



B 28 / B 22
C / C

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: AMERICAN CAST IRON PIPE COMPANY

Domicilio: 2930 North 16th Street, BRIMINGHAM, ALABAMA
EE.UU.

Enunciado: UN METODO PARA FABRICAR UN ARTICULO REFRAC
TARIO.

PRIORIDAD: de la solicitud de patente estadounidense
nº 720.946 del 12 de abril de 1.968.



Este invento se refiere a la formación de moldes de fundición y otras formas refractarias y, más particularmente, a un método perfeccionado y simplificado para producir tales moldes y otras formas.

5 Con anterioridad al presente invento, fueron propues-
tos varios métodos diferentes para formar moldes de fundición a ba-
se de utilizar mezclas de materiales refractarios triturados y —
aglutinantes tales como silicato sódico, silicato etílico y soles
de sílice coloidal, pero la mayor parte de estos procedimientos —
10 precisan adiciones estrechamente controladas de diversos productos
químicos con el fin de efectuar la gelación del aglutinante. En las
patentes USA nº 2.795.022 y 2.811.760, se describen ejemplos de ta-
les métodos. En las patentes USA nº 2.380.945, 2.945.273 y 2.948.935
se describen procedimientos similares que implican técnicas especia-
15 les para reducir al mínimo el agrietamiento de los moldes, así co-
mo para aumentar la permeabilidad de los mismos.

 También han sido propuestos en las patentes USA nº —
2.765.512 y 2.869.215 diversos métodos para fabricar piezas vacia-
das ó moldes de material refractario ó cerámica que comprenden una
20 fase de congelación. No obstante, estos métodos no utilizan aglu-
tinantes de silicato ó sílice coloidal, y precisan de la extrac-
ción del agua antes de proceder a la congelación, así como de cui-
dadosos procedimientos de deshielo ó desecación después de ésta,
para impedir el agrietamiento.

25 La patente USA nº. 3.177.161, describe un procedi-
miento para formar cuerpos cerámicos que incluye la congelación de
una mezcla que contiene un sol de sílice coloidal acuoso, pero el
otro constituyente de la mezcla es un material inorgánico laminar
ó en forma de escamas, tal como mica, grafito, arcilla, sulfuro de
30 molibdeno ó metal en polvo, en particular cinc. Este procedimiento



requiere el deshielo del cuerpo congelado de pasta a temperatura ambiente, extracción del agua y desecación.

5 Por consiguiente, el objeto del presente invento es facilitar un método simple y rápido para preparar moldes refractarios y otros artículos para uso en fundición, que comprenden revestimientos de calderos de colada, orificios de vaciado y tubos, cuyo método evita los complicados procedimientos de mezcla, deshielo y desecación de la industria actual y la necesidad de usar materiales y aditivos especiales para formar el artículo terminado.

10 El presente invento proporciona un método para fabricar un molde de fundición u otra forma refractaria que comprende las fases de formar una mezcla fluida consistente en un sol de sílice coloidal acuoso sensible a la congelación y un material refractario en polvo, poner la mezcla en contacto con un patrón que presenta una superficie de configuración predeterminada, congelar al menos la parte de dicha mezcla que se halla en contacto con dicha superficie convirtiéndola en un cuerpo congelado, y cocer el cuerpo congelado para producir un molde de fundición u otra forma refractaria que presente una superficie de dicha configuración predeterminada.

15 El presente invento proporciona también un artículo refractario consistente en un cuerpo permeable de partículas refractarias unidas entre sí por la sílice de congelación precipitada de un sol de sílice coloidal.

20 La mezcla usada en el método del presente invento consiste en un sol de sílice coloidal acuoso y un polvo refractario susceptible de aglutinación por el sol de sílice, pero que no produce la gelación de éste, y que forma una mezcla estable a temperatura ambiente. Aunque la relación exacta de los dos materiales que

25

30



1908

5 forman la mezcla no es crítica, la composición de ésta se compone con preferencia de 30 a 80 por ciento de polvo refractario con un tamaño de partícula no mayor de un grado de criba 200, siendo el resto un sol de sílice coloidal contentivo de 30 a 50 por ciento de sílice.

