

143473

| | |
|--------|-----|
| Cl. | E02 |
| Subcl. | D |

PATENTE DE INTERDUCCION
MD/955

383242



Memoria Descriptiva

sobre:

PROCEDIMIENTO PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS

Solicitante: THE BORDEN CHEMICAL COMPANY (UK) LIMITED, entidad británica, residente en North Baddesley, Southampton, Hampshire, Inglaterra.

Este invención se relaciona con un procedimiento para la estabilización del suelo mediante tratamiento del mismo, particularmente por inyección, con una sustancia inorgánica capaz de formar un gel que, junto con el suelo, endurece para for-

5.

383242

16 OCT



mer una masa sustancialmente coherente e impermeable.

5. La consolidación de sueltos y subsuelos sueltos mediante mezclado de los mismos, o inyección de ellos, con sustancias que poseen una acción aglutinante es de gran importancia en muchas operaciones de obras públicas, minería y perforaciones. Por consiguiente, existe una demanda en relación con composiciones que pueden ser inyectadas en terrenos porosos con el fin de hacerlos impermeables o reducir sustancialmente su permeabilidad. Tales composiciones requerirán generalmente ser líquidos de baja viscosidad que puedan prepararse fácilmente in situ, manipularse fácilmente sin peligro para obreros implicados en su empleo y capaces de un control preciso dentro de una gama de propiedades para satisfacer las necesidades de las diversas condiciones del lugar.
- 10.
- 15.

20. En nuestra patente No. 1.122.308 hemos descrito y reivindicado un método para estabilizar suelos que comprende el tratamiento del suelo con una composición líquida acuosa que comprende (a) un extracto vegetal de tanino, (b) formaldehído y/o p-formaldehído o un resol de fenol-formaldehído soluble en agua y (c) un hidróxido de metal alcalino y dejar que endurezca el suelo así tratado.
- 25.

30. En la memoria de nuestra solicitud de patente No. 47.370/67 hemos descrito un método para estabilizar suelos que comprende el tratamiento del suelo con una composición que comprende a) un tanino vegetal, b) formaldehído ó p-formaldehído y c) un carbo-



nato o borsto de metal alcalino.

En la memoria de patente No. 918.641 se describe un método para estabilizar suelos que consiste en inyectar una mezcla de un aldehído y un fenol sustituido.

5.

Estos diversos métodos, aunque efectivos para los fines proyectados, poseen sin embargo ciertas desventajas en su aplicación práctica. Así, por ejemplo, puede hacerse mención a la naturaleza irritante de los vapores de formaldehído, que pueden ser molestos durante el mezclado e inyección, y el efecto cáustico de los álcalis empleados. En adición, los productos anteriores son orgánicos y, en consecuencia, son menos resistentes al envejecimiento y otras influencias que los materiales inorgánicos.

10.

15.

Se ha propuesto el empleo de dispersiones de silicato sódico como lechadas de cemento inorgánicas pero tales productos no han probado ser enteramente satisfactorios. De este modo, se han efectuado diversos intentos para consolidar subsuelos inyectando separadamente soluciones de silicato sódico y de materiales ácidos pero se encontraron considerables dificultades en la obtención de una mezcla adecuada de los dos componentes y en la regulación del tiempo de fraguado. En consecuencia, se han sugerido unas lechadas de cemento de una sola solución, por ejemplo en "Artificial Consolidation of Soils" de G.B. Vaisfeld Manual 39 de la Academia USSR de Construcción y Arquitectura. Según esto, una solución coloidal de silicato sódico se ajuste a un pH predeterminada por medio de

20.

25.

30.

383242¹⁶ 0



una composición acídica antes de inyectarse en el subsuelo.

- Sin embargo, en la práctica, tales composiciones, aunque adecuadas en general para inyectarse en sustratos altamente porosos, tales como arenas y gravas, han resultado ser insatisfactorias para inyectarse en sustratos finamente porosos puesto que el silicato sódico no forma una solución verdadera en agua sino que existe como una solución coloidal conteniendo agregados sub-coloidales. Dichos agregados son de un tamaño suficiente en muchos casos para bloquear los poros de un estrato finamente poroso y conducen en consecuencia a una penetración inadecuada. Además, la reacción entre el agente de curado acídico empleado y el silicato sódico no puede, en muchos casos, ser acelerada adecuadamente, sin que se cause una floculación.
- 5.
- 10.
- 15.

- Se ha descubierto ahora que las lechadas de cemento inorgánicas que eviten los inconvenientes anteriormente mencionados de las lechadas de cemento de silicato sódico, pueden prepararse empleando, en lugar de una mezcla de silicato sódico y un material acídico, un sol de sílice acuoso, es decir, un hidrosol de ácido silícico, opcionalmente junto con una sal metálica. De este modo, puede obtenerse una composición de cementación que posee una viscosidad considerablemente más inferior, para un contenido en sólido dado, que la de una solución de silicato sódico correspondiente y, en consecuencia, puede inyectarse más fácilmente en estratos de baja porosidad,
- 20.
- 25.
- 30.



se encuentra libre de agregados y, en adición, puede ajustarse fácilmente por la adición de sales adecuadas con el fin de formar un gel estable en casi cualquier tiempo deseado sin causar la floculación.

5. Por consiguiente, la presente invención proporciona un método para estabilizar suelos que comprende impregnar el suelo con un sol de sílice acuoso, opcionalmente conteniendo un acelerador de la gelificación, y causar la floculación del sol dentro del mismo.

