de azufre y el óxido nítrico. El proceso de digestión ácida proporciona también una elevada relación de reducción de volumen por lo que a los residuos sólidos se refiere. Sin embargo, la digestión ácida genera un gran volumen de desperdicios líquidos contaminados, debe realizarse en un recipiente de vidrio o recubierto de vidrio, y exige un tratamiento radioactivo similar de los gases que se desprenden, como en el caso de la incineración.

La compactación mecánica de los materiales de intercambio iónico radioactivos gastados no es realizable ya que puede preverse que se obtendrá solamente una reducción de volumen limitada.

Por consiguiente, el objeto principal del invento consiste en proporcionar un procedimiento que reduce sustancialmente el volumen de los materiales de intercambio iónicos orgánicos radioactivos, reduciendo al mismo tiempo la cantidad de materiales radioactivos liberados en el sistema de escape de gases.

Con esta finalidad, el presente invento consiste en un procedimiento para reducir el volumen del material de intercambio iónico gastado, en el cual el material de intercambio iónico gastado se seca para que presente un contenido de humedad inferior a 50% en peso, suministrándose dicho material de intercambio iónico seco a un reactor de capa fluidizada en el cual se introduce una cantidad suficiente de gas

de arrastre para mantener dicho material de intercambio iónico en estado fluidizado, caracterizado porque dicho gas de arrastre es un gas que contiene una cantidad insuficiente de oxígeno, y dicho material de intercambio iónico se calienta para obtener su descomposición térmica, con lo cual se genera un gas efluente que se extrae bajo la forma de una mezcla gaseosa con dicho gas de arrastre a partir de dicho reactor de capa fluidizada, y porque después de la descomposición del material de intercambio iónico, se introduce un gas que contiene oxígeno en dicho reactor para quemar el material de intercambio iónico remanente y se controla la cantidad de oxígeno para mantener la temperatura de la capa fluidizada en un valor inferior a 700°C , presentando la porción no quemada que queda en el reactor un volumen extremadamente reducido.

Gracias a este procedimiento, se consigue una reducción de volumen final de aproximadamente 20:1 respecto al material de intercambio iónico original. Preferentemente, el gas efluente se suministra a un post-quemador donde se quema con aire u oxígeno, se hace pasar a través de un filtro para eliminar cualquier sólido arrastrado, se hace pasar a través de un material absorbente para eliminar cualquier gas ácido o cualquier elemento radioactivo, se hace pasar a través de un filtro absoluto de partículas de alto rendimiento para eliminar cualquier fino presente en él, y se evacua hacia la atmósfera. La composición final de la fase gaseosa consiste en dióxido de carbono, agua, nitrógeno y oxígeno.

El invento podrá entenderse más claramente leyendo la siguiente descripción del modo de realización preferido, tomada conjuntamente con los dibujos que la acompañan, en los cuales:

La figura 1 es un diagrama en bloques del proceso de reducción del volumen; y

La figura 2 es una curva de las temperaturas típicas en el reactor de capa fluidizada.

5 La figura 1 representa un diagrama en bloques del proceso de reducción de volumen en el cual el material de intercambio iónico 10 está situado en un intercambiador iónico 12. El intercambiador iónico 12 forma parte de un sistema de reactor nuclear (no representado). Cuando el material de
10 intercambio iónico 10 se ha gastado, se retira del intercambiador iónico 12 y se seca en un secador 14. La operación de secado puede efectuarse utilizando uno de los numerosos procedimientos existentes, por ejemplo utilizando el proceso de secado en tambor, de secado en capa fluidizada, de secado por aire o de secado por vacío. El material de intercambio
15 iónico 10 se seca hasta que su contenido de humedad sea inferior a 50% en peso.

Después del secado, el material de intercambio iónico se suministra a un reactor de capa fluidizada 16. Des
20 pués de introducir el material de intercambio iónico en el reactor de capa fluidizada 16, se introduce un gas de arrastre 20 en el reactor de capa fluidizada 16. El gas de arrastre 20 funciona para fluidizar el material de intercambio iónico 10. El gas de arrastre 20 puede ser un gas inerte tal
25 como nitrógeno, helio, argón, o puede ser un gas no oxigenado tal como hidrógeno, o un gas con una cantidad limitada de oxígeno libre tal como el dióxido de carbono. El gas de arrastre 20 se calienta en un precalentador 34 hasta una temperatura de 400^oC aproximadamente. Después de que el mate
30 rial de intercambio iónico 10 ha sido fluidizado, este mate-