10 Puede congelarse la mezcla mientras se halla en contacto con el patrón utilizando diversas técnicas y cualquier refrigerante apropiado, cuya temperatura no es crítica siempre que sea lo suficientemente baja para producir un cuerpo congelado de mezcla con un grueso que oscila de 1/8 pulg. (aproximadamente 0,3 cm.) a varias pulgadas en un periodo de uno a veinte minutos. Además de los patrones de fundición corrientes de metal y madera, pueden usarse otros de cera, plástico y mercurio congelado. Debido a la precipitación irreversible de la sílice cuando se congela un sol de sílice coloidal, la forma congelada unida por la sílice precipitada presenta una excelente resistencia al agrietamiento, y como quiera que puede cocerse inmediatamente, pueden lograrse ritmos de producción muy rápidos y fácilmente controlados.

15
20 Los moldes y otros artículos refractarios producidos por el método del presente invento retienen una estrecha exactitud dimensional mientras son sometidos al cambio del estado congelado al cocido o cerámico, son muy duros, se expanden muy poco cuando son calentados, son en extremo resistentes al choque térmico, y proporcionan un excelente detalle reproducible.

25 El invento, junto con nuevas características y ventajas respectivas, se evidenciará a partir de la siguiente descripción de varias formas de realización preferidas.

30 El plano es una representación esquemática de las fases de una forma de realización preferida del método del presente invento.



1803

Según se indica en el plano, una forma de realización preferida del invento es un método para formar un molde refractario que comprende las fases siguientes: (1) se mezclan entre sí cantidades adecuadas de un sol de sílice coloidal acuoso y un material refractario en polvo susceptible de aglutinación por el sol de sílice, pero que no produce la gelación de éste, formando una mezcla flúida que es estable a temperatura ambiente; (2) se coloca un patrón del molde que ha de formarse en una caja de moldear u otro recipiente apropiado y se vierte la mezcla sobre o en torno al patrón; (3) se coloca a continuación la caja de moldear en un baño de congelación o un congelador hasta que el cuerpo de pasta se congela formando el molde; (4) el patrón es a continuación separado o de otro modo retirado del molde congelado; y (5) se cuece el molde mientras está todavía congelado.

Con referencia a la fase (1), si bien puede usarse en este método cualquier material refractario finamente dividido que pueda ser aglutinado por el sol de sílice coloidal, pero que no produzca una acción gelante del mismo, con tal de que forma una mezcla estable a temperatura ambiente, se han obtenido los mejores resultados usando circonio, cromita o harina de sílice fundida con un tamaño de partícula no superior a un grado de criba 200, en cantidades que varían de 30 a 80 por ciento en peso de la mezcla, siendo el resto sílice coloidal. Otros refractarios comunes que pueden usarse son alúmina de mullita, sílice y espinela de cromita. Como quiera que se ha comprobado que la resistencia tensil de los moldes producidos de acuerdo con el invento se ve afectada por el contenido de sílice del sol de sílice coloidal usado en la mezcla, los soles preferidos son aquellos que se estabilizan con amoníaco o sodio y contienen de 30 a 50 por ciento de SiO_2 . Aunque no son críticas las proporciones exactas de los dos ingredientes de la pasta, se ha



5 comprobado también que aumenta la resistencia tensil del molde aumentando el porcentaje de polvo refractario en la mezcla. Por ejemplo, las mezclas que contienen de 50 a 60 por ciento de harina de sílice fundida y 40 a 50 por ciento de sol de sílice coloidal fluyen bien y poseen la resistencia adecuada para la mayor parte de los moldes. Si se precisa una resistencia mayor, puede obtenerse usando hasta 75 por ciento de circonio o harina de cromita, en lugar de harina de sílice fundida.

10 La operación de mezcla puede efectuarse en una batidora o una mezcladora de tipo hélice accionada a motor; y como quiera que los polvos refractarios son fácilmente humectados por la sílice coloidal, puede producirse rápidamente una suave mezcla fluida. Después de la agregación, se deja reposar la mezcla durante unos minutos con el fin de extraer el aire atrapado, o bien puede eliminarse éste por vibración o vacío.

15 En la fase (2), el patrón se hace por lo común de acero, cuya superficie debe ser suave y lubricarse con lubricantes tales como cera, aceite de silicona o una pulverización de fluorocarbono antes de verter la mezcla. No obstante, el aluminio es el material de patrón preferido para una producción máxima. Asimismo pueden usarse patrones de madera, cera, plástico y mercurio congelado. Si se vierte la mezcla sobre un patrón frío, aquélla debe fluir sobre éste suave y rápidamente, y deben tomarse precauciones para evitar solapas.

