

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 046912

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.05.08

(21) Номер заявки
202291856

(22) Дата подачи заявки
2021.03.16

(51) Int. Cl. C09K 17/50 (2006.01)
E01C 3/04 (2006.01)
E01C 21/00 (2006.01)

(54) СПОСОБ И НАБОР ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТА

(31) 2020900796

(32) 2020.03.16

(33) AU

(43) 2022.11.09

(86) PCT/AU2021/050233

(87) WO 2021/184066 2021.09.23

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ХОЛЛ РЬ ПТИ ЛТД (AU)

(72) Изобретатель:
Аллен Луис, Лэвер Саймон (AU)

(74) Представитель:
Хмара М.В. (RU)

(56) GB-A-575479
SU-A1-429163
JP-A-H08218068

(57) В изобретении раскрыт способ стабилизации объема грунта, например объема грунта, который образует основание автомобильной дороги или подстилающий слой автомобильной дороги. Способ включает нанесение на грунт покрывающего агента, включающего соли жирных кислот, полученных из кокосового масла и включающих смесь солей лауриновой, миристиновой и стеариновой кислот, при этом частицы грунта, содержащиеся в грунте, покрываются покрывающим агентом, и последующее нанесение на грунт отверждающего агента, содержащего соль металла, которая способна реагировать с солями жирных кислот, полученных из кокосового масла, в результате чего образуется отвержденный продукт. Затем грунт уплотняют, при этом частицы грунта с покрытием консолидируются.

B1

046912

046912

B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к способам стабилизации грунта и, в частности, грунта, который стабилизируют для получения основания автомобильной дороги или подстилающего слоя автомобильной дороги.

Предшествующий уровень техники

Строительство долговечных дорожных покрытий основано на стабильности и долговечности основания автомобильной дороги в равной, если не в большей мере, чем на стабильности и долговечности самого покрытия. Поэтому на протяжении многих лет были разработаны способы усовершенствования дорог с особым вниманием к подстилающим слоям или основаниям автомобильных дорог. Например, для получения стабильных и долговечных оснований автомобильных дорог часто применяли способы, в которых использовали большие объемы импортного щебня и/или компрессионное сжатие грунтовой основы.

Однако такие способы включают удаление некачественного местного грунта и замену его более высококачественным материалом или учет характеристик местного грунта и разработку проекта для соответствующей их компенсации. В любом случае время и затраты на строительство таких дорог значительно увеличиваются из-за наличия неидеального основания и/или подстилающего слоя автомобильной дороги.

Известны стабилизаторы грунта на основе химикатов, но их эффективность за пределами лабораторий обычно ограничивает их применимость во многих прикладных задачах, в частности - при строительстве долговечных оснований или подстилающих слоев автомобильных дорог.

Могло бы быть выгодным обеспечение альтернативных способов стабилизации основания автомобильной дороги.

Сущность изобретения

В первом аспекте настоящее изобретение обеспечивает способ стабилизации объема грунта (например, объема грунта, который образует основание автомобильной дороги или подстилающий слой автомобильной дороги). Способ включает нанесение на грунт покрывающего агента, включающего соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, включающие смесь солей лауриновой, миристиновой и стеариновой кислот, при этом частицы грунта, содержащиеся в грунте, покрываются покрывающим агентом. Затем на грунт наносят отверждающий агент, включающий соль металла, которая способна реагировать с солями жирных кислот, полученных из кокосового масла, в результате чего образуется отвержденный продукт, после чего грунт уплотняют, при этом частицы грунта с покрытием консолидируются.

Настоящее изобретение в качестве преимущества обеспечивает химический процесс, который при осуществлении в объеме грунта оказывает эффект стабилизации грунта, так что образуется по существу непроницаемый слой грунта, имеющий высокую устойчивость к проникновению воды и несущую способность, достаточно высокую для того, чтобы выдерживать нагрузки, создаваемые транспортными средствами. Как будет более подробно описано далее, авторы настоящего изобретения обнаружили, что покрывающий агент, использованный в настоящем изобретении, обладает физическими свойствами, которые значительно повышают его способность покрывать частицы грунта. Кроме того, продукты реакции покрывающего агента и отверждающего агента обладают физическими свойствами, которые выгодно способствуют образованию консолидированного и уплотненного объема обработанного грунта. Настоящее изобретение было успешно испытано авторами настоящего изобретения в многочисленных реальных ситуациях, в которых комбинация химических и физических свойств, обеспеченных изобретением, позволила получить основания автомобильных дорог, обладающие высокой прочностью, долговечностью и водонепроницаемостью.

Поэтому настоящее изобретение, по меньшей мере, обеспечивает альтернативу современным способам стабилизации грунта. При использовании способа по настоящему изобретению вместо стандартного механического способа строительства можно обеспечить значительную экономию времени и денежных средств, так как, в целом, необходимо меньше оборудования и людских ресурсов. Например, можно сократить транспортные расходы, поскольку покрывающий агент и отверждающий агент можно транспортировать в концентрированной форме и разбавлять на месте. Авторы настоящего изобретения обнаружили, например, что можно использовать 200 л покрывающего агента и 100 л отверждающего агента для получения стабилизированного объема грунта, имеющего эффективность, сопоставимую с основанием автомобильной дороги, полученным с использованием 28 самосвалов щебня. Наглядно видны экономические и экологические преимущества этого способа.

Способ по настоящему изобретению относительно легко осуществить, и он может быть реализован с использованием оборудования, обычно уже имеющегося на строительных площадках. Авторы настоящего изобретения также отмечают, что в разумных пределах осуществление настоящего изобретения можно прервать на любой стадии без неоправданного ухудшения свойств полученного стабилизированного грунта. Кроме того, по меньшей мере в предпочтительных вариантах осуществления настоящего изобретения и покрывающий агент, и отверждающий агент являются относительно безопасными, экологически приемлемыми и легкими в обращении. Предпочтительно они могут быть нетоксичными, безопасными, негорючими при хранении или использовании, некоррозионными и в целом безвредными для лю-

дей и животных. Покрывающий агент сам по себе является водорастворимым и биоразлагаемым до его обработки отверждающим агентом.

Покрывающий агент содержит соли жирных кислот, полученных из кокосового масла (также называемых "кокосовыми жирными кислотами"). В некоторых специфических вариантах осуществления настоящего изобретения, испытанных авторами (и более подробно описанных ниже), покрывающий агент может содержать мыло, полученное из кокосовых жирных кислот. Коммерчески доступная кокосовая жирная кислота, использованная авторами настоящего изобретения, характеризуется тем, что она содержит 48% лауриновой кислоты, 16% миристиновой кислоты, 4% стеариновой кислоты, а остаток составляет смесь других жирных кислот (от 4 до 10% капроновой кислоты, от 3 до 12% олеиновой кислоты, не более 3% линолеаидовой кислоты, от 5 до 13% пальмитиновой кислоты и от 4 до 8% каприловой кислоты).