rial de intercambio iónico 10, así como el reactor 16, se ca-
lientan principalmente por unos calentadores 18, suministrán-
dose una cierta cantidad de calor por medio del gas de arras-
tre caliente. Los calentadores 18 pueden ser calentadores de
5 tipo convencional tales como calentadores eléctricos o de gas.
El material de intercambio iónico 10 se calienta a una tempe-
ratura inferior a 500°C , y preferentemente del orden de 400°C .
El calentamiento del material de intercambio iónico 10 sirve
para descomponer térmicamente la estructura del material 10.
10 Esta descomposición térmica sirve para descomponer la estruc-
tura polimérica degradada presente en el material de inter-
cambio iónico 10 con el objeto de formar productos volátiles
y un volumen reducido de cenizas residuales.

La operación de descomposición térmica y de
15 devolatilización produce un gas efluente. Este gas efluente
es extraído continuamente de reactor de capa fluidizada 16
por el gas de arrastre 20.

La descomposición térmica es endotérmica, es
decir que absorbe una cantidad de calor superior a la que pro-
duce. (Véase figura 2). Cuando se añade calor al material de
20 intercambio iónico 10, se produce una descomposición térmica
y una devolatilización, o pirólisis. A una temperatura de
 400°C aproximadamente, se produce la descomposición térmica
máxima. En este momento, los calentadores 18 deben suminis-
25 trar más calor al reactor 16. Este calentamiento más impor-
tante se prosigue hasta el final de la pirólisis. Se consi-
dera que la pirólisis ha terminado cuando la temperatura del
material de intercambio iónico 10 deja de disminuir cuando la
cantidad de calor suministrada permanece constante. La piró-
30 lisis se termina generalmente a una temperatura de aproxima-

damente 500°C.

Después de terminar la pirólisis, y cuando todos los elementos volátiles han sido extraídos del material de intercambio iónico 10, se detiene la introducción del gas de arrastre 20 en el reactor 16. A continuación se introduce en el reactor de capa fluidizada 16 un gas 22 que contiene oxígeno, por ejemplo oxígeno puro o aire. El material de intercambio iónico 10 que permanece después de la fase de pirólisis se quema con el gas conteniendo oxígeno 22. Ya que el material de intercambio térmico 10 que permanece después de la pirólisis tiene una temperatura de 500°C aproximadamente, quema espontáneamente con el oxígeno en el gas 22. Por este motivo, los calentadores 18 no necesitan seguir funcionando.

Para impedir la formación de elementos volátiles radioactivos, tales como el tetróxido de rutenio, RuO_4 , es preciso mantener una atmósfera reductora en el reactor 16 durante la combustión. Este mantenimiento de una atmósfera reductora se obtiene regulando la introducción del gas 22 que contiene oxígeno en el reactor 16, de tal manera que los gases que se desprenden durante la fase de combustión sean ricos en monóxido de carbono e hidrógeno, pero pobres en dióxido de carbono, (cantidad inferior al aire estequiométrico). Además, la cantidad de gas que contiene oxígeno 22 que se introduce en el reactor 16 se limita para impedir que la temperatura suba a un valor superior a 700°C en el reactor 16. El hecho de mantener la temperatura en el reactor a una temperatura inferior a 700°C reduce la formación de rutenio y cesio volátiles radioactivos. El volumen de material de intercambio iónico 10 que queda en el reactor 16 después de la fase

de combustión representa aproximadamente tan solo la 1/20 parte del volumen de capa en estado quieto respecto al volumen extraído del intercambiador iónico 12, según el nivel de la carga de mineral inorgánico inicialmente presente en la resina. Este material de intercambio iónico 10 de volumen reducido puede ser retirado para ser almacenado o ser evacuado.

Para mantener el material de intercambio iónico residual 10 en un estado de libre circulación para su fácil descarga a partir del reactor 16, el gas de arrastre 20 que había sido introducido en el reactor 16 para fluidizar el material de intercambio iónico 10 en este, se introducirá a una velocidad superior al doble de la velocidad de fluidización mínima. La velocidad de fluidización mínima es la velocidad de circulación mínima para la cual se fluidiza el material de intercambio iónico 10. Si esta velocidad de introducción del gas de arrastre se mantiene, el material de intercambio iónico 10 residual conservará su forma generalmente esférica y no se aglomerará.

