

19



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Économie

11

N° de publication :

LU508644

12

BREVET D'INVENTION

B1

21

N° de dépôt: LU508644

51

Int. Cl.:

C04B 28/00, C04B 18/00, C04B 22/00, C04B 14/00, C04B 20/00

22

Date de dépôt: 22/10/2024

30

Priorité:

72

Inventeur(s):

SHEN Yu – China, WEN Jiuran – China, ZHANG Guangtian – China, REN Zhongsheng – China, SUN Zhihua – China, LI Pengfei – China, SONG Shengyang – China, KOU Shuai – China

43

Date de mise à disposition du public: 25/04/2025

47

Date de délivrance: 25/04/2025

74

Mandataire(s):

IP SHIELD – 1616 Luxembourg (Luxemburg)

73

Titulaire(s):

CCCC SECOND HIGHWAY ENGINEERING. THE THIRD ENGINEERING CO., LTD. – Xi'an (China)

54

Ein risshemmendes Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen, hergestellt aus recycelter Magnesiaschlacke, und dessen Anwendungsverfahren.

- 57 Die Erfindung offenbart ein risshemmendes Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen, hergestellt aus recycelter Magnesiaschlacke, das folgende Komponenten in den angegebenen Mengen umfasst: wasserfreies Calciumsulfoaluminat (2,5–5 Teile), Hartgips (4–6 Teile), Aktivierungszusatzstoff (1,6–3 Teile), MgO (5–10 Teile), Calciumoxid (3–7 Teile), modifizierte Risschutzfasern (3,4–8 Teile), modifizierter Disthen (2,2–6 Teile), kalzinierte Steinkohleflugasche (2–7 Teile), kalzinierter Kalkstein (3–8 Teile), modifizierter Montmorillonit (2–5 Teile) und Nano-Zinkoxid (3–9 Teile). Das aus recycelter Magnesiaschlacke hergestellte risshemmende Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen und sein Anwendungsverfahren bieten durch die Zugabe von Expansionsmitteln wie wasserfreiem Calciumsulfoaluminat, MgO und Calciumoxid eine spätere Expansionswirkung, die dazu beiträgt, die langfristige Schrumpfung des Betons zu kompensieren. Darüber hinaus erzeugen Materialien wie Hartgips und kalzinierter Kalkstein im Beton ebenfalls eine gewisse Expansionswirkung, die in Zusammenarbeit mit den oben genannten Expansionskomponenten die Rissbeständigkeit des Betons verbessert.

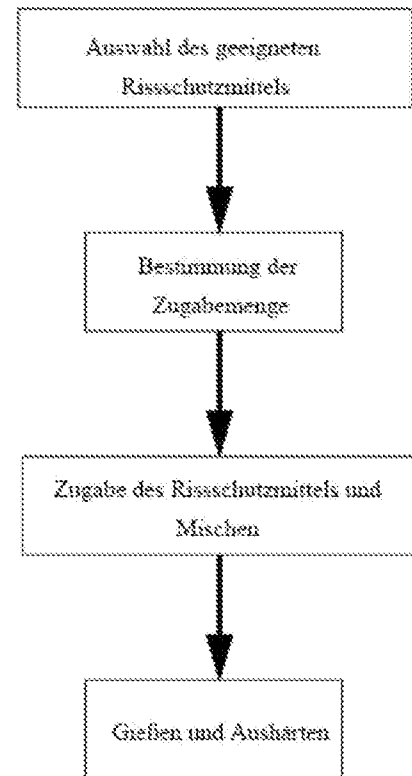


Bild 1

Ein risshemmendes Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen, hergestellt aus recycelter Magnesiaschlacke, und dessen Anwendungsverfahren LU508644

Technischer Bereich

Die Erfindung betrifft den technischen Bereich von risshemmenden Mitteln für Beton, insbesondere ein risshemmendes Mittel mit mehreren Expansionsquellen, das aus recycelter Magnesiaschlacke hergestellt wird, sowie dessen Anwendungsverfahren.

Technologie im Hintergrund

Beton ist ein künstlicher Stein, der aus Zement, grobem Zuschlagstoff (wie Schotter, Kieselsteinen usw.), feinem Zuschlagstoff (wie Sand) und Wasser als Hauptbestandteile durch eine bestimmte Mischungsverhältniskombination, Mischen, Formen und Aushärten hergestellt wird. Er nimmt nicht nur im Bauwesen eine wichtige Stellung ein, sondern findet auch in vielen Bereichen wie Straßenbau, Brücken und Wasserbauwerken breite Anwendung;

Das Auftreten von Rissen ist eines der häufigsten Probleme bei der Anwendung von Beton. Risse beeinträchtigen die Haltbarkeit des Betons, verringern dessen Leistung und Nutzungsdauer. Es gibt viele Methoden, um die Rissbildung in Beton zu verhindern, wobei die Einführung von Expansionsmitteln in das Betonmischungsverhältnis die derzeit am häufigsten verwendete Methode im Bauwesen ist. Expansionsmittel können die Schrumpfung des Betons ausgleichen, die Rissbildung verhindern und sind einfach anzuwenden sowie effektiv;