10. El término "suelo" tal como se emplea en la presente, quiere dar a entender cualquier materia geológica que tenga suficiente porosidad para permitir la impregnación por el método de la presente invención. Sin embargo, la invención posee una particular utilidad en el tratamiento de estratos subterráneos de una estructura finamente porosa, tal como gres, por inyección a presión.

15. Los sales de sílice empleados en la práctica de la presente invención son hidrosales de ácido silícico, los cuales son artículos del comercio y pueden prepararse por cualquiera de los modos ya conocidos. Normalmente, los mismos se preparan por acidificación de un silicato de metal alcalino, generalmente silicato sódico, y evitando la polimerización del ácido silícico resultante más allá del punto deseado (aproximadamente $250 \overset{\circ}{\text{A}}$) mediante la adición de un donador de enlaces de hidrógeno que generalmente es un éter con un átomo de oxígeno o nitrógeno adicional, o una amida N-sustituída. Puede uti-
- 20.
- 25.
- 30.



- lizarse una sal inorgánica para salificar el producto. Alternativamente, el hidrosol puede purificarse mediante un proceso de intercambio de iones, opcionalmente continuamente en un intercambiador de iones en contra-corriente, o por diálisis o electro-diálisis.
5. Típicamente, un sol de sílice acuoso tiene una relación en peso $\text{SiO}_2 : \text{M}_2\text{O}$ comprendida entre 80:1 y 150:1 (siendo M un metal alcalino). La concentración puede variar desde 10 a 50% en peso de sílice, con preferencia desde 20 a 40% en peso. Se comprenderá fácilmente que, si bien pueden prepararse soles de sílice que tengan un contenido en sílice inferior al 10%, el gel resultante será débil y de poca utilidad para los fines de la presente invención.
- 10.
15. En la versión preferida de la invención, el acelerador de gelificación consiste en una sal metálica soluble en agua, la cual se adiciona al sol de sílice inmediatamente antes de la inyección en el estrecho a cementar. Para este propósito puede emplearse cualquier sal metálica soluble en agua conveniente, y será seleccionada de modo que proporcione el tiempo de gelificación deseado. Así, el efecto de la sal dependerá, inter alia, de la magnitud de la carga del catión y de la cantidad usada, acortándose el tiempo de gelificación más marcadamente por los iones metálicos que lleven cargas múltiples y por el aumento de la cantidad de sal adicionada. De esta forma, un sol de sílice con un contenido en sílice del 30% gelificará en 5 minutos aproximadamente después de mezclarse con 40% de su volumen de una solución al
- 20.
- 25.
- 30.



10% de cloruro sódico mientras que el mismo sol permanecerá líquido durante varias horas antes de gelificar cuando se mezcle con 20% de su volumen de una solución al 5% de cloruro sódico.

5. Si se desea, la gelificación puede iniciarse por la adición de materiales diferentes a las sales metálicas, tales como, por ejemplo, un alcohol, cetona, éter o ácido carboxílico, puesto que una amplia variedad de materiales servirá para reducir la estabilidad de un sol de sílice e iniciar la gelificación.

10.

Los siguientes ejemplos ilustran la invención:

EJEMPLO 1

15. 100 partes en volumen de Syton 2X (un hidrosol de ácido silícico producido por Monsanto Chemical Company y caracterizado por tener un tamaño de partícula promedio de 250 Å y un contenido en SiO₂ del 30% en peso), se agitaron rápidamente durante la adición de 20 partes en volumen de una solución al 5% en peso de cloruro sódico. Después de 2 a 3 días se encontró que el hidrosol se había percolado a través de la arena, humectándola completamente antes de su ulterior gelificación.

20.

25. El gel relleno de arena así producido se sometió a un ensayo de permeabilidad. Se encontró que el valor K era inferior a 10⁻⁹ cm.seg.

EJEMPLO 2

30.

Se mezclaron Syton 2X y una solución al 10% de cloruro sódico en una bomba de dosificación



5. mezcladore en la relación de 5:1 antes de inyectarse a una presión de 1,4 Kg/cm² en un lecho de grava a través de la cual existía un lento movimiento de agua subterránea. Una hora después de la inyección, el movimiento del agua había cesado y tras la excavación de la grava se encontró que había sido ligeramente aglutinada en una masa gelatinosa e impermeable.

N O T A

10. Describa suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicite una Patente de Invención por 20 años, sobre: PROCEDIMIENTO PARA LA ESTABILIZACION DE SUELOS; caracterizándose por lo siguiente:
- 15.

20. 1.- Procedimiento para la estabilización de suelos, caracterizado porque comprende impregnar el suelo con un sol de sílice acuoso y causar que el sol gelifique dentro del mismo.

25. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el sol de sílice acuoso contiene un acelerador de la gelificación.

30. 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el acelerador de la gelificación es una sal metálica soluble en agua.

- 4.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque el acelerador de la gelifica-



ción es cloruro sódico.

5.

5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el sol de sílice acuoso se forma a partir de un siliceto de metal alcalino que posee una relación en peso de $SiO_2 : M_2O$ comprendida entre 80:1 y 150:1, siendo M un metal alcalino.

10.

6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque la concentración de sílice en el sol de sílice acuoso es de 10 a 50% en peso.

7.- Procedimiento para la estabilización de suelos.

15.

Tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta memoria consta de 9 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid 16 OCT. 1970

THE BORDEN CHEMICAL
COMPANY (UK) LIMITED

GOMEZ ACEBO Y MOENY
c. s. Firmados: F. Hernández Ruiz