



(51) МПК  
*E02D 3/12* (2006.01)  
*E01C 3/04* (2006.01)  
*E01C 21/00* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*E02D 3/12* (2021.08); *E01C 3/04* (2021.08); *E01C 21/00* (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021119946, 07.07.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 07.07.2021

Дата регистрации:  
 23.03.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.07.2021

(45) Опубликовано: 23.03.2022 Бюл. № 9

Адрес для переписки:  
 105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, корп. 1,  
 МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Санаева  
 (МФ МГТУ)

(72) Автор(ы):

Зарубина Анжелла Николаевна (RU),  
 Олиференко Галина Львовна (RU),  
 Иванкин Андрей Николаевич (RU),  
 Борисов Вячеслав Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
 образовательное учреждение высшего  
 образования "Московский государственный  
 технический университет имени Н.Э.  
 Баумана (национальный исследовательский  
 университет)" (МГТУ им. Н.Э. Баумана) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
 о поиске: RU 2726094 C1, 09.07.2020. RU  
 2503768 C2, 10.01.2014. RU 2509188 C1,  
 10.03.2014. RU 2373254 C2, 20.11.2009. SU  
 1609839 A1, 30.11.1990. SU 197447 A1, 04.02.1971.  
 SU 481661 A1, 15.08.1975. EP 807151 B1,  
 16.08.2000.

(54) СПОСОБ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к дорожному строительству и может быть использовано для укрепления песчаных, супесчаных и глинистых грунтов естественного происхождения при создании оснований автомобильных и железных дорог, при устройстве инженерных сооружений, площадок различного назначения, дорожек в садах и парках. Способ укрепления грунта включает смешивание грунта с гидролизным лигнином, с последующим введением акрилового или стирол-акрилового латексного полимера,

предварительно смешанного с водой, при следующем содержании компонентов, мас.%: грунт 70, гидролизный лигнин 8–12, акриловый или стирол-акриловый латексный полимер 7–9, вода 11 или 13. Технический результат – получение укрепленного грунта с улучшенными прочностными характеристиками, влагостойкостью и морозостойкостью при одновременном решении экологической проблемы утилизации лигнина. 1 табл., 1 пр.

R U 2 7 6 8 3 4 8 C 1

R U 2 7 6 8 3 4 8 C 1



(51) Int. Cl.  
*E02D 3/12* (2006.01)  
*E01C 3/04* (2006.01)  
*E01C 21/00* (2006.01)

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC  
*E02D 3/12* (2021.08); *E01C 3/04* (2021.08); *E01C 21/00* (2021.08)

(21)(22) Application: 2021119946, 07.07.2021

(24) Effective date for property rights:  
07.07.2021

Registration date:  
23.03.2022

Priority:

(22) Date of filing: 07.07.2021

(45) Date of publication: 23.03.2022 Bull. № 9

Mail address:  
 105005, Moskva, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, kor. 1,  
 MGTU im. N.E. Baumana, TSZIS, dlya Sanaeva  
 (MF MGTU)

(72) Inventor(s):

Zarubina Anzhella Nikolaevna (RU),  
 Oliferenko Galina Lvovna (RU),  
 Ivankin Andrej Nikolaevich (RU),  
 Borisov Vyacheslav Alekseevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
 obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
 obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj  
 tekhnicheskij universitet imeni N.E. Baumana  
 (natsionalnyj issledovatelskij universitet)"  
 (MGTU im. N.E. Baumana) (RU)

(54) SOIL REINFORCEMENT METHOD

(57) Abstract:

FIELD: construction.

SUBSTANCE: invention relates to road construction and can be used to reinforce sandy, sandy loam and clay soils of natural origin when creating bases of roads and railways, when constructing engineering structures, sites for various purposes, paths in gardens and parks. Method of soil reinforcement includes mixing of soil with hydrolytic lignin, followed by introduction of acrylic or styrene-acrylic latex polymer, pre-mixed with

water, with the following content of components, wt. %: soil 70, hydrolytic lignin 8–12, acrylic or styrene-acrylic latex polymer 7–9, water 11 or 13.

EFFECT: obtaining reinforced soil with improved strength characteristics, moisture resistance and frost resistance while simultaneously solving the environmental problem of lignin utilization.

1 cl, 1 tbl, 1 ex

R U 2 7 6 8 3 4 8 C 1

R U 2 7 6 8 3 4 8 C 1

Изобретение относится к дорожному строительству и может быть использовано для укрепления песчаных, супесчаных и глинистых грунтов естественного происхождения при создании оснований автомобильных и железных дорог, при устройстве инженерных сооружений, площадок различного назначения, дорожек в садах и парках и т.п.

- 5 В настоящее время в дорожном строительстве широкое распространение получили комплексные методы укрепления грунтов с использованием различных неорганических или органических вяжущих материалов и стабилизирующих добавок с заданными свойствами. Укрепленные грунты широко используются в качестве местных, доступных для применения и дешевых строительных материалов. При этом в укрепляющие составы
- 10 в качестве наполнителей также могут вводиться отходы производств, что позволяет одновременно с их утилизацией снижать затраты на строительные работы. В частности, в состав дорожно-строительных композиций, на основе грунта, включается лигнин, являющийся отходом гидролизного производства.