Авторы настоящего изобретения показали, что соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, особенно хорошо подходят для использования в настоящем изобретении, поскольку было обнаружено, что они являются вязкими и клейкими и равномерно покрывающими частицы грунта во всем объеме грунта, на который был нанесен покрывающий агент. Кроме того, алюминиевая соль этих кислот является абсолютно нерастворимой.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения соли жирных кислот могут быть натриевыми и/или калиевыми солями жирных кислот.

Мыла жирных кислот обладают смазывающей способностью, которая, по мнению авторов настоящего изобретения, может в значительной мере способствовать консолидации объема грунта за счет облегчения движения частиц грунта относительно друг друга во время уплотнения. Как будет описано ниже, было обнаружено, что использование натриевых и калиевых солей жирных кислот, полученных из кокосового масла, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения придало реагенту свойства, которые превосходили свойства реагента в том случае, когда была использована только одна соль.

Отверждающий агент содержит соль или соли металлов (или в некоторых вариантах состоит из соли или солей металлов), которые могут реагировать с солями кокосовых жирных кислот, так что в конечном итоге образуется отвержденный продукт (в который включены частицы грунта). Авторы настоящего изобретения обнаружили, что реакция между покрывающим агентом и отверждающим агентом (и, соответственно, захваченными частицами грунта) с образованием отвержденного продукта происходит не мгновенно, а через промежуточный продукт, имеющий клейкую консистенцию. Уплотнение грунта в этот период проталкивает промежуточный продукт в пространства между частицами грунта, вытесняя воздух и воду, где впоследствии он отверждается. Авторы настоящего изобретения обнаружили, что отвержденный продукт обладает выдающейся твердостью, водостойкостью и долговечностью, как в лабораторных условиях, так и за пределами лаборатории. В частности, данные, описанные ниже, наглядно демонстрируют применимость настоящего изобретения в реальных условиях.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения отверждающий агент может содержать соль алюминия, например - сульфат алюминия. Например, в вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых покрывающий агент содержит смесь калиевых и натриевых солей кокосовой жирной кислоты, обработка объема грунта, на который был нанесен покрывающий агент, раствором соли металла делает покрывающий агент нерастворимым.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения покрывающий агент может быть предоставлен в составе жидкой композиции, которая дополнительно содержит диспергирующий агент. Например, авторы настоящего изобретения обнаружили, что добавление моностеарата этиленгликоля дополнительно облегчает диспергирование агента во всем объеме грунта.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения покрывающий агент может быть предоставлен в составе жидкой композиции, которая дополнительно содержит спирт, такой как 2-пропанол, который может способствовать снижению температуры текучести агента и помогает предотвратить его отверждение во время хранения.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения способ может дополнительно включать стадию, во время которой дополнительный материал или материалы вносят в объем грунта перед обработкой отверждающим агентом. В характерном случае дополнительный материал можно вносить в объем грунта перед нанесением покрывающего агента, то есть во время других стадий физического смешивания, которые могут иметь место, хотя в этом не всегда есть необходимость. Дополнительный материал может быть выбран, например, из одного или более из следующих материалов: измельченных отходов пластика, песка, строительного заполнителя и битого стекла. Предполагается, что такие варианты осуществления настоящего изобретения могут обеспечить полезное использование материалов, которые в противном случае были бы отходами, или могут привести к еще более стабилизированной поверхности.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения способ может дополнительно включать стадию, во время которой к объему грунта добавляют известь. Такое добавление может дополнительно стабилизировать грунт и улучшить его механические свойства (в частности, в случае тяжелых

глин).

Настоящее изобретение можно использовать с любыми типами грунтов, и в частности с глинистыми грунтами.

Во втором аспекте настоящее изобретение предусматривает набор для стабилизации грунта, который содержит первый контейнер и второй контейнер. Первый контейнер содержит покрывающий агент, включающий соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, который при нанесении на грунт покрывает частицы грунта, содержащиеся в грунте. Второй контейнер содержит отверждающий агент, включающий соль металла, которая способна реагировать с солями жирных кислот, полученных из кокосового масла, и который при нанесении на грунт вызывает консолидацию частиц грунта и поэтому обеспечивает эффект стабилизации грунта, описанный в данной публикации.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения набор согласно второму аспекту настоящего изобретения можно использовать в способе согласно первому аспекту настоящего изобретения.

В способе согласно первому аспекту настоящего изобретения композиция, содержащая соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, спирт и диспергирующий агент, может применяться в качестве агломерирующего агента. Соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения могут быть такими, как описанные в контексте способа по настоящему изобретению.

Такая композиция может содержаться в первом контейнере набора согласно второму аспекту настоящего изобретения.

Другие аспекты, варианты осуществления и преимущества настоящего изобретения будут описаны ниже.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

В целом, настоящее изобретение относится к стабилизации грунта с особым акцентом на получение грунтовых оснований для строительства дорог. Настоящее изобретение также относится к жидким композициям, которые относительно легко и недорого производить, и которые существенно способствуют стабилизации грунта для таких прикладных задач, как дорожные работы.

Соответственно, настоящее изобретение обеспечивает способ стабилизации объема грунта. Способ включает нанесение на грунт покрывающего агента (описанного ниже), при этом частицы грунта, содержащиеся в грунте, покрываются покрывающим агентом, и последующее нанесение на грунт отверждающего агента (описанного ниже), способного реагировать с покрывающим агентом, в результате чего образуется отвержденный продукт. В заключение грунт уплотняют, и частицы грунта с покрытием консолидируются.

Способ по настоящему изобретению будет описан более подробно в данной публикации, прежде всего - в контексте его использования для стабилизации объема грунта, который образует (например, должен быть использован в качестве) основание автомобильной дороги или подстилающий слой автомобильной дороги. Однако следует отметить, что способ также можно использовать для получения сходного эффекта в самых разнообразных ситуациях, связанных с обработкой и стабилизацией грунта. Например, способ можно использовать при строительстве асфальтированных парковочных площадок, подъездных дорог, аэропортов, взлетно-посадочных полос, детских площадок, теннисных кортов и т.п.

Кроме того, настоящее изобретение можно также использовать для стабилизации поверхностей, на которые не будет нанесено дорожное покрытие, но от которых требуется большая долговечность, чем долговечность, которая может быть обеспечена необработанными поверхностями. Примеры таких поверхностей включают обочины дорог, грунтовые или "не имеющие дорожного покрытия" дороги в малонаселенных местностях и временные дороги, не имеющие дорожного покрытия парковочные площадки, не имеющие дорожного покрытия взлетно-посадочные полосы, площадки для интенсивного кормления скота, свалки для мусора, водохранилища, дамбы, каналы, насыпи и т.п. На самом деле авторы настоящего изобретения ожидают, что настоящее изобретение будет полезным в любой ситуации, где необходима или желательна стабилизация грунта.

