



(19)

(12)

# GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 8061/01

(51) Int.Cl.<sup>7</sup> : **C04B 41/64**  
C09D 183/04

(22) Anmeldetag: 13. 3.2000

(42) Beginn der Schutzdauer: 15.10.2001  
Längste mögliche Dauer: 31. 3.2010

(67) Umwandlung aus Patentanmeldung: 412/2000

(45) Ausgabetag: 26.11.2001

(30) Priorität:

12. 3.1999 DE 19911135 beansprucht.

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

STO AG  
D-79780 STÜHLINGEN (DE).

(54) **VERFAHREN ZUR REDUZIERUNG UND VERHINDERUNG VON KORROSION UND KORROSIONSFORTSCHRITT AN ARMIERUNGSTÄHLEN VON STAHLBETONKONSTRUKTIONEN**

(57) Das Verfahren zur Reduzierung und Verhinderung von Korrosion und Korrosionsfortschritt an Armierungsstähen in Stahlbetonkonstruktionen umfaßt die Beschichtung der Oberfläche der Stahlbetonkonstruktion mit einem Hydrophobierungs- und Inhibierungsgel. Dieses besteht aus hydrophobierenden Silanen bzw. Siloxanen, die gemeinsam mit wässrigen Lösungen von Korrosionsinhibitoren zu einem gelartigen, pastösen Gemisch kombiniert werden.

AT 004 758 U2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reduzierung und Verhinderung von Korrosion und Korrosionsfortschritt an Armierungsstählen von Stahlbetonkonstruktionen.

Seit vielen Jahren ist bekannt, daß neben der Konzentration an Korrosionsstimulatoren und des pH-Wertes der Feuchtegehalt innerhalb einer Stahlbetonkonstruktion entscheidenden Einfluß auf die Korrosion und den Korrosionsfortschritt von Armierungsstählen in Stahlbeton hat. Weiterhin kennt man seit geraumer Zeit die Wirkung von Korrosionsinhibitoren auf Stahl und nutzt diese als Betonzusatzmittel und in Form einer dünnflüssigen Lösung zur Behandlung von Stahlbetonoberflächen.

Das US-Patent 4 092 109 beschreibt beispielsweise den Einsatz von Calciumnitrit als Korrosionsinhibitor in armiertem Beton.

Bislang ist noch kein einfach zu handhabendes Verfahren bekannt, um Stahlbetonoberflächen praxisgerecht und dauerhaft gegen das Eindringen von Wasser zu schützen und gleichzeitig migrierbare Korrosionsinhibitoren in die bestehende Betonkonstruktion zu bringen.

Bis heute werden Betonkonstruktionen, die korrodierte Armierungsstähle beinhalten, repariert, indem man den durch Carbonatisation oder korrosionsgefährdeten oder chloridgeschädigten Beton mechanisch entfernt, die Armierungsstähle mittels Sandstrahlverfahren entrostet und durch einen Korrosionsschutzanstrich schützt. Der anschließende Aufbau der geöffneten Betonkonstruktion erfolgt in der Regel mit geeigneten Betonersatzstoffen (Mörteln) auf der Basis mineralischer und organischer Bindemittel. Der diesbezügliche Stand der Technik ergibt sich aus den einschlägigen Regelwerken ZTV-SiB-PCC/SPCC und RillidASTB.

Die beschriebene Vorgehensweise erfordert erheblichen Aufwand durch das Entfernen geschädigter Bausubstanz und das nachfolgende Aufbauen mittels Korrosionsschutzanstrich, Haftbrücke, Reparaturmörtel und ggf. Oberflächenschutzanstrichen. Neben den erheblichen Kosten, die bei der beschriebenen Sanierung von geschädigten Stahlbetonkonstruktionen anfallen, ist häufig die gewünschte Optik der ursprünglichen Betonfassade durch die hergestellten Reparaturstellen stark in Mitleidenschaft gezogen. All diese Aspekte führten in der Vergangenheit immer wieder zu der Nachfrage nach einer Instandsetzungsmaßnahme, die eine Sanierung von Betonfassaden ohne die geschilderten Nachteile zuläßt.

An dieser Stelle ist zu erwähnen, daß es bekannt ist, das Eindringen von Wasser in die Stahlbetonkonstruktion durch geeignete Anstriche auf der Basis von Silanen/Siloxanen, Polymerdispersionen und Lösungen sowie Reaktionsharzbeschichtungen zu verhindern, wobei speziell zur Oberflächenhydrophobierung von Sichtbeton-Fassaden das Imprägnieren mit Silanen einen bedeutenden Stellenwert einnimmt.

