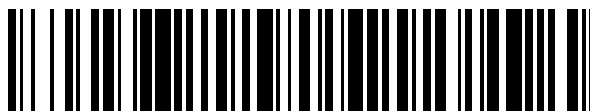


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 486 256**

51 Int. Cl.:

C04B 111/00 (2006.01)
C04B 28/26 (2006.01)
C04B 111/10 (2006.01)
C04B 111/28 (2006.01)
C04B 111/60 (2006.01)
C04B 111/62 (2006.01)
C04B 111/70 (2006.01)
C04B 111/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2010 E 10751693 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.07.2014 EP 2504296**

54 Título: **Sistemas aglutinantes inorgánicos para la producción de productos químicos de construcción químicamente resistentes**

30 Prioridad:

26.11.2009 EP 09177153

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.08.2014

73 Titular/es:

**CONSTRUCTION RESEARCH & TECHNOLOGY
GMBH (100.0%)
Dr.-Albert-Frank-Strasse 32
83308 Trostberg, DE**

72 Inventor/es:

**ELLENRIEDER, FLORIAN;
GEHRIG, UWE;
DEGENKOLB, MATHIAS y
RIEDMILLER, JOACHIM**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 486 256 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistemas aglutinantes inorgánicos para la producción de productos químicos de construcción químicamente resistentes

5 La presente invención se refiere a un nuevo sistema aglutinante inorgánico, al uso de este sistema aglutinante para la producción de un mortero que se fragua hidráulicamente y a un mortero que contiene este sistema aglutinante.

10 El cemento Portland se mencionó en primer lugar en la patente británica BP 5022 y desde entonces se ha desarrollado continuamente. El cemento Portland moderno contiene aproximadamente 70% en peso de CaO + MgO, aproximadamente 20% en peso de SiO₂ y aproximadamente 10% en peso de Al₂O₃ + Fe₂O₃. Debido a su alto contenido de CaO, se endurece hidráulicamente. El cemento Portland endurecido es resistente a los álcalis pero no resistente a los ácidos.

15 Como aglutinantes hidráulicos latentes, ciertas escorias procedentes de procedimientos metalúrgicos pueden ser activadas con álcalis fuertes, tales como, por ejemplo, vidrios solubles, o se pueden usar como mezclas para cemento Portland. Mezclando con cargas (arena de cuarzo o agregado que tiene un tamaño de grano correspondiente) y aditivos, se pueden usar como morteros u hormigones. La escoria de alto horno, un aglutinante hidráulico latente típico, tiene como norma de 30 a 45% en peso de CaO, aproximadamente de 4 a 17% en peso de MgO, aproximadamente de 30 a 45% en peso de SiO₂ y aproximadamente de 5 a 15% en peso de Al₂O₃, típicamente aproximadamente 40% en peso de CaO, aproximadamente 10% en peso de MgO, aproximadamente 35% en peso de SiO₂ y aproximadamente 12% en peso de Al₂O₃. Los productos endurecidos generalmente tienen las propiedades de los sistemas endurecidos hidráulicamente.

20 Se conocen generalmente sistemas aglutinantes inorgánicos basados en óxidos insolubles en agua reactivos basados en SiO₂ en combinación con Al₂O₃, que se endurecen en un medio acuoso alcalino. Tales sistemas aglutinantes también se denominan geopolímeros y se describen, por ejemplo, en US 4.349.386, WO 85/03699 y US 4.472.199. Tales sistemas tienen como norma de 50 a 60% en peso de SiO₂, de 20 a 25% en peso de Al₂O₃, no tienen CaO y tienen de 15 a 30% en peso de M₂O (M = Na, K).

25 Se pueden usar metacaolín, escoria, cenizas volantes, arcilla activada o mezclas de los mismos como mezcla de óxidos reactivos. El medio alcalino para activar el aglutinante consiste habitualmente en soluciones acuosas de carbonatos de metales alcalinos, fluoruros de metales alcalinos, hidróxidos de metales alcalinos y/o vidrio soluble. Los aglutinantes endurecidos tienen alta estabilidad mecánica. En comparación con el cemento, pueden ser más económicos y más resistentes y pueden tener un equilibrio de emisiones de CO₂ más ventajoso. Como norma, es más probable que tales sistemas sean resistentes a los ácidos y menos probable que sean resistentes a los álcalis.

