

375679

PATENTE DE INVENCION

B 3055.3.

375679

| | |
|-----------------|-------------|
| SECCION TECNICA | |
| CLASIFICACION | G 21 - B 22 |
| SUBCLASE | C d |



Memoria Descriptiva

sobre:

Procedimiento y dispositivo de colada de barras macizas o tubulares de combustible nuclear metálico.

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, residente en 29, rue de la Fédération, Paris 15^e, Francia.

La presente invención tiene por objeto un procedimiento de colada de barras de combustible nuclear metálico, así como un dispositivo de puesta en práctica de dicho procedimiento, siendo

5. los citados procedimiento y dispositivo especialmen-

375679



te aunque no exclusivamente aplicables a la colada de barras tubulares de uranio puro o aleado, provistas de un núcleo de grafito, destinadas a ser incorporadas en cartuchos de combustible nuclear del tipo descrito en la patente francesa nº 1.565.708.

5. Un procedimiento corriente de realización de un tubo de uranio de núcleo de grafito, consiste en colocar verticalmente el núcleo de grafito en el centro de un molde igualmente de grafito y en colar uranio puro o aleado en el molde a partir de un distribuidor provisto de orificios de colada igualmente verticales. Los chorros de uranio que caen en los moldes crean un violento movimiento turbulento en torno al núcleo y una turbulencia que se calma únicamente poco a poco.

10. Además, uno de los mayores problemas encontrados en la fabricación de cartuchos de combustible cuyo material fisible se presenta bajo forma de un tubo de uranio aleado o no radica en la obtención de características metalúrgicas satisfactorias. En particular, es necesario procurar:

15. - Una fineza y una homogeneidad tan completas como sea posible de la microestructura después del temple, lo que implica un grano fino de los tubos procedentes de colada.

20. - Una proporción de cavidades tan reducida como sea posible,

25. Además, la presencia de ciertos aditivos se traduce por exigencias complementarias. Por ejemplo, el empleo de una aleación de uranio de

375679



5. reducida proporción de molibdeno y carbono del tipo descrito en la patente francesa nº 1.447.460 del 18 de Junio de 1.965, a nombre de la Entidad solicitante, conduce a procurar una repartición tan fina y homogénea como sea posible de los carburos en la aleación.

10. Ahora bien, las condiciones de colada más favorables para la obtención de la primera cualidad y eventualmente de la tercera son en una amplia medida contradictorias con las requeridas para mantener la segunda.

15. De un modo más preciso la primera característica y eventualmente la tercera son mejoradas, y se aumenta la velocidad de solidificación, lo que conduce al menos en los hornos de colada de refrigeración natural a limitar la temperatura de precalentamiento de los moldes y de los núcleos con respecto a la temperatura de colada de uranio. Por el contrario, para reducir el número y la importancia de las cavidades, es preciso que el intervalo de tiempo que transcurre entre la llegada del metal fundido en los moldes y la solidificación sea suficiente para que las turbulencias se calmen, lo que implica un precalentamiento suficiente de los moldes y sobre todo de su cabeza antes de la colada. Prácticamente, se deben elegir condiciones de colada que constituyen un compromiso entre los imperativos contradictorios anteriores. El respeto de este compromiso obliga a mantener los parámetros de colada en un campo muy estrecho, lo que conduce a precauciones costosas y que

20.

25.

30.



375679

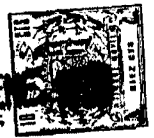
no permiten por tanto suprimir los desperdicios notables que permanecen.

- La presente invención trata de proporcionar especialmente un procedimiento y un dispositivo de colada que palián los inconvenientes de las soluciones anteriores en una amplia medida, haciendo en particular menos crítica la temperatura de precalentamiento y permitiendo dar a ésta un valor preferible desde el punto de vista de la obtención de una microestructura fina y eventualmente una repartición homogénea de los carburos.

- La invención propone con tal fin un procedimiento de colada de barras macizas o tubulares de combustible nuclear metálico, según el cual se dispone verticalmente un molde cilíndrico y se dispone un núcleo según el eje del molde si la barra debe ser tubular, después se vierte el combustible fundido en varios chorros repartidos en torno al eje del molde, caracterizado porque se dirigen los chorros según el ángulo comprendido entre 13 y 20° sobre el eje del molde y hacia éste en ausencia de núcleo.