Как указано выше, настоящее изобретение обеспечивает способ стабилизации объема грунта (например, объема грунта, который образует основание автомобильной дороги или подстилающий слой автомобильной дороги). Способ включает нанесение на грунт покрывающего агента (например, жидкой композиции, содержащей покрывающий агент), так что частицы грунта, содержащиеся в объеме грунта, обработанном покрывающим агентом, покрываются покрывающим агентом. Затем на грунт наносят отверждающий агент, этот отверждающий агент способен реагировать с покрывающим агентом, и эти реакции вызывают отверждение массы частиц грунта с покрытием. Уплотнение грунта во время протекания этих реакций приводит к консолидации частиц грунта с покрытием (поскольку вытесняются воздух и вода, содержащиеся в свободных пространствах между частицами грунта) и к получению в конечном итоге стабилизированного грунта, который пригоден для прикладных задач, включающих, например, основание автомобильной дороги или подстилающий слой автомобильной дороги.

Настоящее изобретение особенно хорошо подходит для использования с низкокачественными глинистыми грунтами, которые преобразуются в твердые, водонепроницаемые основы. Настоящее изобре-

тение повышает способность обработанных грунтов сопротивляться поступлению воды за счет капиллярного подъема, которое, если оно нерегулируемое, вызывает разделение частиц грунта и может привести к возникновению потока частиц в текучей среде под давлением. Обнаружено, что обработанный грунт сохраняет свою способность выдерживать нагрузку даже в условиях высокой нагрузки и даже в присутствии воды.

Признаки способа по настоящему изобретению и результирующие эффекты стабилизации грунта более подробно будут описаны ниже.

Покрывающий агент

Покрывающий агент включает соли жирных кислот, полученных из кокосового масла (также называемых в данной публикации "кокосовыми жирными кислотами"), и может быть получен в любой форме, которая способна покрыть значительную долю частиц грунта в объеме грунта, на который нанесен агент. Реологические свойства покрывающего агента позволяют ему растекаться по частицам грунта и поэтому диспергироваться в большей части объема грунта. Агент также обладает клейкостью, что приводит к сохранению тонкого покрытия на частицах грунта.

Покрывающий агент должен также быть способен реагировать с отверждающим агентом для того, чтобы вызвать схватывание, отверждение или иным образом обеспечить функциональные эффекты и стабилизацию грунта, описанные в данной публикации. Именно покрывающий агент реагирует с отверждающим агентом для того, чтобы вызвать консолидацию частиц грунта.

Покрывающий агент может быть предоставлен в жидкой или твердой форме и в такой форме, которая либо является готовой для нанесения на грунт, либо в концентрированной форме, которую необходимо разбавить или диспергировать в жидкости перед нанесением.

Жирные кислоты, полученные из натуральных масел, обычно содержат относительно постоянную смесь жирных кислот. Хотя эффективными могут быть и покрывающие агенты, содержащие только одну жирную кислоту, авторы настоящего изобретения обнаружили, что покрывающие агенты, которые содержат смеси жирных кислот, обеспечивают лучшую функциональность, так являются более клейкими, более легкими в обращении и быстрее отверждающимися.

Покрывающий агент по настоящему изобретению включает соли жирных кислот, полученных из кокосового масла. Такие жирные кислоты содержат смесь, по меньшей мере, лауриновой, миристиновой и стеариновой кислот. Обнаружено, что кокосовая жирная кислота является особенно подходящей, поскольку она является свободно текучей и относительно клейкой, а ее алюминиевая соль является абсолютно нерастворимой.

Можно использовать любые соли жирных кислот, описанных в настоящем изобретении, при условии, что они не оказывают неблагоприятного влияния на применимость настоящего изобретения (например, вследствие проблем с растворимостью или токсичностью и т.п.). В характерном случае соли жирных кислот являются натриевыми или калиевыми солями жирных кислот, которые являются солями, традиционно используемыми в промышленности (натриевые или калиевые соли жирных кислот часто называют мылами жирных кислот). Авторы настоящего изобретения обнаружили, что мыла кокосовых жирных кислот придают маслянистость объему грунта, что, как указано выше, может способствовать консолидации объема грунта вследствие облегчения движения частиц грунта относительно друг друга во время уплотнения.

Использование комбинации натриевых и калиевых солей некоторых жирных кислот может быть предпочтительным в определенных обстоятельствах и в зависимости от типа грунта, в отношении которого необходимо использовать настоящее изобретение. Например, использование только натриевого мыла кокосовых жирных кислот обеспечивает мыло, которое является относительно мягким, и которое может не обеспечить надежное удерживание частиц грунта в некоторых типах грунта, по сравнению со смесью натриевых и калиевых мыл кокосовых жирных кислот. С другой стороны, калиевое мыло кокосовых жирных кислот может начать комковаться, будучи в концентрированной форме, и может диспергироваться хуже, чем смесь натриевых и калиевых мыл кокосовых жирных кислот. Специалист в данной области техники может выполнить лабораторные испытания с использованием образцов грунта с конкретной площадки, чтобы определить наиболее подходящую форму покрывающего агента.

В характерном случае покрывающий агент образует часть жидкой композиции, которую наносят на объем грунта. Согласно обычной промышленной практике, такую жидкую композицию часто обозначают как "Часть А" жидкой композиции (тогда как отверждающий агент является "Частью В" композиции). В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения жидкая композиция может состоять из покрывающего агента или содержать покрывающий агент, необязательно - в комбинации с другими компонентами, которые могут придавать предпочтительную функциональность композиции.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения доля соли жирной кислоты (или солей жирных кислот) в жидкой композиции может лежать в диапазоне от такого низкого значения, как примерно 10 мас.%, до примерно 100 мас.%. Например, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения соли жирных кислот могут составлять примерно 10 мас.%, 20 мас.%, 30 мас.%, 40 мас.%, 50 мас.%, 60 мас.%, 70 мас.%, 80 мас.%, 90 мас.% или 100 мас.% от жидкой композиции. В характерном случае соли жирных кислот составляют от 10 до 30 мас.% от жидкой композиции, например от 15

до 25 мас.% или от 17 до 22 мас.%. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения доля солей жирных кислот в жидкой композиции может составлять примерно 15 мас.%, 16 мас.%, 17 мас.%, 18 мас.%, 19 мас.%, 20 мас.%, 21 или 22 мас.% от жидкой композиции.

Как указано выше, часть А жидкой композиции, содержащая покрывающий агент, может также содержать дополнительные компоненты, при условии, что эти компоненты не оказывают неблагоприятного влияния на функциональность покрывающего агента.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения Часть А жидкой композиции может дополнительно содержать спирт. Добавление спирта к покрывающему агенту может обеспечить полезные реологические эффекты, такие как снижение температуры текучести агента и предотвращение его отверждения во время хранения. Подходящие спирты включают 2-пропанол и этанол. Если спирт присутствует, то доля спирта в Части А жидкой композиции может лежать в диапазоне от такого низкого значения, как примерно 1 об.%, до примерно 3 об.%. Например, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения жидкая композиция может содержать примерно 1 об.%, примерно 1,5 об.%, примерно 2 об.%, примерно 2,5 об.% или примерно 3 об.% спирта.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения Часть А жидкой композиции может дополнительно содержать диспергирующий агент. Добавление диспергирующего агента может обеспечить полезные эффекты, такие как более эффективное диспергирование покрывающего агента в объеме обрабатываемого грунта. Подходящие диспергирующие агенты включают, например, моностеарат этиленгликоля, этоксилаты спиртов и моностеарат сорбитана. Если диспергирующий агент присутствует, то доля диспергирующего агента в Части А жидкой композиции может лежать в диапазоне от такого низкого значения, как примерно 1 об.%, до примерно 4 об.%. Например, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения жидкая композиция может содержать примерно 1 об.%, примерно 1,5 об.%, примерно 2 об.%, примерно 2,5 об.%, примерно 3 об.%, примерно 3,5 об.% или примерно 4 об.% диспергирующего агента.

