



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 243 707 A5

4(51) C 09 K 17/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP C 09 K / 274 251 0
(31) 1095/84(22) 19.03.85
(32) 20.03.84(44) 11.03.87
(33) HU

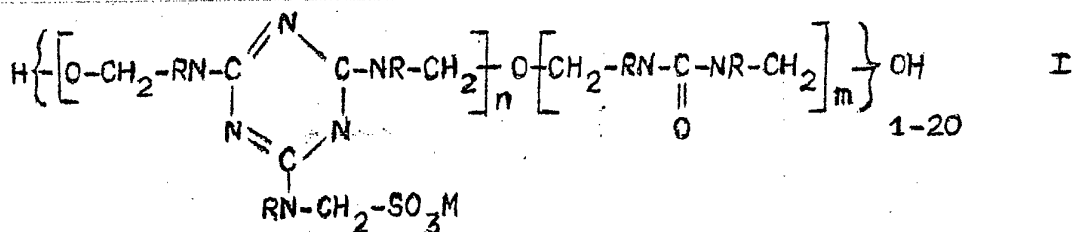
(71) siehe (73)

(72) Bertalan, Árpád; Csanda, Ferenc, Dipl.-Ing.; Czerny, Győző, Dipl.-Chem.-Ing.; Nagy, Gábor, Dr. Dipl.-Chem.-Ing.; Székely, Tamás, Dr. Dipl.-Chem., HU

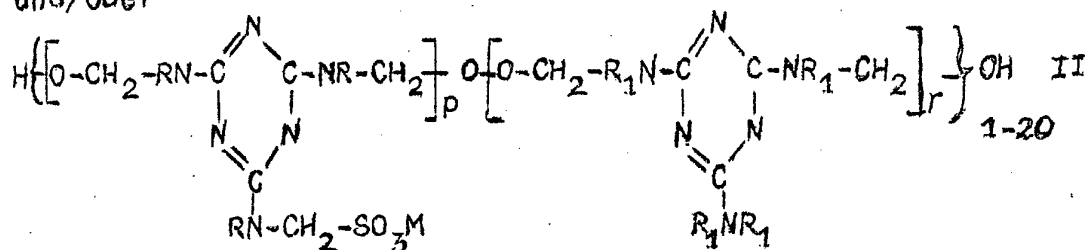
(73) MTA Természettudományi Kutató Laboratóriumai, 1112 Budapest; Alagi Allami Tangazdaság; Marcius 15 Mezőgazdasági Termelőszövetkezet, 2376 Hernád, HU

(54) Verfahren zur Erhöhung der Festigkeit und Wasserdichtigkeit von Tiefbauobjekten und dem sie umgebenden Erdreich

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Festigkeit und Wasserdichtigkeit von Tiefbauobjekten und dem sie umgebenden Erdreich. Ziel ist es, den erforderlichen Arbeits- und Materialaufwand zu senken, die Arbeitszeit zu verkürzen, Umweltbelastungen zu vermeiden und die Anforderung an das Bedienungspersonal zu verringern. Die Aufgabe besteht darin, ein Verfahren zu schaffen, das technologisch einfach durchführbar ist und bei dem ein Gel entsteht, das eine hohe Festigkeit und Elastizität besitzt und sich bei Einwirkung von Wasser durch ein gutes Quellvermögen auszeichnet. Als Lösung wird ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem ein Gemisch aus einer wäßrigen Wasserglaslösung und wenigstens 1 Gew.-% einer oder mehrerer Verbindungen der allgemeinen Formel



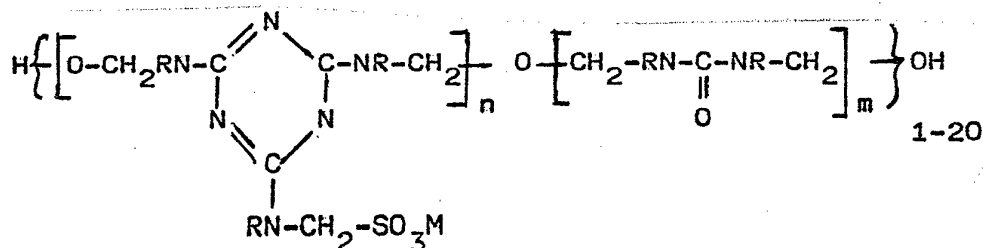
und/oder



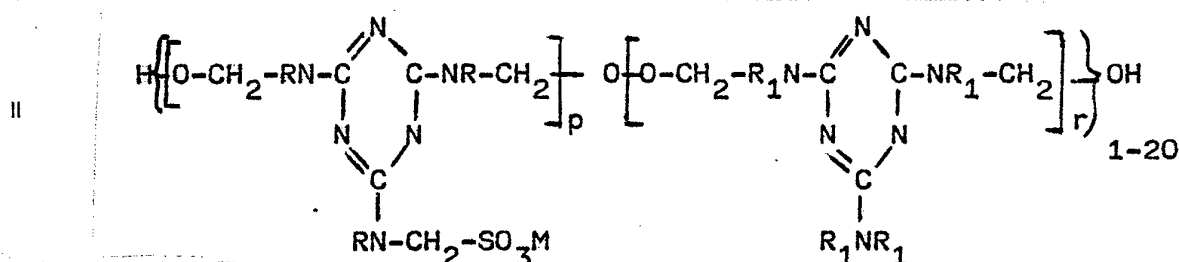
in denen R Wasserstoff, $-\text{CH}_2\text{OH}$ Gruppe oder eine Gruppe der allgemeinen Formel $-\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M}$, worin M für ein einwertiges Kation steht, R_1 Wasserstoff oder $-\text{CH}_2\text{OH}$ Gruppe, n eine ganze Zahl von 1 bis 10, m eine ganze Zahl von 0 bis 10, p eine ganze Zahl von 1 bis 10 und r eine ganze Zahl von 0 bis 5 mit den Einschränkungen bedeuten, daß in den Verbindungen der allgemeinen Formeln (I) und (II) die Anzahl der $-\text{CH}_2\text{OH}$ -Gruppen um wenigstens eins größer ist als die Anzahl der $-\text{CH}_2\text{SO}_3\text{M}$ Gruppen, daß der Wert von n wenigstens so groß ist wie der Wert von m, und daß der Wert von p wenigstens zweimal so groß ist wie der Wert von r sowie 1 Gew.-% eines oder mehrerer herkömmlicher Aminoplastomere und/oder -oligomere enthaltende Gemische verwendet wird.