30 WO 08/012438 describe un cemento de geopolímero adicional basado en cenizas volantes bajas en CaO clase F, escoria de alto horno y un silicato de metal alcalino acuoso que tiene una relación de SiO₂:M₂O de más de 1,28, preferiblemente de más de 1,45. En los ejemplos calculados basándose en óxidos anhidros, están presentes aproximadamente de 45 a 50% en peso de SiO₂, aproximadamente de 20 a 26% en peso de Al₂O₃, aproximadamente de 9 a 10% en peso de CaO y aproximadamente de 3 a 4% en peso de K₂O.

40 Los inventores se han fijado el objetivo de evitar sustancialmente al menos alguna de las desventajas de la técnica anterior analizada previamente. En particular, el objetivo de la invención era proporcionar un sistema aglutinante inorgánico que, en estado endurecido, tuviera alta resistencia mecánica y fuera resistente al agua, resistente a los ácidos y resistente a los álcalis. En particular, el sistema endurecido debe tener estas propiedades incluso en una fase relativamente temprana, en particular después de solo 7 días, y se debe endurecer incluso a temperatura ambiente, preferiblemente a tan poco como 10°C.

45 EP 1236702 describe una mezcla para materiales de construcción que contiene vidrio soluble para la producción de morteros resistentes a productos químicos y basados en un aglutinante hidráulico latente, vidrio soluble y una sal metálica como un agente de control. Además, se puede usar arena de escoria como un componente hidráulico latente. Sales de metales alcalinos, en particular sales de litio, se mencionan y se usan como la sal metálica.

EP 1081114 describe una mezcla para materiales de construcción para la producción de morteros resistentes a productos químicos, conteniendo la mezcla para material de construcción polvo de vidrio soluble y al menos un endurecedor de vidrio soluble. Por otra parte, está presente más de 10% en peso de al menos un aglutinante hidráulico latente, y la mezcla para material de construcción tiene al menos una carga inorgánica.

50 En EP 0457516 se describen aglutinantes ignífugos, estancos, resistentes a los ácidos, que comprenden silicatos de metales alcalinos, óxidos metálicos y carbonatos metálicos y, opcionalmente, entre otras cosas, microsílíce. En estos sistemas, los óxidos metálicos se usan como aceleradores del fraguado.

5 WO 2009121888 A1 describe una composición que incluye un aglutinante inorgánico estable a los ácidos y fibras. La composición incluye al menos un aglutinante inorgánico y fibras, en donde el aglutinante inorgánico comprende vidrio soluble, estando la fracción de la composición que es atribuible al vidrio soluble en el intervalo de 2% a 99% en peso o de 6% a 94% en peso o de 11 % a 89% en peso o de 21% a 79% en peso. El material fibroso está presente como tela tejida y/o tela tricotada y/o cedazo y/o red y/o tela no tejida fibrosa y/o como fibras huecas.

DE 10 2008 033447 B3 describe una mezcla para materiales para edificación que contiene al menos un polvo de vidrio soluble, al menos un endurecedor de vidrio soluble, al menos un aglutinante latentemente hidráulico y/o puzolánico, caracterizado por un contenido de un agente complejante. Se publicó el 26.11.2009, que es la fecha de prioridad de la solicitud de patente en cuestión.

10 El susodicho objetivo se alcanza mediante las características de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes se refieren a realizaciones preferidas.

Sorprendentemente, se ha encontrado que el sistema aglutinante inorgánico según la invención se endurece en forma de una matriz híbrida que es resistente a los ácidos, resistente al agua y resistente a los álcalis.