Отверждающий агент

Отверждающий агент способен реагировать с покрывающим агентом таким образом, что частицы грунта, покрытые покрывающим агентом, в конечном итоге консолидируются вследствие того, что их сжимают, и происходит отверждение. Отверждающий агент обеспечивают в такой форме, таком количестве и в таких условиях, чтобы он вызывал реакцию с покрывающим агентом с образованием отвержденного продукта вокруг частиц грунта с покрытием, так что частицы грунта консолидируются. Последующее уплотнение грунта приводит к эффектам стабилизации грунта, описанным в данной публикации.

Отверждающий агент содержит соль металла, которая может реагировать с солями жирных кислот, описанными выше, так что образуется стабилизированная масса, содержащая частицы грунта. Авторами настоящего изобретения обнаружено, что солями металлов, которые являются высокоэффективными, если покрывающий агент содержит мыла жирных кислот, полученных из кокосового масла, являются, например, соли алюминия, и в частности - сульфат алюминия (который является легкодоступным, относительно дешевым и безвредным для окружающей среды, а также высокорастворимым).

Отверждающий агент в характерном случае обеспечивают в форме "Части В" жидкой композиции и отдельно наносят на грунт (что более подробно будет описано ниже). Отверждающий агент необходимо хранить отдельно от покрывающего агента для предотвращения преждевременных реакций. Если для применения двух агентов используют одно и то же оборудование, то необходимо принять меры для тщательной промывки оборудования. Концентрацию отверждающего агента в Части В жидкой композиции всегда можно выбрать такой, чтобы на месте были использованы простые объемные соотношения Часть А:Часть В (например, 2 части "Части А" и 1 часть "Части В").

Опять-таки, отверждающий агент можно обеспечить в концентрированной жидкой или твердой форме и готовым к разведению и нанесению на грунт.

Дополнительные материалы

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения может быть предпочтительным включение дополнительного материала или дополнительных материалов (химически активных или неактивных) в способ по настоящему изобретению, если это обеспечит полезный эффект и не окажет неблагоприятного влияния на осуществление изобретения.

Такие грунты могут иметь повышенную прочность или другие свойства (например, водостойкость), улучшенные объемные и/или фрикционные свойства. Однако польза от включения дополнительного материала в грунт может просто состоять в том, что продукт, который в противном случае был бы отправлен на свалку, можно повторно использовать с пользой. Примеры дополнительного материала включают измельченные отходы пластика, песок, строительный наполнитель и битое стекло.

Дополнительный материал (или материалы) можно вмешать в объем грунта до нанесения отверждающего агента для включения их в грунт. Однако в характерном случае дополнительный материал вмешивают в объем грунта до нанесения покрывающего агента, чтобы гарантировать равномерное диспергирование покрывающего агента во всем объеме грунта при последующем нанесении.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения к объему грунта может быть добавлена известь для дополнительной стабилизации грунта и улучшения его механических свойств (осо-

бенно в случае тяжелых глин).

Нанесение жидкой композиции, содержащей покрывающий агент, на грунт

В варианте осуществления способа по настоящему изобретению "часть А" жидкой композиции, содержащую покрывающий агент, можно нанести на грунт таким образом, что частицы грунта, содержащиеся в грунте, покрываются покрывающим агентом.

Часть А жидкой композиции можно нанести на грунт любым способом, эффективно обеспечивающим контакт покрывающего агента с частицами грунта. В соответствии с природой строительных площадок и доступного в настоящее время оборудования распыление композиции на поверхность грунта является способом, который авторы настоящего изобретения считают наиболее практичным в настоящее время.

Авторы отмечают, что подходящим оборудованием для распыления Части А композиции (и, естественно, отверждающего агента) являются тележки-дозаторы для воды (предпочтительно оборудованные насосом), которые способны равномерно распределять жидкости по поверхности в форме аэрозоля. При использовании в тележке помещают достаточное количество воды и добавляют покрывающий агент (и т.п.) в количестве, определенном посредством лабораторных испытаний (описанных ниже) и соответствующем местному грунту. Затем добавляют воду для приготовления Части А композиции (вода не должна содержать солей, кислот и органических веществ для предотвращения загрязнения или преждевременных реакций). После перемешивания в тележке-дозаторе жидкость как можно более равномерно распыляют на верхнюю поверхность грунта. Распыление в идеале производят от краев по направлению к центру и его следует производить до тех пор, пока не будет получено достаточно равномерное покрытие.

Часть А композиции можно нанести на грунт "как есть" или можно разрыхлить объем грунта перед нанесением композиции. При сооружении оснований автомобильных дорог, например, авторы настоящего изобретения предполагают, что грунт, подлежащий обработке, вначале может быть вскопан или разрыхлен, и лишь затем на него распыляют Часть А композиции. Для того чтобы сломать или расколоть существующее основание автомобильной дороги перед обработкой можно использовать, например, автогрейдер, оборудованный рыхлителем и профилирующим ножом. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения область, подлежащую обработке, можно выровнять грейдером до получения правильных границ и уровня, требуемых проектом, после чего грунт разрыхляют и измельчают.

После нанесения Части А композиции можно позволить ей просто стечь в объем грунта или, альтернативно, композицию можно физически вмешать в объем грунта. Такое перемешивание обеспечит более равномерное распределение покрывающего агента (и любых других компонентов) во всем объеме грунта, что может быть благоприятным. Опять-таки, в условиях дорожного строительства для вмешивания покрывающего агента (и отверждающего агента) в грунт после распыления можно использовать рыхлитель/смеситель (например, дорожную фрезу) или другое подходящее рыхлительное оборудование (например, дисковые плуги).

В вариантах осуществления настоящего изобретения, в которых покрывающий агент (или отверждающий агент) предусмотрен в твердой форме или в форме концентрата, способ также включает стадию смешивания покрывающего агента с объемом воды (то есть, для получения Части А композиции) перед его нанесением на грунт.

Нанесение жидкой композиции, содержащей отверждающий агент

В способе по настоящему изобретению отверждающий агент наносят на частицы грунта с покрытием, что в конечном итоге вызывает схватывание частиц грунта с образованием отвержденной массы.

Сходным образом с тем, что описано выше для покрывающего агента, отверждающий агент можно распылить на поверхность объема грунта и затем физически вмешать в объем грунта. Такое нанесение обеспечивает существенную гомогенность во всем объеме грунта и вследствие этого - стабильные структурные свойства.