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur Erhöhung der Festigkeit und Wasserundurchlässigkeit von Tiefbauobjekten und dem sie umgebenden Erdreich, **gekennzeichnet dadurch**, daß ein Gemisch aus einer wäßrigen Wasserglaslösung und wenigstens 1 Gew.-% einer oder mehrerer Verbindungen der allgemeinen Formel



und/oder



in denen

- R Wasserstoff, -CH₂OH Gruppe oder eine Gruppe der allgemeinen Formel -CH₂SO₃M, worin M für ein einwertiges Kation steht,
 R₁ Wasserstoff oder -CH₂OH Gruppe,
 n eine ganze Zahl von 1 bis 10,
 m eine ganze Zahl von 0 bis 10,
 p eine ganze Zahl von 1 bis 10 und
 r eine ganze Zahl von 0 bis 5

mit den Einschränkungen bedeuten, daß in den Verbindungen der allgemeinen Formeln (I) und (II) die Anzahl der -CH₂OH Gruppen um wenigstens eins größer ist als die Anzahl der -CH₂SO₃M Gruppen, daß der Wert von n wenigstens so groß ist wie der Wert von m, und daß der Wert von p wenigstens zweimal so groß ist wie der Wert von r sowie 1 Gew.-% eines oder mehrerer herkömmlicher Aminoplastomere und/oder -oligomere enthaltende Gemische verwendet wird.

2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als saure Substanz anorganische oder organische Säuren, vorzugsweise Phosphorsäure, Hexafluorokieselsäure, p-Toluolsulfonsäure oder Essigsäure verwendet werden, zweckmäßig in Form wäßriger Lösung.
3. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als saure Substanz ein sauer hydrolysierendes Salz, zweckmäßig Ammoniumchlorid oder Ammoniumhexafluorosilikat, verwendet wird, vorzugsweise in Form wäßriger Lösung.

Hierzu 1 Seite Formeln

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung der Festigkeit und Wasserundurchlässigkeit von Tiefbauobjekten (insbesondere Kanäle und Rohrleitungen) und dem sie umgebenden Erdreich.

Die Begriffe „Bauobjekt“ und „Erdreich“ werden hier im weitesten Sinne des Wortes gebraucht; es sind darunter außer Kanälen und Rohrleitungen unterschiedliche Speicherbecken, Tunnel, künstliche Höhlungen, aber auch die diese umgebenden Bodenspalten und Gesteinsrisse zu verstehen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß die Wasserdichtigkeit der meisten Tiefbaukonstruktionen, in erster Linie die von Kanälen, Rohrleitungen und Becken, meist nicht zufriedenstellend ist. Diese Mängel sind zum großen Teil auf Fehler in der Herstellung und an den Stoßstellen (Verbindungsstellen), ferner auf durch Abnutzung verursachte Risse und sonstige Verschlechterung des Objektbestandes zurückzuführen. Es ist ferner bekannt, daß die Reparatur von Tiefbaukonstruktionen und -objekten (in erster Linie von unterirdischen Kanalnetzen und Rohrleitungen) zeit-, arbeits- und materialaufwendig ist und in vielen Fällen nicht das gewünschte Ergebnis bringt.

In der HU-PS 153975 ist ein einfaches und schnelles Verfahren zur Erhöhung der Festigkeit und Wasserdichtigkeit von Bau- und Tiefbauobjekten, Gebäudeelementen, Gesteinen und Böden beschrieben. Gemäß diesem Verfahren wird in oder auf das auszubessernde Objekt oder in dessen Umgebung Wasserglas oder ein wasserglashaltiges Medium gebracht und dort der Wirkung von Fluorwasserstoff, Siliziumtetrafluorid und/oder Wasserstoffsilikofluorid ausgesetzt. Das Wasserglas geliert bei Berührung mit dem gasförmigen Fluorid schnell und dichtet alle Hohlräume, Spalten und Risse ab. Wird das Verfahren zur Erhöhung der Wasserdichtigkeit von im Boden befindlichen Konstruktionen oder Objekten angewendet (z. B. Kanälen oder Becken), so besteht ein weiterer Vorteil darin, daß auch das durch Risse und Spalten herausgesickerte Wasserglas fest wird und dadurch die Einbettung des Objektes verfestigt und die Festigkeit des umgebenden Bodens verbessert.

Dieses Verfahren hat trotz seiner zahlreichen Vorteile keinen Eingang in die Praxis gefunden. Für eine verbreitete Anwendung ist hinderlich, daß die Behandlungsgase Fluorwasserstoff und Siliziumtetrafluorid außerordentlich giftig sind, ihre Anwendung ist daher auch aus Gründen des Umweltschutzes nicht vertretbar. Nachteilig ist auch, daß das entstehende Kieselgel nicht elastisch ist, den Bewegungen des behandelten Objektes beziehungsweise der Bodenschicht nicht zu folgen vermag. Kieselgel quillt durch Einwirkung von Wasser nicht ausreichend, deshalb ist es nicht imstande, die sich durch Verschiebungen neben dem Gelpfropfen bildenden neuen Risse zu verstopfen.

