

405970

PATENTE DE INVENCION

Case 40430/CWU-122.



Int. Cl.²: C04B

405970

Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO PARA CONTROLAR EL GRADO DE EXPANSION
DE UN CEMENTO EXPANSIVO.

=====

Solicitante USS ENGINEERS AND CONSULTANTS, INC., entidad norteamericana, residente en 600 Grant Street, Pittsburgh, Estado de Pensilvania, EE.UU. de A.

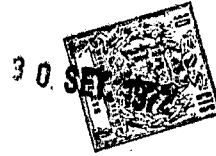
=====

COMPENDIO DE LA INVENCION

Se describe un procedimiento para preparar un cemento expansivo que tiene una expansión controlada y la misma trabajabilidad que el cemento Portland normal.

405970

- 2 -



FUNDAMENTO DE LA INVENCION

5. A causa de la baja resistencia a la tracción del material curado, las características inherentes de contracción de los hormigones fabricados con los cementos convencionales, provocan grietas tras el endurecimiento y secado. Se han llevado a cabo diversos esfuerzos para salvar esta debilidad por diversos medios mecánicos, tales como pretensado o post-prensado; sin embargo, dichos métodos requieren con frecuencia unas técnicas e instalación complicadas. Igualmente, se han

10. llevado a cabo esfuerzos para producir cementos que, cuando se mezcla con agua se expandirá y con ello compensará, en algún grado o totalmente, la contracción normal del hormigón de cemento Portland.

15. El cemento expansivo consiste en un cemento que, cuando se mezcla con agua, forma una pasta que, durante y después del fraguado y endurecimiento, incrementa significativamente de volúmen.

20. El hormigón, mortero o lechada de cemento, compensadores de la contracción, consiste en un hormigón, mortero o lechada de cemento expansivo, en el cual la expansión, si es restringida, induce a esfuerzos de compresión que contrarrestan aproximadamente los esfuerzos de tracción en el hormigón inducidos por la contracción por secado. El hormigón, mortero o lechada de cemento, auto-tensionables, es un

25. hormigón, mortero o lechada de cemento expansivo, en donde la expansión se encuentra restringida induciendo a esfuerzos de compresión de una magnitud bastante elevada para traducirse en una compresión significativa en el hormigón después de presentarse la contracción por secado.

30. En la mayor parte de las formulaciones de cemento

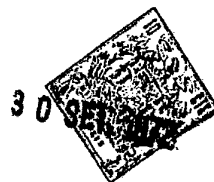


- expansivo, la formación de etringita ($3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 3\text{CaSO}_4\cdot 32\text{H}_2\text{O}$) es la fuente de la fuerza expansiva. Recientemente, los investigadores de etringita en el cemento, han reconocido la potencia de emplear este compuesto para inducir esfuerzos sobre el acero de refuerzo, desarrollando así, durante el periodo de curado, una ligera compresión en el hormigón. Es conveniente poseer una suficiente compresión inicial en el hormigón, para evitar el desarrollo de esfuerzo de tracción durante el periodo de secado, incrementando de este modo su resistencia a las grietas. El desarrollo y las propiedades de diversos cementos expansivos, han sido descritas en diversas publicaciones y están resumidas en el artículo de ACI Committee 223, titulado "Expansive Cement Concretes - Present State of Knowledge", publicado en el Journal of the American Concrete Institute, Vol. 67, No. 8, Agosto, 1970, págs. 583-610.

- Aunque una mayoría de los investigadores de diversos países, han descubierto diversas formas para producir cementos expansivos, la mayor parte de los mismos no han sido comerciales a causa de la incapacidad para reproducir los cementos con propiedades fiables así como a causa de las complicaciones existentes en la tecnología de fabricación. Los cementos expansivos no contraíbles y auto-tensionables, producidos hasta el presente, tienen parte o la totalidad de las siguientes desventajas: 1) corto tiempo de trabajabilidad en el hormigón en comparación con el cemento Portland normal del hormigón; 2) la necesidad de tomar precauciones especiales durante el periodo de curado del hormigón; 3) tiempo de almacenamiento limitado: e potencial expansivo se deteriora con el tiempo; 4) la necesidad de emplear agentes de control para limitar la velocidad y magnitud de expansión;

405970

- 4 -



y 5) la necesidad de un tratamiento hidrotérmico complicado y largo del hormigón.