25 Si no es conveniente llevar a cabo la fase de congelación (3) en un congelador rápido, puede colocarse la caja de moldear contentiva del patrón y mezcla en un baño de alcohol-hielo seco a una temperatura comprendida en los límites de -30°F ($-34,44^{\circ}\text{C}$) a -90°F ($-68,44^{\circ}\text{C}$). Otros medios de congelación que han sido usados
30 incluyen hielo carbónico en forma de bloque y baños de cloruro cálc-



cico-hielo y acetona-hielo seco, proporcionando el baño acetona-hielo seco la más baja temperatura. Se han obtenido los mejores resultados con los baños más fríos. A este respecto, se ha comprobado que tanto el grado de congelación como el tiempo que el molde permanece congelado influyen en la resistencia del molde, traduciéndose con frecuencia una congelación lenta en agrietamiento durante la operación correspondiente, en tanto que si no se congela el molde durante un tiempo suficiente, puede derretirse al ser cocido. En la mayoría de los casos, los tiempos de congelación comprendidos en los límites de uno a veinte minutos, utilizando temperaturas de baño de -50°F a -70°F (aproximadamente de -45°C a -57°C) y temperaturas de mezcla que varíen de 42°F a 80°F (aproximadamente de 5°C a 27°C), son adecuados para congelar moldes de espesores comprendidos entre $1/8$ pulg y 4 pulgadas (entre aproximadamente 0,3 cm y 10 cm). Cuando se utiliza un congelador rápido, la temperatura respectiva no es crítica siempre que sea lo suficientemente baja como para permitir ritmos de producción razonables.

Para ilustrar la relación entre el espesor del molde, el tiempo necesario para congelarlo y la temperatura respectiva, fue preparada una mezcla que contenía 75 por ciento de harina de circón y 25 por ciento de sol de sílice coloidal contentivo de 49 por ciento de SiO_2 , vertida en tubos de aluminio de diversos diámetros, y congelada en un baño de alcohol, con los siguientes resultados:

Diámetro de muestra (pulg)	Tiempo de congel. (m)	Temperatura de la mezcla	Temperatura del baño
2 (aprox. 5 cm)	1/2	80°F (aprox. 27°C)	-70°F (aprox. -57°C)
2 (aprox. 5 cm)	5-2/3	80°F (aprox. 27°C)	-50°F (aprox. -45°C)
2 (aprox. 5 cm)	4-1/2	42°F (aprox. 5°C)	-65°F (aprox. -48°C)



<u>Diámetro de muestra(pulg)</u>	<u>Tiempo de congel.(m)</u>	<u>Temperatura de la mezcla</u>	<u>Temperatura del baño</u>
2-3/8 (aprox. 6cm)	7	80°F (aprox. 27°C)	-70°F (aprox.-57°C)
2-3/8 (aprox. 6cm)	7	50°F (aprox. 10°C)	-70°F (aprox.-57°C)
5 4 (aprox.10cm)	20	80°F (aprox. 27°C)	-70°F (aprox.-57°C)

Según se indica anteriormente, la congelación inicial es más rápida con una menor temperatura de mezcla, pero a medida que se aumenta el espesor del cuerpo congelado, se reduce la importancia de la temperatura de la mezcla.

10 Intimamente relacionada con el grado y tiempo de congelación está la dirección de ésta; para lograr los mejores resultados, el molde debe poseer una solidificación unidireccional, habiéndose comprobado que un molde congelado por ambos lados, o por la parte superior e inferior, tiende a poseer un plano débil en el centro y puede agrietarse debido a la expansión interna durante la congelación. Si el molde es sacudido o movido tras haberse iniciado, pero no completado, la solidificación, puede formarse una línea divisoria que tenderá a producir la separación o agrietamiento al procederse al cocido o vaciado.

15 20 En la fase (4), tras haberse formado el molde congelado, se separa el patrón, o, si éste es del tipo expandible, se retira del molde de cualquier manera apropiada, por ejemplo mediante cocción, fusión o disolución. Cuando se elimina un patrón expandible de cera o plástico mediante fusión, es necesario dirigir calor sobre el mismo para fundirlo antes de que se deshiele la parte exterior del molde congelado a fin de evitar el agrietamiento de éste por parte del material del patrón en expansión. Si se funde en un horno un patrón expandible, se agrietará el molde.