15 La presente invención proporciona un sistema aglutinante inorgánico que comprende de 10 a 30 partes en peso de al menos un aglutinante hidráulico latente seleccionado de escoria de alto horno, arena de escoria, escoria triturada, escoria de fósforo electrotérmica y escoria de acero, de 5 a 22 partes en peso de al menos una sílice amorfa seleccionada de sílice precipitada, sílice pirogénica, microsílíce y polvo de vidrio, de 0 a 15 partes en peso de al menos una carga reactiva seleccionada de cenizas volantes de lignito, cenizas volantes de hulla mineral, metacaolín, cenizas volcánicas, toba volcánica, trass, puzolana y zeolitas, y de 3 a 20 partes en peso de al menos un silicato de metal alcalino seleccionado de compuestos que tienen la fórmula empírica $m \text{SiO}_2 \cdot n \text{M}_2\text{O}$, en la que M representa Li, Na, K o NH_4 , o una de sus mezclas, preferiblemente Na o K, y la relación molar de m:n es $\leq 3,6$, preferiblemente $\leq 3,0$, más preferiblemente $\leq 2,0$, en particular $\leq 1,70$ y lo más preferiblemente $\leq 1,20$, en donde el sistema aglutinante comprende de 12 a 25 % en peso de CaO, en donde se requieren de 10 a 50 partes en peso, preferiblemente de 20 a 40 partes en peso de agua para el fraguado, y en donde el aglutinante hidráulico latente, la sílice amorfa y la carga reactiva opcional están presentes como un primer componente y el silicato de metal alcalino junto con al menos la cantidad de agua requerida para el fraguado están presentes como un segundo componente. Más preferiblemente, comprende de 10 a 30 partes en peso de aglutinante hidráulico latente, de 5 a 20 partes en peso de sílice amorfa, de 0 a 15 partes en peso de carga reactiva y de 3 a 20 partes en peso de silicato de metal alcalino.

30 De forma particularmente preferible, comprende de 15 a 25 partes en peso del aglutinante hidráulico latente, de 5 a 17 partes en peso de sílice amorfa, de 0 a 10 partes en peso de la carga reactiva y de 4 a 15 partes en peso de silicato de metal alcalino.

35 En el contexto de la presente invención, se debe entender preferiblemente que un aglutinante hidráulico latente significa un aglutinante en el que la relación de $(\text{CaO} + \text{MgO}) : \text{SiO}_2$ molar está entre 0,8 y 2,5 y de forma particularmente preferible entre 1,0 y 2,0. En particular, el aglutinante hidráulico latente se selecciona de escoria de alto horno, arena de escoria, escoria triturada, escoria de fósforo electrotérmica y escoria de acero.

40 La escoria de alto horno es un producto residual del proceso de un alto horno. La arena de escoria es escoria de alto horno granulada y la escoria triturada es escoria de alto horno finamente pulverizada. La escoria triturada varía en su finura de trituración y distribución de tamaños de partícula según el origen y la forma de preparación, teniendo la finura de trituración una influencia sobre la reactividad. El llamado valor de Blaine, que es típicamente del orden de magnitud de 200 a 1.000, preferiblemente entre 300 y 500 m^2kg^{-1} , se usa como una característica para la finura de la molienda. Una composición típica de la escoria de alto horno se mencionó anteriormente en la presente memoria.

45 La escoria de fósforo electrotérmica es un producto residual de la producción electrotérmica de fósforo. Es menos reactiva que la escoria de alto horno y contiene aproximadamente de 45 a 50% en peso de CaO, de aproximadamente 0,5 a 3% en peso de MgO, de aproximadamente 38 a 43% en peso de SiO_2 , de aproximadamente 2 a 5% en peso de Al_2O_3 y de aproximadamente 0,2 a 3% en peso de Fe_2O_3 así como fluoruro y fosfato. La escoria de acero es un producto residual de diversos procedimientos de producción de acero con una composición muy variable (cfr. Caijun Shi, Pavel V. Krivenko, Della Roy, Alkali-Activated Cements and Concretes, Taylor & Francis, Londres y Nueva York, 2006, páginas 42-51).

50 La sílice amorfa es preferiblemente una sílice amorfa por rayos X, es decir una sílice que no muestra cristalinidad en el método de difracción de rayos X del polvo. En particular, se selecciona de sílice precipitada, sílice pirogénica y microsílíce así como polvo de vidrio, que asimismo se ha de considerar como sílice amorfa en el contexto de la presente invención.

La sílice amorfa según la invención tiene adecuadamente un contenido de al menos 80% en peso, preferiblemente al

menos 90% en peso, de SiO₂. La sílice precipitada se obtiene industrialmente a través de procedimientos de precipitación partiendo de vidrio soluble. La sílice precipitada también se denomina gel de sílice, dependiendo del procedimiento de producción. La sílice pirogénica se produce haciendo reaccionar clorosilanos, tales como, por ejemplo, tetracloruro de silicio, en una llama de gas oxhídrico. La sílice pirogénica es un polvo de SiO₂ amorfo que tiene un diámetro de partícula de 5 a 50 nm y una superficie específica de 50 a 600 m²g⁻¹.