Например, в конкретном варианте осуществления настоящего изобретения можно приготовить раствор в другой тележке-дозаторе посредством добавления отверждающего агента в предварительно определенный объем воды (рассчитанный, например, по результатам лабораторных исследований, описанных ниже). Затем "Часть В" жидкой композиции, содержащую отверждающий агент, как можно более равномерно наносят на грунт. В случае, если тележка-дозатор является той же, которую использовали для нанесения покрывающего агента, ее необходимо тщательно промыть между использованиями растворов во избежание химической реакции между ними, которая может привести к закупориванию распылительных форсунок. Затем можно снова использовать дорожную фрезу для смешивания отверждающего агента с грунтом/смесью стабилизирующих реагентов.

Затем нужно провести заключительную проверку содержания влаги. Если содержание влаги является высоким, грунт можно аэрировать, если оно низкое, можно добавить воды. Удобным является то, что добавляемая вода может находиться в форме дополнительного раствора Части В, поскольку избыток отверждающего агента не является вредным и обеспечит эффективную обработку всего покрывающего агента.

Способ также включает уплотнение объема грунта после добавления отверждающего агента к частицам грунта с покрытием. Такое уплотнение можно осуществить с использованием любого подходяще-

го оборудования. Например, для уплотнения грунта перед заключительным выравниванием можно использовать кулачковые дорожные катки различной массы, либо статические, либо вибрационные. Заключительную укатку можно выполнить с помощью катка на резиновых шинах. Настоятельно рекомендуется использовать пневмоколенный трактор достаточной мощности для крепления и приведения в движение любого неавтоматизированного оборудования.

Операцию укатки, если ее выполняют, следует начать вдоль краев и продвигаться в продольном направлении, выполняя все проходы параллельно друг другу и смыкая их по направлению к центру в случае прямых участков, или идти от внутренних краев к наружным в случае изогнутых участков, при этом каток во время каждого прохода равномерно перекрывает, по меньшей мере, половину ширины предыдущего прохода параллельно оси дороги. На участках, где невозможно выполнить укатку, или на участках, где не рекомендовано использовать катки, уплотнение можно обеспечить с использованием специальных трамбовок.

Укатанный слой должен быть ровным и не должен содержать бугров, вмятин или выбоин. Если эти условия не выполнены, поверхность дороги можно повторно взрыхлить, грунт измельчить, увлажнить и повторно укатать. Повторную обработку грунтов таким образом фактически можно выполнить в любой момент, при условии, что есть достаточные основания для измельчения, увлажнения и укатки, обсужденные выше.

Заключительную обработку поверхности следует выполнить с использованием автогрейдера, который используют только для операции срезания, при этом не должны оставаться рыхлый материал или небольшие скопления материала. Укатку завершают с помощью катка на резиновых шинах. С целью минимизации абразивного действия на законченную поверхность дороги рекомендовано в случае необходимости нанести подходящий слой износа (то есть верхний защитный слой).

Предварительное испытание и оценка грунта

Стабилизация грунта с использованием настоящего изобретения приводит к улучшению имеющихся свойств грунта, то есть к образованию нового строительного материала, способного лучше удовлетворять требования к основанию или подстилающему слою автомобильной дороги. Однако перед применением на конкретной строительной площадке необходимо провести испытание с целью определения требуемых пропорций при обработке.

Не желая быть связанными какой-либо конкретной теорией, авторы настоящего изобретения полагают, что улучшенные технические характеристики возникают вследствие катионности реагентов, электростатически связывающихся с анионностью частиц грунта, что приводит к консолидации частиц (в частности, частиц глины) в грунте. Фактически частицы глины флокулируют и агломерируют, и они образуют комки или агломерируют с образованием более крупных агрегатов. В связи с этим перед осуществлением настоящего изобретения следует учесть пропорции глины, пылевидной фракции, песка и гравия в грунте, подлежащем обработке.

Когезионная усадка, набухание и сжимаемость грунтов в основном связаны с количеством и свойствами глинистой фракции, о чем свидетельствуют пределы Аттерберга и максимальная прочность на сжатие сухого грунта. Пределы Аттерберга означают диапазоны содержания влаги, в которых материал ведет себя как твердое вещество, полутвердое вещество или текучая среда. Поэтому оптимальное соотношение для добавления покрывающего агента и отверждающего агента могут быть основаны на распределении частиц по размеру (соотношение глины и пылевидной фракции) и критериях пределов Аттерберга.

Соответственно, перед осуществлением настоящего изобретения на объеме грунта обычно необходимо определить свойства самого грунта.

Инженерно-геологические изыскания дают информацию о положении и распределении типов грунта и влагосодержании, имеющемся в грунте на рабочей площадке. Репрезентативные образцы каждого типа грунта могут быть получены для лабораторного испытания, причем их профили получают с использованием стандартных геологических процедур. Следует получить достаточное количество образцов для адекватного определения технических характеристик каждого уровня профиля грунта.

Иллюстративная процедура может включать классификационные испытания, такие как определение распределения частиц по размеру, предела пластичности и предела текучести (то есть пределов Аттерберга) и сопротивления нагрузкам (например, калифорнийского показателя несущей способности (CBR; от англ.: California Bearing Ratio), а также определение соотношений между влажностью и плотностью грунта с использованием теста Проктора. В тесте Проктора определяют максимальную плотность в сухом состоянии и оптимальное содержание влаги в природном грунтовом материале. Для определения характеристик материала можно использовать и другие процедуры испытания, такие как трехосный тесисский тест.

Также для обнаружения присутствия вредных компонентов при необходимости можно провести анализы для определения таких величин, как pH, соленость и содержание органических веществ.

Кроме того, образцы грунтов, обработанные способом по настоящему изобретению, можно также проанализировать с целью получения количественной меры повышения сопротивления нагрузке, водонепроницаемости или другого улучшенного свойства грунтов. Испытания на прочность (такие как CBR

или трехосный техасский тест) можно провести для подтверждения того, что требуемое улучшение достигнуто. В частности, калифорнийский показатель несущей способности (CBR) - это испытание, хорошо известное в данной области техники, и которое обычно используют в качестве меры сопротивления материала вдавлению зонда.

Перед проведением предложенных стандартных количественных испытаний можно также продумать возможность выполнения качественной оценки эффективности покрывающего агента и/или отверждающего агента с целью определения их минимальных дозировок. Это можно эффективно выполнить посредством уплотнения обработанного и необработанного материалов в компакционных формах Проктора, просушивания образцов в течение 24 ч и затем помещения их в воду с глубиной слоя, равной примерно 25 мм.

Например, в модифицированном тесте Проктора образцы грунта можно обработать различными процентными концентрациями покрывающего агента и отверждающего агента и затем уплотнить с получением цилиндрических форм. Затем совместно с необработанным образцом их помещают в ванночку с водой. В характерном испытании необработанный образец быстро насыщается водой и оседает на дно ванночки с водой.

