



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК
B09C 1/10 (2006.01)
B09C 1/08 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2009100398/21**, **11.01.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.01.2009

(43) Дата публикации заявки: **20.07.2010**

(45) Опубликовано: **10.11.2010** Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2296016 C1**, **27.03.2007**. **RU 2024078 C1**, **30.11.1994**. **RU 2007102497 A**, **27.07.2008**. **RU 2005139100 A**, **20.07.2007**. **JP 2004008900 A**, **15.01.2004**.

Адрес для переписки:
**410056, г.Саратов, ул. Белоглинская, 21/31,
кв.136, В.Г. Сержантову**

(72) Автор(ы):

**Сержантов Виктор Геннадиевич (RU),
Сержантов Виктор Викторович (RU),
Сержантов Дмитрий Викторович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Сержантов Виктор Геннадиевич (RU),
Сержантов Виктор Викторович (RU),
Сержантов Дмитрий Викторович (RU)**

(54) СПОСОБ ДЕТОКСИКАЦИИ ГРУНТА, ЗАГРЯЗНЕННОГО НЕФТЕПРОДУКТАМИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к очистке грунта, загрязненного нефтепродуктами. Способ предусматривает внесение в грунт природного сорбента до достижения заданной концентрации загрязняющего вещества в грунте. Перед внесением в грунт сорбента производят замеры концентраций загрязняющего вещества при смешении проб загрязненного грунта с сорбентом. Затем определяют массу сорбента, необходимого для смешения с грунтом, загрязненным определенным ранее загрязняющим веществом, и достижения в грунте заданной концентрации загрязняющего вещества. Проводят увлажнение загрязненного грунта, затем

распределяют рассчитанную массу сорбента по поверхности загрязненного грунта с одновременным перемешиванием сорбента с загрязненным грунтом. В качестве сорбента используют глауконит. В сорбент дополнительно вводят биопрепарат, в качестве которого используют при температуре грунта выше $+15^{\circ}\text{C}$ культуры углеводородоокисляющих микроорганизмов и ассоциации почвенных нефтеокисляющих бактерий, а при температуре грунта от $+15^{\circ}\text{C}$ и ниже - мицелиальные грибы. Изобретение позволяет производить очистку грунтов от различных типов нефтепродуктов: мазут, дизельное топливо, бензин, керосин, ароматические вещества. 1 з.п. ф-лы.

RU 2 403 103 C2

RU 2 403 103 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
B09C 1/10 (2006.01)
B09C 1/08 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2009100398/21, 11.01.2009**
(24) Effective date for property rights:
11.01.2009
(43) Application published: **20.07.2010**
(45) Date of publication: **10.11.2010 Bull. 31**
Mail address:
**410056, g.Saratov, ul. Beloglinskaja, 21/31,
kv.136, V.G. Serzhantovu**

(72) Inventor(s):
**Serzhantov Viktor Gennadievich (RU),
Serzhantov Viktor Viktorovich (RU),
Serzhantov Dmitrij Viktorovich (RU)**
(73) Proprietor(s):
**Serzhantov Viktor Gennadievich (RU),
Serzhantov Viktor Viktorovich (RU),
Serzhantov Dmitrij Viktorovich (RU)**

(54) METHOD OF DETOXICATING SOIL CONTAMINATED BY OIL PRODUCTS

(57) Abstract:
FIELD: process engineering.
SUBSTANCE: invention relates to purification of soils contaminated by oil products. Proposed method consists in adding natural sorbent into soil to preset concentration of contaminant in soil. Prior to adding the sorbent, contaminant concentration is measured in mixing contaminated soil with sorbent. Then the weight of sorbent to be mixed with soil contaminated by pre-determined contaminant to reach preset concentration of said contaminant.

Contaminated soil is damped, calculated sorbent bulk is distributed over contaminated soil surface and sorbent is mixed with said contaminated soil. Glauconite is used a said sorbent. Biopreparation is added to sorbent. Said biopreparation represents cultures of hydrocarbon-oxidising microorganisms and associations of soil oil-oxidising bacteria at soil temperature exceeding +15°C while at +15°C and below, micellar fungi are used.
EFFECT: detoxication of soils.
2 cl, 2 ex

RU 2 403 103 C2

RU 2 403 103 C2

Изобретение относится к очистке окружающей среды, в частности грунта, загрязненного различными органическими загрязнителями (например, нефтепродуктами), и может быть использовано для детоксикации различных типов грунтов (техногенно загрязненного грунта, осадка очистных сооружений, буровых шлам

5

и т.д.), содержащих нефтепродукты с различной концентрацией. Известен способ обработки почвы, включающий внесение навоза с последующей вспашкой, заключающийся в том, что один раз в 7-10 лет в нижней части пахотного слоя создают экранирующую прослойку толщиной до 10 см из бентонитовых или бентонитоподобных глин, а внесение навоза осуществляют в поверхностный слой почвы совместно с глауконитом (см. авт. свид. СССР на изобретение №1794342, МПК А01В 79/02, опубл. 15.02.1993 г.).