La microsíllice (también denominada humo de sílice) es un subproducto de la producción de silicio o ferrosilicio y asimismo comprende en su mayor parte polvo de SiO₂ amorfo. Las partículas tienen diámetros del orden de magnitud de 0,1 µm. La superficie específica es del orden de magnitud de 20 a 25 m²g⁻¹ (cfr. Caijun Shi, Pavel V. Krivenko, Della Roy, Alkali-Activated Cements and Concretes, Taylor & Francis, Londres y Nueva York, 2006, páginas 60-61). En contraste, la arena de cuarzo disponible comercialmente es cristalina, tiene partículas comparativamente grandes y una superficie específica comparativamente pequeña. Según la invención, sirve meramente como un agregado inerte.

La carga reactiva es un componente opcional. Adecuadamente, es una sustancia que tiene actividad puzolánica. La prueba para la actividad puzolánica se puede efectuar según DIN EN 196 parte 5. Una visión de conjunto de las puzolanas adecuadas según la invención se va a encontrar en Caijun Shi, Pavel V. Krivenko, Della Roy, Alkali-Activated Cements and Concretes, Taylor & Francis, Londres y Nueva York, 2006, páginas 51-60 y páginas 61-63. Preferiblemente, la carga reactiva se selecciona de cenizas volantes de lignito, cenizas volantes de hulla mineral, metacaolín, cenizas volcánicas, toba volcánica, trass, puzolana y zeolitas. Se prefieren particularmente el metacaolín y las cenizas volantes de las Clases C (cenizas volantes de lignito) y F (cenizas volantes de hulla mineral).

El metacaolín se forma en la deshidratación del caolín. Mientras el caolín libera agua físicamente ligada a de 100 a 200°C, tiene lugar una deshidroxilación a de 500 a 800°C con un colapso de la estructura reticular y formación de metacaolín (Al₂Si₂O₇). Según esto, el metacaolín puro contiene aproximadamente 54% en peso de SiO₂ y aproximadamente 46% en peso de Al₂O₃. Las cenizas volantes se forman, entre otras cosas, en la combustión de hulla en centrales eléctricas. Según WO 08/012438, las cenizas volantes de clase C contienen aproximadamente 10% en peso de CaO mientras que las cenizas volantes de clase F contienen menos de 8% en peso, preferiblemente menos de 4% en peso y típicamente aproximadamente 2% en peso de CaO. La enseñanza de WO 08/012438 se incorpora por la presente mediante referencia en este sentido.

Al establecer una matriz híbrida adecuada, son de importancia en particular la elección de las materias primas y sus proporciones en peso.

La cantidad de agua requerida para el fraguado, es decir de 10 a 50 partes en peso, preferiblemente de 20 a 40 partes en peso, se basa en el peso total del sistema aglutinante inorgánico (anhidro). Así, la cantidad de agua requerida para el fraguado no se cuenta como un constituyente del sistema aglutinante inorgánico.

El silicato de metal alcalino se selecciona de compuestos que tienen la fórmula empírica m SiO₂ · n M₂O, en la que M representa Li, Na, K o NH₄, o una de sus mezclas, preferiblemente Na o K.

Adecuadamente, la relación molar de m:n no es mayor de 3,6, preferiblemente no mayor de 3,0, y en particular no mayor de 2,0. Aún más preferiblemente, no es mayor de 1,70 y en particular no mayor de 1,20.

Preferiblemente, el silicato de metal alcalino es un vidrio soluble, de forma particularmente preferible un vidrio soluble líquido y en particular un vidrio soluble sódico o potásico. Sin embargo, también se pueden usar vidrios solubles líticos o amónicos y mezclas de dichos vidrios solubles. En el caso de vidrios solubles líquidos, las susodichas partes en peso se calculan basándose en el contenido de sólidos de estos vidrios solubles, que como norma son de 20% en peso a 60% en peso, preferiblemente de 30 a 50% en peso, de sólidos.