La mezcla gaseosa de gas de arrastre y de gas efluente que se obtiene durante la operación de devolatilización se suministra a una cámara de post-quemador 24. La cámara de post-quemador 24 se calienta externamente por medio de unos calentadores 26, tales como calentadores eléctricos o de gas. Se introduce oxígeno 28 en el post-quemador 24. En el post-quemador 24, la mezcla gaseosa y el oxígeno 28 queman a una temperatura incluida entre 700 y 1.093°C (1.400 y 2.000°F). Con el objeto de obtener una oxidación completa, se introducirá un exceso de oxígeno 28 en el post-quemador 24. El oxígeno reacciona con el gas efluente, particularmente los hidrocarburos de la forma $C_N H_X$, para obtener dióxido

de carbono y agua.

Después de la combustión en el post-quemador 24, el gas restante se enfría y se filtra por medio de un filtro 36 y de un dispositivo de lavado y refrigeración de gases 31 con el objeto de eliminar cualquier sólido arrastrado y los hidrocarburos no quemados que hayan permanecido en el gas. Esta fase de eliminación de los sólidos arrastrados y de los residuos de hidrocarburos se considerará generalmente como una operación de filtración basta.

El dispositivo de lavado y de refrigeración de gases 31 enfría la corriente de gas entrante y elimina la mayor parte de las partículas entrantes y de los hidrocarburos no quemados. Esto se efectúa por medio de una pulverización evaporativa utilizando agua o una solución de lavado alcalina. La condensación del vapor de agua en la corriente de gas enfriada seguida por la eliminación de la neblina, o el mantenimiento de la temperatura del gas limpio a una temperatura superior a 100°C , se realiza antes de someter el gas a un tratamiento suplementario. La solución de lavado puede entonces bien ser reciclada o bien ser evacuada por medios convencionales.

Después de extraer los sólidos arrastrados, el gas puede pasar a través de un dispositivo de absorción 30. Durante la fase de absorción, los gases no eliminados por el dispositivo de refrigeración y lavado 31, tales como el dióxido de azufre, los óxidos nítricos, o los elementos volátiles radioactivos, pueden ser absorbidos por un material absorbentes en el dispositivo de absorción 30.

El gas que permanece después de la fase de absorción es filtrado a continuación a través de un filtro ab-

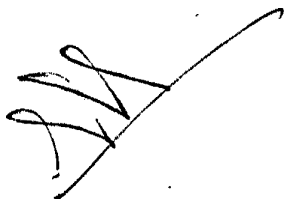
soluto 32 de alto rendimiento, este filtro absoluto de alto rendimiento 32 es bien conocido en la técnica como filtro absoluto es decir que elimina todas las partículas sólidas que puedan estar presentes en un gas. El gas atraviesa este filtro 32 con el objeto de eliminar cualquier fino polvo que pudiera estar presente en el gas. Después de haber sido filtrado, el gas remanente es descargado hacia la atmósfera bajo la forma de dióxido de carbono, agua, nitrógeno, y oxígeno.

Por tanto, el proceso proporciona un medio para reducir el volumen del material de intercambio iónico radioactivo gastado lo que facilita su evacuación y la hace más económica, reduciendo al mismo tiempo la formación de elementos volátiles radioactivos. Además, se eliminan todos los materiales volátiles, y el gas de escape se descarga en la atmósfera bajo la forma de gases inocuos.

En resumen, la presente Patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

1.) Procedimiento para reducir el volumen del material de intercambio iónico gastado en el cual: el material de intercambio iónico gastado se seca para que tenga un contenido de humedad inferior al 50%; dicho material de intercambio iónico seco se suministra a un reactor de capa fluidizada en el cual se introduce una cantidad suficiente de gas de arrastre para mantener dicho material de intercambio iónico en un estado fluidizado, caracterizado porque dicho gas de arrastre es un gas pobre en oxígeno y dicho material de intercambio iónico se calienta para descomponerse térmicamente, con lo cual se genera un gas efluente que se elimina bajo la forma de una mezcla gaseosa con dicho gas de arrastre a partir de dicho



reactor de capa fluidizada, y porque después de la descomposición del material de intercambio iónico se introduce un gas que contiene oxígeno en dicho reactor para quemar el material de intercambio iónico remanente, y se controla la cantidad de oxígeno para mantener la temperatura de la capa fluidizada a un valor inferior a 700°C, teniendo la porción no quemada que permanece en el reactor un volumen extremadamente reducido.