Известна полимербетонная смесь, содержащая карбамидную смолу, фосфогипс, андезит молотый, щебень гранитный, песок кварцевый и добавку лигнина в качестве отвердителя (авторское свидетельство СССР №551298, опубл. 25.03.1977 г., Бюл. №11). Данная полимербетонная смесь характеризуется сравнительно высокими значениями прочности, однако фосфогипс является токсичным веществом, что ограничивает применение смеси в дорожном строительстве.

- 20 Известен способ укрепления грунта, который предложено использовать при устройстве облегченных дорожных и мостовых покрытий (авторское свидетельство СССР №876600, опубл. 30.10.1981 г., Бюл. №40). Способ основан на применении в качестве укрепляющей смеси водного раствора мочевино-формальдегидной смолы, гидролизного лигнина, сульфитно-спиртовой барды и солянокислого анилина.
- 25 Недостатком указанной композиции является наличие в составе токсичного солянокислого анилина, что также ограничивает области применения данной композиции, являющейся экологически небезопасной.

Описан способ укрепления откосов и оснований автомобильных дорог с использованием смеси, содержащей цемент, асфальт, гидролизный лигнин (авторское свидетельство СССР №1609839, опубл. 30.11.1990 г., Бюл. №44). Недостатком данной смеси является невысокие прочностные характеристики получаемой дорожно-строительной грунтовой композиции.

- 30 Одним из современных способов стабилизации грунта является пропитка эмульсиями из органических латексных полимеров - акриловых, стирол-акриловых и т.п., оказывающими гидрофобизирующее действие на грунт. Это имеет значение при создании автомобильных дорог в отдаленных районах на переувлажненных глинистых грунтах и суглинках.

Предложен способ закрепления грунта путем его обработки композицией, содержащей латексный полимер, применяемой в смеси с водой (патент РФ №2503768, опубл. 10.01.2014). При этом в качестве латексного полимера используют латексы из группы, включающей стирол-бутадиеновый латекс, (мет)акрилатный латекс, этилен-винилацетатный латекс, этилен/пропиленовый латекс, этилен/пропилендиуретильный латекс, бутадиен-акрилонитриловый латекс, силиконовый латекс, полибутидановый латекс, латекс из натурального каучука или же смесь двух или нескольких из указанных латексов. Композиция дополнительно содержит загуститель на основе целлюлозы, пеногаситель, выбранный из группы, включающей силиконы, гликоловые эфиры, натуральные жиры или масла и жирные спирты, а также, по меньшей мере, один хлорид или, по меньшей мере, один гидроксид щелочного или щелочноземельного металла.

Предложенный закрепитель имеет состав, мас.%: 0,1-50 латексного полимера, 0,05-5 загустителя, до 5 пеногасителя, 0,01-10 хлорида или гидроксида щелочного или щелочноземельного металла, остаток до 100 - вода.

Наиболее близким к заявляемому решению по совокупности существенных признаков

- 5 является способ укрепления грунта для устройства оснований дорожных одежд и других инженерных сооружений с помощью композиции, содержащей, мас.%: песок из отсевов дробления по ГОСТ 31424-2010 фракции 0-5 мм 82-85; минеральное вяжущее портландцемент с минеральными добавками по ГОСТ 31108-2016 6-8; гидролизный лигнин 2-5; полимерный композит в виде коллоидного раствора высокомолекулярных
- 10 поверхностно-активных веществ: поли(2-пропенамида) и продуктов гидролиза поливинилацетата 0,4-0,8, остаток до 100 - вода (патент РФ 2726094, опубл. 09.07.2020, Бюл. №19). Недостатками данного способа являются сравнительно невысокая прочность, водостойкость и морозостойкость укрепленного грунта.

Задачей предлагаемого способа является получение укрепленного грунта с

- 15 улучшенными прочностными характеристиками, повышенной влагостойкостью и морозостойкостью путем совместного использования в укрепляющей композиции акриловых или стирол-акриловых латексных полимеров и отходов гидролизного производства (лигнина).

Решение поставленной задачи обеспечивается тем, что в способе укрепления грунта,

- 20 включающем смешивание грунта с гидролизным лигнином, с последующим введением вяжущего материала, предварительно смешанного с водой, в качестве вяжущего материала используют акриловый или стирол-акриловый латексный полимер, при следующем содержании компонентов, мас.%: грунт 70, гидролизный лигнин 8 – 12, акриловый или стирол-акриловый латексный полимер 7 – 9, вода 11 или 13.

- 25 Технический результат настоящего изобретения заключается в получении укрепленного грунта с улучшенными прочностными характеристиками, влагостойкостью и морозостойкостью при одновременном решении экологической проблемы утилизации лигнина как крупнотоннажного отхода гидролизного производства.

- 30 Достижение указанного технического результата обусловлено применением для укрепления грунта гидрофибализирующих вяжущих на основе акриловых или стирол-акриловых латексных полимеров в комбинации с лигнином. В результате взаимодействия карбоксильных групп латексов с гидроксильными группами лигнина образуются сшитые полимерные структуры, способствующие повышению прочности и
- 35 морозостойкости укрепленной грунтовой смеси.