10

В известном способе для очистки почвы от вредных химических веществ рекомендуется вносить глауконита в количестве 0,5 т/га. Применение глауконита совместно с навозом способствует задержке разложения последнего и обогащению почвы азотом, за счет адсорбционной способности глауконита и бентонита, что и предохраняет азот от вымывания из почвы. Сам навоз, в свою очередь, ускоряет разложение глауконита, который адсорбирует из окружающей среды вредные вещества, главным образом, гербициды, пестициды и радиоактивные изотопы некоторых элементов, например, стронция, цезия, а также тяжелые металлы. Навоз в данном случае вносится безразмерно и распределяется по поверхности равномерно, что экономически невыгодно и вредно сказывается на растениях, где его переизбыток, т.е. угнетающе действует на растения. Кроме того, разные участки почвы могут иметь разные типы и концентрацию загрязняющих веществ. Поэтому для повышения эффективности детоксикации загрязненного грунта, т.е. для приведения остаточной концентрации загрязняющих веществ до уровня требуемой концентрации, например, нормативно установленной предельно допустимой концентрации (ПДК), во многих случаях требуется внесение на разные участки большего количества глауконита, при этом трудно определить какое количество навоза необходимо вносить на конкретные участки почвы.

15

20

25

30

Известен способ сорбционного извлечения тория из грунта, природных и технологических вод, заключающийся в том, что извлечение тория ведут с помощью пористого композиционного материала, включающего вермикулит, активированный уголь, глауконит, декстрин при равном соотношении компонентов (см. патент РФ на изобретение №2166216, МПК G21F 09/12, опубл. 27.04.2001 г.).

35

Известен также способ сорбционного извлечения тория из грунта, природных и технологических вод, заключающийся в том, что извлечение тория ведут с помощью пористого композиционного материала, включающего вермикулит, активированный уголь, глауконит, декстрин, отличающийся тем, что композиционный материал дополнительно содержит порошок перлитовый фильтровальный при равном соотношении компонентов (см. патент РФ на изобретение №2212068, МПК G21F 09/12, опубл. 10.09.2003 г.).

40

45

Общими недостатками известных способов является отсутствие расчета необходимого количества сорбента для приведения остаточной концентрации загрязняющих веществ до уровня требуемой концентрации, например, нормативно установленной ПДК, что, в свою очередь, отрицательно отражается на экономической стороне вопроса, так как сорбент нужно переместить до обрабатываемого объекта, а это включает в себя транспортные затраты и стоимость самого сорбента. При этом если после обработки сорбентом уровень требуемой концентрации объекта не

50

достигнут, то такая обработка является малоэффективной.

Известен способ очистки воды в естественном водоеме, загрязненной радиоактивными изотопами, путем внесения на поверхность водоема природного сорбента. При этом в качестве сорбента используют глауконитовый песок, который вносят в период ледостава. Затем в последующий период ледостава поверхность водоема покрывают слоем глины, повторяя эти операции до достижения степени очистки воды в водоеме соответствующей концентрации. Во время ледостава на поверхность водоема, зараженного радиоактивными изотопами (например, стронция 90, стронция 89, цезия 137 и т.д.), любым известным способом наносят слой в 30-50 см глауконитового песка. Во время таяния льда глауконитовый песок попадает на дно водоема и путем ионообменного механизма и сорбции извлекает радионуклиды из грунта водоема (ила) и воды. В последующий период ледостава аналогичным образом наносят на поверхность водоема слой глины в 50-70 см, и он в свою очередь, погружаясь на дно водоема, закрывает слой глауконитового песка с извлеченными в него радионуклидами. В последующие годы в случае необходимости (после анализа воды на присутствие в ней радионуклидов) эти операции повторяют до достижения степени очистки воды в водоеме, соответствующей концентрации (см. патент РФ на изобретение №2203511, МПК G21F 09/12, C02F 01/28, E02B 15/00, опубл. 27.04.2003 г.).

В этом техническом решении указано, что при загрязнении водоема необходимо проводить как очистку воды, так и очистку грунта (ила) водоема, как места скопления радионуклидов. Однако недостатком известного способа является отсутствие точного расчета массы сорбента, необходимого для внесения в загрязненную среду (воду и грунт водоема). После первого этапа внесения сорбента возможны два варианта:

- загрязненная среда недостаточно обеззаражена и необходимо через длительный период времени (до следующего ледостава) повторить обработку, что влечет за собой дополнительные расходы по транспортировке сорбента до места заражения и потере времени;
- в загрязненной среде концентрация радионуклидов достигла требуемой концентрации, но при этом невозможно определить точное количество сорбента для достижения цели. Возможно, потребовалось бы рассыпать слой глауконита не 50 см, а, например, 35 см. Это привело бы к значительной экономии сорбента и достижению цели. Подобная неопределенность возникает всегда при применении вышеуказанного способа, когда необходимо произвести окончательную (до достижения требуемой концентрации загрязняющих веществ) очистку загрязненной среды глауконитом.

