

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 656 656** <sup>(13)</sup> **C2**

(51) МПК

[E02D 3/12 \(2006.01\)](#)

[E02D 27/08 \(2006.01\)](#)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: [2015149374](#), 17.11.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
17.11.2015

Дата регистрации:  
06.06.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.11.2015

(43) Дата публикации заявки: 22.05.2017 Бюл.  
№ [15](#)

(45) Опубликовано: [06.06.2018](#) Бюл. № [16](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2372445 C2, 10.11.2009. RU  
2382850 C1, 27.02.2010. SU 1097744 A,  
15.06.1984. RU 2455414 C1, 10.07.2012. SU  
908984 A, 28.02.1982. US 5026215 A,  
25.06.1991.

Адрес для переписки:

394026, г. Воронеж, Московский просп., 14,  
ВГТУ, патентный отдел

(72) Автор(ы):

Золотухин Сергей Николаевич (RU),  
Абраменко Анатолий Александрович  
(RU),  
Кукина Ольга Борисовна (RU),  
Вязов Александр Юрьевич (RU),  
Лобосок Антон Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Воронежский  
государственный технический  
университет" (RU)

(54) СПОСОБ ОБЪЕМНОЙ ЦЕМЕНТАЦИИ ГРУНТОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области строительства и может быть применено при инженерной подготовке строительных площадок для нового строительства. В способе объемной цементации песчаных, супесчаных, суглинистых грунтов и легких глин, включающем приготовление водной суспензии портландцемента с водопоглощающим минеральным компонентом и введение в грунт приготовленной суспензии, предварительно осуществляют удаление грунта, содержащего органические примеси, в образовавшемся котловане осуществляют приготовление водной суспензии равномерным перемешиванием портландцемента и воды в соотношении 1:1,2, введение в указанную суспензию при перемешивании супеси или суглинка с получением пасты, введение в нее водопоглощающего минерального

компонента – сталеплавильного, или доменного, или фосфорного шлака, причем состав жесткой твердеющей смеси содержит указанные компоненты в следующем соотношении, мас. %: портландцемент 5-20, шлак не более 40, вода 6-20, супесь или суглинок - остальное, при этом при объемной цементации указанных грунтов используют одноковшовые экскаваторы. Технический результат – разработка технологического способа объемной цементации грунтов и устройство противодиффузионных завес при решении проблем несущей способности фундамента. 2 пр.

Изобретение относится к области строительства и может быть применено при инженерной подготовке строительных площадок для нового строительства. Способ объемной цементации грунтов предназначен для укрепления грунтов оснований существующих зданий и устройства противодиффузионных завес при решении проблем несущей способности фундамента.

Известен способ закрепления переувлажненных глинистых и просадочных грунтов, включающий выполнение в переувлажненных грунтах вертикальной или наклонной полости и формирование в ней сваи путем заполнения этой полости несвязным наполнителем с последующим его втрамбовыванием и уплотнением [патент на изобретение №2382850, опубликован 27 февраля, 2010]. Этот способ представляет собой выполнение полости вибропогружением шаблона. В качестве заполнителя в полость вносят водопоглощающий субстрат в виде песчано-цементной смеси, который отверждают водой, содержащейся в переувлажненном грунте. Ниже подошвы формирующейся сваи через материал этой сваи с помощью вибратора забивают иньектор на проектную глубину и, поднимая иньектор с тераемым наконечником, одновременно нагнетают твердеющий раствор. Недостатком этого технического решения является сложность технологического процесса, которая заключается в забивании иньектора на проектную глубину и поднимание его с тераемым наконечником, одновременно нагнетание твердеющего раствора.