Es wurde bereits vorgeschlagen (ungarische Patentanmeldung Nr. MA-2924) als gelbildende Substanz statt Wasserglas unterschiedliche organische Polymere, in erster Linie Acrylsäure und Acrylamidpolymere zu verwenden, die gegebenenfalls inerte, körnige feste Füllstoffe enthalten. Die auf diese Weise gebildeten Gele sind entsprechend elastisch und quellen durch Einwirkung von Wasser gut. Ihr Nachteil besteht darin, daß die meisten der verwendbaren Polymere verhältnismäßig weich sind und deshalb einer stärkeren Belastung nicht standhalten. Auch sind die Polymere teuer und schwer zu beschaffen, und die Technologie erfordert in manchen Fällen Spezialausrüstungen und geschultes Personal.

Ferner wurde zur Beseitigung dieser Nachteile bereits vorgeschlagen (ungarische Patentanmeldung Nr. 3124/82), daß das Wasserglas im Gemisch mit unterschiedlichen gelbildenden, wasserlöslichen organischen Polymeren und Raumvernetzern verwendet wird. Die auf diese Weise erhaltenen Gele vereinigen in sich alle guten Eigenschaften der rein organischen und der rein anorganischen Gele. Bei der Anwendung des Verfahrens im Großmaßstab stellte sich jedoch heraus, daß die verwendbaren hydrogelbildenden Polymere — infolge ihres hohen durchschnittlichen Molekulargewichtes — bereits in kleinen Mengen die Viskosität des Wasserglases stark erhöhen. Aus diesem Grund werfen die Behandlung der Polymer-Wasserglas-Mischung, ihr Aufbringen, Dosieren, das Entfernen der überschüssigen Menge zahlreiche technologische Probleme auf. Es kommt auch vor, daß die erforderliche Menge Polymer gar nicht in die Wasserglaslösung eingemischt werden kann, weil ein derart hochviskoses Gemisch entsteht, daß es mit den zur Verfügung stehenden maschinellen Vorrichtungen nicht auf die zu behandelnde Fläche aufgetragen werden kann.

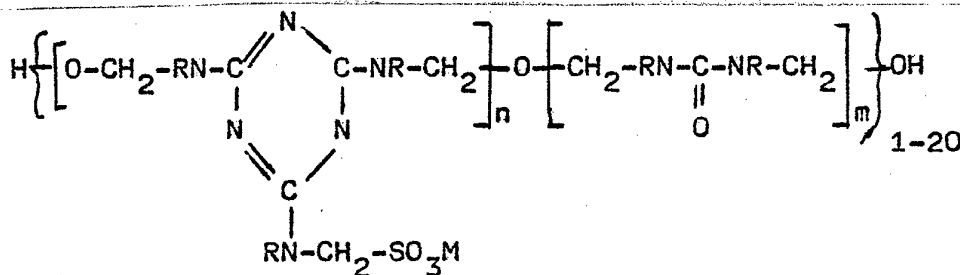
Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, den erforderlichen Arbeits- und Materialaufwand zu senken, die Arbeitszeit zu verkürzen, Umweltbelastungen zu vermeiden und die Anforderungen an das Bedienungspersonal zu verringern.

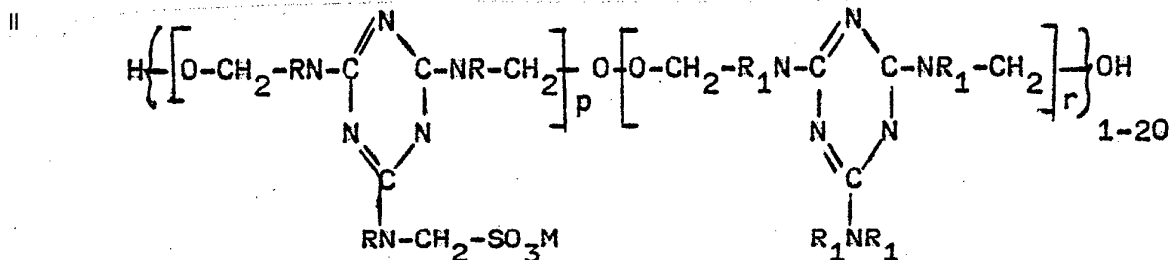
Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur Erhöhung der Festigkeit und Wasserundurchlässigkeit von Tiefbauobjekten und dem sie umgebenden Erdreich zu schaffen, das technologisch einfach durchführbar ist und bei dem ein Gel entsteht, das eine hohe Festigkeit und Elastizität besitzt und sich bei Einwirkung von Wasser durch ein gutes Quellvermögen auszeichnet.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Gemisch aus einer wäßrigen Wasserglaslösung und wenigstens 1 Gew.-% einer oder mehrerer Verbindungen der allgemeinen Formel



und/oder



in denen

- R Wasserstoff, -CH₂OH oder eine Gruppe der allgemeinen Formel -CH₂SO₃M, worin M für ein einwertiges Kation steht,
 R₁ Wasserstoff oder -CH₂OH Gruppe,
 n eine ganze Zahl von 1 bis 10,
 m eine ganze Zahl von 0 bis 10,
 p eine ganze Zahl von 1 bis 10 und
 r eine ganze Zahl von 0 bis 5

mit den Einschränkungen bedeuten, daß in den Verbindungen der allgemeinen Formeln (I) und (II) die Anzahl der -CH₂OH Gruppen um wenigstens eins größer ist als die Anzahl der -CH₂SO₃M Gruppen, daß der Wert von n wenigstens so groß ist wie der Wert von m, und daß der Wert von p wenigstens zweimal so groß ist wie der Wert von r sowie 1 Gew.-% eines oder mehrerer herkömmlicher Aminoplastomere und/oder -oligomere enthaltende Gemische verwendet wird.