- El procedimiento de colada definido anteriormente se traduce por una turbulencia reducida del metal que se desliza a lo largo del núcleo. El tiempo de desaparición de las turbulencias al ser más corto, resulta posible disminuir la temperatura de precalentamiento con respecto a la corriente utilizada en el pasado cuando los orificios de colada eran verticales. El procedimiento ofrece además una ventaja anexa: el metal fundido que transcurre a lo largo del núcleo le recaliente y le desgasi

375670



fica, cuando está previsto dicho núcleo.

- La invención propone igualmente un dispositivo de colada de barras macizas o tubulares de combustible nuclear metálico que comprende un
5. núcleo cilíndrico vertical cerrado en su parte inferior por un fondo amovible sobre el que descansa y en su parte superior por un distribuidor horadado de orificios de colada de combustible fundido en el molde, así como un núcleo centrado en el molde por medios previstos en el fondo y el distribuidor si la barra a fabricar es tubular, estando previstos orificios de colada en el distribuidor y repartidos en torno al eje del molde, caracterizados porque los orificios de colada están inclinados sobre el eje del molde un ángulo comprendido entre 13 y 20°.
- 10.
- 15.

- La invención se caracteriza igualmente por otras disposiciones ventajosamente utilizables en conexión con las anteriores pero que pueden serlo independientemente. Estas disposiciones aparecerán mejor con la lectura de la descripción que sigue de una forma de realización, dada a título de ejemplo no limitativo. La descripción se refiere a la figura única que la acompaña y muestra de un modo muy esquemático las componentes esenciales de un dispositivo según la invención de colada de barras tubulares de alma de grafito.
- 20.
- 25.

- El dispositivo representado en la figura se compone de un molde 10, que descansa sobre un fondo 12; el molde y el fondo son por ejemplo de grafito, eventualmente revestido de una capa delgada
- 30.

375679

20 E



- de óxido refractario para evitar la adherencia del uranio en el molde durante la colada. La parte superior del molde 10 se encaja en una ranura superior 14 de un distribuidor 16 que puede alimentar simultáneamente varios moldes. En el fondo 12 y en el distribuidor 16 están previstas respectivamente cavidades 18 y 20 de recepción de las porciones extremas inferior y superior de un núcleo de grafito 22 destinado a constituir el alma de una barra tubular de uranio a colar. El núcleo 22 puede ser de una o varias piezas y en el segundo caso ser ya sea de constitución homogénea o bien constituido de varias piezas en cantidades de grafito diferentes. Puede ser liso o provisto de gargantas o de muescas circulares de anclaje de uranio.

- El distribuidor 16 está horadado en torno a la cavidad 20 por varios orificios de colada 24. Como se indica en la figura, pueden estar previstos tres orificios 24 repartidos a intervalos iguales en torno al eje de las cavidades.

- La disposición descrita hasta ahora es relativamente clásica. Según la invención, los orificios 24 del distribuidor son verticales, pero convergen hacia abajo formando un ángulo con respecto al eje vertical del molde 10 que está comprendido entre 13 y 20°, preferentemente del orden de 15° como se indica en la figura. Además, se observa que los orificios representados desembocan en el espacio anular de colada comprendido entre el molde 10 y el núcleo 22 en las proximidades de este último, de tal



375679

- forma que los chorros de uranio fundido que llegan al espacio anular comprendido entre el molde 10 y el núcleo 22 tropiezan la parte alta del núcleo y se deslizan a lo largo de éste hacia la base: al ser re-
5. ducidas las turbulencias, se hace la cama rápidamente interviniendo antes de la solidificación, incluso si esta es rápida, ya que el precalentamiento de los moldes ha llevado a éstos solamente a una temperatura más reducida que la corrientemente juzgada necesaria
10. en el pasado. Por el contrario, en las disposiciones anteriores que utilizaban orificios verticales los chorros de uranio fundido caían en el fondo del molde contra el fondo, rebotaban y provocaban turbulencias que subsistían y se entretenían durante el ascenso del
15. uranio por el tubo, eran difíciles de calmarse y corrían el riesgo de provocar la inclusión de cavidades a medida de la solidificación.

