



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013121247/03, 07.05.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.05.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.05.2013

(45) Опубликовано: 10.12.2014 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 1165705 A1, 07.07.1985 . ЕА 12242 В1, 28.08.2009 . ЕА 34475 С2 , 15.03.2001 . US 7419540 В2, 07.09.1999 . US 59448156 А1, 07.09.1999 . ГАЗЕТА " АРКТИЧЕСКИЙ ВЕКТОР" ДЕКАБРЬ 2011, N 11

Адрес для переписки:

163002, г.Архангельск, наб. Северной Двины, 17,  
N 04.1.2, инженер по патентной и  
изобретательской работе, САФУ

(72) Автор(ы):

Тутыгин Александр Сергеевич (RU),  
Малахова Елена Валентиновна (RU),  
Фролова Мария Аркадьевна (RU),  
Айзенштадт Аркадий Михайлович (RU),  
Невзоров Александр Леонидович (RU),  
Коршунов Алексей Анатольевич (RU),  
Саенко Юрий Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Северный  
(Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова" (САФУ) (RU)

## (54) СОСТАВ ДЛЯ УКРЕПЛЕНИЯ ПЕСЧАНОГО ГРУНТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области строительства дорожных и других оснований и может быть использовано для укрепления песчаных грунтов. Состав для укрепления песчаного грунта, включающий наполнитель и связующий компонент, причем наполнитель содержит измельченный до высокодисперсного состояния песок (74-136 нм), а в качестве связующего компонента применен измельченный

до микродисперсного состояния сапонитсодержащий материал (265-451 нм), выделенный из пульпы хвостохранилища промышленного обогащения руд месторождения алмазов, при следующем соотношении компонентов, мас. %: сапонитсодержащий материал 3-6, песок - остальное. Технический результат - повышение прочностных характеристик песчаного грунта. 2 табл. , 3 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 534 862**<sup>(13)</sup> **C1**

(51) Int. Cl.

*E01C* 3/04 (2006.01)

*E02D* 3/12 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013121247/03, 07.05.2013

(24) Effective date for property rights:  
07.05.2013

Priority:

(22) Date of filing: 07.05.2013

(45) Date of publication: 10.12.2014 Bull. № 34

Mail address:

163002, g.Arkhangel'sk, nab. Severnoj Dviny, 17, N  
04.1.2, inzhener po patentnoj i izobretatel'skoj  
rabote, SAFU

(72) Inventor(s):

Tutygin Aleksandr Sergeevich (RU),  
Malakhova Elena Valentinovna (RU),  
Frolova Marija Arkad'evna (RU),  
Ajzenshtadt Arkadij Mikhajlovich (RU),  
Nevzorov Aleksandr Leonidovich (RU),  
Korshunov Aleksej Anatol'evich (RU),  
Saenko Jurij Viktorovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Severnyj  
(Arkticheskij) federal'nyj universitet imeni M.V.  
Lomonosova" (SAFU) (RU)

(54) **COMPOSITION FOR SANDY SOIL REINFORCEMENT**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: composition for sandy soil reinforcement, comprising a filler and a binder component, and the filler comprises sand milled to fine dispersion (74-136 nm), and the binder component is used as saponite-containing material milled to microdispersed state (265-451 nm) isolated from pulp

of tailing dump of industrial ore dressing of diamond field deposit, with the following ratio of components, wt %: saponite-containing material 3-6, sand - the rest.

EFFECT: improving the strength characteristics of sandy soil.

2 tbl, 3 dwg

R U 2 5 3 4 8 6 2 C 1

R U 2 5 3 4 8 6 2 C 1

Изобретение относится к области строительства дорожных и других оснований и может быть использовано для укрепления песчаных грунтов.

5 Существующие в настоящее время составы для укрепления песчаных грунтов являются затратными и трудоемкими, для которых требуется наличие специальных компонентов.

Известен состав для укрепления песчаного грунта [Авт.св. СССР №616354, МПК E01C 7/36, C08L 95/00, 1978 г.]. Изобретение направлено на укрепление песчаного грунта составом, включающим в себя модификатор из битумной эмульсии, сульфитно-спиртовой барды, добавки и воды, при этом в качестве добавки используют жидкое  
10 стекло.