25 30 En la fase (5), se cuece inmediatamente el molde congelado tras eliminar el patrón a una temperatura de 1400°F a 1600°F



(de aproximadamente 760°C a 870°C) durante un periodo de 1 a 2 horas, tras de lo cual el molde acabado está listo para fundir.

5 El molde así producido es permeable, pero sin efecto adverso sobre la reproducción de detalle, es en extremo resistente al choque térmico, y, dado que se expande muy poco al ser calentado, proporciona una gran precisión dimensional de las piezas fundidas formadas en el mismo. Moldes preparados por este método han sido utilizados para fundir hierro gris y dúctil, aluminio, bronce, y diversos grados de carbono y aceros de aleación, y han producido piezas fundidas de intrincado detalle y finas secciones, así como piezas fundidas con espesores de 10 dos o más pulgadas. Dado el excelente detalle, acabado y exactitud dimensional de las piezas fundidas fabricadas en moldes así producidos, se requiere poco o ningún trabajo a máquina de las mismas.

15 Para ilustrar la elevada resistencia de los moldes refractarios producidos de acuerdo con el método del presente invento, se prepararon varias muestras vertiendo cantidades iguales de mezclas fundidas sílice-sílice coloidal en un molde de muestra dúctil de acero que fue colocado sobre un bloque de hielo seco durante un periodo de 5 minutos. Las muestras congeladas fueron separadas del molde e inmediatamente cocidas en un horno a 1600°F (aproximadamente 870°C) durante 2 horas. En cada caso, la sílice fundida en polvo fue mezclada con un sol de sílice coloidal al 49 por ciento. Cuando se probaron las muestras cocidas, sus resistencias tensiles fueron como sigue:

<u>% sílice fundida en sol de sílice al 49 por ciento</u>	<u>Resistencia tensil (libras por pulgada cuadrada)</u>
68	318 (aproximadamente 22 kg por cm ²)
30 63	289 (aproximadamente 20 kg por cm ²)



	<u>% sílice fundida en sol de sílice al 49 por ciento</u>	<u>Resistencia tensil (libras por pulgada cuadrada)</u>
	59	253 (aproximadamente 18 kg por cm ²)
	56	220 (aproximadamente 15 kg por cm ²)
5	50	174 (aproximadamente 12 kg por cm ²)
	33	40 (aproximadamente 3 kg por cm ²)

10 Cuando se mezcló 63 por ciento de harina de sílice fundida con un sol de sílice al 30 por ciento, la muestra resultante mostró una resistencia tensil de 165 libras por pulgada cuadrada (aproximadamente 11 kg por cm²). Por otra parte, cuando se usaron mezclas que contenían 75 por ciento de circón y 75% de harina de cromita con un sol de sílice coloidal al 49 por ciento para formar muestras congeladas y cocidas, las resistencias tensiles respectivas fueron 316 libras por pulgada cuadrada (aproximadamente 22 kg por cm²) en el caso de la mezcla de circón, y 554 libras por pulgada cuadrada (aproximadamente 39 kg por cm²) en el caso de la mezcla de cromita.

20 Aunque la anterior forma de realización del invento se refiere a la producción de un molde refractario, el método resulta también útil en la producción de otros tipos de artículos de fundición refractarios, incluidos tubos refractarios, orificios de colada, moldes y núcleos para cuerpos de caldera, y revestimientos para calderos de colada.

25 Por ejemplo, se han fabricado tubos de cerámica llenando un tubo metálico con una mezcla de sílice fundida-sílice coloidal, colocando el molde de metal en un baño de alcohol-hielo seco, congelando el grueso de mezcla deseado, y vertiendo la porción no congelada que puede ser usada más tarde. Se han obtenido tubos con espesor de pared de 1/8 pulg. a 1/2 pulg. (de aproximadamente 0,3 cm a 30 1,3 cm) en un tiempo de congelación menor de 3 minutos, y después de



cocidos han mostrado excelentes propiedades de resistencia al choque térmico al ser usados para sumergir Teflon (R.T.M.) en acero inoxidable.

5 En otra aplicación del método, una mezcla de circón-silice coloidal fue vertida en torno a un patrón de estireno fijo en una caja de vaciado de acero, y el conjunto fue colocado en un baño de alcohol-hielo seco hasta que la mezcla estuvo congelada. A continuación fue cocido el patrón y el orificio fue quemado con una antorcha a soplete de gas-aire, siendo el tiempo
10 total de congelación y cocción de 1-1/2 horas.