- A título de ejemplo, se puede observar que han sido obtenidos resultados satisfactorios en la fabricación de barras tubulares de uranio
20. de 11 mm de espesor coladas sobre núcleos de 23 mm de diámetro utilizando tres orificios de colada de 6 mm de diámetro inclinados a 15°, que desembocan en el molde por aberturas cuyo centro estaba a 16 mm del
25. eje. Ha sido posible, reduciendo a la vez sensiblemente el número de desperdicios, disminuir la temperatura de precalentamiento de la parte alta del molde de 830 a 750°C aproximadamente y la temperatura de la parte baja de 700 a 470°C, aproximadamente.

30. Los tubos procedentes de las cola

375679²⁰



das han sido sometidos a controles habituales. El examen gammagráfico no ha conducido a ningún desperdicio. Las microporosidades eran del mismo orden que las que se comprueban efectuando una colada clásica con temperatura de precalentamiento bien superior y no perjudicaban el control por ultrasones. El grano era fino y homogéneo.

5.

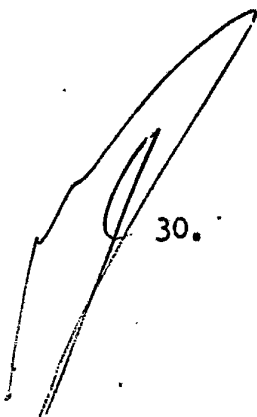
N O T A

10. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que
15. el invento, corresponde a una solicitud de patente presentada en Francia con fecha 20 de enero de 1969, bajo el número EN 6900939, acogándose por tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia
20. del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE COLADA DE BARRAS MACIZAS O TUBULARES DE COMBUSTIBLE NUCLEAR METALICO; caracterizándose por lo siguiente:

25.

1ª.- Procedimiento de colada de barras macizas o tubulares de combustible nuclear metálico, según el cual se dispone verticalmente un molde cilíndrico así como un núcleo según el eje del molde si la barra debe ser tubular, vertiéndose después en el combustible fundido en varios chorros repartidos

30.





375679

en torno al eje de molde, caracterizado porque los chorros se dirigen según un ángulo comprendido entre 13 y 20° sobre el eje del molde y hacia éste en ausencia de núcleo.

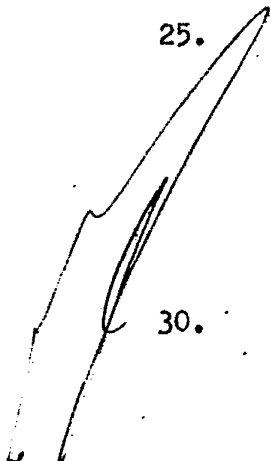
5. 2ª.- Procedimiento, según la reivindicación 1, caracterizado porque se hacen converger los chorros hacia el núcleo a fin de que tropiecen con la parte superior del núcleo y se deslicen hacia abajo a lo largo de éste.

10. 3ª.- Procedimiento, según la reivindicación 2, caracterizado porque cuando las barras son de uranio aleado o no de alma de grafito, se precalienta la parte alta del molde a una temperatura del orden de 750°C, antes de la colada.

15. 4ª.- Dispositivo para la aplicación del procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un molde cilíndrico vertical, cerrado en su parte inferior por un fondo amovible sobre el que descansa y en su parte superior por un distribuidor horadado de orificios de colada

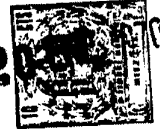
20. de combustible fundido en el molde, así como un núcleo centrado en el molde por medios previstos en el fondo y el distribuidor si la barra a fabricar es tubular, estando previstos unos orificios de colada en el distribuidor y repartidos en torno al eje de molde, caracterizado porque los orificios de colada están inclinados sobre el eje del molde un ángulo comprendido entre 13 y 20°.

25. 5ª.- Dispositivo, según la reivindicación 4, caracterizado porque los orificios con-



30.

375679



vergen hacia abajo.

6ª.- Dispositivo, según la reivin-
dicación 4 ó 5, caracterizado porque el ángulo de
los orificios sobre el eje es del orden de 15º.