Недостатки состава - его многокомпонентность, сложность выдержки в технологическом процессе и недостаточно высокие прочностные характеристики закрепляемого грунта.

Известно вяжущее для закрепления песчаного грунта [Авт.св. СССР №1796743, МПК E02D 3/12, C09K 17/00, 1993 г.]. Изобретение направлено на укрепление песчаного  
15 грунта вяжущим, включающим в себя модификатор из технического лигносульфоната, древесной смолы и воды.

Недостатки состава - сложность выдержки компонентов в технологическом процессе, дополнительный расход энергии, которая затрачивается на подогрев древесной смолы,  
20 и недостаточно высокие прочностные характеристики закрепляемого грунта.

Ближайшим аналогом заявленного изобретения является состав для закрепления песчаного грунта [Авт.св. СССР №1165705, МПК E02D 3/12, E01C 3/04, 1985 г.]. Изобретение направлено на укрепление песчаного грунта составом, включающим в себя модификатор из отработанных нефтепродуктов и оксикислот.

25 Недостатки состава - недостаточно высокие прочностные характеристики закрепляемого грунта и дополнительный расход энергии, затрачиваемой на подогрев отработанных нефтепродуктов.

Задачей настоящего изобретения является повышение прочностных характеристик песчаного грунта, а именно повышение удельного сцепления без изменения угла  
30 внутреннего трения более чем на 4%.

Поставленная задача достигается тем, что состав в качестве модификатора содержит высокодисперсный песок и микродисперсный сапонит при следующем соотношении компонентов, мас. %:

35 сапонитсодержащий материал 3-6;  
песок - остальное.

В качестве исходных сырьевых материалов используются: речной полиминеральный песок (основные составляющие минералы: кварц, кальцит, полевые шпаты, гипс, слюда), крупностью зерен от 1,6 до 1,8 мм, предварительно отмытый от глинистых включений, и сапонитсодержащий материал, выделенный из пульпы хвостохранилища  
40 промышленного обогащения руд месторождения алмазов.

Модификатор получают следующим образом. Песчаный грунт, предварительно отмытый от глинистых включений, высушивается до постоянной массы при температуре 110°C. Исходный материал методом механического диспергирования измельчается на планетарной шаровой мельнице Retsch PM100 (продолжительность помола - 60 мин  
45 при 420 об/мин, 80°C). Затем полученная фракция подвергается мокрому помолу в течение 5 часов на планетарной шаровой мельнице (420 об/мин). Образец сапонитсодержащего материала высушивается до постоянной массы при температуре 110°C. Исходный материал методом механического диспергирования измельчается на

планетарной шаровой мельнице Retsch PM100 (продолжительность помола - 120 мин при 420 об/мин, 80°C). Размер частиц образцов определяется на установке Delsa Nano Series Zeta Potential and Submicron Particle Size Analyzers.

Для экспериментов используются образцы молотого песка со средним размером частиц  $102 \pm 34$  нм, сапонитсодержащего материала -  $361 \pm 96$  нм. Данные их характеризуются по величине удельной поверхности  $S_{уд}$  методом сорбции азота на анализаторе Autosorb-iQMP. Для образцов получены следующие значения удельной поверхности: песок -  $8580 \text{ м}^2/\text{кг}$ , сапонитсодержащий материал -  $173429 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