Se fabricó un núcleo para ser usado en la producción de juntas de tubo de hierro fundido llenando una caja de núcleo metálico con una mezcla de sílice fundida-silice coloidal, congelando una capa en la caja de 1/2 pulg. (aproximadamente 1,3 cm.),
15 separando el núcleo y cociéndolo inmediatamente a una temperatura de 1400°F (aproximadamente 760°C). El detalle y resistencia del núcleo acabado eran buenos, y no se desarrollaron agrietamientos antes o después de la cocción.

Se formó un revestimiento de circón en un cucharón de colada congelando una capa de mezcla circón-silice coloidal en el
20 cucharón, vertiendo la mezcla excedente, y cociendo inmediatamente la capa congelada. El revestimiento de cucharón así producido demostró ser superior a los revestimientos convencionales por el hecho de que no presentó agrietamientos o astilladuras, y la escoria no se adhirió al mismo.
25

Pueden formarse rápidamente moldes para cuerpos de caldera vaciando una mezcla de material refractario-silice coloidal (preenfriada si se desea) sobre un patrón frío o refrigerado, permitiendo que se congele sobre éste una capa de mezcla del espesor
30 deseado, vertiendo la porción no congelada de la mezcla, y cociendo



la capa congelada.

Una de las ventajas importantes del método del presente invento es que, debido a su resistencia excepcionalmente elevada al choque térmico, los moldes congelados u otros artículos formados según se describe anteriormente pueden cocerse de inmediato sin previos deshielo o desecación, lo cual hace el método bien apropiado para la rápida producción de muchas formas refractarias diferentes. No obstante, no es esencial que el molde congelado u otro artículo sea cocido inmediatamente, siempre que sea secado al horno o tratado con soplete antes del deshielo. Por ejemplo, si se desea formar un conjunto de moldes producidos individualmente a partir del mismo patrón, cada molde individual puede secarse al horno a una temperatura de 200°F a 500°F (de aproximadamente 90°C a 260°C) después de ser extraído el patrón, y después, tras haber secado todos los moldes individuales, pueden unirse entre sí con una porción de la misma mezcla que la usada para formar los moldes. A continuación puede cocerse la unidad completa.

Se facilita pues mediante el presente invento un método extremadamente simple para la rápida producción de moldes refractarios y otros artículos de fundición que no precisa de complicados procedimientos de mezcla, desecación o deshielo, y utiliza solamente dos materiales en la mezcla, un polvo refractario y un sol de sílice coloidal, sin necesidad de controlar estrechamente las adiciones de agentes gelantes químicos. Como quiera que la mezcla no se solidifica hasta que está congelada, cualquier porción que no se congele puede usarse de nuevo. El método es sustancialmente más rápido que los procedimientos utilizados hasta ahora, y es versátil por el hecho de que es utilizable igualmente para la producción de piezas fundidas de escasa precisión y grandes piezas fundidas de acero.



5

Los moldes y otros artículos refractarios producidos de acuerdo con el invento difieren de los preparados por otros métodos en que la congelación de la mezcla precipita la sílice del sol coloidal de tal modo que retiene la forma impartida por el patrón, en tanto que los cristales de hielo que se forman durante la congelación producen pequeños vacíos que sirven a modo de respiraderos, los cuales, no obstante, no son visibles en las piezas fundidas fabricadas en los moldes.