Известен также консорциум штаммов микроорганизмов-деструкторов: *Alcaligenes denitrificans*, *Bacillus species*, *Pseudomonas putida*, *Aeromonas species*, предназначенный для очистки почв, почвогрунтов, вод от нефти, нефтепродуктов и остаточной замазученности. Окислительная способность консорциума (природных ассоциаций нефтеокисляющих микроорганизмов) составляет 1981 мг CO₂ за 30 сут. Консорциум штаммов микроорганизмов способен расти на обедненной питательной среде, с высокой скоростью окислять нефть и нефтепродукты, что позволяет использовать его при биологической очистке почв, почвогрунтов и вод, загрязненных нефтью, нефтепродуктами и остаточной замазученностью (см. патент РФ на изобретение №2115629, МПК C02F 03/34, B09C 01/10, C12N 01/20, C12N 1/26, C12R 01:01, C12R 01:05, C12R 01:07, C12R 01:40, опубл. 20.07.1998 г.).

Известный консорциум штаммов микроорганизмов-деструкторов, при указанной производительности разложения, будет долго работать из-за того, что большие

концентрации нефтепродуктов затруднительно разложить на воду и двуокись углерода за короткий промежуток времени, а при возможном понижении температуры они могут замедлить работоспособность или совсем погибнуть.

5 Наиболее близким техническим решением является известный способ детоксикации загрязненного грунта путем внесения в него природного "сорбента до достижения заданной концентрации загрязняющего вещества в грунте, при этом в качестве сорбента используют глауконитосодержащее вещество. Перед внесением в грунт сорбента определяют тип загрязняющего вещества и его концентрацию K_0 в пробе 10 загрязненного грунта, затем производят замеры концентраций K_1 , K_2 , K_3 и K_4 загрязняющего вещества при смешении проб загрязненного грунта с сорбентом соответственно в пропорциях грунт: сорбент - 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, после чего определяют массу m_c сорбента, необходимого для смешения с грунтом, загрязненным 15 определенным ранее загрязняющим веществом с концентрацией K_0 , и достижения в грунте заданной концентрации загрязняющего вещества K_3 , исходя из следующего соотношения: $m_c = m_{гр} \cdot K_1 / [K_3 \cdot (K_0/K_1 + K_1/K_2 + K_2/K_3 + K_3/K_4) / 4]$, где $m_{гр}$ - масса грунта, загрязненного определенным ранее загрязняющим веществом с концентрацией K_0 , проводят увлажнение загрязненного грунта, затем распределяют рассчитанную массу 20 сорбента по поверхности загрязненного грунта с одновременным перемешиванием сорбента с загрязненным грунтом. Увлажнение загрязненного грунта производят до достижения им влажности не менее 80%. Перед внесением в грунт сорбента путем исследования проб поверхности загрязненного грунта на содержание загрязняющего 25 вещества определяют участки с различными концентрациями загрязняющего вещества, превышающими заданную концентрацию. Перед обработкой загрязненного грунта проводят измельчение сорбента с последующим выделением рабочей фракции с размером частиц 0,01-0,1 мм. Обработку загрязненного грунта сорбентом ведут при 30 положительной температуре окружающей среды (см. патент РФ на изобретение №2296016, МПК В09С 01/08, G21F 09/28, опубл. 27.03.2005 г.).

Недостатком известного способа является то, что при детоксикации загрязненного грунта для приведения остаточной концентрации загрязняющих веществ до уровня 35 нормативно установленной ПДК, требуется большое количество сорбента, т.е. глауконитосодержащего вещества. Из приведенного в описании изобретения по патенту РФ №2296016 примера по очистке нефтепродуктов видно, что на одну тонну грунта, загрязненного нефтепродуктами с концентрацией 10000 мг/кг, требуется 1778 кг сорбента, если концентрация нефтепродуктов будет в 10 раз больше, то и сорбента на одну тонну нужно будет в 10 раз больше, т.е. 17780 кг. Это повышает 40 экономические расходы, так как стоимость сорбента значительно увеличивается. Кроме того, создается необходимость перемещать большой объем сорбента от пункта производства до обрабатываемого объекта, что приводит к дополнительным транспортным затратам и увеличивает стоимость сорбента.

45 Задачей настоящего изобретения является создание упрощенного способа детоксикации грунта, загрязненного нефтепродуктами, обеспечивающего снижение расхода сорбента, в результате которого достигается заданная остаточная концентрация загрязняющих веществ, при этом позволяющего экономить материальные и сырьевые ресурсы.

50 Техническим результатом, достигаемым при решении настоящей задачи, является обеспечение многократного восстановления свойств сорбента для повышения эффективности его действия при достижении требуемых норм концентрации загрязняющего вещества в грунте и одновременном снижении расхода сорбента.