По методике, основанной на измерении величины краевого угла смачивания поверхности образца водно-этанольным раствором и реализующей способ Г.А. Зисмана, определяется критическое значение поверхностного натяжения ( $\sigma_k$ ) бинарной системы высокодисперсный песок - микродисперсный сапонит при варьировании массовой доли последнего в композите в диапазоне 0÷2%. Верхний предел содержания сапонитсодержащего материала в смеси обусловлен фактом нарушения однородности поверхности системы, что проявляется в невозможности фиксации псевдоравновесного состояния при нанесении эталонного водно-этанольного раствора. Определение краевого угла смачивания выполняется на установке Easy Drop. После завершения серий экспериментов, заключающихся в обязательном проведении трех параллельных измерений, рассчитывается величина  $\Delta G_S$  по уравнению  $\Delta G_S = \Delta \sigma + \sigma \cdot \ln S_{уд}^{\text{II}} / S_{уд}^{\text{I}}$ . Для расчета используются не менее двух сходящихся экспериментальных значений краевого угла. Кроме того, для каждого состава композита определяется величина удельной поверхности системы. Полученные экспериментальные результаты и рассчитанные значения изобарно-изотермического потенциала композиционных составов «песок-сапонит» представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п образца	Доля сапонитсодержащего материала, мас. %	$(\sigma_k \pm 0,1) \cdot 103, \text{ Н/м}$	$S_{уд}, \text{ м}^2/\text{кг}$	$\Delta G_S, \text{ Дж/кг}$
1	0	23,7	$8580 \pm 43$	0
2	2	21,7	$11739 \pm 59$	0,6
3	3	21,5	$1624 \pm 8$	-3,6
4	4	21,4	$780 \pm 4$	-5,4
5	6	21,3	$7148 \pm 36$	-0,7
6	8	17,5	$20459 \pm 102$	1,0
7	10	22,3	$16126 \pm 81$	1,2
8	12	22,2	$18456 \pm 92$	1,5

Изобретение иллюстрируется чертежом, где на фиг.1 приведен графический вид функциональной зависимости  $\Delta G_S = f(p)$ , который показывает наличие в исследуемой бинарной системе области соотношения компонентов, характеризующейся

отрицательными значениями  $\Delta G_S$ .

На фиг.2 и фиг.3 представлены протоколы испытаний модификатора. На фиг.2 предельное сопротивление сдвигу образца песка фракции 0,1-0,25 мм без добавки модификатора; на фиг.3 - с добавкой модификатора 5% по массе.

Исходя из вышеизложенного для данной системы можно использовать понятие термодинамической совместимости компонентов, которая отмечается при содержании сапонита в интервале 3÷6%, причем с явно выраженным экстремумом при его 4%-ной добавке.

Показателями прочностных характеристик грунта являются удельное сцепление и угол внутреннего трения.

Примеры реализации изобретения, подтверждающие повышение прочностных характеристик песчаного грунта, представлены в таблице 2 - определение удельного сцепления и угла внутреннего трения (примеры 1-6). Испытания проводились на приборе прямого плоскостного среза «Shear Trac-II».

Состав для укрепления полученный смешении измельченного сапонитсодержащего материала и песка добавляется в песчаный грунт в сухом состоянии с последующим перемешиванием.

Таблица 2

№ примера	Наименование грунта, мас.%	Модификатор (сапонит - 4%, песок - 96%), мас.%	Влажность W, %	Удельное сцепление с, кПа	Угол внутреннего трения $\varphi$ , град.
1	2	3	4	5	6
1	Песок мелкий, 100	0	12	4,47	33,86
2	Песок мелкий, 95	5	0	38,81	27,78
3	Песок мелкий, 95	5	10	40,46	26,72
4	Песок мелкий, 90	10	10	39,17	27,03
5	Песок мелкий, 85	15	10	38,25	28,25
6	Песок мелкий, 80	20	10	37,85	28,89
7	Песок мелкий, 95	Модификатор (сапонит - 2%, песок - 98%), мас.%, 5	10	29,56	35,40
8	Песок мелкий, 95	Модификатор (сапонит - 8%, песок - 92%), мас.%, 5	10	32,44	23,29

Приведенные примеры реализации изобретения 1-6 подтверждают повышение прочностных характеристик песчаного грунта при применении заявляемого состава.

## Формула изобретения

Состав для укрепления песчаного грунта, включающий наполнитель и связующий компонент, отличающийся тем, что наполнитель содержит измельченный до  
5 высокодисперсного состояния песок (74-136 нм), а в качестве связующего компонента применен измельченный до микродисперсного состояния сапонитсодержащий материал (265-451 нм), выделенный из пульпы хвостохранилища промышленного обогащения руд месторождения алмазов, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

10 сапонитсодержащий материал 3-6;  
песок - остальное.