Стабильность обработанных образцов можно также использовать для определения правильных пропорций добавок. Например, удовлетворительный результат получают, если испытываемый образец остается стабильным, демонстрирует определенное сопротивление разрушению и имеет внутреннее содержание влаги, близкое к оптимальному. При помещении испытываемого образца в воду следует сравнить результирующий капиллярный подъем, а также размягчение, набухание, трещинообразование или любое иное повреждение образца

Следует отметить, что если грунты имеют высокую концентрацию глины, то их может быть трудно перемешивать, и для заметного изменения свойств могут потребоваться большие количества покрывающего агента (и, соответственно, отверждающего агента). Например, на практике может быть невозможно стабилизировать глинистые грунты, имеющие предел текучести более 50, с использованием только покрывающего агента и отверждающего агента. Однако может оказаться возможным стабилизировать такие тяжелые глины после предварительной обработки (модификации) кальциевой суспензией, и поэтому в некоторых вариантах осуществления настоящее изобретение может включать соответствующую предварительную обработку или стадию кондиционирования грунта, которая может, например, снижать пластичность грунта и придавать грунту лучшую обрабатываемость.

При подготовке к применению способа по настоящему изобретению в полевых условиях следует определить природное содержание влаги в избранных участках. Это можно выполнить с использованием экспресс-теста Speedy Test или другого подходящего испытательного оборудования. Затем можно определить количество воды, которое необходимо добавить, выраженное в процентах, на основании ранее проведенных лабораторных исследований (тест Проктора), посредством вычитания природного содержания влаги из оптимального.

Общий объем грунта, подлежащий обработке, можно определить на основании расчетов, произведенных на территории строительства, с учетом целевой глубины обработки. Затем рассчитывают общую массу сухого грунта на основании общего объема и максимальной кажущейся плотности сухого грунта, определенной с использованием теста Проктора. Затем можно определить общее количество Части А и В растворов покрывающего агента и отверждающего агента, которое необходимо добавить, с использованием разности между оптимальным содержанием влаги и природным содержанием влаги и последующего умножения этого числа на общую массу грунта, подлежащую обработке, определенную выше. Это можно удобно выразить следующей формулой:

$$\text{Общее количество необходимой воды} = 10^3 (D \times T) [(R - M) / 100] \text{ литров/кв. м,}$$

где

D - плотность грунта в тоннах на кубический метр;

T - толщина слоя в метрах;

R - оптимальное содержание влаги, выраженное в процентах;

M - процентное содержание влаги в грунте (полевое испытание).

После того как определено общее количество воды, которое необходимо добавить, его предпочтительно делят на две части в соотношении 60:40. Первая порция является носителем для добавления покрывающего агента (то есть Части А), тогда как вторая порция предназначена для добавления отверждающего агента (то есть Части В).

Количество концентрированного покрывающего агента и отверждающего агента (например, в форме гранулированной соли), которое необходимо добавить к каждой соответствующей порции, определяют по результатам лабораторного анализа следующим образом:

$$\text{Количество покрывающего агента} = 10^3 (D \times T) [C / 100] \text{ литров/кв. м}$$

где

C - процентное добавление концентрированного покрывающего агента/отверждающего агента, необходимое по результатам лабораторного анализа;

D - плотность грунта в тоннах на кубический метр;

T - толщина слоя в метрах.

Показано, что эффективным является количество отверждающего агента, равное примерно 20% от эквивалентной массы покрывающего агента.

Далее для иллюстративных целей будет описан конкретный вариант осуществления настоящего изобретения. В иллюстративном способе используют Часть А жидкости, которая содержит покрывающий агент, обозначенный авторами настоящего изобретения как "СВ230419", который является кокосовой жирной кислотой, полученной от таких поставщиков, как компания Redox Chemicals, и который включает лауриновую кислоту, миристиновую кислоту и стеариновую кислоту в качестве основных компонентов. Затем в Части А жидкости может быть получено мыло жирной кислоты посредством смешивания кокосовой жирной кислоты с щелочью (в этих примерах - с гидроксидом натрия и гидроксидом калия), диспергатором и спиртом, как описано ниже.

Этот покрывающий агент, содержащийся в Части А жидкости, можно налить или распылить непосредственно на грунтовую основу. После обработки Частью В раствора, который содержит отверждающий агент в форме сульфата алюминия (который реагирует с мылом, содержащимся в Части А, с образованием нерастворимого алюминиевого мыла), образующаяся клейкая композиция оказывает эффект стабилизации грунтовой основы и после уплотнения и консолидации делает ее непроницаемой для протечек, обеспечивая за счет этого стабильный водонепроницаемый слой, расположенный под (создаваемым впоследствии) дорожным покрытием. Такая обработка консолидирует и защищает зерна или частицы, образующие грунт, от вредных эффектов воды.

Обработанный слой грунта обнаруживает несущую способность, достаточно высокую для того, чтобы выдерживать транспортные нагрузки, за счет снижения набухания грунта и повышения его способности выдерживать нагрузку. Наиболее важным является то, что авторы настоящего изобретения обнаружили, что эти свойства не изменяются с течением времени.

Композиции и способы получения двух иллюстративных Частей А композиции показаны ниже в табл. 1.

Таблица 1. Композиции Части А

	Композиция 1	Композиция 2
Сырьевой материал	%	%
Водопроводная вода	71,7	73,6
Жирная кислота (СВ230419)	22,0	20,0
Гидроксид натрия (50%)	1,5	1,5
Гидроксид калия (технический, хлопья)	2,6	2,7
Моностеарат этиленгликоля (EGMS)	1,0	1,0
2-пропанол	1,2	1,2
Всего	100,00	100,00

Стадии способа

1. Нагреть кокосовую жирную кислоту до 60-65°C и выдерживать при этой температуре до загрузки
2. Добавить воду в чистый сосуд
3. Перемешивать при низкой скорости
4. Медленно добавить гидроксид натрия
5. Медленно добавить гидроксид калия
6. Перемешивать в течение 5 мин или до полного растворения компонентов и прозрачности раствора
7. Убедиться, что содержимое сосуда находится при температуре, лежащей в диапазоне от 50 до 90°C (например, от 85 до 87°C)
8. Медленно добавить в сосуд жирную кислоту
9. Отрегулировать температуру до 85-87°C; при необходимости - при медленном перемешивании
10. Поддерживать температуру в диапазоне от 85 до 87°C в течение 30 мин, обеспечивая гомогенность смеси
11. Добавить EGMS
12. Перемешивать в течение 15 мин
13. Убедиться в гомогенности смеси
14. Измерить pH согласно ASTM D460 и при необходимости отрегулировать до значения, лежащего в диапазоне от 8,5 до 9,0, 50%-ным раствором гидроксида натрия
15. Получить образец и оттитровать 0,1 М HCl согласно ASTM D460
16. Продолжить перемешивание и охладить смесь до 30°C
17. Добавить краситель (при необходимости; например, для визуальной индикации участка, где нанесена Часть А композиции)
18. Добавить 2-пропанол

19. Перемешивать в течение 10 мин

20. Взять образец, чтобы убедиться, что смесь гомогенная

При необходимости pH смеси можно отрегулировать до значения, лежащего в диапазоне от 8,5 до 9,0, посредством добавления дополнительного количества гидроксида натрия, можно в форме 50%-ного раствора. Подходящим красителем является бриллиантовый синий (Brilliant Blue FCF Supra) в концентрации, равной примерно 0,001 мас. %.