Geeignete Zusammensetzungen solcher Hydrophobierungsmittel sind diversen Patenveröffentlichungen entnehmbar. So sind siliciumorganische Zusammensetzungen, die als hydrophobierende und imprägnierende Lösungen auf Baustoffen eingesetzt werden können, in den Schriften EP O 273 867, EP O 518 324, EP O 049 365, EP O 101 816, EP O 304 497 und EP O 385 108 behandelt. Bereits in der Schrift EP O 177 824 ist eine harzartige Organopolysiloxanimprägnierung für die Oberflächen von Bauteilen beschrieben, wobei noch Schichtgittersilikate zur Verbesserung der Anwendungseignung zugegeben werden und die Formulierung Lösemittel enthält. Die PCT/SE 95/00287 offenbart ebenfalls die Zusammensetzung eines pastösen Hydrophobierungsmittels, das mittels eines Schichtsilikatverdickers in die gewünschte Verarbeitungskonsistenz gebracht wird. In der Offenlegungsschrift DE 196 28 035 A ist erstmals eine wäßrige Creme von Organosiliciumverbindungen zur Hydrophobierung von Baustoffen beschrieben, die rückstandsfrei von dem Baustoff absorbiert wird.

Korrosionsinhibitoren werden heute insbesondere im US-amerikanischen Markt, jedoch auch in einigen europäischen Ländern, als Zusatzmittel zu Frischbeton zugesetzt. So geht beispielsweise aus der EP O 635 463 die Verwendung eines Zusatzmittels zur Verhinderung von Korrosion in Baustoffen und aus der Schrift CH 686 386 der Einsatz von korrosionsinhibierenden Aminkomponenten als Umsetzungsprodukt mit Säuren in gleicher Anwendung als bekannt hervor. Darüber hinaus ist in den Patentveröffentlichungen US 5 750 053, EP 787 697, US 5 597 514, US 5 326 529 und CA 125 843 die Verwendung von migrationsfähigen Korrosionsinhibitoren in Stahlbeton und verstärkten Zementen behandelt.

Ferner ist die Anwendung von niedrigviskosen wäßrigen Lösungen von Korrosionsinhibitoren zur Behandlung von Stahlbetonoberflächen hinreichend bekannt und findet speziell im US-amerikanischen Markt sowie einigen europäischen Ländern in Form von Lösungen aus wasserverdünnbaren Korrosionsinhibitoren und Wasser als Verdünnungsmittel Anwendung.

Ähnlich wie bei den Anwendungen von hydrophobierenden Silanen muß für einen erfolgreichen Schutz der Stahlbetonkonstruktion eine Mindestmenge an Inhibitoren in die Oberfläche der Konstruktion eindringen können, was mittels der genannten dünnflüssigen Lösungen in Anbetracht der Neigung zum Verdunsten, insbesondere unter sommerlichen Bedingungen kaum möglich ist. Diese Schwierigkeiten ergeben sich speziell bei Anwendungen an im wesentlichen vertikalen Oberflächen sowie an einer Unterseite einer Konstruktion, da die wasserdünne Lösung in der notwendigen Menge nicht spontan aufgenommen wird und eine Vielzahl von Arbeitsgängen notwendig ist, um möglichst verlustfrei und wirtschaftlich arbeiten zu können.

Da eine hydrophobierte Oberfläche nicht mehr in der Lage ist, eine wässrige Inhibitorlösung aufzunehmen und somit eine Applikation in mehreren Arbeitsgängen ebenfalls nicht durchführbar ist, könnte man daran denken, ausgehend von der Hydrophobierungscreme nach der vorgenannten DE 196 28 035 A eine kombinierte Hydrophobierungscreme zu schaffen, in dem migrierbare Korrosionsinhibitoren in eine fertige gelartige Schutzsubstanz eingearbeitet werden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß die stabile Gelphase aufgrund der Zumischung des Korrosionsinhibitors zerfällt, und eine Phasentrennung niedrigviskoser Flüssigkeiten das Resultat ist.

Ausgehend von diesem umfassenden Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Schaffung eines auf eine Stahlbetonkonstruktion auf einfache Weise auftragbaren Gels zur Reduzierung und Verhinderung von Korrosion und Korrosionsfortschritt an Armierungsstäben in Stahlbetonkonstruktionen zu schaffen.

Das Verfahren nach der Erfindung, bei dem diese Aufgabe gelöst ist, zeichnet sich im wesentlichen dadurch aus, daß die Oberfläche der Stahlbetonkonstruktion mit einem Hydrophobierungs- und Inhibierungsgel beschichtet wird, das aus hydrophobierenden Silanen bzw. Siloxanen und migrierbaren Korrosions-

inhibitoren unter Bildung eines gelartigen, pastösen Gemisches hergestellt wird.