Aus den Verbindungen der allgemeinen Formeln (I) und (II) sowie aus ihren mit herkömmlichen Aminoplastmonomeren oder -oligomeren bereiteten Gemischen entsteht durch die Einwirkung saurer Substanzen ein elastisches, mit Wasser entsprechend quellbares Gel, welches zur Bodenverfestigung und zum Ausschluß von Wasser ausgezeichnet geeignet ist.

Es wurde auch gefunden, daß — wenn die Verbindungen der allgemeinen Formeln (I) beziehungsweise (II) in einer Menge von wenigstens 1 Gew.-% zu Wasserglas gemischt werden — aus dem erhaltenen Gemisch durch die Einwirkung saurer Substanzen ein Gel entsteht, dessen Festigkeit, Elastizität und Wasseraufnahmefähigkeit wesentlich besser ist als die des aus reinem Wasserglas gebildeten Gels.

Die Verbindungen der allgemeinen Formeln (I) und (II) sind bekannt oder auf bekannte Weise herstellbar; auf ihre Herstellung wie im Rahmen der Beschreibung des Ausführungsbeispiels ausführlich eingegangen. Ein Teil dieser Verbindungen findet gegenwärtig als Betonplastifikator Verwendung (Zement-Kalk-Gips 21, 415-419/1968/ und 22, 297-305/1969/). Es ist allgemein bekannt, daß die Betonvormischungen stark alkalisch reagierende Systeme sind, weshalb der Fachmann auf Grund der mit den Betonplastifikatoren erworbenen Erfahrungen keinesfalls daraus folgern konnte, welche Eigenschaften etwaige Gele aufweisen würden, die aus den Verbindungen der allgemeinen Formeln (I) und (II) durch Einwirkung saurer Substanzen entstehen.

In der Beschreibung und in den Ansprüchen werden unter dem Terminus „Wasserglas“ die Alkalimetallsilikate und das Ammoniumsilikat verstanden. Am zweckmäßigsten wird das Wasserglas Natriumsilikat verwendet. Der Trockensubstanzgehalt der wäßrigen Wasserglaslösung sollte vorzugsweise etwa 35 Gew.-% betragen.

Unter der Bezeichnung „saure Substanzen“ werden Säuren und sauer dissoziierende Salze (zum Beispiel Ammoniumchlorid) verstanden. Geeignete Säuren sind zum Beispiel Mineralsäuren, wie Phosphorsäure oder Hexafluorokieselsäure, geeignete sauer dissoziierende Salze sind zum Beispiel Ammoniumchlorid oder Ammoniumhexafluorsilikat, zweckmäßig in Form wäßriger Lösungen. Durch entsprechende Wahl der Art und Menge der sauren Substanz kann die Gelbildungszeit (Gelierzzeit) innerhalb eines breiten Bereiches (bei Raumtemperatur im allgemeinen zwischen 10 Minuten und 10 Stunden) nach Belieben reguliert werden.

Die Materialströme können in beliebiger Reihenfolge miteinander in Berührung gebracht werden. Zum Beispiel kann zuerst die Oligomer- oder Monomerlösung (die gegebenenfalls auch Wasserglas enthält) auf oder in das zu behandelnde Objekt oder in dessen Umgebung gebracht werden und anschließend die Lösung der sauren Substanz aufgetragen werden. Die saure Substanz kann, wenn dies möglich ist (zum Beispiel wenn als saure Substanz Hexafluorokieselsäure verwendet wird), auch als Gas mit den übrigen Komponenten des gelbildenden Systems in Berührung gebracht werden. Natürlich kann umgekehrt auch zuerst die Lösung der sauren Substanz an den Ort der Behandlung gebracht werden und anschließend der die Oligomeren oder Monomeren und gegebenenfalls Wasserglas enthaltende Materialstrom eingeleitet werden. Diese Lösung ist jedoch weniger vorteilhaft als die erstgenannte. Die Behandlung kann erforderlichenfalls einmal oder mehrfach wiederholt werden.

Die saure Substanz wird, bezogen auf die zum Gelieren des gegebenenfalls auch Wasserglas enthaltenden Monomers oder Oligomers erforderliche Menge, zweckmäßig im Überschuß eingesetzt. Falls Aspekte des Umweltschutzes es erfordern, kann der Überschuß der sauren Substanz an Ort und Stelle in einfacher Weise neutralisiert werden, indem eine alkalisch reagierende Substanz an den Ort der Behandlung geleitet wird.

Als alkalisch reagierende Substanz wird besonders zweckmäßig Wasserglaslösung (die gegebenenfalls auch gelbildende, wasserlösliche organische Polymere, Oligomere beziehungsweise Monomere enthalten kann) verwendet. Ferner können auch Kalkmilch, verdünnte Sodalösung usw. verwendet werden. Es ist zweckmäßig, diese Nachbehandlung mit der Prüfung des behandelten Objektes auf Wasserdichtigkeit zu verbinden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorteilhaft mit den zuvor genannten Patenten bzw. Patentanmeldungen beschriebenen Lösungen kombiniert. Gemäß einer sehr vorteilhaften Ausführungsform wird zunächst auf die in der HU-PS 153975 beschriebenen Weise am Ort der Behandlung aus Wasserglaslösung und Fluoridgas Silikatgel gebildet und anschließend in einem zweiten Schritt das erfindungsgemäße Verfahren angewendet.

Sollen Spalten oder Hohlräume großer Volumina auf die erfindungsgemäße Weise in ihrer Gesamtheit verstopft werden, so kann vorher der Spalt oder die Höhlung mit die Gelbildungsreaktion nicht beeinflussenden körnigen festen Stoffen (zum Beispiel Perlit, Quarzsand, Asche) aufgefüllt werden, die körnigen Stoffe können aus dem wasserhaltigen Materialstrom zugemischt werden.