Характеристики концентрированной Части А композиции, которая содержит покрывающий агент, полученной указанным выше способом, являются следующими.

рН при 20°C	8,5-9,0
Внешний вид	Жидкость с перламутровым блеском
Плотность, кг/л при 20°C 1,015	Характерная
Вязкость (чашка Форда № 4) при 45°C	От 10 до 13 секунд
Растворимость в воде	Полная
Растворимость в этиловом спирте	Не растворимо (макс. 1%)
Поверхностное натяжение в 0,5%-ном растворе	31,7 дин/см
Испытание с раствором $Al_2(SO_4)_3$ (отверждающий агент : $Al_2(SO_4)_3$: H_2O = 1:1:1)	Образуется осадок

Настоящее изобретение также относится к набору для стабилизации грунта, который содержит первый контейнер и второй контейнер, причем

первый контейнер содержит покрывающий агент, включающий соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, который при нанесении на грунт покрывает частицы грунта, содержащиеся в грунте; и

второй контейнер содержит отверждающий агент, включающий соль металла, которая способна реагировать с солями жирных кислот, полученных из кокосового масла, и который при нанесении на частицы грунта с покрытием вызывает консолидацию частиц грунта с покрытием.

Композиция, содержащая соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, спирт и диспергирующий агент, может использоваться в способах по настоящему изобретению, описанных в данной публикации. Соли жирных кислот, спирт и диспергирующий агент могут, например, быть такими, как описано выше в контексте способа по настоящему изобретению. Композицию можно использовать, например, в качестве покрывающего агента в способе, описанном выше.

В данной публикации описан способ стабилизации грунтов для строительства автомобильных дорог и т.п., в котором стабилизирующий реагент, содержащий растворимое мыло жирной кислоты или натуральное масло, наносят на грунт (если не используют дорожное покрытие) или на грунтовую основу (перед укладкой дорожного покрытия, если оно необходимо). Затем стабилизирующий реагент обрабатывают *in situ* нейтрализующим раствором, содержащим соль металла, для придания ему нерастворимости.

Описание примеров осуществления изобретения

Далее будут описаны примеры конкретных вариантов осуществления в соответствии с настоящим изобретением.

Пример 1.

Приведенные ниже примеры иллюстрируют различные композиции концентрированной Части А жидкости согласно настоящему изобретению. Во всех вариантах осуществления настоящего изобретения Часть В жидкой композиции содержала сульфат алюминия.

КОМПОНЕНТ	ПРИМЕРЫ КОМПОЗИЦИЙ					
	A	B	C	D	E	F
	Массовые проценты					
Вода	79,6	75,41	75,59	76,0	75,55	76,35
NaOH (50% раствор)	1,2	7,16	3,00	6,0	1,50	-
KCl (твердый)	-	2,62	2,60	-	2,65	4,84
Кокосовая жирная кислота	17,0	17,82	17,82	17,0	18,10	17,82
EGMS	1,0	0,99	0,99	1,0	1,00	
2-пропанол	1,2	-	-	-	1,20	-
Краситель					0,0001	

Внешний вид

Композиция	Внешний вид
A:	Текучая среда с pH 5,8 (добавление 0,8% NaOH вызывало гелеобразование)
B:	Текучая среда без перламутрового блеска
C:	Молочно-белая текучая среда
D:	Молочно-белая текучая среда
E:	Текучая среда с перламутровым блеском
F:	Текучая среда

Концентрированный жидкий реагент для стабилизации основания автомобильной дороги, соответствующий Композиции E и полученный согласно указанным выше стадиям способа, был испытан с использованием разнообразных стандартных процедур на широком спектре образцов австралийского грунта. 5 кг образцов грунта были получены из различных регионов по всей Австралии. Результаты некоторых из этих лабораторных испытаний приведены ниже.

Эксперимент 1.

Образец: Песчаный суглинок

	Необработанный	Обработанный
Покрывающий агент, %		0,1
Отверждающий агент, %		0,02
Кальциевая суспензия		0,06
Оптимальное содержание влаги, %	22,5	22,5
Плотность в сухом состоянии, т/м ³	1,54	1,42
Влажность при формовании, %	254,0	29,6
Калифорнийский показатель несущей способности	8	60

Эксперимент 2.

Образец: Бреварринский грунт

	Необработанный	Обработанный
Покрывающий агент, %		0,1
Отверждающий агент, %		0,02
Кальциевая суспензия		0,06
Оптимальное содержание влаги, %	22,5	22,5
Плотность в сухом состоянии, т/м ³	1,54	1,42
Влажность при формовании, %	25,0	29,6
Калифорнийский показатель несущей способности	8	60

Эксперимент 3.

Образец: Грунт из Бурка

	Необработанный	Обработанный
Покрывающий агент, %		0,1
Отверждающий агент, %		0,05
Кальциевая суспензия		0,06
Оптимальное содержание влаги, %	21,6	21,6
Плотность в сухом состоянии, т/м ³	1,54	1,52
Влажность при формовании, %	23,6	25,8
Калифорнийский показатель несущей способности	9	73

Эксперимент 4.

Образец: Грунт из Виндзора

	Необработанный	Обработанный
Покрывающий агент, %		0,1
Отверждающий агент, %		0,01
Кальциевая суспензия		0,04
Оптимальное содержание влаги, %	18,0	18,0
Плотность в сухом состоянии, т/м ³	1,65	1,65
Влажность при формовании, %	19,9	20,7
Калифорнийский показатель несущей способности	5	45

Эксперимент 5.

Образец: Грунт из Бейтманс-Бей

	Необработанный	Обработанный
Покрывающий агент, %		0,1
Отверждающий агент, %		0,05
Кальциевая суспензия		0,06
Оптимальное содержание влаги, %	12,0	12,0
Плотность в сухом состоянии, т/м ³	1,92	1,92
Влажность при формовании, %	11,8	11,5
Калифорнийский показатель несущей способности	6	69

Во всех случаях видно, что была достигнута удовлетворительная стабилизация грунта по результатам измерения CBR грунта, которая значительно превысила природную стабильность грунта и имела значение, которое является подходящим для оснований автомобильных дорог.

Пример 2.

Полевое испытание провели на грунтовом основании автомобильной дороги в Сиднейском регионе Австралии. Часть А композиции, содержащую покрывающий агент в форме Композиции 2, указанной выше в табл. 1, разбавленную водой, и Часть В композиции, содержащую сульфат алюминия, растворенный в воде, нанесли на основание автомобильной дороги способом, описанным выше, и оставили на 3 дня, в течение которых почти непрерывно шел дождь.

Затем три участка основания дороги (левую и правую стороны и центральную часть дороги) испытали с использованием стандартного теста с коническим пенетрометром (СРТ; от англ.: cone penetrometer test), который показывает относительную прочность и стабильность поверхности. Результаты пенетриметрического теста приведены ниже в табл. 2.