2.) Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, con el objeto de realizar la descomposición térmica de dicho material de intercambio iónico, este se calienta a una temperatura inferior a 500°C.

3.) Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque el material de intercambio iónico remanente se quema a una temperatura superior a 500°C.

4.) Procedimiento según la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque el gas efluente procedente de dicho reactor se introduce en una cámara de post-quemador, en la cual se introduce igualmente un gas que contiene oxígeno para completar la combustión de dicho gas efluente.

5.) Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque los sólidos arrastrados, los hidrocarburos no quemados y los gases ácidos se extraen del gas después de la combustión en el post-quemador, y a continuación se absorben los gases y elementos radioactivos volátiles procedentes del gas, el cual se hace pasar a continuación a través de un filtro absoluto de alto rendimiento.

6.) Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque dicho gas de arrastre se introduce en dicho reactor a una velocidad de circulación superior al doble de la velocidad de circulación mínima

saria para la fluidización.

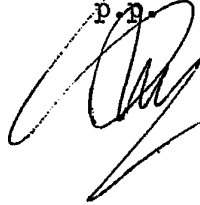
7.) Se reivindica por último como objeto que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita PROCEDIMIENTO PARA REDUCIR EL VOLUMEN DE MATERIAL DE INTERCAMBIO IONICO GASTADO.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva que consta de trece páginas mecanograficas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 2 de Marzo de 1.977

BERNARDO UNGRIA

P.D.



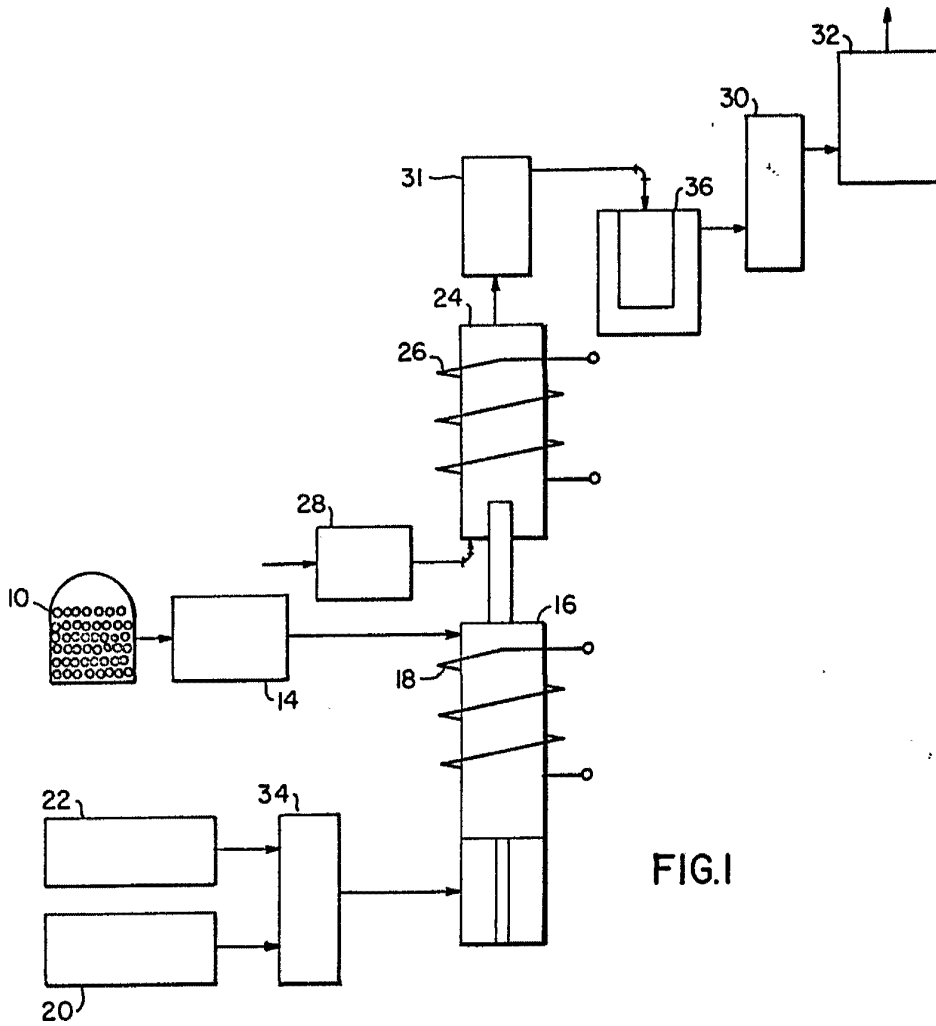


FIG. 1

ESCALA VARIABLE
Madrid, 2 de Marzo de 1.977
BERNARDO UNGRIA
P.P.