5. Constituye un objeto de esta invención, proporcionar un cemento expansivo que, independientemente de la magnitud del potencial expansivo, tiene, en la preparación del hormigón, las mismas características de trabajabilidad que cualquier hormigón de cemento Portland normal y no necesita ningún curado o precauciones especiales distintas a las normalmente recomendadas para cualquier hormigón de cemento Portland de calidad.

RESUMEN DE LA INVENCION

10. Se ha descubierto que las cantidades relativamente pequeñas de cemento o clinker de aluminato cálcico, aproximadamente 2-17 %, junto con cemento o clinker Portland, y sulfato cálcico expresado como un porcentaje en exceso de SO_3 sobre el SO_3 óptimo, determinado de acuerdo con ASTM Standard C563-70 e igual a aproximadamente 2-24 %, cuando se proporcionan de forma apropiada, dan lugar a cementos que tienen unas propiedades expansivas controladas. Puesto que un cemento expansivo debe tener una magnitud predecible y controlable de expansión, para que sea útil, se ha descubierto ahora las relaciones necesarias que pueden ser fácilmente controladas y asegurar con ello la fabricación de cemento con propiedades consistentes. Esto es de particular importancia para los niveles relativamente bajos de potencial expansivo de un cemento empleado en el hormigón compensador de la contracción.

20. La presente composición mejorada del cemento expansivo, consistente en cemento o clinker Portland, cemento o clinker de aluminato cálcico y sulfato cálcico, posee las siguientes propiedades mejoradas:

25.

30.



5. 1) Las características de trabajabilidad, colocación, compactación y acabado, todas ellas para las necesidades normales de agua con ninguna pérdida excesiva de fragilidad, son iguales a las características de un hormigón de cemento Portland normal.
- 2) La cantidad de expansión de la formulación particular puede ser fácilmente controlada y duplicada haciéndola aplicable a las necesidades de un campo o área particular.
10. 3) El curado del hormigón compensador de la contracción está sujeto solamente a aquellas precauciones normalmente establecidas para el curado del hormigón ordinario en tiempo cálido y en tiempo frío.
15. 4) El potencial expansivo del hormigón compensador de la contracción alcanza el valor óptimo en un periodo de curado relativamente corto, del orden de 3 a 4 días.
20. 5) El almacenamiento no requiere limitación alguna en cuanto al tiempo o en cuanto a facilidades distintas a las recomendadas para el cemento Portland normal, aluminato cálcico o cualquier otro cemento hidráulico.
25. 6) La fabricación no requiere ningún componente expansivo especial sino que utiliza los cementos o clinkers hidráulicos comercialmente producidos (Portland y aluminato cálcico) y sulfato cálcico.
- 7) Las resistencias de los morteros u hormigones son iguales o superiores a las obtenidas con mortero u hormigón de cemento Portland regular, cuando se utiliza una limitación adecuada.
30. 8) El cemento puede producirse por inter-molturación, mezclado o mediante una combinación de operaciones de molturación y mezclado de los citados componentes, en las proporcio



nes recomendadas para la gama específica de características expansivas.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

5. La figura 1 es un gráfico del porcentaje de expansión de un cemento de la presente invención contra el exceso de SO_3 con respecto al SO_3 óptimo, determinado de acuerdo con ASTM Standard C563-70. Los resultados mostrados son para una composición que contiene 5,5 % en peso, basado en la composición total de cemento de aluminato cálcico de bajo contenido en hierro (menos del 2,5 % como Fe_2O_3) curado en un baño de agua caliente ($63^{\circ}C$) hasta que no se observa ninguna expansión más (por debajo de 24 horas). La restricción o limitación en % es de 0,67.
10. La figura 2 es un gráfico de la resistencia a la compresión de un cemento de la presente invención, contra el tiempo.
15. La figura 3 es un gráfico del porcentaje de expansión de un cemento de esta invención trazado contra el tiempo.
20. En las figuras 2 y 3, y basado en la composición total, el cemento de aluminato cálcico de bajo contenido en hierro, comprende 5,6 % en peso y el exceso en % de SO_3 con respecto al óptimo, es de 2,4. La restricción o limitación en % es de 0,36. El mortero de cemento fue curado a $23^{\circ}C$ durante el periodo del ensayo.
25. La figura 4 es un gráfico del porcentaje de expansión trazado contra el exceso de SO_3 con respecto al óptimo, para dos cementos de esta invención que contienen diferentes cementos de aluminato cálcico y distintas cantidades de cemento de aluminato cálcico. La expansión fue determinada después de 3 días de curado a $23^{\circ}C$. La restricción o limitación
- 30.