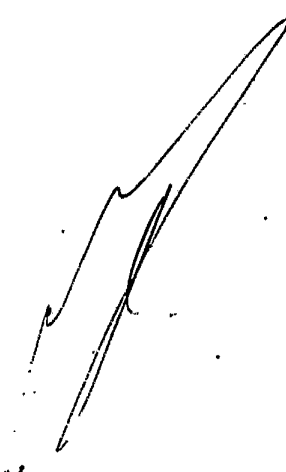
5. 7ª.- Dispositivo, según la reivin-
dicación 5 ó 6, caracterizado porque cuando dicho dis-
positivo es de colada de barras tubulares con alma
de grafito, el núcleo está constituido por dicho al-
ma de forma cilíndrica, eventualmente provista de gar-
10. gantas o muescas circulares de anclaje.

8ª.- Procedimiento y dispositivo
de colada de barras macizas o tubulares de combusti-
ble nuclear metálico; tal y como queda sustancialmen-
te descrito en la presente Memoria.

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

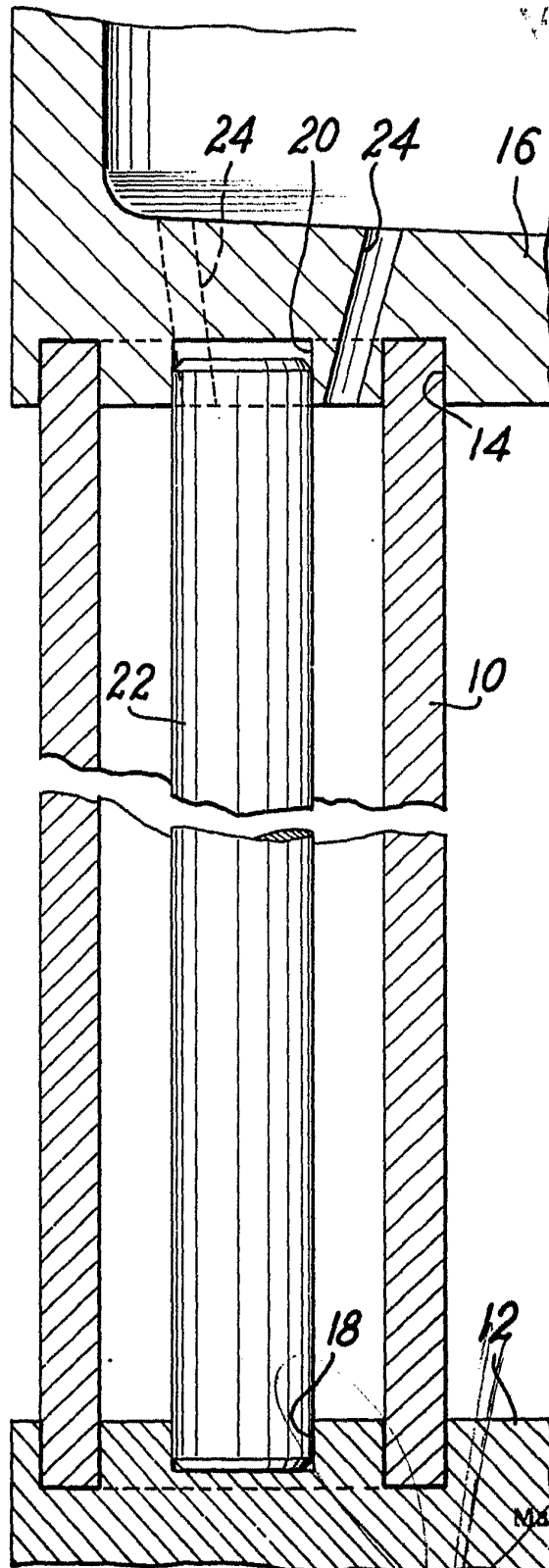
Madrid, 20 ENE. 1970
COMMISSARIAT DE L'ENERGIE
ATOMIQUE,

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
Firmado: F. Hernández Ruiz



375670

ESCALA
VARIABLE



20 ENE. 1970

Madrid

GOMEZ ACEBO Y MOJER
s. p. Firmados E. Hernández Ruiz