

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2636945

СПОСОБ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЧВ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Пашкевич Мария Анатольевна (RU), Смирнов Юрий Дмитриевич (RU), Корельский Денис Сергеевич (RU), Исаков Александр Евгеньевич (RU), Петров Георгий Игоревич (RU)*

Заявка № 2017113796

Приоритет изобретения 20 апреля 2017 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 29 ноября 2017 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 20 апреля 2037 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2017113796, 20.04.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.04.2017Дата регистрации:
29.11.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.04.2017

(45) Опубликовано: 29.11.2017 Бюл. № 34

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Пашкевич Мария Анатольевна (RU),
Смирнов Юрий Дмитриевич (RU),
Корельский Денис Сергеевич (RU),
Исаков Александр Евгеньевич (RU),
Петров Георгий Игоревич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2569582 C1, 27.11.2015. EA 9508
B1, 28.02.2008. US 4317670 A1, 02.03.1982.

(54) СПОСОБ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПОЧВ

(57) Реферат:

Способ биологической рекультивации почв заключается в нанесении измельченной глины, согласно изобретению, глина предварительно анализируется на токсичность, и по ее результатам глинистый отход равномерно смешивают с торфо-песчаной смесью в пропорции (40-60):(60-40)%, минеральными удобрениями и семенами многолетних морозостойких трав, например райграсом, и наносят на поверхность слоем от 8 до 10 см на планируемую осушенную территорию после схода снежного покрова

весной. В качестве глины используются серые плотные с прослоями песчаников верхнекотлинской подсвиты. При использовании данного способа используют экологический чистый отход землеройных работ при прокладке глубокозалегаемых тоннелей метрополитена, что понижает затраты на проведения биологического этапа рекультивации, а также повышает защитные свойства рекультивируемых поверхностей от физического воздействия и создает устойчивый плодородный слой почвы. 4 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2017113796, 20.04.2017**(24) Effective date for property rights:
20.04.2017Registration date:
29.11.2017

Priority:

(22) Date of filing: **20.04.2017**(45) Date of publication: **29.11.2017** Bull. № 34

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet", otdel intellektualnoj sobstvennosti i
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)

(72) Inventor(s):

**Pashkevich Mariya Anatolevna (RU),
Smirnov Yuriy Dmitrievich (RU),
Korelskij Denis Sergeevich (RU),
Isakov Aleksandr Evgenevich (RU),
Petrov Georgij Igorevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **METHOD FOR BIOLOGICAL SOILS RECLAMATION**

(57) Abstract:

FIELD: ecology.

SUBSTANCE: method consists in application of ground clay according to the invention, the clay is preliminary analyzed for toxicity, and according to its results, clay waste is uniformly mixed with a peat-sand mixture in the proportion (40-60):(60-40)%, mineral fertilizers and seeds of perennial frost-resistant herbs, for example ryegrass, and applied to the surface as a layer of 8 to 10 cm on the planned drained area after snow cover melting in spring. Gray dense clays with

interlayers of Upper Kotlin subsuite sandstones are used as clay. When using this method, ecological clean waste of excavation works for laying deep underground tunnels is used.

EFFECT: costs of the biological stage of reclamation are lowered, the protective properties of the reclaimed surfaces are increased from the physical impact and a stable fertile soil layer is created.

4 tbl

RU 2 636 945 C1

RU 2 636 945 C1

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к рекультивации почв, повышению ее плодородия и использованию в целях благоустройства городских насаждений.

Известен способ рекультивации загрязненных земель (патент РФ №2329882, опубл. 5 27.07.2008 г.), в основе которого лежит последовательное покрытие загрязненной токсичными веществами площадки слоями - сначала цеолитсодержащей породой, затем карбонатной глиной, смесью почвы с полиакриламидным полимером АК-639 марки В-415К в объемном соотношении 100:1, а также слоем почвы. Последующее залужение 10 поверхности проводят с использованием корневищных многолетних трав костреца и пырея в весовом соотношении семян 1:1 и нормой высева 20 кг/га.

Недостатками данного способа является многостадийность процесса, отсутствие расшифровки состава почвы, а также использование искусственных полимеров.