- en % fue de 0,36. La curva A corresponde a un cemento que contiene 5,6 % en peso de cemento de aluminato cálcico con un contenido en hierro de 2 a 2,5 % aproximadamente, como Fe_2O_3 . La curva B corresponde a un cemento que contiene 2,0 % en peso de un cemento de aluminato cálcico de muy bajo contenido en hierro (aproximadamente 1 % de Fe_2O_3).

DESCRIPCION DETALLADA

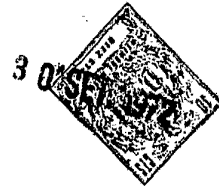
- El cemento expansivo controlado de esta invención, se prepara a partir de una mezcla de cemento o clinker Portland, cemento o clinker de aluminato cálcico y sulfato cálcico, mediante molturación y mezclado hasta obtenerse la homogeneidad. Para utilizarse en esta composición, resulta adecuado cualquier clinker de cemento Portland que produzca un cemento que satisfaga a la norma ASTM Standard C150-70 preferiblemente, el potencial mínimo de resistencia para el nivel óptimo de SO_3 del clinker, cuando se moltura en un cemento Portland y se ensaya por la norma ASTM Standard C563-70, es superior a 252 kg/cm^2 . El clinker se produce mediante métodos convencionales.

- No es necesario el empleo de cementos de aluminato cálcico especiales. Cualquier cemento o clinker de aluminato cálcico es adecuado para utilizarse en esta composición con la condición de que el contenido máximo en hierro, expresado como Fe_2O_3 , del cemento o clinker, no sea superior al 20 % aproximadamente, con preferencia no superior al 5 % aproximadamente. El clinker o cemento se produce mediante métodos convencionales.

- El sulfato cálcico puede añadirse a este cemento, tanto en forma anhidra como en forma del dihidrato. Puede añadirse en forma mineral, preferiblemente como yeso. Cuando los

405970

- 8 -



tres componentes de la presente composición se molturan a un tamaño final, antes de efectuar el mezclado, se prefiere el empleo de dihidrato de sulfato cálcico (yeso). Cuando los componentes del presente cemento se combinan antes de la molturación a un tamaño final, se prefiere limitar la forma de dihidrato a un máximo del 10 % en peso aproximadamente, basado en la composición total. Puede alcanzarse cualquier requerimiento de sulfato cálcico por encima del 10 % en peso, mediante la adición de sulfato cálcico anhidro.

5.

10.

La siguiente tabla resume las proporciones de los constituyentes anteriores de la presente composición, que se traducen en hormigones dotados con los resultados beneficiosos de la presente invención.

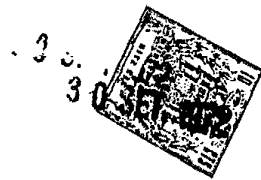
Tabla I

15.

<u>Componente</u>	<u>Gama utilizable en kg de compensación de la contracción</u>	<u>Auto-tensionable</u>	<u>Gama preferida en kg de compensación de la contracción</u>	<u>Auto-tensionable</u>
Clinker o cemento de aluminato cálcico	0,90-7,65	3,5-17	0,90-4,05	6-17
20. SO ₃ en exceso (añadido en forma de sulfato cálcico)	0,90-10,80	6-24	1,35-4,95	9-24
Cemento o Clinker Portland	45	100	45	100

25.

El contenido en cemento o clinker de aluminato cálcico, de la presente composición, deberá ser superior a un 2 % en peso aproximadamente, para obtener cualquier expansión. Cuando el contenido en cemento o clinker de aluminato cálcico es superior al 17 % en peso, dicho cemento o clinker fragua demasiado rápidamente. Cuando el exceso de SO₃ con relación



al óptimo, es inferior al 2 % en peso, se presenta una expansión insuficiente. Cuando el exceso de SO_3 con respecto al óptimo, es superior al 24 % en peso aproximadamente, la resistencia del hormigón es afectada de forma adversa.