Zu dem Zweck, die Elastizität und Deformierbarkeit des Gels noch zu erhöhen, kann das gelbildende System auch mit Latex compoudiert werden. Dazu wird auf oder in das zu behandelnde Objekt oder in dessen Umgebung natürlicher oder synthetischer Kautschuklatex und/oder sonstiger wasser- und chemikalienfester Polymerlatex (zum Beispiel Homo- und Copolymerlatex auf Acrylat- oder Urethanbasis) gebracht, läßt es dort spontan koagulieren oder koagulierte es mit einer sauren Substanz und führt erst anschließend das erfindungsgemäße Verfahren durch. Der Latex kann aber auch der Oligomer- oder Polymerlösung zugemischt werden, und zwar auf 1 Gew.-Teil Trockensubstanz dieser Lösung bezogen, eine Latexmenge, die 0,005 bis 1 Gew.-Teil, vorzugsweise 0,05 bis 0,2 Gew.-Teilen Trockensubstanz entspricht. Dieses Gemisch wird dann mit der sauren Substanz kontaktiert. Schließlich kann das Latex auch im Anschluß an die erfindungsgemäße Behandlung aufgebracht werden; in diesem Fall bildet es nicht nur eine zusätzliche wasserdichte Schicht, sondern dient auch zur Neutralisierung der nicht umgesetzten sauren Substanz.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einigen Beispielen erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: in schematischer Darstellung eine zwischen zwei Befahrungsschächten liegender, zu reparierender Kanalabschnitt, der mit einer Oligomerenlösung gemäß Beispiel 1 aufgefüllt ist;

Fig. 2: den Kanalabschnitt gemäß Fig. 1, in den eine saure Lösung eingebracht wurde.

Beispiel 1

Unter Laboratoriumsbedingungen wird bei einer Temperatur von 80 bis 100°C aus 1 Mol Melamin und 3 Mol Formaldehyd zunächst Trimethylolmelamin gebildet. Dieses wird unter intensivem Rühren in kleinen Portionen mit 1 Mol Natriumhydrogensulfid versetzt, das mit der Methylolgruppe reagiert. Dann werden der Lösung noch 1/2 Mol Harnstoff und 1,5 Mol Formaldehyd zugesetzt. Die Kondensationsreaktion wird so lange fortgesetzt, bis die Viskosität der Lösung etwa 100 cP beträgt. Diese Lösung kann bei Raumtemperatur über längere Zeit hinweg (mehrere Wochen lang) gelagert werden, ohne daß Veränderungen eintreten.

Wird der pH-Wert der Lösung durch Zusatz von Phosphorsäure auf unter 3 gesenkt, so verläuft der Kondensationsprozeß schneller, und innerhalb von 1 bis 2 Stunden entsteht ein durchsichtiges, nicht synerisierendes (Syneresis: Alterung des Gels unter Wasserverlust und Volumenschrumpfung), elastisches Hydrogel, welches weder in Wasser noch in organischen Lösungsmitteln löslich ist und für die Erhöhung der Bodenfestigkeit und der Wasserdichtigkeit ausgezeichnet geeignet ist. Wenn auf die beschriebene Weise gearbeitet wird, mit dem Unterschied, daß die Umsetzung mit Natriumhydrogensulfid weggelassen wird, so entsteht eine milchartig trübe Lösung, die bei Zusatz von Phosphorsäure schnell geliert. Das gebildete Gel synerisiert stark und ist deshalb zum Wasserabschluß nicht geeignet.

Beispiel 2

In Fig. 1 ist ein zwischen zwei Befahrungsschächten 2 und 3 liegender, zu reparierender Kanalabschnitt gezeigt. Der zuvor gereinigte Kanalabschnitt wird mit den Rohrverschlüssen 1 abgeschlossen und dann aus dem Behälter 4 durch den Schacht 2 hindurch mit der gemäß den ersten Abschnitt des Beispiels 1 bereiteten Oligomerlösung aufgefüllt. Der Druck, der erforderlich ist, damit die Lösung in die undichten Stellen 5 (z. B. Risse, Spalten, Höhlungen, schlecht schließende Rohrverbindungen oder poröse Rohrwandungen) eindringt, wird durch Einstellen der Höhe „m“ der im Schacht stehenden Flüssigkeitssäule erzeugt. Die Höhe „m“ beträgt abhängig vom Ausmaß der Schäden, zweckmäßig 1 bis 2 m; falls erforderlich, muß Lösung nachgefüllt werden. Wenn im Schacht der Flüssigkeitsspiegel nicht weiter absinkt oder nur noch sehr langsam absinkt (das ist abhängig von den Schäden im allgemeinen nach 20 bis 60 Minuten der Fall), wird die Lösung aus dem Kanalabschnitt durch den Schacht 2 hindurch so schnell wie möglich (innerhalb von 5 bis 10 Minuten) in den Behälter 4 zurückgepumpt.

Danach wird auf der in Fig. 2 gezeigten Weise durch den Schacht 2 hindurch aus einem Behälter 6 saure Lösung in den Kanal gefüllt. Die saure Lösung ist ein Gemisch aus 10%iger Hexafluorokieselsäure und 30%iger Phosphorsäure im Verhältnis 1:1. Die saure Lösung wird so schnell wie möglich (innerhalb von 5 bis 10 Minuten) in den Kanal eingefüllt. Damit soll erreicht werden, daß von der in die Schadstellen gepreßten Lösung so wenig wie möglich in den Kanal zurückfließt.

Die Füllhöhe „m“ der sauren Lösung wird zweckmäßig um 0,5 bis 1,0 m höher eingestellt als die Füllhöhe „m“ der Oligomerlösung. Die Füllhöhe wird, wenn erforderlich, durch Nachfüllen eingehalten.