Nachteil 1: Diese Betonzusatzstoffe haben jedoch oft eine einzige Funktion, und die damit hergestellten Betonmaterialien haben hinsichtlich Preis, Verarbeitungsfreundlichkeit und umfassender Leistung Verbesserungspotenzial. In der vorhandenen Technik wird hauptsächlich durch Zugabe von Expansionsmitteln die Riss- und Durchlässigkeitsbeständigkeit des Betons verbessert. Allerdings führt die Verwendung von Expansionsmitteln zu einer Verringerung der Festigkeit des Betons, und die Rissbeständigkeit des Betons mit hinzugefügtem Expansionsmittel ist nach wie vor unzureichend.

Um den oben genannten Nachteil 1 zu lösen, offenbart der Stand der Technik 1 (Anmeldenummer: CN113979658A, Anmeldedatum: 27.07.2020, chinesisches Patent) ein Betonschutzmittel gegen Risse und dessen Herstellungsverfahren, das durch die vernünftige Kombination von modifizierten Rissschutzfasern, modifiziertem Disthen, modifiziertem Montmorillonit, Graphenoxid, Polymermikrokugeln, Nano-Dysprosiumoxid, Nano-Zinkoxid und Gips erhalten wird. Es besitzt die Funktionen Rissschutz, Schrumpfungsausgleich und Schrumpfungshemmung und erhöht nach Zugabe zum Beton erheblich dessen Festigkeit, Rissbeständigkeit und Haltbarkeit;

Nachteil 2: Das verwendete Zeolithpulver zur Feuchtigkeitsregulierung ist ein poröses Material, das ohne Modifizierung die Verarbeitbarkeit des Betons beeinträchtigen kann. Nach der Modifizierung wird jedoch die Feuchtigkeitskompensation des Betons abgeschwächt. Calcium- und sulfoaluminatbasierte Expansionsmittel, die die Schrumpfung des Betons ausgleichen, erfordern eine gründliche Feuchthaltung während der Bauphase, um eine ausreichende Schrumpfungskompensation zu erreichen;

Um den Nachteil 2 zu lösen, offenbart der Stand der Technik 2 (Anmeldenummer: CN111377653B, Anmeldedatum: 31.12.2018, chinesisches Patent) ein hocheffizientes Betonschutzmittel gegen Risse, dessen Herstellungsverfahren und Anwendung. Es überwindet die negativen Auswirkungen von Innenpflegematerialien auf die Verarbeitbarkeit von Beton und verbessert die Expansionsleistung von Calciumoxid. Die Poren des Zeoliths setzen Feuchtigkeit frei und regulieren die innere Feuchtigkeit des Betons. Die Poren behindern den Kontakt von

alkalischen Zementbestandteilen mit feuchtigkeitssensiblen Materialien und sorgen für eine verzögerte Freisetzung dieser Materialien, was die Regulierungseffizienz erhöht. Dadurch wird eine koordinierte Kontrolle von Temperatur- und Feuchtigkeitsverformung erreicht, die Rissbeständigkeit des Betons verbessert und das Herstellungsverfahren für temperaturregulierende Materialien erfordert keine Trocknung, was den Prozess vereinfacht und die Produktionskosten erheblich senkt;

In der vorhandenen Technik werden Materialien in Betonschutzmittel gegen Risse eingearbeitet, um deren Leistungsfähigkeit zu verbessern, jedoch enthalten diese Mittel in der Regel nur eine Art von Expansionskomponente, was deren Effekt in der Praxis relativ begrenzt macht. Zudem ist eine einzelne Expansionsquelle oft nicht in der Lage, die verschiedenen Schrumpfungsverformungen von Beton unter unterschiedlichen Bedingungen und zu unterschiedlichen Zeitpunkten umfassend auszugleichen, was zu einer unzureichenden Rissbeständigkeit führt.

Daher schlagen wir ein risshemmendes Mittel für Beton vor, das aus recycelter Magnesiaschlacke hergestellt wird und mehrere Expansionsquellen enthält, sowie dessen Anwendungsverfahren, um die oben genannten Probleme zu lösen.

Inhalt der Erfindung

Das Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, ein risshemmendes Mittel für Beton bereitzustellen, das aus recycelter Magnesiaschlacke hergestellt wird und mehrere Expansionsquellen enthält, sowie dessen Anwendungsverfahren. Dadurch soll das Problem gelöst werden, dass die bestehenden Betonschutzmittel gegen Risse in der Regel nur eine Expansionskomponente enthalten, was die Wirkung in der Praxis relativ begrenzt. Zudem ist eine einzelne Expansionsquelle oft nicht ausreichend, um die verschiedenen Schrumpfungsverformungen des Betons unter unterschiedlichen Bedingungen und zu verschiedenen Zeitpunkten vollständig auszugleichen, was zu einer unzureichenden Rissbeständigkeit führt.