5. El procedimiento para preparar el cemento expansivo controlado de esta invención, es el siguiente. La primera etapa consiste en determinar el valor óptimo de SO_3 del cemento o clinker Portland particular a utilizar en la composición. El procedimiento seguido es el indicado en ASTM Standard C563-70.

10. Una vez determinado el valor óptimo de SO_3 del cemento o clinker Portland particular, se elige un nivel de cemento o clinker de aluminato cálcico en la gama de 2 a 17 % aproximadamente. Cuando se ha de preparar un cemento compensador de la contracción, el contenido en cemento o clinker de aluminato cálcico deberá ser del orden del 2 al 17 % aproximadamente, con preferencia del 2 al 9 % aproximadamente.
15. Cuando se ha de preparar un cemento auto-tensionable, el contenido en cemento o clinker de aluminato cálcico deberá estar comprendido entre 3,5 y 17 % en peso aproximadamente, con preferencia entre 6 y 17 % en peso aproximadamente. A continuación, se añaden cantidades adicionales de SO_3 a diferentes lotes de mezclas de cemento Portland-cemento de aluminato cálcico y se determina la expansión para cada nivel de SO_3 . Los resultados son trazados entonces sobre un gráfico, tal como se muestra en la figura 1, empleando sistemas restringidos y condiciones de curado adecuadas para el uso final propuesto.

20. Los resultados variarán en función de la cantidad de cemento de aluminato cálcico presente en la mezola y también en función del cemento de aluminato cálcico particular
- 25.
- 30.

405970

- 10 -



5. empleado. La expansión ocasionada por el exceso de SO_3 puede determinarse entonces para distintos niveles de cemento de aluminato cálcico y se elige la composición que tiene la velocidad de expansión y características de resistencia deseadas. Una vez que se ha trazado el efecto de los diferentes niveles de SO_3 en exceso, solamente es necesario añadir la misma cantidad de SO_3 en exceso a los ulteriores lotes de cemento, para obtener la misma expansión. De este modo, cuando ha de prepararse un cemento a partir de un nuevo lote de cemento o
10. clinker Portlan, el valor óptimo de SO_3 se determina de acuerdo con ASTM Standard C563-70, se añade la cantidad determinada de cemento o clinker de aluminato cálcico y se determina el nivel de SO_3 en exceso, necesario para la expansión deseada, haciendo referencia a un gráfico comparable a la figura 1. Se ha descubierto que en la preparación de los cementos compensadores de la contracción, el nivel de SO_3 en exceso deberá ser del orden de 2 a 24 % en peso aproximadamente, con preferencia de 3 a 11 % en peso aproximadamente. Cuando se prepara un cemento auto-tensionable, el nivel de SO_3 en exceso deberá ser del orden de 6 a 24 % en peso aproximadamente, con preferencia de 9 a 24 % en peso aproximadamente.

20. Una vez elegidas, mediante el método anterior, las proporciones de los tres constituyentes de la presente composición, estos últimos se combinan para formar un cemento expansivo controlado que tiene el nivel deseado de expansión.

25. Los constituyentes pueden combinarse y molturarse a continuación entre sí, o los constituyentes pueden molturarse por separado y mezclarse entonces para formar el cemento.

30. Cuando el cemento ha de ser preparado mediante intermolturación de los componentes, las proporciones adecuadas



- son seleccionadas y alimentadas al molino de molturación. Es preferible limitar la cantidad de SO_3 equivalente obtenida a partir del sulfato cálcico dihidratado (yeso) a un nivel del 10 % en peso aproximadamente. Si es necesario una cantidad
5. adicional de sulfato cálcico para proporcionar el nivel deseado de SO_3 , es preferible añadir el sulfato cálcico en forma anhidra. Los constituyentes son molturados por medios convencionales para satisfacer las necesidades de finura de ASTM Standard C150-70, según el ensayo de ASTM Standard C115-70.
10. En un método preferido, los constituyentes de la presente composición se molturan primeramente por separado y se mezclan entonces en cualquier forma convencional. El constituyente de cemento de aluminato cálcico deberá molturarse a una superficie Wagner superior a $1350 \text{ cm}^2/\text{g}$ aproximadamente,
15. con preferencia superior a $1400 \text{ cm}^2/\text{g}$ aproximadamente. El clinker de cemento Portland deberá molturarse hasta una superficie Wagner superior a $1600 \text{ cm}^2/\text{g}$ aproximadamente, con preferencia superior a $1800 \text{ cm}^2/\text{g}$ aproximadamente. El sulfato cálcico, con preferencia en forma del dihidrato, deberá molturarse hasta un punto en el cual por lo menos el 70 % pase
20. a través de un tamíz No. 100 y con preferencia hasta un punto en el cual por lo menos el 85 % pase por un tamíz No. 100. Después de la molturación, se mezclan las proporciones necesarias de cada constituyente.
25. Aunque el presente procedimiento y cemento, ambos nuevos, han sido descritos en términos o en relación con el cemento o clinker Portland, deberá comprenderse que el cemento o clinker Portland pueden ser sustituidos por otros cementos o clinkers. Así, las referencias hechas al cemento
30. o clinker Portland en esta Memoria incluyen igualmente a los