10

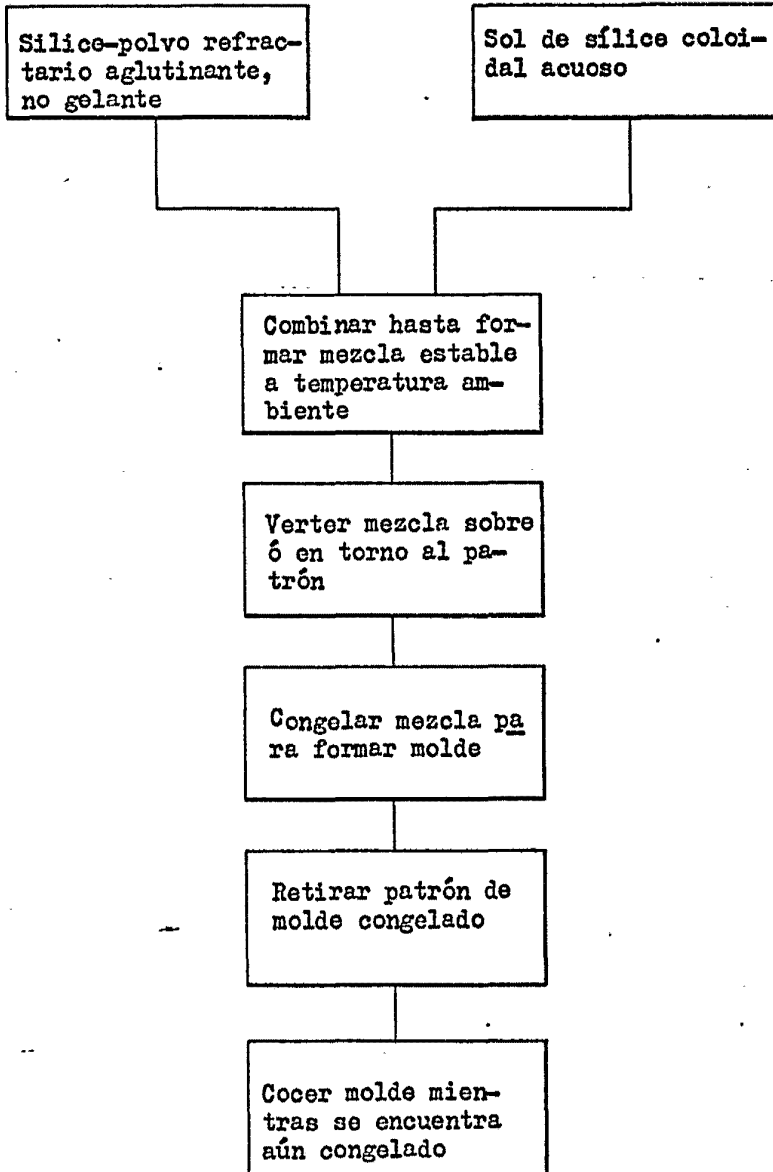
En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:





1959

EJEMPLOS GRAFICOS





DIC. 1970

NUMERO 365.935

REIVINDICACIONES

- 5' 1. Un método para fabricar un artículo refractario, que comprende las fases de: formar una mezcla fluida consistente en un sol de sílice coloidal acuoso sensible a la congelación y un material refractario en polvo; poner la mezcla en contacto con una superficie de configuración predeterminada, congelar al menos la parte de dicha mezcla que se halla en contacto con dicha superficie convirtiéndola en un cuerpo congelado y cocer el cuerpo congelado para producir un artículo refractario que
10 presente una superficie de dicha configuración predeterminada.
2. Un método según la reivindicación 1, en el cual la mezcla contiene de 30 a 80 por ciento en peso de un material refractario de un tamaño de partícula no mayor de un grado de oriba 200, siendo el resto un sol de sílice coloidal que contie
15 ne de 30 a 50 por ciento de sílice.
3. Un método según la reivindicación 2, en el cual el material refractario es seleccionado del grupo consistente en cromita, circón y sílice fundida.
4. Un método según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, en
20 el cual se congela la mezcla sometiéndola a una temperatura de -30°F a -90°F (de aproximadamente -34°C a -68°C) durante un período de 1 a 20 minutos, y se cuece el cuerpo congelado a una temperatura de 1400°F a 1600°F (de aproximadamente 760°C a 870°C) durante un periodo de 1 a 2 horas.
- 25 5. Un método según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, que incluye la fase de secar el cuerpo congelado a una temperatura de 200°F a 500°F (de aproximadamente 90°C a 260°C) antes de cocerlo.
- 30 6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual la superficie que presenta una configuración predeterminada, comprende una porción de un patrón, el cual es



separado del cuerpo congelado antes de que éste último sea cocido.

5 7. Un método según la reivindicación 6, en el cual se mantiene una cantidad de la mezcla en contacto con un patrón refrigerado hasta que la porción de la mezcla próxima al patrón es congelada a un espesor predeterminado, tras de lo cual la porción no congelada de la pasta es vertida fuera del patrón.

10 8. Un método según la reivindicación 6, en el cual se llena una caja patrón con la mezcla, se congela una porción de la mezcla próxima al patrón refrigerando éste, y a continuación se vierte la porción no congelada de la mezcla.

9. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: "UN METODO PARA FABRICAR UN ARTICULO REFRACTARIO".

15 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva, que consta de dieciséis páginas mecanografiadas.

Madrid, 11 de abril de 1969.

BERNARDO UNGERIA

P.P.



20

25

30