Таблица 2. Результаты СРТ

Глубина погружения пенетрометра (мм)	Обработанный участок дороги (левый край)	Обработанный участок дороги (правый край)	Обработанный участок дороги (центральная часть)	Необработанный участок
150 мм	8	12	13	6
300 мм	10	26	22	6
450 мм	7	19	11	7
600 мм	15	17	16	6
750 мм	11	15	15	5
900 мм	13	15	18	4
1050 мм	15	15	17	6

Как можно видеть, центральная часть и правая сторона дороги, обработанные согласно настоящему изобретению, продемонстрировали очень сходные значения прочности по всей глубине обработки и даже ниже. Левая сторона дороги была менее прочной на глубине обработки, и авторы настоящего изобретения предполагают, что та сторона вероятнее всего была обработана не столь оптимально, как центральная и противоположная стороны дороги.

Данные, приведенные в табл. 2, наглядно демонстрируют, что основание дороги, обработанное согласно настоящему изобретению, обладает значительно более высокой прочностью по сравнению с отрицательным контролем (то есть с необработанной дорогой). Более конкретно, на глубине, равной 150 мм, правильно обработанные участки дороги показали 100%-ное повышение прочности по сравнению с необработанной дорогой, на глубине, равной 300 мм, правильно обработанные участки дороги показали 400%-ное повышение прочности по сравнению с необработанной дорогой и на глубинах более 300 мм правильно обработанные участки дороги показали повышение прочности на 200-300% по сравнению с необработанной дорогой.

Как указано выше, это испытание было проведено после 3 дней почти непрерывного дождя, что позволило испытать водонепроницаемость основания дороги, полученного согласно настоящему изобретению, и влияние этой водонепроницаемости на прочность дороги наглядно видно из результатов.

Варианты осуществления настоящего изобретения обеспечивают способы стабилизации объема грунта и могут обеспечивать одно или более из следующих преимуществ:

Благодаря использованию способа по настоящему изобретению можно обеспечить значительную экономию времени и денег. В общих чертах, необходимо меньше оборудования и рабочей силы. Процесс легко осуществить.

Водонепроницаемость стабилизированного грунта приводит к большей долговечности оснований дорог, особенно в регионах с большим количеством дождей.

Снижение скользкости дорог (разжижения грунтов) в основаниях из песчаных грунтов.

Работу можно прервать на многих стадиях без ухудшения конечного результата. Если этого требуют обстоятельства, то обработанный слой можно удалить и заменить.

Используемые продукты в целом являются безвредными, экологически приемлемыми и легко обрабатываемыми. В целом они являются нетоксичными, безопасными, негорючими при хранении и обращении, некоррозионными и по существу безвредными для людей и животных. Покрывающий агент сам по себе может быть водорастворимым и биоразлагаемым до обработки его отверждающим агентом.

Минимизируются расходы на транспортировку, так как агенты можно перевозить в концентрированной форме и разбавлять на месте.

Специалистам в области техники, к которой относится настоящее изобретение, будет очевидно, что можно произвести много его модификаций без отклонения от сущности и объема настоящего изобретения.

Следует понимать, что любая относящаяся к предшествующему уровню техники публикация, на которую дана ссылка в данной публикации, не является свидетельством того, что данная публикация является частью общеизвестных сведений в данной области техники.

В приведенной ниже формуле изобретения и в приведенном выше описании настоящего изобретения, за исключением случаев, когда контекст требует иного в явном виде или в виде необходимого подразумеваемого положения, слово "содержать" или его вариации, такие как "содержит" или "содержащий", использованы в инклюзивном смысле, то есть для обозначения наличия указанных признаков, но без исключения наличия или добавления других признаков в различных вариантах осуществления настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ стабилизации объема грунта, включающий нанесение на грунт покрывающего агента, включающего соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, при этом указанные соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, включают смесь солей лауриновой, миристиновой и стеариновой кислот, и посредством чего частицы грунта в указанном грунте покрываются покрывающим агентом; нанесение на грунт отверждающего агента, включающего соль металла, которая способна реагировать с солями жирных кислот, полученных из кокосового масла, в результате чего образуется отвержденный продукт; и уплотнение грунта, посредством чего частицы грунта с покрытием консолидируются.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что объем грунта разрыхляют перед нанесением покрывающего агента.
3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что покрывающий агент распыляют на поверхность объема грунта.
4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что покрывающий агент физически вмешивают в объем грунта.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что покрывающий агент вносят в объем воды перед его нанесением на грунт.
6. Способ по любому из пп.1-5, отличающийся тем, что отверждающий агент распыляют на поверхность объема грунта.
7. Способ по любому из пп.1-6, отличающийся тем, что отверждающий агент физически вносят в объем грунта.
8. Способ по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что отверждающий агент вносят в объем воды перед его нанесением на грунт.
9. Способ по любому из пп.1-8, отличающийся тем, что соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, представляют собой натриевые и/или калиевые соли жирных кислот.
10. Способ по любому из пп.1-9, отличающийся тем, что покрывающий агент предоставляется в жидкой композиции, которая дополнительно содержит спирт.
11. Способ по п.10, отличающийся тем, что спирт представляет собой 2-пропанол.
12. Способ по любому из пп.1-11, отличающийся тем, что покрывающий агент предоставляется в жидкой композиции, которая дополнительно содержит диспергирующий агент.
13. Способ по п.12, отличающийся тем, что диспергирующий агент представляет собой моностеарат этиленгликоля.
14. Способ по любому из пп.1-13, отличающийся тем, что отверждающий агент включает соль алюминия.
15. Способ по любому из пп.1-14, отличающийся тем, что отверждающий агент включает сульфат алюминия.
16. Способ по любому из пп.1-15, отличающийся тем, что он дополнительно включает внесение дополнительного материала в объем грунта перед нанесением отверждающего агента.
17. Способ по п.16, отличающийся тем, что дополнительный материал вносят в объем грунта перед нанесением покрывающего агента.
18. Способ по п.16 или 17, отличающийся тем, что дополнительный материал выбран из одного или более следующих материалов: измельченные отходы пластика, песок, строительный наполнитель и битое стекло.
19. Способ по любому из пп.1-10, отличающийся тем, что он дополнительно включает добавление извести в объем грунта.
20. Способ по любому из пп.1-19, отличающийся тем, что стабилизированный объем грунта образует основание автомобильной дороги или подстилающий слой автомобильной дороги.
21. Способ по любому из пп.1-20, отличающийся тем, что грунт содержит глину.
22. Набор для стабилизации грунта, который включает первый контейнер и второй контейнер, при этом первый контейнер, содержит покрывающий агент, включающий соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, где указанные соли жирных кислот, полученных из кокосового масла, включают смесь солей лауриновой, миристиновой и стеариновой кислот, и который при нанесении на грунт покрывает частицы грунта в указанном грунте; и при этом второй контейнер содержит отверждающий агент, включающий соль металла, которая способна реагировать с солями жирных кислот, полученных из кокосового масла, и который при нанесении на грунт вызывает консолидацию частиц грунта с покрытием.
23. Набор по п.22, используемый в способе по любому из пп.1-21.