Um das oben genannte Ziel zu erreichen, stellt die vorliegende Erfindung folgende technische Lösung bereit: Ein risshemmendes Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen, hergestellt aus recycelter Magnesiaschlacke, umfasst die folgenden Komponenten in den angegebenen Mengen: wasserfreies Calciumsulfoaluminat (2,5 - 5 Teile), Hartgips (4 - 6 Teile), Aktivierungszusatzstoff (1,6 - 3 Teile), MgO (5 - 10 Teile), Calciumoxid (3 - 7 Teile), modifizierte Rissschutzfasern (3,4 - 8 Teile), modifizierter Disthen (2,2 - 6 Teile), kalzinierte Steinkohleflugasche (2 - 7 Teile), kalzinierter Kalkstein (3 - 8 Teile), modifizierter Montmorillonit (2 - 5 Teile) und Nano-Zinkoxid (3 - 9 Teile);

Das Verfahren umfasst folgende Herstellungsschritte:

A. Steinkohleflugasche und Kalkstein werden in einen Drehrohrofen gegeben und kalziniert, um kalzinierte Steinkohleflugasche und Kalkstein zu erhalten;

B. Zur in Schritt A erhaltenen Mischung aus Fasern wird eine Natriumhydrogencarbonatlösung hinzugefügt, gleichmäßig gerührt, in einem thermostatischen Wasserbad erhitzt und nach einer Modifizierungszeit von 40 - 55 Minuten in eine Zentrifuge gegeben, zentrifugiert und mit Luft getrocknet, um die modifizierten Rissschutzfasern zu erhalten;

C. Wasserfreies Calciumsulfoaluminat, Hartgips, Aktivierungszusatzstoff, MgO, Calciumoxid, modifizierter Montmorillonit, Nano-Zinkoxid und modifizierter Disthen sowie die in den Schritten A und B kalzinierte Steinkohleflugasche, kalzinierter Kalkstein und modifizierte Rissschutzfasern werden nacheinander in einen Mischbehälter gegeben und gründlich vermischt,

um das risshemmende Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen herzustellen.

Bevorzugt beträgt im Schritt C das Volumenverhältnis der gemischten Fasern zur Natriumhydrogencarbonatlösung 1:4 – 5, die Wassertemperatur im Wasserbad liegt bei 78 – 80 °C, die Zentrifugiergeschwindigkeit beträgt 1300 – 1600 U/min, die Zentrifugierzeit 15 – 20 Minuten, die Temperatur für das Trocknen mit Gebläse 100 – 120 °C, und die Trocknungszeit 20 – 30 Minuten.

Bevorzugt ist das Verfahren zur Herstellung des modifizierten Disthen wie folgt: Zunächst wird Disthen in einen Zerkleinerer gegeben und zerkleinert, das Zerkleinerungsmaterial wird gesammelt, danach in einen Kalzinierungssofen gegeben und kalziniert, das kalzinierte Material wird gesammelt. Anschließend wird das gesammelte kalzinierte Material in eine Kugelmühle gegeben, gemahlen, getrocknet und durch ein 200-Mesh-Sieb gesiebt, um den modifizierten Disthen zu erhalten.

Bevorzugt ist das Verfahren zur Herstellung des modifizierten Disthen wie folgt: Zunächst wird Disthen in einen Zerkleinerer gegeben und zerkleinert, das Zerkleinerungsmaterial wird gesammelt, danach in einen Kalzinierungssofen gegeben und kalziniert, das kalzinierte Material wird gesammelt. Anschließend wird das gesammelte kalzinierte Material in eine Kugelmühle gegeben, gemahlen, getrocknet und durch ein 200-Mesh-Sieb gesiebt, um den modifizierten Disthen zu erhalten.

Ein risshemmendes Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen, hergestellt aus recycelter Magnesiaschlacke, sowie ein Anwendungsverfahren für dieses Mittel werden offengelegt, das folgende Schritte umfasst:

S1. Auswahl eines geeigneten Rissschutzmittels: Zunächst muss entsprechend den spezifischen Anforderungen des Projekts ein geeignetes risshemmendes Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen ausgewählt werden. Diese Mittel enthalten in der Regel mehrere Expansionskomponenten, wie zum Beispiel den Aluminium-C-Energie-CEA-Mehrfach-Expansionsmittel, der durch Flüssigphasenlösung, Diffusion und Kristallisation verschiedene Expansionsphasen bildet und effektiv die Einschränkungen einer einzelnen Expansionsquelle vermeidet;

S2. Bestimmung der Zugabemenge: Entsprechend der empfohlenen Dosierung des Rissschutzmittels und der Betonmischung wird die Zugabemenge des Rissschutzmittels pro Kubikmeter Beton festgelegt. In der Regel liegt die Zugabemenge in einem bestimmten Bereich, wie etwa 0,1 % bis 0,3 % des Rissschutzmittels pro Kubikmeter Beton. Der genaue Wert muss gemäß der Produktanleitung und den Anforderungen des Projekts bestimmt werden;