Указанный технический результат достигается тем, что в способе детоксикации грунта, загрязненного нефтепродуктами, путем внесения в него природного сорбента до достижения заданной концентрации загрязняющего вещества в грунте, перед внесением в грунт сорбента производят замеры концентраций загрязняющего вещества при смешении проб загрязненного грунта с сорбентом, после чего определяют массу сорбента, необходимого для смешения с грунтом, загрязненным определенным ранее загрязняющим веществом, и достижения в грунте заданной концентрации загрязняющего вещества, проводят увлажнение загрязненного грунта, затем распределяют рассчитанную массу сорбента по поверхности загрязненного грунта с одновременным перемешиванием сорбента с загрязненным грунтом, при этом в качестве сорбента используют глауконит, согласно изобретению, в сорбент дополнительно вводят биопрепарат, в качестве которого используют при температуре грунта выше +15°C культуры углеводородоокисляющих микроорганизмов и ассоциации почвенных нефтеокисляющих бактерий, а при температуре грунта от +15°C и ниже - мицелиальные грибы, при этом необходимая масса смеси сорбента с биопрепаратом m_c определяется из следующего соотношения

$$m_c = m_{гп} \cdot K_1 / K_{зад},$$

где $m_{гп}$ - масса грунта;

K_1 - среднеарифметическое значение остаточной концентрации (мг/кг) нефтепродуктов в пробах смеси грунта, биопрепарата и сорбента;

$K_{зад}$ - заданная концентрация (мг/кг) достижения остаточного загрязнения грунта нефтепродуктами,

при этом для определения K_1 значения остаточной концентрации измеряются не менее, чем у трех проб по истечении 5-7 суток после смешения грунта, биопрепарата и сорбента, причем масса грунта в пробах остается неизменной, масса биопрепарата в каждой последующей пробе не меньше, чем в предыдущей, а масса сорбента в каждой пробе отличается друг от друга не менее, чем на 20%.

В качестве биопрепарата используют поликультуру, имеющую в своем составе несколько видов микроорганизмов.

Биодеструкция связанных углеводов осуществляется естественным путем, за счет жизнедеятельности содержащегося в сорбенте биопрепарата, включающего культуры углеводородоокисляющих микроорганизмов и ассоциацию почвенных нефтеокисляющих бактерий, и мицелиальные грибы, при этом сорбент становится естественным органическим удобрением. При температуре грунта выше +15°C используются культуры углеводородоокисляющих микроорганизмов и ассоциация почвенных нефтеокисляющих бактерий подобранных биопрепаратов, в зависимости от состава нефтепродуктов, загрязняющих грунт. При температуре грунта от +15°C и ниже используются мицелиальные грибы, например, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Cahdida* - мицелиальные грибы, деструктурирующие нефтепродукты, которые прекращают работу при отрицательных температурах и возобновляют свою работу при установлении стабильных положительных температур грунта выше 0°C.

Биоактивированный глауконит (глауконит, содержащий биопрепарат) ускоряет биохимическую деструкцию нефтепродуктов и обеспечивает очистку почвы, донных отложений, так и объекта в целом.

В предложенном способе детоксикации загрязненного грунта глауконит является одновременно сорбентом для нефтепродуктов и местом расположения (прикрепления) биопрепарата, микроорганизмы которого деструктурируют нефтепродукты не только вокруг глауконита, но и в самой слоистой структуре глауконита, при этом происходит

биосорбция или биорегенерация минерала. Микроорганизмы, влияющие на процессы биологической очистки, прикрепленные к поверхности глауконита, оказываются более выживаемыми в условиях лимитации по кислороду. Наличие глауконита резко интенсифицирует развитие микроорганизмов за счет наличия калия. Микроорганизмы, поселившиеся на поверхности глауконита, оказываются в более благоприятных условиях по питанию, чем они находятся в обычных условиях.

Таким образом, происходит биорегенерация глауконита, он сорбирует нефтепродукты, а микроорганизмы регенерируют его, окисляя нефтепродукты до H_2O и CO_2 не только вокруг глауконита, но и в самой структуре, пока процесс очистки нефтепродуктов не закончится из-за отсутствия самих нефтепродуктов.

Микроорганизмы, расположенные на глауконите, усиленно размножаются, а глауконит становится пролонгированным сорбентом, способным сорбировать снова (т.е. многократно) нефтепродукты (имеется ввиду, что микроорганизмы съедают нефтепродукты не только вокруг глауконита, но и в самой структуре). При внесении биоактивированного глауконита для ликвидации нефтезагрязнения большой концентрации, он выполняет функцию первоначального снижения концентрации загрязнения за счет своих сорбционных свойств, упрощая работу микроорганизмам, прикрепленным к глаукониту. Внесенный глауконит поглощает из сырой нефти примерно 50% содержащихся в ней полиароматических соединений, при этом наблюдается снижение вредного воздействия летучих и токсичных фракций нефти на атмосферу, воду и землю, улучшается режим дыхания почвы и транспорта кислорода, как основы жизнедеятельности микроорганизмов.