Wenn der Flüssigkeitsspiegel im Schacht nicht mehr sinkt (im allgemeinen nach 20 bis 60 Minuten), wird die Lösung durch den Schacht 2 in den Behälter 6 zurückgepumpt. Damit ist die Reparatur des Kanalabschnitts beendet. Wenn der Spiegel der sauren Lösung innerhalb von 15 Minuten nicht absinkt oder nur in einem Maße absinkt, das den Vorschriften der Wasserdichtigkeit gemäß zulässig ist, so ist die Wasserdichtigkeit des Kanals zufriedenstellend. Gleichzeitig mit der Reparatur kann somit auch die Prüfung auf Dichtigkeit vorgenommen werden, dadurch wird die übliche, mit Wasser oder Luft vorgenommene Dichtigkeitsprüfung nach einer Reparatur überflüssig. Nach Entfernen der Rohrverschlüsse kann der Kanalabschnitt in Betrieb genommen werden.

Die während der Reparatur durch die undichten Stellen, schlechten Rohrverbindungen, Spalten und Sickergänge des Kanals herausgedrückte beziehungsweise herausgesickerte Lösung geliert und wird fest und bildet in dem umliegenden Erdreich eine wasserdichte Schicht 5. Durch die Reparatur wurden nicht nur alle Sickerspalten des Kanals vollkommen abgedichtet, sondern auch der umgebende Boden verfestigt und wasserdicht gemacht. Dadurch werden auch die Einbettungsverhältnisse der Rohrleitung entscheidend verbessert. Eine geeignete Einbettung ist für die Lebensdauer und die Formbeständigkeit von Kanalnetzen sehr wichtig.

Zum Transport der Oligomerlösung, dem Füllen des Kanals und Zurückpumpen werden zweckmäßig die zum Leeren von Drainagegruben verwendeten, mit Saugrohr und Pumpe versehenen Kraftfahrzeuge mit 3,5 bis 10 m³ Tankvolumen verwendet.

Zum Transport der sauren Lösung, Einfüllen in den Kanal und Zurückpumpen werden korrosionsfeste Ausrüstungen (Behälter aus Kunststoff, korrosionsfeste Pumpen usw.) verwendet.

Der erste Schritt der Kanalreparatur, das Einfüllen der Oligomerlösung in den abgeschlossenen Kanalabschnitt, dient gleichzeitig zum Diagnostizieren der Schadstellen. Die Suche nach Schadstellen wurde bisher mittels einer Druckprobe mit Wasser vorgenommen. Dabei gelangte durch die Schadstellen immer wieder eine beträchtliche Menge Wasser in den Boden, konnte dort den Kanal unterwaschen, sein Absacken verursachen und so zu weiteren Schäden führen. Die erfindungsgemäß in den Kanal eingefüllte Oligomerlösung führt infolge ihrer höheren Viskosität und ihres anderen Charakters nicht zu Bodenauswaschungen.

Dies läßt sich rechnerisch belegen, wenn die nach dem Auffüllen des Kanals mit Oligomerlösung gemessene Exfiltration umgerechnet wird. Die Umrechnung soll hier nicht im einzelnen erörtert werden; einbezogen werden die Viskosität der Lösung, der Druckhöhe „m“, das spezifische Gewicht der Oligomerlösung usw. Es läßt sich errechnen, daß bei der üblichen Druckprobe mit Wasser etwa 10 bis 16mal so viel Wasser in den Boden gelangt wie Oligomerlösung unter den gleichen Bedingungen. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens besteht darin, daß gleichzeitig drei oder mehr Abschnitte behandelt werden können, zusammen mit den dazugehörigen Hausabzweigen, Schleusen, Dachrinnenzuläufen usw., denn mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden gleichzeitig mit der Kanalreparatur auch diese repariert. Abhängig von der eingesetzten Ausrüstung, der zur Verfügung stehenden Lösungsmenge und den Innenmaßen des zu reparierenden Kanals können jeweils Abschnitte von 30 bis 100 m Länge auf einmal bearbeitet werden. Bei entsprechender Organisation und praktischer Übung sowie Anwendung industrieller Methoden können in einer 8stündigen Schicht 2 bis 3 derartige Abschnitte nacheinander repariert werden. Zum Beispiel kann die Lösung aus dem ersten reparierten Abschnitt in den vorher abgeschlossenen zweiten Abschnitt und von dort in den dritten Abschnitt gepumpt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren bietet im Falle von Kanalreparaturen noch die folgenden weiteren Vorteile:

Der gesamte technologische Ablauf der Reparatur kann mit verhältnismäßig wenig Kosten und Ausrüstung mechanisiert werden. Der Aufwand an lebendiger Arbeit ist außerordentlich gering, die Geschwindigkeit, mit der die Reparatur voranschreitet, jedoch sehr groß. Der Verkehr wird durch die Arbeiten kaum behindert, da es nicht nötig ist, die Straßendecke aufzureißen. Das Verfahren ist nicht explosions- und feuergefährlich. Durch das Verfahren verschlechtern sich die hydraulischen Eigenschaften des Kanals nicht. Der reparierte Kanal erfordert keine besonderen Instandhaltungskosten. Das Verfahren ist auch zur Reparatur von Kanälen geeignet, die tiefer liegen als der Grundwasserspiegel. In diesen Fällen wird die Druckhöhe „m“ vom Grundwasserspiegel abgerechnet.

Da das Verfahren mit Lösungen, d. h. Flüssigkeiten durchgeführt wird, ist eine vorherige Fehlersuche (die im allgemeinen umständlich, zeit-, arbeits- und kostenaufwendig ist) nicht erforderlich. Die Lösungen finden die schadhaften Stellen automatisch und dichten sie ab.