Известен способ закрепления слабых грунтов, включающий создание цилиндрической полости в поверхности, укрепление стенок цилиндрической полости трубой - кондуктором и иньектирование твердеющего раствора путем его подачи под давлением в грунт через иньектор [патент на изобретение 2256028, опубликовано 10.07.2005. Бюл. 19]. В грунтах большой мощности цилиндрическую полость создают и укрепляют ее стенки трубой – кондуктором, путем одновременного ее погружения под действием вибрации с размещенной в ней соосно вспомогательной трубой, внешний диаметр которой определяют по определенной зависимости. Вспомогательную трубу извлекают из трубы-кондуктора при достижении глубины расположения верхней границы слабых грунтов, подлежащих закреплению. Через трубу-кондуктор под действием вибрации погружают иньектор на всю мощность закрепляемой толщи слабых грунтов, герметизируют его в кондукторе и через него поинтервально нагнетают твердеющий раствор, поднимая каждый раз иньектор на высоту очередного иньектируемого интервала. Все операции по иньектированию на одной точке закрепления выполняют за время релаксации грунта, уплотненного при вибропогружении кондуктора и иньектора. Технический результат состоит в повышении производительности труда, сокращении длительности процесса, снижении затрат, экономии энергии и технологичности способа. Недостатком известного способа является то, что диаметр уплотнения при забивке кондукторов не превышает трех внешних радиусов поперечного сечения трубы-кондуктора и сохраняется до 3 суток, т.е. это вспомогательное мероприятие, которое обеспечивает возможность закрепления нижележащих грунтов, а верхние грунты в процессе релаксации или замачивания разуплотняются и принимают естественную прочность.

Известен также способ закрепления грунта, включающий определение количества, порядка залегания, толщины и свойств геологических элементов в геологическом разрезе закрепляемого массива грунта с последующим закреплением грунта отдельными заходками снизу вверх по высоте закрепляемого грунта [патент 2209267]. В геологических элементах с наибольшими просадочными свойствами возводят буронабивные сваи с использованием обсадной трубы путем полного замещения грунта бетонной смесью, а в остальных геологических элементах возводят грунтоцементные сваи по струйной технологии, при этом каждую следующую заходку осуществляют после того, как свая, возведенная предыдущей заходкой, наберет прочность, достаточную для удержания закрепляемого при последующей заходке грунта, а буронабивные и грунтоцементные сваи возводят соосно. Недостатком способа является его нетехнологичность, так как для каждого инженерно-геологического элемента необходимо использовать свою технологию закрепления, следовательно, на каждой точке заново устанавливать другое технологическое оборудование, а так как сооружение каждой сваи выполняют по схеме снизу вверх, то уже после устройства первого свайного элемента вся полость, расположенная выше этого элемента, в обводненных грунтах заплывет грунтом и остатками бетона, то выполнение очередного элемента вверх практически будет невозможно. Кроме того, применяя несколько способов закрепления при сооружении каждой сваи, время выполнения работ значительно возрастает из-за многократного монтажа и демонтажа оборудования, и способ становится нерациональным.

Известен также способ усиления грунтового основания, включающий укладку армирующих элементов, послойную отсыпку грунта с последующим инъецированием раствора наполнителя через выпуски в полость армирующих рукавных элементов. На отсыпанный грунт в качестве армирующих элементов укладывают протяженные рукавные элементы из полупроницаемой полимерной ткани или стеклоткани, при этом инъецирование твердеющего или консистентного раствора наполнителя производят в полость рукавного элемента до проникновения раствора в поры ткани армирующего элемента и цементации контактной зоны грунтового основания или до разрыва ткани и заполнения пустот в окружающем грунте. В качестве твердеющего или консистентного раствора могут инъецировать, соответственно, цементный раствор или раствор бентонитовой глины.

Известен наиболее близкий по совокупности существующих признаков способ цементации слабых (переувлажненных) грунтов, который представляет собой приготовление водной суспензии цемента с тонкодисперсным минеральным компонентом и введение в грунт приготовленной суспензии [заявка на патент МПК E02D 3/12, №2007136530/03, опубликована 10.04.2009 г.]. Этот способ позволяет использовать в качестве тонкодисперсных минеральных компонентов карбонатный шлам химводоподготовки для котельных установок ТЭС или ТЭЦ. Использование большого количества цемента 41,7-66,9% по массе не позволяет удешевлять технологию, к тому же, в технологии инъецирования присутствует неравномерное распределение цемента по объему грунта и требует наличия специальных устройств - инъекторов.