Из-за этого значительно снижается количество глауконита, необходимого для очистки загрязнения, что в свою очередь экономически сказывается при проведении работ, связанных с очисткой грунтов от нефтепродуктов (финансовых, транспортных, энергетических и трудозатрат). Значительно снижается количество биопрепарата, нет необходимости многократно рекультивировать обрабатываемый объект, достаточно одного раза, после внесения биоактивированного глауконита в почву. Это снижает экономические расходы и трудозатраты, так как при обработке загрязненной почвы биопрепаратом без глауконита необходимо проводить рекультивацию загрязненной почвы нефтепродуктами от 3-х до 5-ти раз, чтобы микроорганизмы снабжать кислородом, питанием и дополнительно увлажнять.

Эффективность биоактивированного глауконита намного выше, чем простого глауконита, за счет повышения качества очистки загрязненных грунтов нефтепродуктами.

Биоактивированный глауконит состоит из глауконита и дополнительно содержащегося в нем биопрепарата. Биопрепарат является поликультурой, имеющей в своем составе один или несколько видов микроорганизмов. Так как каждый вид микроорганизмов проявляет наибольшую активность для отдельных фракций нефти, то при использовании достигается наибольшая эффективность потому, что обрабатываются несколько фракций нефтепродуктов сразу с равномерной скоростью.

Культуры углеводородокисляющих микроорганизмов и ассоциация почвенных нефтеокисляющих бактерий могут работать только при положительных температурах не ниже $+15^{\circ}C$, при понижении температуры ниже $+15^{\circ}C$ их производительность резко снижается и они погибают. Мицелиальные грибы могут работать при низких температурах (ниже $+15^{\circ}C$), а при температурах ниже $+5^{\circ}C$ грибные споры не погибают, а впадают в спячку до весны. Благодаря высокой устойчивости мицелиальных грибов к экстремальным факторам, исходная активность

восстанавливается после зимнего периода через 2-3 недели при положительной температуре, они продолжают деструктурировать нефтепродукты дальше, без постороннего вмешательства, т.е. грибы «страхуют» микроорганизмы и бактерии, и когда заканчивается питательная среда (т.е. нефтепродукты), споры грибов впадают в спячку. Если в этом месте опять будет розлив нефтепродуктов, то сорбент, биодеструктурированный биопрепаратом, снизит концентрацию нефтепродуктов, и споры грибов опять начнут работать, т.е. будет пролонгированное действие сорбента и спор грибов.

Используемые биопрепараты могут подбираться в соответствии с условиями для решения различных задач использования и обладать различными характеристиками по:

- маловосприимчивости к резким колебаниям температуры;
- активности при значительном химическом загрязнении среды;
- адаптированности к средам с повышенной соленостью;
- работать непосредственно в толще нефти и/или нефтепродуктов.

Эффективность использования биопрепаратов: биопрепараты должны быть способными очищать воду, содержащую более 25% нефти и почву с загрязненностью выше 250 кг/м³. В воде эффективность обработки должна достигать 95%, в почве 99,9%.

Выбор видов микроорганизмов, которые подходят непосредственно для решения поставленной задачи, осуществляется эмпирически, методом лабораторного подбора. В зависимости от поставленной задачи можно использовать как один, так и несколько видов микроорганизмов.

В качестве биопрепарата может быть использован, например, известный биопрепарат «Руден», созданный на базе двух выделенных из природы высокоактивных штаммов-деструкторов нефти, не патогенных для людей, животных и растений, относящихся к роду *Rhodococcus*, применяемый для биологической очистки водной поверхности, почв и грунтов от загрязнений углеводородами нефти и нефтепродуктами, в том числе после применения механических, адсорбционных и химических методов (см., например, Интернет-сайт, режим доступа: <http://www.biobiz.ru/Products/ruden.htm>).

При очистке нефтяного загрязнения почвы биоактивированным глауконитом с разными биопрепаратами, получается разный результат. Например, при использовании глауконита, содержащего биопрепарат «Руден», его требуется почти в два раза меньше и сроки очистки также снижаются, по сравнению с биоактивированным глауконитом, содержащим биопрепарат ПЕТРО-ТРИТ. Таким образом, используя эмпирический подход, можно подобрать из множества биопрепаратов наиболее эффективные и экономичные.