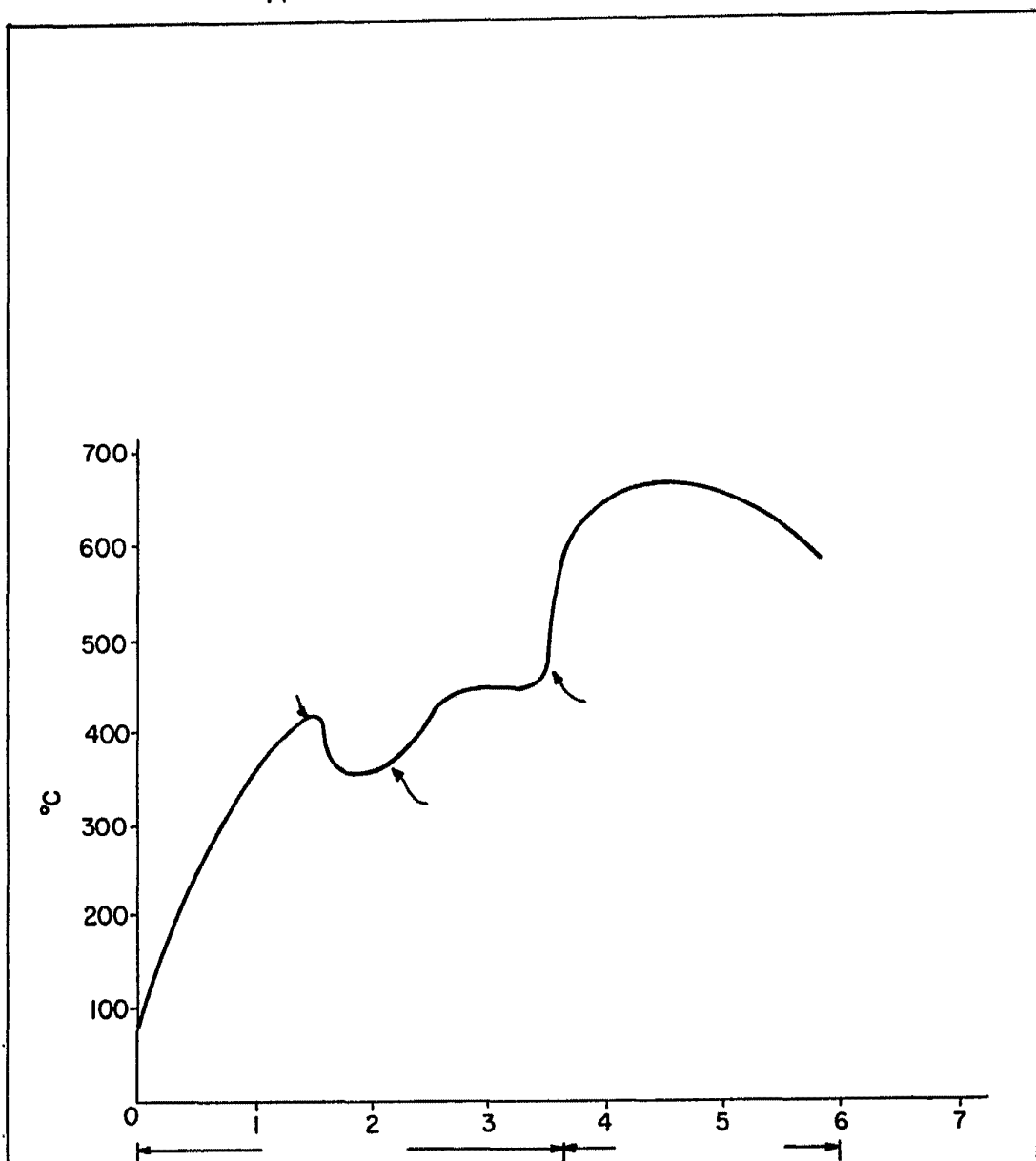


FIG.2

ESCALA VARIABLE

Madrid, 2 de Marzo de 1.977

BERNARDO UNGHIA

P.P.