Задачей изобретения является разработка технологичного способа объемной цементации грунтов и устройство противодиффузионных завес при решении проблем несущей способности фундамента.

Техническими результатами, которые могут быть получены при реализации заявленного способа являются: технологичность, экономия энергии, сокращение длительности процесса, повышение производительности, снижение затрат.

Решение задачи и достижение вышеперечисленных технических результатов стали возможными благодаря тому, что удаление грунтов, приготовление водоцементной пасты, формирование жесткой смеси с использованием водопоглощающего

минерального наполнителя производится на одном и том же участке одноковшовыми экскаваторами.

Способ объемной цементации песчаных, супесчаных, суглинистых грунтов и легких глин, включающий удаление грунтов, содержащих органические примеси (чернозем, ил, намывной ил, заторфованные грунты, торфы, сапропели), объемное перемешивание грунтов с добавлением цемента и водопоглощающих минеральных компонентов, например сталеплавильных, доменных, фосфорных шлаков (регуляторов водоцементного отношения), способных длительное время поглощать воду, создание котлована, приготовление в полученном котловане водной суспензии «цемент в воде» в соотношении 1:1,2 и равномерное тщательное ее перемешивание, введение в суспензию супесей (суглинок), оставшихся в котловане после удаления чернозема, ила, намывного ила, заторфованных грунтов, торфа, сапропелей, получение пасты и равномерное ее перемешивание, введение водопоглощающего компонента (сталеплавильных, доменных, фосфорных шлаков), способных длительное время поглощать воду, производят одноковшовыми экскаваторами.

Способ объемной цементации грунтов заключается в следующем: предварительно на строительную площадку для нового строительства с составом грунтов, содержащих органические примеси, например чернозем, ил, намывной ил, заторфованные грунты, торфы, сапропели, устанавливаются одноковшовые экскаваторы, которые путем выкапывания перечисленных грунтов удаляют их. Ковшами установленных экскаваторов путем равномерного перемешивания в котловане приготавливают водоцементную суспензию с избыточным водоцементным отношением «цемент в воде» в соотношении 1:1,2. При дальнейшем перемешивании суспензии вводятся супесь, суглинок, оставшиеся в котловане после удаления чернозема, ила, намывного ила, заторфованных грунтов, торфа, сапропелей, для получения в котловане пасты, начала формирования кристаллического каркаса и экономии материалов при устройстве оснований фундаментов. Затем для уменьшения водоцементного отношения (связывания избыточной воды) в пасту, приготовленную с помощью одноковшовых экскаваторов, вводят водопоглощающий минеральный наполнитель: сталеплавильный, доменный, фосфорный шлак (регуляторы водоцементного отношения), способные длительное время поглощать воду. Состав жесткой твердеющей смеси содержит указанные компоненты в следующем соотношении массовых долей, %:

|  |         |
|--|---------|
| Цемент   | 5 – 20  |
| Супесь (суглинок), оставшиеся в котловане после удаления чернозем, ил, намывной ил, заторфованный грунт, торф, сапропели | 69 – 20 |
| Шлак   | 20 – 40 |
| Вода   | 6 – 20  |

Массовые доли компонентов могут меняться.

При этом зерна водопоглощающего компонента равномерно покрываются пленкой водоцементной суспензии, формируется жесткая твердеющая смесь. Повышается прочность и надежность грунтового основания, снижается деформативность.