Erst der erfindungsgemäße Aufbau einer gelartigen Substanz, bei dessen Herstellung hydrophobierende Silane und Siloxane gemeinsam mit wässrigen Lösungen von Korrosionsinhibitoren ein stabiles Gel mit den geforderten Eigenschaften ergibt, macht es überraschenderweise möglich, den für die Erfüllung der Schutzfunktion notwendigen hohen Gehalt an migrierbaren Inhibitoren und hydrophobierenden Silanen in einem gelartigen Schutzmittel zu kombinieren, das stabil und lagerfähig bleibt.

Dieses zum Einsatz gelangende Schutzmittel läßt sich in Gelform auf die durch Carbonatisation und Korrosion geschädigte Stahlbetonkonstruktion auftragen. Da es folgende in den Baustoff migrierbare Wirkstoffe enthält:

1. Hydrophobierungsmittel,
2. Korrosionsinhibitor,
3. Trägerstoffe, wie z.B. Verdickungsmittel,
4. Hilfsstoffe, wie z.B. Emulgatoren, Netzmittel, Pigmente

ergibt sich als wesentlicher Vorteil dieses gelförmigen Schutzmittels, daß ein einmaliger Auftrag auf die geschädigte Konstruktion nicht nur zu einer ausreichenden Hydrophobierung der Betonsteinmatrix sondern auch zu einer ausreichenden Beladung des Betongefüges mit migrierbaren Korrosionsinhibitoren führt, um die Stahlarmierung vor Korrosion zu schützen bzw. weiteren Korrosionsfortschritt zu verhindern.

Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus folgenden Anwendungsbeispielen, die gezeigt haben, daß gelförmige Schutzmittel bestehend aus

Beispiel 1 60 % Silanimprägniermittel  
30 % 50 %ige Lösung bestehend aus Dimethylethanolamin  
10 % Additive/Hilfsmittel

Beispiel 2 60 % Silan/Siloxanimprägniermittel  
 30 % 50%ige Lösung bestehend aus Dimethylethanolamin  
 und  $\alpha$ -Methylaminobenzoat  
 10 %/ Additive/Hilfsmittel

auf Mörtelscheiben gemäß TP OS Abschnitt 5.5. hervorragendes Eindringverhalten zeigen und die Baustoffoberfläche starke hydrophobe Eigenschaften aufweist, siehe folgende Tabelle

Probe Nr.	Ausgangsgewicht [g]	Gewicht nach 2 d Wasserlagerung	Gewicht nach 28 d Wasserlagerung	Eindringtiefe [mm]
A	356	358	362	5,4
B	362	364	368	8,5
C	367	370	373	9,6
D	369	371	375	6,4
E	365	367	371	6,1

Ebenso wurde nachgewiesen, daß die genannten Gemische gemäß Beispiel 1 und 2 angewendet auf Beton B II mit einem Mindestzementgehalt von  $300 \text{ kg/m}^3$  CEM I 32,5 R und einem Wasser-Zementwert von 0,6 zu einer überraschenden Verlängerung der Passivierung eingebauter Armierungsstähle führt. Selbst in stark chloridhaltigen Lösungen werden Standzeiten um den Faktor 5 - 8 verlängert, wenn gemäß dem Regelwerk ASTM G 109 in 3 % Natriumchloridlösung geprüft wird. Ebenfalls zeigt es sich, daß die Korrosionsraten von instandgesetzten Stahlbetonoberflächen über den Testzeitraum von 3,5 Jahren deutlich niedriger ausfallen als bei Testflächen, die ohne Schutzmittel gemäß Beispiel 1 und 2 hergestellt worden sind.

Mit entsprechendem Erfolg ist auch ein gelförmiges Schutzmittel gemäß dem folgenden Beispiel einsetzbar

Beispiel 3 60 % Silan/Siloxanimprägniermittel  
30 % 50%ige Lösung bestehend aus  
Natriummonofluorphosphat  
10 % Additive/Hilfsmittel

Ansprüche

1. Verfahren zur Reduzierung und Verhinderung von Korrosion und Korrosionsfortschritt an Armierungsstählen in Stahlbetonkonstruktionen, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Stahlbetonkonstruktion mit einem Hydrophobierungs- und Inhibierungsgel beschichtet wird, das aus einer wässrigen Lösung der Korrosionsinhibitoren und hydrophobierenden Silanen bzw. Siloxanen in Form einer stabilen Emulsion hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet daß der Emulsion Verdickungsmittel beigefügt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Verwendung von Aminoalkoholen als die Ausgangssubstanz der gelartigen Emulsion bildende migrierbare Inhibitoren.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Verwendung von Fluorphosphaten als die Ausgangssubstanz der gelartigen Emulsion bildende migrierbare Inhibitoren.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der gelförmigen Emulsion ein Lösemittel als Verdünnungsmittel eingesetzt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Emulsion als Grundierung für nachfolgende Schichten eingesetzt wird.