S3. Zugabe des Rissschutzmittels und Mischen: Während des Mischens des Betons wird das Rissschutzmittel mit mehreren Expansionsquellen entsprechend der festgelegten Dosierung gleichmäßig in den Beton eingemischt, um eine gleichmäßige Verteilung des Mittels im Beton sicherzustellen. Dies ist ein entscheidender Schritt, da die Gleichmäßigkeit der Verteilung des Rissschutzmittels dessen Wirksamkeit direkt beeinflusst. Die Mischzeit sollte ausreichend sein, um eine Ansammlung zu vermeiden und eine vollständige Mischung des Rissschutzmittels mit dem Beton zu gewährleisten;

S4. Gießen und Aushärten: Der fertig gemischte Beton wird an der vorgesehenen Stelle gegossen, wobei auf Gleichmäßigkeit und Dichte während des Gießprozesses geachtet werden muss, um Hohlräume, Schichtenbildung und dergleichen zu vermeiden. Nach dem Gießen erfolgt umgehend die Aushärtung, wobei die Betonoberfläche während der Aushärtungszeit feucht gehalten werden muss, um sicherzustellen, dass das Rissschutzmittel seine Wirkung vollständig

entfalten kann. Die Aushärtungszeit sollte entsprechend den spezifischen Anforderungen des Projekts und den Eigenschaften des Risssschuttmittels festgelegt werden. LU508644

Bevorzugt beträgt die Druckfestigkeit des Betons in Schritt S4 bei einer Zugabe von 8 % Risssschuttmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen 32,5, nach 28 Tagen Aushärtung 40,2, nach 56 Tagen 54,5 und nach 90 Tagen 60,8.

Bevorzugt beträgt die Druckfestigkeit des Betons in Schritt S4 bei einer Zugabe von 7 % Risssschuttmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen 35,8, nach 28 Tagen Aushärtung 45,2, nach 56 Tagen 55,8 und nach 90 Tagen 61,8.

Bevorzugt beträgt die Druckfestigkeit des Betons in Schritt S4 bei einer Zugabe von 6 % Risssschuttmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen 35,6, nach 28 Tagen Aushärtung 46,2, nach 56 Tagen 57,2 und nach 90 Tagen 63,3.

Bevorzugt beträgt die Druckfestigkeit des Betons in Schritt S4 bei einer Zugabe von 0 % Risssschuttmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen 36,2, nach 28 Tagen Aushärtung 48,1, nach 56 Tagen 58,0 und nach 90 Tagen 62,2.

Im Vergleich zum Stand der Technik liegen die vorteilhaften Wirkungen der vorliegenden Erfindung darin, dass das risshemmende Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen, hergestellt aus recycelter Magnesiaschlacke, sowie das Anwendungsverfahren nach Zugabe von Expansionsmitteln wie wasserfreiem Calciumsulfoaluminat, MgO und Calciumoxid eine spätere Expansionswirkung aufweisen, was zur Kompensation der langfristigen Schrumpfung des Betons beiträgt. Darüber hinaus erzeugen auch Materialien wie Hartgips und kalzinierter Kalkstein im Beton eine gewisse Expansionswirkung, die in Zusammenarbeit mit den oben genannten Expansionskomponenten die Rissbeständigkeit des Betons verbessert. Die spezifischen Vorteile sind wie folgt:

1. Durch die Zugabe von wasserfreiem Calciumsulfoaluminat und die Hydratationsreaktion entstehen Ettringit-Kristalle, die das Betonvolumen ausdehnen. Gleichzeitig bildet MgO durch Hydratation im Beton Magnesiumhydroxid, was ebenfalls zu einer Volumenausdehnung führt. Diese Art von Expansionsmitteln hat eine spätere Expansionswirkung, die dazu beiträgt, die langfristige Schrumpfung des Betons zu kompensieren. Zudem erzeugen Materialien wie Hartgips und kalzinierter Kalkstein eine gewisse Expansionswirkung im Beton, die mit den oben genannten Expansionskomponenten zusammenwirkt, um die Rissbeständigkeit des Betons zu verbessern. Das risshemmende Mittel nutzt die Eigenschaft, während des Härtungsprozesses eine moderate Expansion zu erzeugen, um die durch unzureichende Ettringitbildung bedingte Schrumpfung teilweise auszugleichen und die Festigkeit in verschiedenen Alterungsstufen zu erhöhen;

2. Um eine vollständige Hydratationsreaktion der Expansionskomponenten zu fördern, wird dem risshemmenden Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen üblicherweise eine bestimmte Menge eines Aktivierungszusatzstoffs zugesetzt. Diese Aktivierungszusatzstoffe können die Auflösung und Diffusion der Expansionskomponenten beschleunigen, die Hydratationsrate und den Expansionseffekt erhöhen;