cementos hidráulicos mezclados. Los cementos hidráulicos mezclados adecuados para utilizarse en los cementos de esta invención, se describen en ASTM Standard C595-68 bajo la designación Portland Blast-Furnace Slag Cement (tipos IS e IS-A) y Portland-Pozzolan Cement (tipos IP, IP-A, P, y PA).

5.

Los siguientes ejemplos ilustrarán adicionalmente las técnicas preparativas útiles en la práctica de esta invención. Naturalmente, dichos ejemplos deberán ser tomados simplemente como ilustrativos y no como limitativos.

10.

EJEMPLO 1

Se prepara un cemento expansivo compensador de la contracción, a partir de 86,3 partes en peso de clinker de cemento Portland, 5,6 partes en peso de clinker de cemento de aluminato cálcico de bajo contenido en hierro y 8,1 partes en peso de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ equivalente a 3,6 partes en peso de SO_3 .

15.

El nivel óptimo de SO_3 del clinker de cemento Portland se determina empleando la norma ASTM Standard C563-70, siendo del 1,7 %. El cemento expansivo se prepara intermolturando los componentes en un molino de laboratorio hasta una superficie

20.

Wagner de $1900 \text{ cm}^2/\text{g}$. La expansión de este cemento es medida sobre prismas de mortero restringidos de $50 \times 50 \times 250 \text{ mm}$, empleando un comparador de longitud de acuerdo con lo descrito en ASTM Standard C490-70. La mezcla de mortero consiste en

25.

cemento y arena Ottawa en una mezcla 1:2,75 en peso con suficiente agua para proporcionar un flujo de 110-115 % comparable con ASTM Standard C109-64. El mezclado se efectúa de acuerdo con ASTM Standard C305-65. Los moldes eran de tales dimensiones que proporcionaban un espacio suficiente para insertar una caja de restricción consistente en una varilla de

30.

acero dulce roscada de 4,76 mm con una longitud total de 292,1



- ± 1,5 mm y dos placas finales de acero dulce de 50x50x93 mm. Las placas finales estaban situadas sobre la varilla para proporcionar una abertura de 250 mm entre las mismas y estas aseguradas en su sitio mediante tornillos de sujeción. Las cajas de acero fueron ensambladas y medidas en longitud en el comparador antes de la inserción en el interior del molde. Las mediciones ulteriores fueron referidas a esta medición inicial. Las muestras moldeadas fueron colocadas en la cabina húmeda (23°C ± 1,16, humedad relativa del 90 %) durante 5 ½ horas, se desmoldearon y se colocaron entonces en agua saturada con cal (23°C ± 1,16°C) hasta completarse el ensayo. En las condiciones indicadas anteriormente, el porcentaje de expansión, después de 3 días, fue de 0,077 % y, después de 7 días, de 0,078 %. La resistencia a la compresión, determinada de acuerdo con ASTM Standard C109-64, fue de 206,5 kg/cm² (3 días) y de 298,90 kg/cm² (7 días).

EJEMPLO 2

- Se sigue el procedimiento del ejemplo 1 empleando un cemento Portland preparado a partir de 83,8 partes en peso de clinker de cemento Portland, 5,6 partes en peso de clinker de cemento de aluminato cálcico de bajo contenido en hierro y 10,6 partes en peso de CaSO₄·2H₂O (equivalente a 4,7 partes en peso de SO₃). El cemento Portland tenía un nivel óptimo de SO₃ de 2,6 %. La expansión al tercer día de esta composición de cemento era de 0,091 % y al séptimo día de 0,087 %. Las resistencias a la compresión fueron de 215,60 kg/cm² (al tercer día) y de 296,10 kg/cm² (al séptimo día).