Известен способ рекультивации отвалов цементного производства (патент РФ №2338355, опубл. 15 20.11.2008 г.), заключающийся во внесении в качестве органического удобрения сапропеля, смешанного с семенами трав в количестве 25-30 т/га и запахиванием его на глубину 4-6 см.

Недостатками данного способа является недостаточная глубина плодородного слоя для возможности использования его в сельскохозяйственных целях и выращивания культур с развитой корневой структурой.

Известен способ биологической рекультивации нарушенных вечномерзлых почв (патент РФ №2599836, опубл. 20.10.2016 г.) заключается в равномерном нанесении 20 предварительно заготовленного органоминерального грунта слоем не менее 10 см, затем последовательно вносят необходимое количество извести и минеральных удобрений, формируя слой растительного грунта; далее слой растительного 25 грунта планируют, прикатывают и производят посев травосмеси и прикатывают, при этом состав грунта и травосмесь выбирают в зависимости от типа рекультивируемой почвы, а семена высевают сразу после внесения в грунт извести и минеральных удобрений.

Недостатком данного способа является высокая трудоемкость способа, многостадийность способа и продолжительный срок получения результатов.

Известен способ биологической рекультивации техногенно-нарушенных земель (патент РФ №2512171, опубл. 30 10.04.2014), включающий посев многолетних трав с внесением минеральных удобрений, заключающийся в том, что на грунт слоем до 1 см рассыпают вермикулитовый субстрат с гранулами до 2-4 мм и рН от 6,5 до 7,2, по поверхности субстрата высевают семена трав и производят их полив водным раствором 35 минеральных удобрений, затем поверхность субстрата укрывают полимерной пленкой, которую удаляют на 5-7-й день.

Недостатком данного способа является трудоемкость способа и сложность изготовления вермикулитового субстрата.

Известен способ повышения плодородия песчаных почв (патент РФ №2265980, 40 опубл. 20.12.2005 г.), принятый за прототип, который включает внесение и запахивание глины, содержащей 30-31% илистых частиц в почву в количестве 25-50 т/га. Перед внесением и запахиванием глины в почву ее измельчают. Внесение и запахивание глины осуществляют осенью.

Недостатком данного способа является многостадийность процесса, 45 продолжительный срок получения результатов и отсутствие информации о составе предполагаемой к использованию почвы.

Техническим результатом изобретения является минимизация временных и ресурсных затрат на проведение работ по биологической рекультивации почвы и использование

доступных компонентов почвы для условий городской среды.

Технический результат достигается тем, что глина предварительно анализируется на токсичность, и по ее результатам глинистый отход равномерно смешивают с торфо-песчаной смесью в пропорции (40-60):(60-40)%, минеральными удобрениями и семенами многолетних морозостойких трав, например райграс, и наносится на поверхность слоем мощностью от 8 до 10 см на планируемую осушенную территорию после схода снежного покрова весной.

Способ осуществляется следующим образом.

Используемая в предложенном способе глина является глинистым отходом землеройных работ при прокладке тоннелей метрополитена. Первоначально с использованием шнекового конвейера происходит разработка глинистого отхода, расположенного в нижней части камеры породоразрушающего органа. Шнековый конвейер сопряжен с удлиняющимся по мере проходки ленточным транспортером, с помощью которого разработанный глинистый отход выдается на поверхность.

В дальнейшем отход проверяется по существующим методикам на токсичность (химический состав, гранулометрический анализ, биотестирование). Если глинистый отход относится к I-IV классам опасности (от чрезвычайно опасных веществ до малоопасных веществ), отход не может использоваться в целях биологического этапа рекультивации и направляется на хранение в отвалы. Если глинистый отход соответствует V классу опасности (практически неопасный), его смешивают с торфо-песчаной смесью в пропорции (40-60):(60-40)%, минеральными удобрениями и семенами многолетних морозостойких трав на специальной площадке.