3. Entsprechend der empfohlenen Dosierung des Risssschuttmittels und der Betonmischung wird die Zugabemenge des Risssschuttmittels pro Kubikmeter Beton festgelegt. In der Regel wird die Dosierung innerhalb eines bestimmten Bereichs gehalten, zum Beispiel 0,1 % bis 0,3 % Risssschuttmittel pro Kubikmeter Beton. Der genaue Wert muss gemäß der Produktanleitung und den Anforderungen des Projekts bestimmt werden;

Darüber hinaus nimmt die Druckfestigkeit des Betons nach 3 und 28 Tagen mit steigender Risssschuttmittelmenge stärker ab, was darauf zurückzuführen ist, dass das Risssschuttmittel durch

die Verringerung der Hydratationsgeschwindigkeit den Mechanismus der Hemmung der frühen Hydratationswärme des Betons bewirkt. Dadurch entstehen weniger Hydratationsprodukte des Bindemittels im Vergleich zu Referenzbeton. Mit fortschreitender Hydratation und der Mikroexpansion des Risssschutzmittels hat bei einer Zugabemenge von 6 % das Risssschutzmittel bis zum 56. und 90. Tag nahezu keinen Einfluss auf die Druckfestigkeit, was die Auswirkungen des Risssschutzmittels auf die Druckfestigkeit von Zementbeton verdeutlicht.

Beschreibung der beigelegten Zeichnungen

Bild 1 ist das Flussdiagramm des Anwendungsprozesses des rissshemmenden Mittels mit mehreren Expansionsquellen gemäß der vorliegenden Erfindung;

Bild 2 ist das Diagramm der Druckfestigkeitskurve von Beton gemäß der vorliegenden Erfindung;

Bild 3 ist das Diagramm der Druckfestigkeitsdaten von Beton gemäß der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung

Im Folgenden wird anhand der beigelegten Zeichnungen zu den Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung der technische Lösungsansatz der Ausführungsbeispiele klar und vollständig beschrieben. Es ist offensichtlich, dass die beschriebenen Ausführungsbeispiele nur einen Teil der Ausführungsbeispiele der Erfindung darstellen und nicht alle. Alle anderen Ausführungsbeispiele, die Fachleute auf diesem Gebiet ohne kreative Tätigkeit auf der Grundlage der in der Erfindung enthaltenen Ausführungsbeispiele erhalten, fallen in den Schutzbereich der Erfindung.

Bitte beachten Sie die Bilder 1 bis 3. Die vorliegende Erfindung bietet eine technische Lösung: Ein rissshemmendes Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen, hergestellt aus recycelter Magnesiaschlacke, das folgende Komponenten in den angegebenen Mengen umfasst: wasserfreies Calciumsulfoaluminat (2,5 – 5 Teile), Hartgips (4 – 6 Teile), Aktivierungszusatzstoff (1,6 – 3 Teile), MgO (5 – 10 Teile), Calciumoxid (3 – 7 Teile), modifizierte Risschutzfasern (3,4 – 8 Teile), modifizierter Disthen (2,2 – 6 Teile), kalzinierte Steinkohleflugasche (2 – 7 Teile), kalzinierter Kalkstein (3 – 8 Teile), modifizierter Montmorillonit (2 – 5 Teile) und Nano-Zinkoxid (3 – 9 Teile);

Das Verfahren umfasst folgende Herstellungsschritte:

A. Steinkohleflugasche und Kalkstein werden in einen Drehrohrofen gegeben und kalziniert, um kalzinierte Steinkohleflugasche und Kalkstein zu erhalten. Im Schritt A erfolgt das Kalzinieren programmatisch: zunächst auf 1000 – 1200° C erhitzen und 1,5 – 3 Stunden kalzinieren, dann auf 1390 – 1500° C erhöhen und 3 – 4 Stunden kalzinieren;

B. Der in Schritt A erhaltenen Mischung aus Fasern wird eine Natriumhydrogencarbonatlösung hinzugefügt, gleichmäßig gerührt und in einem thermostatischen Wasserbad erhitzt. Nach einer Modifizierungszeit von 40 – 55 Minuten wird die Mischung in eine Zentrifuge gegeben, zentrifugiert und anschließend mit Gebläse getrocknet, um die modifizierten Risschutzfasern zu erhalten;

C. Wasserfreies Calciumsulfoaluminat, Hartgips, Aktivierungszusatzstoff, MgO, Calciumoxid, modifizierter Montmorillonit, Nano-Zinkoxid und modifizierter Disthen sowie die in den Schritten A und B kalzinierte Steinkohleflugasche, kalzinierter Kalkstein und modifizierte Risschutzfasern werden nacheinander in den Mischbehälter gegeben und gründlich vermischt, um das rissshemmende Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen zu erhalten. Im Schritt C beträgt das Volumenverhältnis der gemischten Fasern zur Natriumhydrogencarbonatlösung 1:4 –