15

20

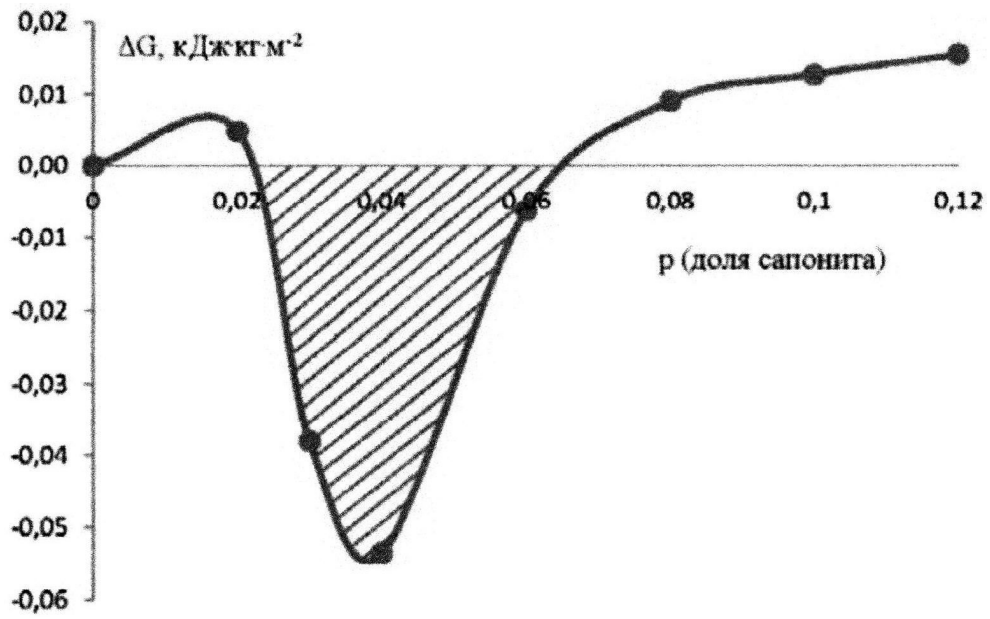
25

30

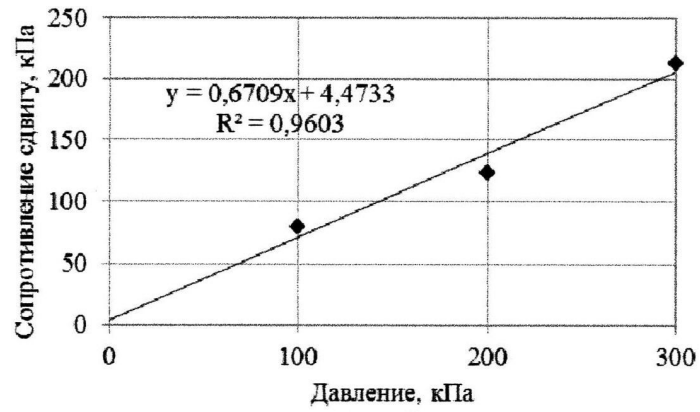
35

40

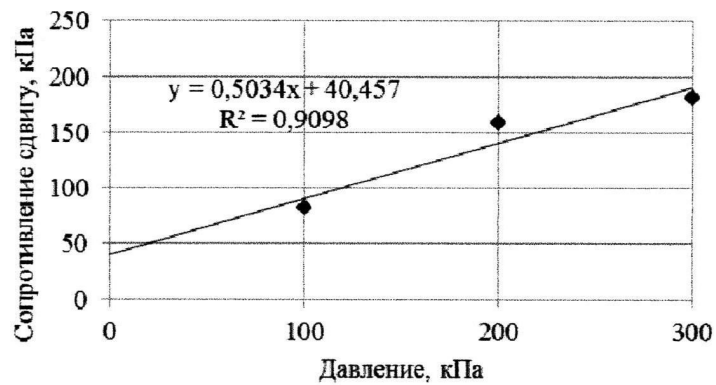
45



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3