Das Verfahren ist auch zur Reparatur von Einzelfehlern (z. B. fehlerhafte Rohrverbindungen) geeignet. In diesem Falle wird nicht der gesamte Kanalabschnitt aufgefüllt, sondern mit Hilfe geeigneter, an sich bekannter Vorrichtungen nur die gewünschte Stelle unter Lösung gesetzt. In derartigen Fällen braucht der Kanal im allgemeinen für die Dauer der Reparatur nicht außer Betrieb gesetzt zu werden, weil die verwendete Konstruktion ein Durchlaufrohr aufweist, durch das das Abwasser weiter fließen kann.

Auch bei Reparaturen mit Auffüllen des Kanals ist es möglich, diesen während der Zeit der Reparatur in Betrieb zu halten. Beispielsweise kann das Abwasser aus dem Schacht vor dem ausgeschalteten Abschnitt gepumpt werden. Möglich ist es auch, in dem aufzufüllenden Abschnitt zwischen den beiden Rohrverschlüssen eine etwa die Hälfte des Querschnittes des Kanals einnehmende, elastische Rohrleitung zu verlegen, durch welche das Abwasser fließen kann. In den meisten Fällen ist jedoch keine dieser beiden Lösungen erforderlich, weil die Reparatur nur so kurze Zeit dauert, daß die mit dem Verschließen des Kanalabschnittes verbundene Anstauung des Wassers keine Schwierigkeiten bereitet.

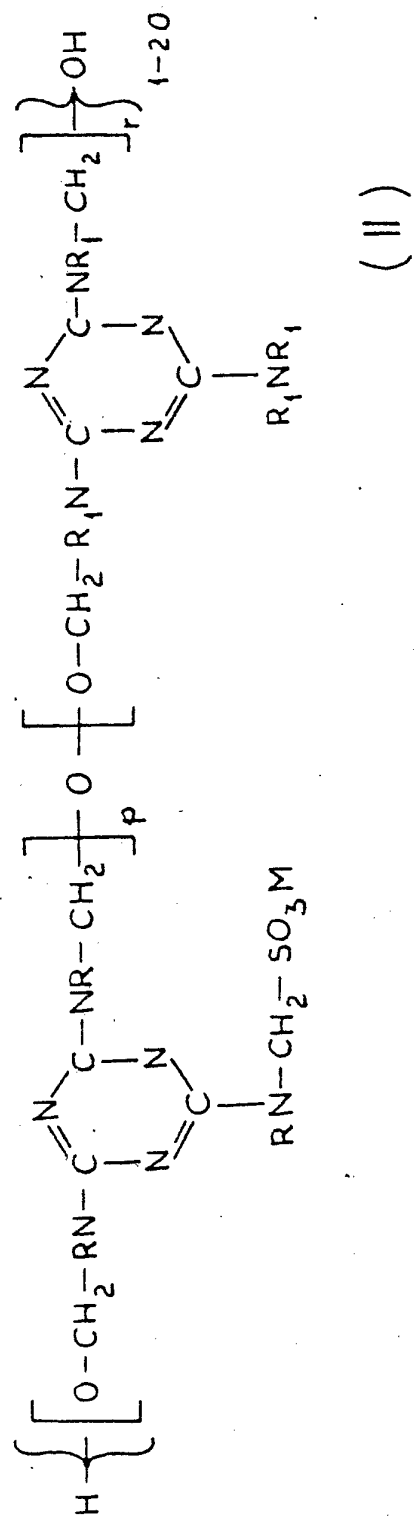
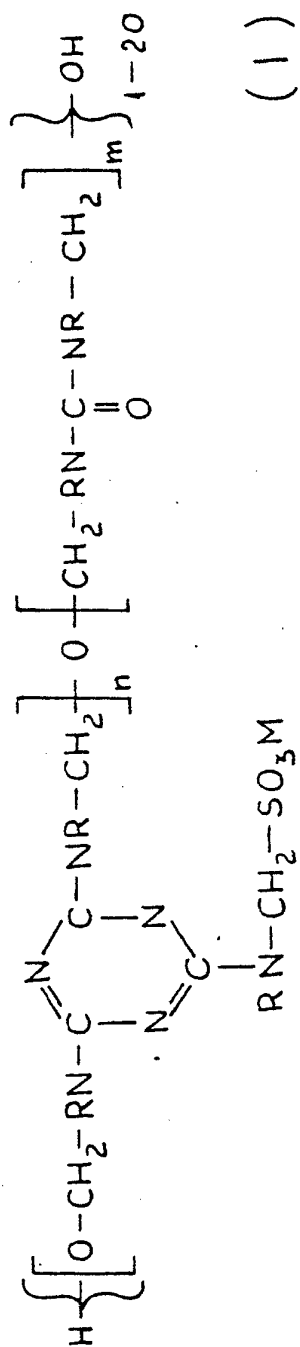
Soll ein Kanalabschnitt repariert werden, in dem sich mehrere Schächte befinden, und zwecks Verringerung der erforderlichen Lösungsmenge einer der mittleren Schächte nicht aufgefüllt werden, so wird der betreffende Schacht an der Zulauf- und Ablaufseite mit Rohrverschlüssen versehen, zwischen denen ein durchführendes Rohr verlegt ist.

Die auf der Verwendung von zwei Lösungen beruhende Technologie hat den weiteren Vorteil, daß aus eventuell vorhandenen, jedoch nicht bekannten Einbindungen kein Gas in die Umgebung entweichen kann.

Beispiel 3

Es wird wie in der im Beispiel 2 beschriebenen Weise gearbeitet, lediglich mit dem Unterschied, daß statt reiner Oligomerlösung ein im Gewichtsverhältnis 9:1 bereitetes Gemisch aus Natriumwasserglaslösung der Konzentration 35–38°Be und 20 Gew.-%iger Melment-L-20 Lösung verwendet wird. Die erzielten Ergebnisse sind ähnlich wie in Beispiel 2.