- La Tabla II consiste en una comparación de las composiciones de cemento de los ejemplos 1 y 2. Dicha tabla demuestra que la resistencia a la compresión y el porcentaje



de expansión de las dos composiciones de cemento, para un valor aproximadamente igual de SO_3 en exceso, son aproximadamente idénticas. Por consiguiente, es evidente que el procedimiento de esta invención hace posible el control tanto de la magnitud como de la velocidad de expansión de la composición de cemento expansivo.

5.

Tabla II

	<u>Resistencia a la compresión,</u> kg/cm ²		<u>Expansión, %</u>	
	<u>3 días</u>	<u>7 días</u>	<u>3 días</u>	<u>7 días</u>
10. <u>Cemento</u>				
Ejemplo 1	206,50	298,90	0,077	0,078
Ejemplo 2	215,60	296,10	0,091	0,087

EJEMPLO 3

Se preparan mezclas de hormigón-tensionable, compuestas de 8 sacos y cuarto de cemento (42,30 kg cada uno) por 0,76 m³ de hormigón, una relación de agua a cemento igual a 0,517 en peso y una mezcla de arena de hormigón que satisface a las especificaciones ASTM C33-67 para los agregados finos, y un agregado de ligero peso, comercialmente preparado, de pizarra triturada expandida que tiene un tamaño máximo de 12,7 mm, constituyendo la arena el 74 % del agregado total en peso, o el 37 % en volumen.

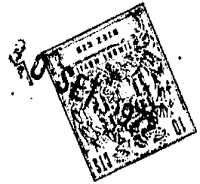
15.

20.

Se preparan tres composiciones diferentes de cemento teniendo las proporciones indicadas en la Tabla III. A partir de cada mezcla de hormigón, se funden prismas que tienen una sección transversal de 75 x 75 mm y una longitud de 250 mm. Cada prisma se proporciona con una varilla longitudinal limitativa fabricada a partir de acero inoxidable de elevada resistencia (~~A~~431) con un diámetro de 6,85 mm. La longitud eficaz de calibre de la varilla entre los platos o placas extremos, es de 250 mm. La longitud total de la varilla

25.

30.



- es de 292,5 mm. El refuerzo lateral consiste en seis cuadrados de 50 x 50 mm de calibre 12 espaciados igualmente por toda la longitud de la muestra. La varilla longitudinal tenía extremos de un diseño que podía utilizarse convenientemente en un comparador de longitudes conforme al tipo descrito en ASTM Standard C490-70. La longitud de la varilla de restricción o limitativa, longitudinal, fue medida antes de moldear las muestras. Todas las mediciones realizadas a continuación fueron referidas a esta medida inicial. Las muestras fueron curadas en un baño de agua caliente, manteniéndose a 63°C hasta que no se observó ninguna expansión adicional. Esto ocurrió en el espacio de 24 horas. En la Tabla IV, se resumen el porcentaje de expansión y el esfuerzo de compresión calculado, basado en el límite elástico del acero.

15.

Tabla III

Composición en kg.

Cemento	Clinker de cemento Portland	Clinker de cemento de aluminato cálcico ¹	Yeso ²	Anhidrita ³	SO ₃ en exceso en % en peso
1	36,09	1,84	3,42	3,64	5,9
2	35,10	2,47	3,64	3,78	6,3
3	32,76	3,15	9,09	0	7,4

20.

¹Contenido en hierro inferior a 2,5 % como Fe₂O₃²Yeso = 44,5 % SO₃

25.

³Anhidrita = 55,5 % SO₃

Tabla IV

Cemento	Expansión, %	Resistencia a la compresión calculada, kg/cm ²
1	0,116	15,75
2	0,150	20,37
3	0,220	29,89

30.