5, die Wassertemperatur im Wasserbad liegt bei 78 – 80 °C, die Zentrifugiergeschwindigkeit beträgt 1300 – 1600 U/min, die Zentrifugierzeit 15 – 20 Minuten, die Temperatur für das Trocknen mit Gebläse 100 – 120 °C und die Trocknungszeit 20 – 30 Minuten. Das Verfahren zur Herstellung des modifizierten Disthen lautet wie folgt: Zunächst wird der Disthen in einen Zerkleinerer gegeben und zerkleinert, das Zerkleinerungsmaterial wird gesammelt, dann in einen Kalzinierungssofen gegeben und kalziniert, das kalzinierte Material wird gesammelt, anschließend wird das gesammelte kalzinierte Material in eine Kugelmühle gegeben, gemahlen, getrocknet und durch ein 200-Mesh-Sieb gesiebt, um den modifizierten Disthen zu erhalten.

Ein risshemmendes Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen, hergestellt aus recycelter Magnesiaschlacke, sowie ein Anwendungsverfahren für dieses Mittel werden offengelegt, das folgende Schritte umfasst:

S1. Auswahl eines geeigneten Rissschutzmittels: Zunächst muss entsprechend den spezifischen Anforderungen des Projekts ein geeignetes risshemmendes Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen ausgewählt werden. Diese Mittel enthalten in der Regel mehrere Expansionskomponenten, wie zum Beispiel den Aluminium-C-Energie-CEA-Mehrfach-Expansionsmittel, der durch Flüssigphasenlösung, Diffusion und Kristallisation verschiedene Expansionsphasen bildet und effektiv die Einschränkungen einer einzelnen Expansionsquelle vermeidet;

S2. Bestimmung der Zugabemenge: Entsprechend der empfohlenen Dosierung des Rissschutzmittels und der Betonmischung wird die Zugabemenge des Rissschutzmittels pro Kubikmeter Beton festgelegt. In der Regel wird die Zugabemenge innerhalb eines bestimmten Bereichs gehalten, wie etwa 0,1 % bis 0,3 % Rissschutzmittel pro Kubikmeter Beton. Der genaue Wert muss gemäß der Produktanleitung und den Anforderungen des Projekts bestimmt werden;

S3. Zugabe des Rissschutzmittels und Mischen: Während des Mischens des Betons wird das Rissschutzmittel mit mehreren Expansionsquellen entsprechend der festgelegten Dosierung gleichmäßig in den Beton eingemischt, um eine gleichmäßige Verteilung des Mittels im Beton sicherzustellen. Dies ist ein entscheidender Schritt, da die Gleichmäßigkeit der Verteilung des Rissschutzmittels dessen Wirksamkeit direkt beeinflusst. Die Mischzeit sollte ausreichend sein, um eine Ansammlung zu vermeiden und eine vollständige Mischung des Rissschutzmittels mit dem Beton zu gewährleisten;

S4. Gießen und Aushärten: Der fertig gemischte Beton wird an der vorgesehenen Stelle gegossen, wobei auf Gleichmäßigkeit und Dichte während des Gießprozesses geachtet werden muss, um Hohlräume, Schichtenbildung und dergleichen zu vermeiden. Nach dem Gießen erfolgt umgehend die Aushärtung, wobei die Betonoberfläche während der Aushärtungszeit feucht gehalten werden muss, um sicherzustellen, dass das Rissschutzmittel seine Wirkung vollständig entfalten kann. Die Aushärtungszeit sollte entsprechend den spezifischen Anforderungen des Projekts und den Eigenschaften des Rissschutzmittels festgelegt werden.

In Schritt S4 beträgt die Druckfestigkeit des Betons bei einer Zugabe von 8 % Rissschutzmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen 32,5, nach 28 Tagen Aushärtung 40,2, nach 56 Tagen 54,5 und nach 90 Tagen 60,8.

In Schritt S4 beträgt die Druckfestigkeit des Betons bei einer Zugabe von 7 % Rissschutzmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen 35,8, nach 28 Tagen Aushärtung 45,2, nach 56 Tagen 55,8 und nach 90 Tagen 61,8.

In Schritt S4 beträgt die Druckfestigkeit des Betons bei einer Zugabe von 6 % Rissschutzmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen 35,6, nach 28 Tagen Aushärtung 46,2, nach

56 Tagen 57,2 und nach 90 Tagen 63,3.

In Schritt S4 beträgt die Druckfestigkeit des Betons bei einer Zugabe von 0 %
Risschutzmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen 36,2, nach 28 Tagen Aushärtung 48,1, nach
56 Tagen 58,0 und nach 90 Tagen 62,2.