Wird dem Wasserglas keine Melment-L-20 Lösung (Oligomerlösung) zugesetzt, so ist die Wasserdichtigkeit des reparierten Kanalabschnitts deutlich geringer. In dem mit Wasser aufgefüllten Schacht sinkt der Wasserspiegel um etwa 10 mm/min, während bei Verwendung von Wasserglaslösung und Oligomerlösung die Sinkgeschwindigkeit des Wasserspiegels etwa 0,1 mm/min oder noch weniger beträgt.



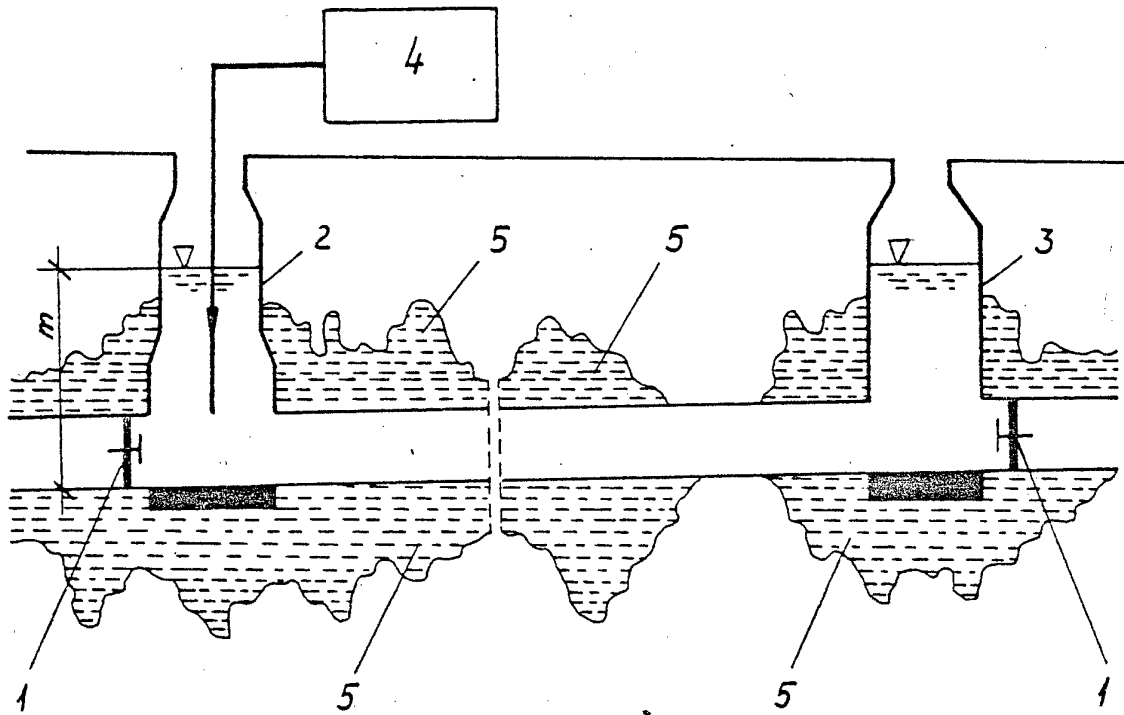


Fig. 1

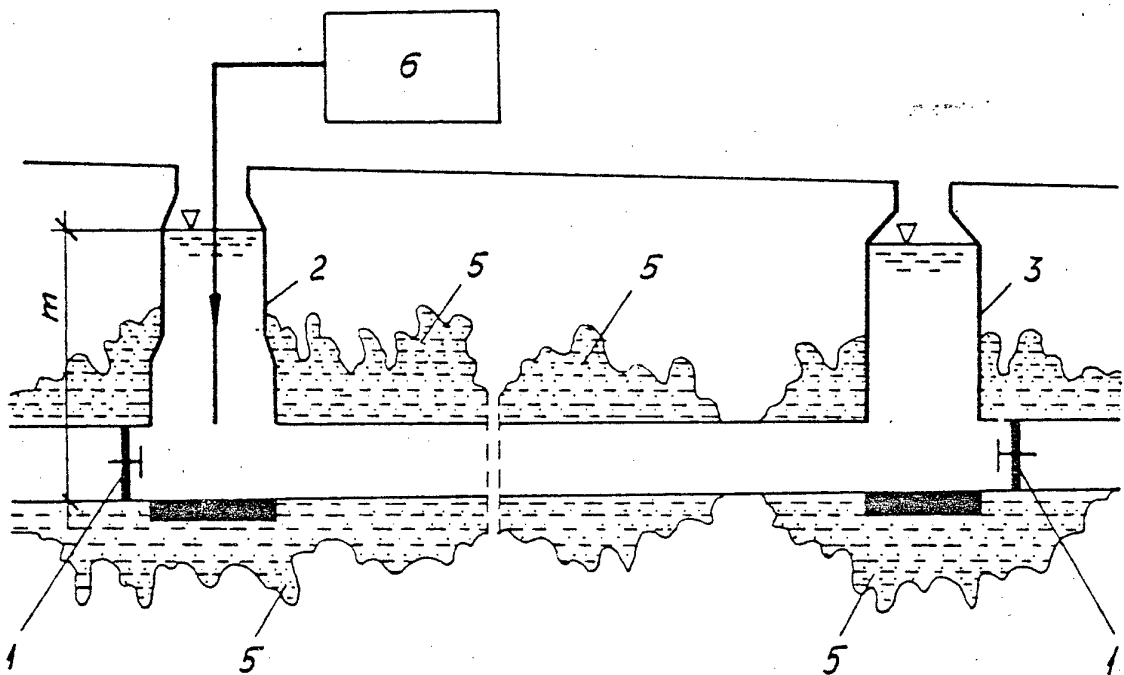


Fig. 2