N O T A

=====

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son sus-

5. susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica con el No. de Ser. 172.691 de 18 de agosto de 1.971, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los
10. Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: PROCEDIMIENTO PARA CONTROLAR EL GRADO DE EXPANSION DE UN CEMENTO EXPANSIVO; caracterizándose por lo siguiente:

15. 1.- Procedimiento para controlar el grado de expansión de un cemento expansivo, caracterizado porque comprende añadir una cantidad de sulfato cálcico a cementos o clinkers Portland y de aluminato de calcio para proporcionar un exceso predeterminado de SO_3 sobre el SO_3 óptimo determinado según
20. ASTM Standard C563-70.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el sulfato cálcico se añade en forma de yeso.

25. 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el cemento de aluminato cálcico comprende 2 a 17 % en peso aproximadamente y el exceso de SO_3 comprende 2 a 24 % en peso aproximadamente del cemento Portland.

4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el cemento expansivo es un cemento compensador de la contracción, el cemento de aluminato cálcico comprende 2 a 9 % en peso aproximadamente, y el exceso de SO_3



comprende de 3 a 11 % en peso aproximadamente, del cemento Portland.

5. 5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el cemento expansivo es un cemento autotensionable, el clinker del cemento de aluminato de calcio comprende 3,5 a 17 % en peso aproximadamente y el exceso de SO_3 comprende 6 a 24 % en peso aproximadamente del clinker del cemento Portland.

10. 6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el cemento expansivo es un cemento autotensionable, el clinker de cemento de aluminato cálcico comprende 6 a 17 % en peso aproximadamente, y el exceso de SO_3 comprende 9 a 24 % en peso aproximadamente del clinker del cemento Portland.

15. 7.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se añade hasta un 10 % en peso aproximadamente de la composición total, de sulfato cálcico como yeso, y el resto del sulfato cálcico requerido para dar el exceso predeterminado de SO_3 se añade como sulfato cálcico anhidro.

20. 8.- Procedimiento para controlar el grado de expansión de un cemento expansivo, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

25. Esta Memoria consta de 17 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 30 SET. 1972

USS ENGINEERS AND CONSULTANTS, INC.

J. GOMEZ ACEBO Y MONET
Por el Firmado: L. Gaita Fernández



FIG. 1

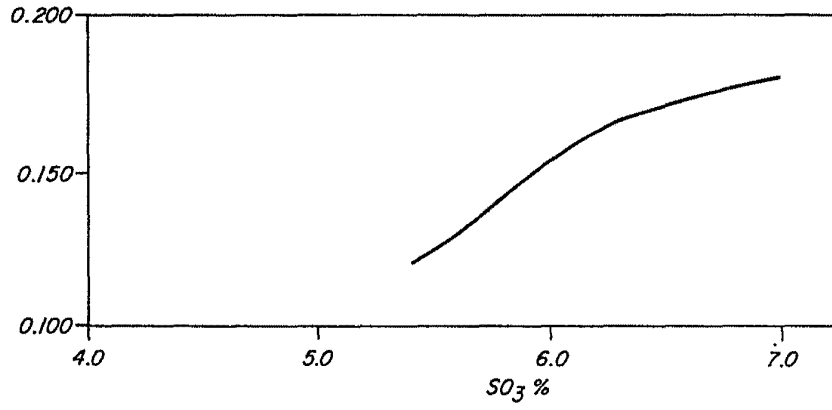


FIG. 2

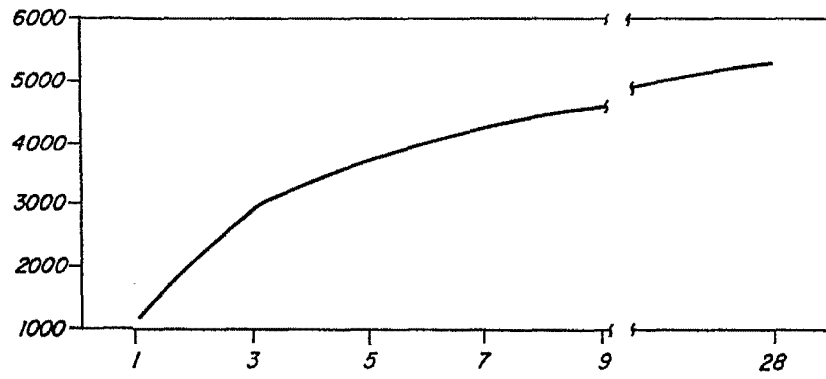
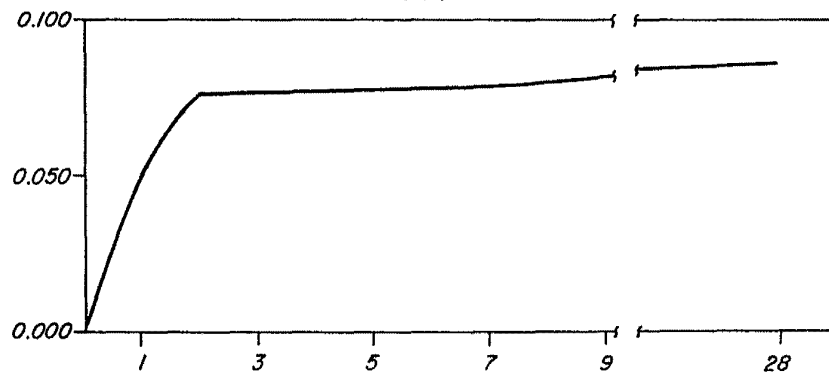