Совместное использование консорциума штаммов микроорганизмов-деструкторов и глауконита позволит создать для консорциума штаммов микроорганизмов-деструкторов благоприятную (комфортную) среду обитания как вокруг глауконита, так и внутри, так как наличие калия, влаги, кислорода и сорбированных нефтепродуктов в глауконите, будет являться необходимой подкормкой для интенсификации развития штаммов микроорганизмов, которые, в свою очередь, будут интенсивнее работать, значительно уменьшая время разложения нефтепродуктов. Очищая структуру глауконита, за счет которого происходит сорбция нефтепродуктов и снижение первичной концентрации загрязнений (так называемая стабилизация загрязненного участка), микроорганизмы производят одновременно и

биорегенерацию глауконита, который может опять сорбировать нефтепродукты. Этот механизм многократной биорегенерации позволяет очищать нефтезагрязнения в короткие сроки и до нуля. Отмершие после обработки объекта штаммы микроорганизмов переходят в гумус обработанной почвы, а глауконит при этом становится естественным удобрением.

Неизменность массы грунта и биопрепарата в пробах, а также отличие массы сорбента в каждой пробе друг от друга на величину не менее чем на 20%, необходимы для определения оптимального совместного воздействия смесей глауконита с биопрепаратом в различных пропорциях на загрязненный нефтепродуктами грунт с первичной концентрацией.

Изменение массы сорбента на величину не менее чем на 20%, в каждой пробе позволяет определить усредненное воздействие различных смесей глауконита с биопрепаратом на загрязненность грунта. При измерении остаточных концентраций проб с изменением массы сорбента менее чем на 20%, ее значения могут мало отличаться друг от друга, что внесет большую погрешность в измерения.

Технологический процесс детоксикации грунта, загрязненного нефтепродуктами, осуществляют следующим образом.

Выбирается наиболее эффективный биопрепарат, который подходит для обработки грунта, загрязненного нефтепродуктами. Норма расхода биопрепарата на тонну загрязненного нефтепродуктами грунта, определенной концентрации, берется из таблицы, прилагаемой к руководству по применению выбранного биопрепарата.

Для снижения исходной концентрации загрязненного грунта до требуемых норм применяется биоактивированный глауконит, при этом необходимая и достаточная масса смеси биопрепарата и сорбента (глауконита) определяется из следующего соотношения:

$$m_c = m_{гп} \cdot K_1 / K_{зад},$$

где $m_{гп}$ - масса грунта;

K_1 - среднеарифметическое значение остаточной концентрации (мг/кг) нефтепродуктов в пробах смеси грунта, биопрепарата и сорбента;

$K_{зад}$ - заданная концентрация (мг/кг) достижения остаточного загрязнения грунта нефтепродуктами.

Для определения K_1 значения остаточной концентрации измеряются не менее, чем у трех проб по истечению 5-7 суток после смешения грунта, биопрепарата и сорбента. При этом масса грунта в пробах остается неизменной, масса биопрепарата в каждой последующей пробе не меньше, чем в предыдущей, а масса сорбента в каждой пробе отличается друг от друга не менее чем на 20%.

Масса биопрепарата в смеси с глауконитом является величиной, не зависящей от выбора его типа (например, биопрепарат «Руден», ПЕТРО-ТРИТ и т.д.). За период времени 5-7 суток биопрепарат, совместно с сорбентом, проведет кумулятивную работу по снижению концентрации нефтепродуктов. Величина K_1 (среднеарифметическое значение остаточной концентрации нефтепродуктов в пробах смеси грунта, биопрепарата и сорбента) учитывает концентрацию глауконита, используемого биопрепарата и состав грунта.

Приготавливается смесь необходимой массы из глауконита и биопрепарата, путем внесения массы биопрепарата (различной консистенции, порошок или в жидком виде) в массу глауконита. Перемешивание производится в любом механическом средстве, позволяющем перемешивать определенные объемы.

Расчет массы биопрепарата входит в расчет массы сорбента m_c как составляющая

соотношения смеси грунта, биопрепарата и сорбента при определении K_1 , где масса биопрепарата, в каждой последующей пробе, не меньше, чем в предыдущей.

Значение K_1 определяется при значении загрязненного грунта 1 кг, а

5 среднеарифметическое значение биопрепарата трех проб является необходимой величиной массы биопрепарата для очистки 1 кг загрязненного грунта. Таким образом, для расчета массы биопрепарата, необходимого для очистки загрязненного грунта, необходимо умножить массу грунта $m_{гр}$ на среднеарифметическое значение биопрепарата трех проб при определении K_1 , при этом получим массу биопрепарата, рассчитанную отдельно, но входящую в массу смеси сорбента с биопрепаратом m_c .

10 При этом исключается предварительное измерение исходной концентрации загрязненного нефтепродуктами грунта, что обуславливает упрощение известного способа, выбранного в качестве прототипа.

15 Далее проводится увлажнение загрязненного грунта и распределение рассчитанной массы смеси сорбента с биопрепаратом по поверхности загрязненного грунта с одновременным перемешиванием с загрязненным грунтом любым перемешивающим механическим средством. Если грунт, загрязненный нефтепродуктами, вывезен на площадку депонированного хранения загрязненного грунта, то загрязненный

20 нефтепродуктами грунт распределяется слоем не более 15-20 см на соответствующей объему загрязненного грунта площади. Рассчитанная смесь сорбента и биопрепарата вносится ровным слоем по всей площади загрязненного грунта и перемешивается любым перемешивающим механическим средством (культиватором, плугом, в бетономешалке и т.д.).