- 5 Obwohl die vorliegende Erfindung anhand der vorstehenden Ausführungsbeispiele ausführlich beschrieben wurde, können Fachleute auf diesem Gebiet die technischen Lösungen der vorstehenden Ausführungsbeispiele weiterhin abändern oder bestimmte technische Merkmale gleichwertig ersetzen. Alle Änderungen, gleichwertigen Ersetzungen, Verbesserungen usw., die im Rahmen des Geistes und der Prinzipien der vorliegenden Erfindung vorgenommen werden, sollen
10 in den Schutzbereich der Erfindung fallen.

1. Ein risshemmendes Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen, hergestellt aus recycelter Magnesiaschlacke, umfasst die folgenden Komponenten in den angegebenen Mengen:
 5 wasserfreies Calciumsulfoaluminat (2,5 – 5 Teile), Hartgips (4 – 6 Teile), Aktivierungszusatzstoff (1,6 – 3 Teile), MgO (5 – 10 Teile), Calciumoxid (3 – 7 Teile), modifizierte Rissschutzfasern (3,4 – 8 Teile), modifizierter Disthen (2,2 – 6 Teile), kalzinierte Steinkohleflugasche (2 – 7 Teile), kalzinierter Kalkstein (3 – 8 Teile), modifizierter Montmorillonit (2 – 5 Teile) und Nano-Zinkoxid (3 – 9 Teile).

Es umfasst die folgenden Herstellungsschritte:

A. Steinkohleflugasche und Kalkstein werden in einen Drehrohrofen gegeben und kalziniert, um kalzinierte Steinkohleflugasche und Kalkstein zu erhalten;

B. Der Mischung aus Fasern wird eine Natriumhydrogencarbonatlösung hinzugefügt, gleichmäßig gerührt, in einem thermostatischen Wasserbad erhitzt, nach einer Modifizierungszeit
 15 von 40 – 55 Minuten zentrifugiert und anschließend mit Gebläse getrocknet, um die modifizierten Rissschutzfasern zu erhalten;

C. Wasserfreies Calciumsulfoaluminat, Hartgips, Aktivierungszusatzstoff, MgO, Calciumoxid, modifizierter Montmorillonit, Nano-Zinkoxid und modifizierter Disthen sowie die kalzinierte Steinkohleflugasche, kalzinierter Kalkstein und modifizierte Rissschutzfasern aus den
 20 Schritten A und B werden nacheinander in einen Mischbehälter gegeben und gründlich vermischt, um das risshemmende Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen zu erhalten.

2. Das risshemmende Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen gemäß Anspruch 1, wobei im Schritt B das Volumenverhältnis der gemischten Fasern zur Natriumhydrogencarbonatlösung 1:4 – 5 beträgt, die Wassertemperatur im Wasserbad bei 75 –
 25 86 ° C liegt, die Zentrifugiergeschwindigkeit 1300 – 1600 U/min beträgt, die Zentrifugierzeit 12 – 17 Minuten beträgt, die Trocknungstemperatur mit Gebläse 100 – 120 ° C beträgt und die Trocknungszeit 23 – 33 Minuten beträgt.

3. Das risshemmende Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen gemäß Anspruch 1, wobei das Kalzinieren in Schritt A programmatisch erfolgt, indem die Temperatur zuerst auf
 30 1000 – 1200 ° C erhöht und 1,5 – 3 Stunden kalziniert wird, gefolgt von einer Erhöhung auf 1390 – 1500 ° C und einer Kalzinierungsdauer von 3 – 4 Stunden.

4. Das risshemmende Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen gemäß Anspruch 1, wobei der modifizierte Disthen wie folgt hergestellt wird: Der Disthen wird in einen Zerkleinerer gegeben, zerkleinert und das Material gesammelt. Anschließend wird es in einem
 35 Kalzinierungs-ofen kalziniert, danach in einer Kugelmühle gemahlen, getrocknet und durch ein 200-Mesh-Sieb gesiebt, um den modifizierten Disthen zu erhalten.

5. Das risshemmende Mittel für Beton mit mehreren Expansionsquellen gemäß Anspruch 1, wobei ein Anwendungs-verfahren umfasst ist, das folgende Schritte beinhaltet:

S1. Auswahl eines geeigneten Rissschutzmittels: Entsprechend den spezifischen
 40 Anforderungen des Projekts wird ein geeignetes risshemmendes Mittel mit mehreren Expansionsquellen ausgewählt, das in der Regel mehrere Expansionskomponenten enthält, wie z. B. das Aluminium-C-Energie-CEA-Mehrfach-Expansionsmittel, das durch Flüssigphasenlösung, Diffusion und Kristallisation verschiedene Expansionsphasen bildet und effektiv die Einschränkungen einer einzelnen Expansionsquelle vermeidet;

S2. Bestimmung der Zugabemenge: Entsprechend der empfohlenen Dosierung und der

Betonmischung wird die Zugabemenge des Rissschutzmittels pro Kubikmeter Beton festgelegt. ^{LU508644}
 der Regel liegt die Zugabemenge zwischen 0,1 % und 0,3 % pro Kubikmeter Beton. Der genaue Wert muss anhand der Produkthanleitung und den Anforderungen des Projekts bestimmt werden;

5 S3. Zugabe des Rissschutzmittels und Mischen: Das Rissschutzmittel wird gleichmäßig in den Beton eingemischt, um eine gleichmäßige Verteilung im Beton zu gewährleisten. Die Mischzeit sollte ausreichend sein, um eine Ansammlung zu vermeiden;

S4. Gießen und Aushärten: Der gemischte Beton wird an der vorgesehenen Stelle gegossen. Während des Aushärtens muss die Betonoberfläche feucht gehalten werden, um sicherzustellen, dass das Rissschutzmittel seine Wirkung vollständig entfalten kann.