Preferiblemente, las susodichas relaciones m:n (también denominadas módulo) no se deben superar, ya que de otro modo ya no se puede esperar la activación completa de los componentes. También se pueden usar módulos considerablemente inferiores, tales como, por ejemplo, aproximadamente 0,2. Los vidrios solubles que tienen módulos superiores se deben ajustar antes del uso con un hidróxido de metal alcalino acuoso adecuado. Los vidrios solubles potásicos están disponibles comercialmente como soluciones acuosas en el intervalo de módulo adecuado, ya que son muy higroscópicos; los vidrios solubles también están disponibles comercialmente como sólidos en el intervalo de módulo adecuado.

Si el silicato de metal alcalino o el vidrio soluble es sólido, el sistema aglutinante inorgánico se puede formular convenientemente como un sistema de un componente, que a continuación se puede hacer endurecer mediante la adición de agua. En este caso, el aglutinante hidráulico latente, la sílice amorfa, la carga reactiva opcional y el silicato de metal alcalino están presentes conjuntamente como un componente.

Sin embargo, el vidrio soluble también se puede usar en la forma de una solución acuosa. En este caso, el sistema

5 aglutinante inorgánico convenientemente se formula como un sistema de dos componentes, en el que habitualmente el aglutinante hidráulico latente, la sílice amorfa y la carga reactiva opcional están presentes como un primer componente y la solución de vidrio soluble, que contiene al menos la cantidad de agua requerida para el fraguado, está presente como un segundo componente. Al menos en el caso del vidrio soluble potásico, se prefiere esta realización.

Cargas inertes y/o aditivos adicionales pueden estar presentes adicionalmente en el sistema aglutinante inorgánico según la invención. Alternativamente, estos componentes opcionales también se pueden añadir solamente durante la preparación de un mortero u hormigón.

10 Preferiblemente, entre 0 y 80% en peso, de forma particularmente preferible entre 30 y 70% en peso, de cargas inertes y/o entre 0 y 15% en peso de aditivos pueden estar presentes o se pueden añadir durante la preparación del mortero u hormigón. Estos datos de pesos se basan en el peso total de los sólidos del sistema aglutinante inorgánico (anhidro). Así, las cargas inertes y/o los aditivos adicionales no se cuentan como constituyentes del sistema aglutinante inorgánico.

15 Generalmente, son adecuados como cargas inertes gravas, arenas y/o polvos conocidos, por ejemplo basados en cuarzo, piedra caliza, barita o arcilla, en particular arena de cuarzo. También se pueden usar cargas ligeras, tales como perlita, kiéselgur (tierra diatomácea), mica exfoliada (vermiculita) y arena esponjosa.

Aditivos adecuados son, por ejemplo, agentes de flujo, antiespumantes, agentes de retención de agua, plastificantes, pigmentos, fibras, polvos de dispersión, agentes humectantes, retardantes, aceleradores, agentes complejantes, dispersiones acuosas y modificadores de la reología generalmente conocidos.

20 También puede estar presente o se puede añadir cemento durante la preparación del mortero u hormigón como un aditivo (hidráulico) adicional. Se prefiere una proporción de no más de 20%, preferiblemente no más de 10%, en peso de cemento, basado en el peso total de los sólidos del sistema aglutinante inorgánico (anhidro). Preferiblemente, este cemento puede ser cemento Portland y/o cemento con alto contenido de alúmina.

25 Por otra parte, la presente invención proporciona el uso del sistema aglutinante inorgánico de la invención como o como un constituyente de formulaciones para materiales de edificación y/o productos de edificación tales como hormigón, piezas de hormigón acabadas, artículos de hormigón, bloques de hormigón y también hormigón in situ, hormigón proyectado, hormigón premezclado, adhesivos de edificación y adhesivos para sistemas compuestos de aislamiento térmico, sistemas de reparación de hormigón, suspensiones de selladura de un componente y de dos componentes, enlucidos, tapaporos y composiciones autoniveladoras, adhesivos para baldosas, emplastes y revocos, adhesivos y selladores, sistemas de revestimiento, en particular para túneles, canales para aguas residuales, protección contra proyecciones y conductos de condensación, morteros secos, lechadas para juntas, morteros de drenaje y/o morteros de reparación.