25 Если грунт загрязнен на глубине больше 20 см, то грунт срезается и распределяется на рядом отведенной площадке или вывозится на специально отведенную площадку депонированного хранения, на которой, в последствии, подвергается детоксикации.

Предложенный способ детоксикации загрязненного грунта иллюстрируется

30 следующими примерами.

Пример 1. Детоксикация грунта, загрязненного нефтепродуктами.

Была определена площадь загрязненного участка, равная 100 м^2 , глубина проникновения нефтепродуктов, определенная бурением, составила 0,2 м.

35 Объем грунта, загрязненного нефтепродуктами, составил 20 м^3 (при плотности грунта 1200 кг/м^3). Масса грунта, загрязненного нефтепродуктами, составила $m_{гр} = 20 \text{ м}^3 \cdot 1200 \text{ кг/м}^3 = 24000 \text{ кг}$.

40 При температуре почвы $+20^\circ\text{C}$ применялся биопрепарат «Руден», включающий культуры углеводородоокисляющих микроорганизмов и ассоциации почвенных нефтеокисляющих бактерий.

45 Были проведены замеры остаточных концентраций нефтепродуктов и рассчитано среднеарифметическое значение остаточной концентрации (мг/кг) нефтепродуктов в грунте K_1 , измеренной через 6 суток после смешения трех проб увлажненного загрязненного грунта со смесью биопрепарата и сорбента. При этом были получены следующие результаты измерений трех соотношений:

- 1) 1 кг грунта: 1 г биопрепарата: 3 кг сорбента = 190 мг/кг;
- 2) 1 кг грунта: 1 г биопрепарата: 3,8 кг сорбента = 140 мг/кг;
- 3) 1 кг грунта: 1 г биопрепарата: 5 кг сорбента = 90 мг/кг.

50 Среднеарифметическое значение остаточной концентрации (мг/кг) нефтепродуктов в грунте $K_1 = (190 + 140 + 90) / 3 = 140 \text{ мг/кг}$.

Заданная концентрация (мг/кг) достижения остаточного загрязнения грунта

нефтепродуктами $K_{з.а.д.}=1000$ мг/кг.

Используя предложенное соотношение $m_c=m_{г.р.} \cdot K_1/K_{з.а.д.}$, было получено следующее $m_c=24000 \cdot 140/1000=3360$ кг.

5 Таким образом, на 24000 кг грунта, загрязненного нефтепродуктами, необходимо 3360 кг смеси глауконита и биопрепарата.

Была приготовлена смесь необходимой массы из глауконита и биопрепарата. При этом масса биопрепарата, составила 24 кг и определялась следующим образом: 1 г биопрепарата, используемого при получении значения K_1 , был умножен на $m_{г.р.}=24000$ кг, так как в соотношении масса грунта к массе биопрепарата составляла 1 кг: 1 г.

Затем было проведено увлажнение загрязненного грунта и распределение рассчитанной массы сорбента с биопрепаратом по поверхности загрязненного грунта с одновременным перемешиванием с загрязненным грунтом.

15 По истечении 14 суток после внесения в грунт смеси глауконита и биопрепарата измерение остаточной концентрации очищенного грунта показало ее значение 980 мг/кг.

Пример 2. Детоксикация грунта, загрязненного нефтепродуктами.

20 Была определена площадь загрязненного участка, равная 100 м, глубина проникновения нефтепродуктов 0,2 м. Объем грунта, загрязненного нефтепродуктами, составил 20 м^3 (при плотности грунта 1200 кг/м^3). Масса грунта, загрязненного нефтепродуктами, составила $m_{г.р.}=24000$ кг.

25 При температуре почвы $+12^\circ\text{C}$ применялся биопрепарат, включающий мицелиальные грибы, т.е. *Penicillium*, *Trichoderma*, *Candida* (мицелиальные грибы, деструктурирующие нефтепродукты).

30 Были проведены замеры остаточных концентраций нефтепродуктов и рассчитано среднеарифметическое значение остаточной концентрации (мг/кг) нефтепродуктов в грунте K_1 , измеренной через 6 суток после смешения трех проб увлажненного загрязненного грунта со смесью биопрепарата и сорбента. Были получены следующие результаты измерений трех соотношений:

1) 1 кг грунта: 1 г биопрепарата: 4 кг сорбента = 230 мг/кг;

2) 1 кг грунта: 1 г биопрепарата: 5 кг сорбента = 180 мг/кг;

35 3) 1 кг грунта: 1 г биопрепарата: 6 кг сорбента = 140 мг/кг.