Практическая применимость заявленного способа объемной цементации грунтов показана следующими примерами исполнения:

#### Пример 1

Пятиэтажное жилое кирпичное здание по адресу: г. Воронеж, ул. Массалитинова д. 16, на плитном фундаменте. Основание устраивалось на овражистой местности с большим перепадом высот. Перепад высот достигал 30 см на одном метре. Грунты оснований имели выклиновки намывного растительного слоя толщиной до 3 метров, карбонатных суглинков толщиной до 3 метров, супесей и суглинков различной толщины. На глубине 2-6 м под намывными грунтами находились твердые и полутвердые глины, которые было решено использовать в качестве несущих оснований. Выполнение работ усложнялось замачиванием района застройки общей площадью 1500 м<sup>2</sup> 14-ю ручьями.

Объемная цементация грунтов оснований была выполнена на площади 1200 м<sup>2</sup> одноковшовым экскаватором с объемом ковша 1,4 м<sup>3</sup>, закреплено 4800 м<sup>3</sup> грунта. Расход цемента на весь объем 5,3% от массы смеси. Расход сталеплавильного шлака Новолипецкого металлургического комбината 30% от массы смеси. Вода, грунт - 64,7%. На выполнение работ было потрачено 30 бригадо/смен. Прочность образцов-кубов с размером ребра 15 см в возрасте 28 суток 4-5 МПа. Время выполнения работ август-сентябрь.

Объемная цементация грунтов оснований в сложных гидрогеологических условиях позволила снизить стоимость устройства оснований (вместо свайных) в 3 раза, повысить надежность грунтового основания за счет его однородности. Резко снижены сроки устройства фундамента (на 2,5 месяца).

#### Пример 2

Пристройка к школе одноэтажного жилого кирпичного здания: Воронежская обл. село Репьевка. Общая площадь застройки 600 м<sup>2</sup>. На площади 80 м<sup>2</sup> из-за выклиновки просадочных суглинков образовались просадочные ямы, превратившие эту площадь в болото глубиной до 3-х м. Объемная цементация просадочных суглинков выполнена одноковшовым экскаватором. Закреплено 180 м<sup>3</sup> грунта. Расход цемента 5,8% от массы смеси. Расход сталеплавильного шлака Новолипецкого металлургического комбината 20%. 74,2% - вода и карбонатные суглинки. На выполнение работы затрачено 3 бригадо/смены. Контрольное наблюдение за состоянием здания в течение года и шести месяцев не показало каких-то отклонений с момента завершения работ по закреплению. Прочность укрепленного грунта на год составило 12,5 МПа. Плотность 1800 кг/м<sup>3</sup>. Объемное укрепление карбонатных суглинков одноковшовыми экскаваторами резко снизило сроки выполнения устройства, стоимость устройства фундамента понизилось в 8 раз.

Как видно из примеров, заявленная совокупность существенных признаков позволяет решить поставленную задачу и создать технологичный способ объемной цементации грунтов большой мощности до 6 м, позволяющий использовать перемешивание одноковшовыми экскаваторами, введение цемента и добавок, обладающих длительной водопоглощающей способностью, обеспечивающий достижение ожидаемых результатов.

#### Формула изобретения

Способ объемной цементации песчаных, супесчаных, суглинистых грунтов и легких глин, включающий приготовление водной суспензии портландцемента с водопоглощающим минеральным компонентом и введение в грунт приготовленной суспензии, отличающийся тем, что предварительно осуществляют удаление грунта, содержащего органические примеси, в образовавшемся котловане осуществляют приготовление водной суспензии равномерным перемешиванием портландцемента и воды в соотношении 1:1,2, введение в указанную суспензию при перемешивании

супеси или суглинка с получением пасты, введение в нее водопоглощающего минерального компонента – сталеплавильного, или доменного, или фосфорного шлака, причем состав жесткой твердеющей смеси содержит указанные компоненты в следующем соотношении, мас. %: портландцемент 5-20, шлак не более 40, вода 6-20, супесь или суглинок - остальное, при этом при объемной цементации указанных грунтов используют одноковшовые экскаваторы.