35 Con este propósito, el sistema aglutinante inorgánico de la invención a menudo se mezcla con componentes adicionales, tales como cargas, sustancias hidráulicas y aditivos. Por otra parte, la solución acuosa de silicato de metal alcalino se añade a los otros componentes en polvo.

La presente invención proporciona además un mortero, en particular un mortero seco o una lechada para juntas, que contiene el sistema aglutinante inorgánico de la invención.

40 Después del fraguado, el endurecimiento durante siete días y el almacenamiento posterior durante tres días en un ácido, una base y/o agua, este mortero tiene resistencias a la compresión de más de 15 N mm^{-2} , preferiblemente más de 20 N mm^{-2} y en particular más de 25 N mm^{-2} , como se determina según DIN EN 13888.

La presente invención se ilustra ahora con más detalle con referencia a los siguientes ejemplos:

Ejemplos

Materias primas:

- 45
- Metacaolín que comprende aproximadamente 56% en peso de SiO_2 , 41% en peso de Al_2O_3 y en cada caso <1% en peso de CaO y óxido de metal alcalino; superficie específica según BET $> 10.000 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$;
 - Microsílice que comprende $> 90\%$ en peso de SiO_2 y en cada caso $< 1\%$ en peso de Al_2O_3 , CaO y óxido de metal alcalino; superficie específica según BET $> 15.000 \text{ m}^2\text{kg}^{-1}$;
 - Escoria de alto horno triturada que comprende aproximadamente 34% en peso de SiO_2 , 12% en peso de

ES 2 486 256 T3

Al_2O_3 , 43% en peso de CaO y < 1 % en peso de óxido de metal alcalino; valor de Blaine > 380 m^2kg^{-1} ;

- Vidrio soluble potásico acuoso que tiene una relación de $\text{SiO}_2:\text{K}_2\text{O}$ molar de 1,5 o 1,0 y un contenido de sólidos de 50% en peso o 40% en peso, respectivamente;
- Arena de cuarzo disponible comercialmente.

5 Ejemplos M1, M2 y M3 (comparativos) y Ejemplos M4 y M5:

Adecuadamente, en primer lugar, todas las sustancias pulverulentas se homogeneizan y a continuación se mezclan con el componente líquido. Todos los ejemplos son sistemas de dos componentes, ya que el vidrio soluble potásico acuoso se añade separadamente en todos los casos. Se producen especímenes de prueba cilíndricos que tienen un diámetro de 25 ± 1 mm y una altura de 25 ± 1 mm. Los especímenes de prueba se prueban con respecto a la resistencia química según DIN EN 13888, es decir después del almacenamiento preliminar durante 7 días bajo condiciones climáticas estándar, los especímenes de prueba se almacenan en un medio de prueba. Para la clasificación de las mezclas, se determina la resistencia a la compresión tanto antes como después del almacenamiento. Las formulaciones experimentales se indican en la Tabla 1 en partes en peso. Las composiciones de los óxidos de los sistemas aglutinantes anhidros se indican en la Tabla 2 en % en peso. La Tabla 3 muestra las resistencias a la compresión de los especímenes de prueba antes y después del almacenamiento en el medio de prueba; se entiende que las condiciones climáticas estándar significan 23°C y 50% de humedad relativa.

Tabla 1

Materias Primas	M1	M2	M3	M4	M5
Metacaolín	100				20
Microsílice			210	110	100
Escoria de alto horno triturada		300	90	190	180
Vidrio soluble potásico (50% de sólidos, mód. 1,5)	300				
Vidrio soluble potásico (40% de sólidos, mód. 1,0)		200	200	200	200
Arena de cuarzo	700	700	700	700	700

Tabla 2

Óxidos	M1	M2	M3	M4	M5
SiO_2	52	36	71	54	54
Al_2O_3	16	9	3	6	8
CaO	<1	34	10	22	21
M_2O	31	14	14	14	14

Tabla 3

Resistencia a la compresión / N mm ⁻²	M1	M2	M3	M4	M5
7 d condiciones climáticas estándar	>7	> 30	> 30	> 30	> 30
7 d condiciones climáticas estándar y 3 d en HCl al 10%	<2	< 10	> 30	> 30	> 30
7 d condiciones climáticas estándar y 3 d en NaOH al 10%	<2	> 30	< 2	> 30	> 30
7 d condiciones climáticas estándar y 3 d en H ₂ O	<7	> 30	> 30	> 30	> 30