Среднеарифметическое значение остаточной концентрации (мг/кг) нефтепродуктов в грунте $K_1=(230+180+140)/3=183$ мг/кг.

Заданная концентрация (мг/кг) достижения остаточного загрязнения грунта нефтепродуктами $K_{з.а.д.}=1000$ мг/кг.

40 Используя предложенное соотношение $m_c=m_{г.р.} \cdot K_1/K_{з.а.д.}$, было получено следующее $m_c=24000 \cdot 183/1000=4392$ кг.

Таким образом, на 24000 кг грунта, загрязненного нефтепродуктами, необходимо 4392 кг смеси глауконита и 24 кг биопрепарата.

45 Была изготовлена смесь необходимой массы из глауконита и биопрепарата. При этом масса биопрепарата также составляла 24 кг.

Затем было проведено увлажнение загрязненного грунта и распределение рассчитанной массы сорбента с биопрепаратом по поверхности загрязненного грунта с одновременным перемешиванием с загрязненным грунтом.

50 По истечении 14 суток после внесения в грунт смеси глауконита и биопрепарата, измерение остаточной концентрации очищенного грунта показало ее значение - 990 мг/кг.

При сравнении с известным патентом, выбранным в качестве прототипа, было

необходимо на 1 т нефтезагрязненного грунта 1778 кг глауконита, т.е. на 24000 кг потребовалось бы 42672 кг глауконита, при $K_{зад}=1000$ мг/кг. При выборе биопрепарата, например, типа «Руден», на 1 т нефтезагрязненного грунта, для достижения наименьшей предельной остаточной концентрации (мг/кг) загрязнения

5 грунта нефтепродуктами, равной $K_{зад}=1000$ мг/кг, потребовалось бы 1 кг биопрепарата на тонну нефтезагрязненного грунта, т.е. учитывая массу грунта, загрязненного нефтепродуктами, получаем необходимую массу биопрепарата, равную $24 \text{ т} \cdot 1 \text{ кг} = 24 \text{ кг}$.

10 Из примеров 1 и 2 видно, что по сравнению с известным способом детоксикации загрязненного грунта, принятым в качестве прототипа, глауконита и биопрепарата расходуется намного меньше, что в значительной степени удешевляет их транспортировку до места применения и снижает себестоимость способа детоксикации в целом.

15 Область применения предложенного способа детоксикации загрязненного грунта: предприятия нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности; хранилища нефти и нефтепродуктов; депарафинизация нефтяных скважин; очистка буровых шламмов; очистка балластных вод, нефтяных цистерн и танкеров; очистка

20 территорий аэропортов, депо, моечных и заправочных станций; очистка вод от углеводородных загрязнений.

Предложенный способ позволяет производить очистку различных типов нефтепродуктов: мазут, дизельное топливо, бензин, керосин, ароматические вещества (фенол, крезол и т.д.).

Формула изобретения

1. Способ детоксикации грунта, загрязненного нефтепродуктами, путем внесения в него природного сорбента до достижения заданной концентрации загрязняющего

30 вещества в грунте, перед внесением в грунт сорбента производят замеры концентраций загрязняющего вещества при смешении проб загрязненного грунта с сорбентом, после чего определяют массу сорбента, необходимого для смешения с грунтом, загрязненным определенным ранее загрязняющим веществом, и достижения

35 в грунте заданной концентрации загрязняющего вещества, проводят увлажнение загрязненного грунта, затем распределяют рассчитанную массу сорбента по поверхности загрязненного грунта с одновременным перемешиванием сорбента с загрязненным грунтом, при этом в качестве сорбента используют глауконит, отличающийся тем, что в сорбент дополнительно вводят биопрепарат, в качестве

40 которого используют при температуре грунта выше 15°C культуры углеводородокисляющих микроорганизмов и ассоциации почвенных нефтеокисляющих бактерий, а при температуре грунта от 15°C и ниже - мицелиальные грибы, при этом необходимая масса смеси сорбента с биопрепаратом m_c определяется из следующего соотношения

$$45 \quad m_c = m_{гр} \cdot K_1 / K_{зад},$$

где $m_{гр}$ - масса грунта;

K_1 - среднеарифметическое значение остаточной концентрации нефтепродуктов в пробах смеси грунта, биопрепарата и сорбента, мг/кг;

50 $K_{зад}$ - заданная концентрация достижения остаточного загрязнения грунта нефтепродуктами, мг/кг,

при этом для определения K_1 значения остаточной концентрации измеряются не менее, чем у трех проб по истечении 5-7 сут после смешения грунта, биопрепарата и

сорбента, причем масса грунта в пробах остается неизменной, масса биопрепарата в каждой последующей пробе не меньше, чем в предыдущей, а масса сорбента в каждой пробе отличается друг от друга не менее, чем на 20%.

5 2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве биопрепарата используют поликультуру, имеющую в своем составе несколько видов микроорганизмов.

10

15

20

25

30

35

40

45

50