- 36 Разработка состава для укрепления грунта проводилась путем подбора оптимального количества гидролизного лигнина и латексного полимера в процентах от массы грунта с учетом его влажности. После многочисленных экспериментов по определению оптимальности составов с различными качественными характеристиками, были выбраны
- 40 пределы варьирования каждого компонента, обеспечивающие лучшие физико-механические показатели для различных грунтов.

- 41 Изобретение поясняется следующим примером. Воздушно-сухой суглинистый грунт (70 мас.%) смешивали с гидролизным лигнином (8-12 мас.%). Смесь перемешивали вручную и вводили акриловый или стирол-акриловый латексный полимер (7-9 мас.%),
- 45 предварительно смешав его с равным объемом воды. После чего образовавшийся состав снова перемешивали. Из полученной смеси каждого вида изготавливали образцы и определяли их прочностные характеристики в соответствии с ГОСТ 23558-94.

При перемешивании смеси грунта и лигнина с водно-полимерной дисперсией

латексного полимера протекает ряд последовательных физико-химических процессов, связанных с потерей дисперсией агрегативной устойчивости в результате десорбции поверхностно-активных веществ с поверхности полимерных частиц, адсорбции их на поверхности минеральных частиц и удаления воды. После коагуляции диспергированных 5 частиц и адсорбции полимера на поверхности частиц грунта и лигнина происходит формирование полимерной пленки, а после высыхания укрепленного грунта завершается физическая адсорбция полимера и возможная хемосорбция макромолекул полимера на поверхности частиц грунта и лигнина. За счет образования сшивящих 10 межмолекулярных связей образуется трехмерная сетка структурированной полимерной матрицы. Формирование химически сшитой структуры органических и минеральных частиц способствует получению укрепленного грунта.

Известно, что увеличение длины цепи радикала в полиакрилатах способствует повышению морозостойкости полимеров. Поэтому можно предположить, что в 15 результате взаимодействия карбоксильных групп акриловых латексов с гидроксильными группами лигнина, образуются сложноэфирные связи, через которые присоединяются макромолекулы лигнина, способствующие повышению морозостойкости формирующихся структур полиакрилатов. Этими же химическими взаимодействиями с образованием сложных сшитых полимерных структур можно объяснить и более 20 высокую прочность грунтов, укрепленных акриловыми полимерными латексами по сравнению со стирол-акриловыми, содержащими меньшее число карбоксильных групп.

**Прочностные характеристики образцов приведены в таблице 1.**

Таблица 1.

№ п/п	Состав, масс. %					Прочность при сжатии, МПа	Прочность при сжатии, после 15 циклов замораживания-оттаивания, МПа
	Грунт	Гидролизный лигнин	Вяжущее	Добавка	Вода		
1.	70	12	7	-	11	5,9	5,7
2.	70	8	9	-	13	6,8	6,5
*	82	5	6-8	0,4-0,8	5-7	2,8-3,2	2,6-3,0
*	85	2	6-8	0,4-0,8	5-7	3,4-4,0	2,8-3,7

\* – прототип

Заявляемый способ укрепления грунтов позволяет получать укрепленный грунт с 35 прочностью при сжатии 5,9 МПа при содержании стирол-акрилового латекса 7 мас.% и гидролизного лигнина 12 мас.% (пример 1) и 6,8 МПа при содержании акрилового латекса 9 мас.% и гидролизного лигнина 8 мас.% (пример 2). Тогда как по прототипу материала обладает прочностью при сжатии 2,8-3,2 при содержании гидролизного лигнина 5% и вяжущего 6-8% и 3,40-4,00 МПа при содержании гидролизного лигнина 40 2 мас.% и вяжущего 6-8 мас.%, соответственно.

Таким образом, совместное использование в составе грунта с целью его укрепления латексных вяжущих и лигнина обеспечивает синергетический эффект от физико-химического взаимодействия компонентов смеси, что приводит к существенному 45 увеличению прочности, влагостойкости и морозостойкости укрепленного грунта.

Изобретение позволяет получать укрепленные грунты, которые могут быть с успехом использованы в конструкциях дорожных одежд для устройства слоев оснований и повышения прочности верхней части земляного полотна на дорогах с интенсивным движением; для устройства устойчивых покрытий облегченного типа для местных

дорог на переувлажненных грунтах; для строительства покрытий и оснований промышленных и лесовозных дорог, площадей, стоянок автотранспорта.

(57) Формула изобретения

5 Способ укрепления грунта, включающий смешивание грунта с гидролизным лигнином, с последующим введением вяжущего материала, предварительно смешанного с водой, отличающийся тем, что в качестве вяжущего материала используют акриловый или стирол-акриловый латексный полимер, при следующем содержании компонентов, мас.%:

10	грунт	70
	гидролизный лигнин	8–12
	акриловый или стирол-акриловый латексный полимер	7–9
	вода	11 или 13

15

20

25

30

35

40

45