5 La Tabla 3 muestra que, después de una corta duración de endurecimiento de siete días bajo condiciones climáticas estándar, las resistencias a la compresión mínimas de 15 N mm⁻² requerida según DIN EN 13888 eran alcanzadas por M2 a M5. Sin embargo, mientras que los sistemas de referencia M1 a M3 después del tratamiento con ácido, agua y/o álcali tienen baja resistencia a la compresión, se puede determinar una resistencia a la compresión muy alta en el caso de los sistemas M4 y M5 según la invención, incluso después del almacenamiento en diversos medios de prueba. Según esto, los sistemas según la invención son resistentes a los ácidos, el agua y los álcalis.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema aglutinante inorgánico que comprende

de 10 a 30 partes en peso de al menos un aglutinante hidráulico latente seleccionado de escoria de alto horno, arena de escoria, escoria triturada, escoria de fósforo electrotérmica y escoria de acero,

5 de 5 a 22 partes en peso de al menos una sílice amorfa seleccionada de sílice precipitada, sílice pirogénica, microsílice y polvo de vidrio,

de 0 a 15 partes en peso de al menos una carga reactiva seleccionada de cenizas volantes de lignito, cenizas volantes de hulla mineral, metacaolín, cenizas volcánicas, toba volcánica, trass, puzolana y zeolitas, y

10 de 3 a 20 partes en peso de al menos un silicato de metal alcalino seleccionado de compuestos que tienen la fórmula empírica $m \text{SiO}_2 \cdot n \text{M}_2\text{O}$, en la que M representa Li, Na, K o NH_4 , o una de sus mezclas, preferiblemente Na o K, y la relación molar de m:n es $\leq 3,6$, preferiblemente $\leq 3,0$, más preferiblemente $\leq 2,0$, en particular $\leq 1,70$ y lo más preferiblemente $\leq 1,20$,

en donde el sistema aglutinante comprende de 12 a 25 % en peso de CaO,

15 en donde se requieren de 10 a 50 partes en peso, preferiblemente de 20 a 40 partes en peso de agua para el fraguado, y

en donde el aglutinante hidráulico latente, la sílice amorfa y la carga reactiva opcional están presentes como un primer componente y el silicato de metal alcalino junto con al menos la cantidad de agua requerida para el fraguado están presentes como un segundo componente.

2. El sistema aglutinante según la reivindicación 1, que comprende

20 de 10 a 30, preferiblemente de 15 a 25, partes en peso de aglutinante hidráulico latente,

de 5 a 20, preferiblemente de 5 a 17, partes en peso de sílice amorfa,

de 0 a 15, preferiblemente de 0 a 10, partes en peso de carga reactiva, y

de 3 a 20, preferiblemente de 4 a 15, partes en peso de silicato de metal alcalino.

25 3. El sistema aglutinante según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque adicionalmente están presentes cargas inertes y/o aditivos adicionales.

4. El sistema aglutinante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque está presente $\leq 20\%$, preferiblemente $\leq 10\%$, en peso de cemento.

30 5. Uso del sistema aglutinante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 como o como un constituyente de formulaciones para materiales de edificación y/o productos de edificación tales como hormigón, piezas de hormigón acabadas, artículos de hormigón, bloques de hormigón y también hormigón in situ, hormigón proyectado, hormigón premezclado, adhesivos de edificación y adhesivos para sistemas compuestos de aislamiento térmico, sistemas de reparación de hormigón, suspensiones de selladura de un componente y de dos componentes, enlucidos, tapaporos y composiciones autoniveladoras, adhesivos para baldosas, emplastes y revocos, adhesivos y selladores, sistemas de revestimiento, en particular para túneles, canales para aguas residuales, protección contra proyecciones y conductos de condensación, morteros secos, lechadas para juntas, morteros de drenaje y/o morteros de reparación.

35 6. Uso según la reivindicación 5, caracterizado porque, después del fraguado, el endurecimiento durante siete días y el almacenamiento posterior durante 3 días en un ácido, una base y/o agua, el mortero tiene una resistencia a la compresión de más de 15 N mm^{-2} , preferiblemente más de 20 N mm^{-2} y en particular más de 25 N mm^{-2} , como se determina según DIN EN 13888.