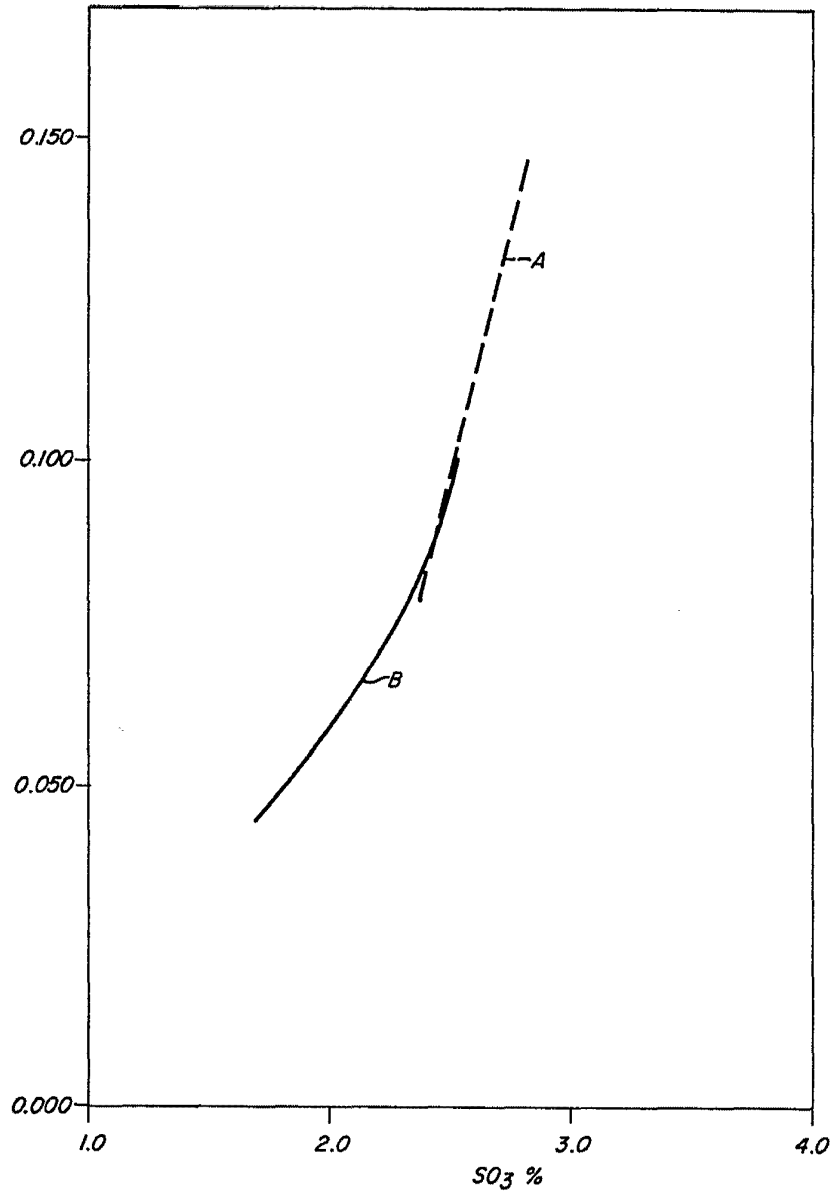
FIG. 3



Handwritten signature



FIG. 4



USS ENGINEERS AND CONSULTANTS, INC
[Handwritten signature]