10 6. Das Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei im Schritt S4 bei einer Zugabe von 8 % Rissschutzmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen die Druckfestigkeit des Betons 32,5 beträgt, nach 28 Tagen 40,2, nach 56 Tagen 54,5 und nach 90 Tagen 60,8.

15 7. Das Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei im Schritt S4 bei einer Zugabe von 7 % Rissschutzmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen die Druckfestigkeit des Betons 35,8 beträgt, nach 28 Tagen 45,2, nach 56 Tagen 55,8 und nach 90 Tagen 61,8.

8. Das Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei im Schritt S4 bei einer Zugabe von 6 % Rissschutzmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen die Druckfestigkeit des Betons 35,6 beträgt, nach 28 Tagen 46,2, nach 56 Tagen 57,2 und nach 90 Tagen 63,3.

20 9. Das Verfahren gemäß Anspruch 5, wobei im Schritt S4 bei einer Zugabe von 0 % Rissschutzmittel und einer Aushärtung von 3 Tagen die Druckfestigkeit des Betons 36,2 beträgt, nach 28 Tagen 48,1, nach 56 Tagen 58,0 und nach 90 Tagen 62,2.

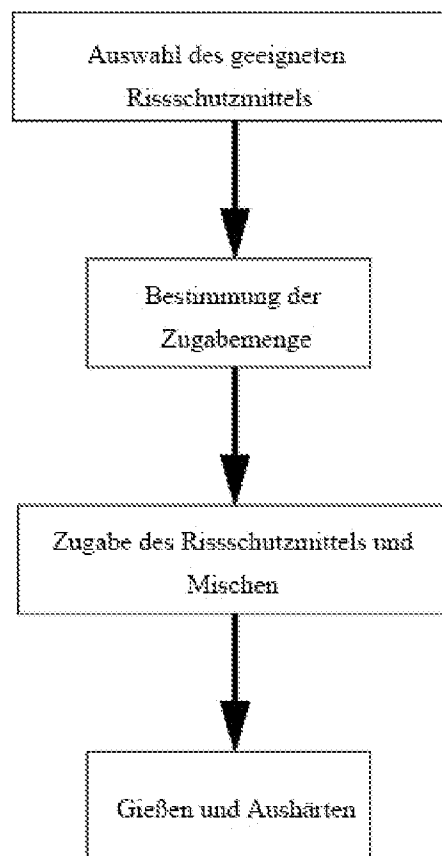


Bild 1

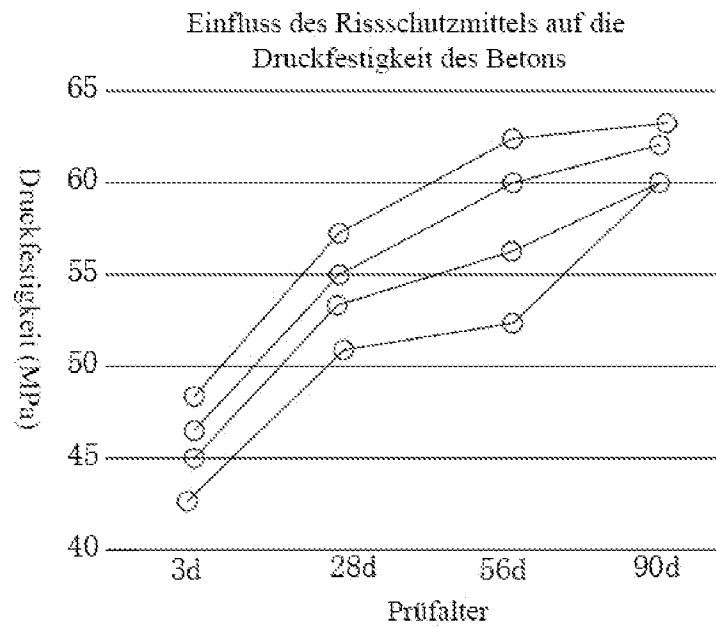


Bild 2

Zugabemenge des Risssschuttmittels	Druckfestigkeit (MPa)			
	3d	28d	56d	90d
0%	36. 2	48. 1	58. 0	62. 2
6%	35. 6	46. 3	57. 2	63. 3
7%	35. 8	45. 2	55. 8	61. 5
8%	32. 5	40. 2	54. 5	60. 8

Bild 3