Торфо-песчаная смесь используется следующего состава: торф низовой и верховой - 60%, песок - 40%. Добавление минеральных удобрений осуществлялось в следующем соотношении: N - 350 мг/кг, P₂O₅ - 400 мг/кг, K₂O - 500 мг/кг. В качестве тест-культуры была выбрана газонная трава "райграс". Смешивание осуществляется фрезами и проводится непосредственно перед проведением биологического этапа рекультивации. Полученная смесь поставляется к площадке, предназначенной для биологической рекультивации автомобильным транспортом.

Смесь наносится на разровненную и уплотненную поверхность слоем мощностью от 8 до 10 см с использованием специальных разбрасывателей. Нанесение осуществляется сразу после схода снежного покрова весной (при переходе температур через +5°C). В дальнейшем производят регулярный полив посевов водой.

Особенностью способа является, что предлагается к использованию в целях биологической рекультивации основной отход землеройных работ при прокладке тоннелей метрополитена г. Санкт-Петербурга глубокого заложения. Им являются глины верхнекотлинской подсветы. Верхнекотлинская подсвета представлена глинами развитыми на обширной территории. Глины - серые, плотные, с прослоями песчаников. Глубина залегания, увеличиваясь в южном направлении, достигает 50 м.

Способ поясняется следующими примерами.

Первоначально было осуществлено взятие проб глинистого отхода из трех точек - мест прокладки строящихся тоннелей метрополитена г. Санкт-Петербурга.

Исследование химического состава проб производилось при помощи волнового рентгено-флуоресцентного спектрометра XRF-1800 Shimadzu, анализ гранулометрического состава методом дифракции лазерного излучения проводился при помощи лазерного анализатора размеров частиц LA-950V2 Horiba. Для установления токсичности отхода использовалась методика определения по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла.

Исследования проводились в аккредитованном ЦКП Горного университета, г. Санкт-Петербург.

Результаты лабораторных анализов всех проб представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1 - Результаты гранулометрического анализа глинистых отходов

Места отбора проб	Содержание физической глины ($d < 0,01 \text{ мм}$), %	Содержание песка ($0,05 < d < 1 \text{ мм}$), %	Содержание пылеватых частиц ($0,001 < d < 0,05 \text{ мм}$), %
1 точка	74,0	5,5	88,5
2 точка	72,7	2,5	91,6
3 точка	81,3	1,7	92,3

Таблица 2 - Содержание химических элементов в глинистых отходах

Вещество	1 точка	2 точка	3 точка
SiO ₂	62,71	61,86	62,03
Al ₂ O ₃	15,57	19,01	19,93
K ₂ O	4,05	4,71	4,82
Fe ₂ O ₃	6,74	7,30	6,39
CaO	3,20	0,67	0,20
MgO	2,06	1,70	1,69
TiO ₂	0,95	1,13	1,13
Na ₂ O	0,73	0,14	0,08
SO ₃	0,16	0,17	0,08
P ₂ O ₅	0,26	0,12	0,05
BaO	0,15	0,14	0,12

Cr ₂ O ₃	0,07	0,04	0,05
MnO	0,12	0,11	0,03
Nd ₂ O ₃	0,03	0,00	0,00
ZrO ₂	0,02	0,02	0,02
SrO	0,03	0,01	0,01
Cl	0,02	0,00	0,00
Ga ₂ O ₃	0,02	0,00	0,00
ZnO	0,01	0,02	0,02
Rb ₂ O	0,01	0,01	0,01
Co ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00
NiO	0,01	0,01	0,01
CuO	0,01	0,00	0,00
C	0,73	0,73	1,22
Влага	2,34	2,12	2,11

Таблица 3 - Результат биотестирования глинистых отходов (1 точка)

№ пробы	Кратность разбавления	№ повторности	X	X _{ср}	I%	Оказывает (не оказывает) острое токсическое действие
Контроль	0	1 2 3 4	4,663 4,634 4,545 4,560	4,603	0	-
1	1	1 2 3 4	4,485 4,675 4,632 4,935	4,681	-1,70%	Не оказывает
2	3	1 2 3 4	4,582 4,669 4,662 4,771	4,671	+1,49	Не оказывает
3	9	1 2 3 4	4,571 4,560 4,535 4,528	4,548	+1,18	Не оказывает
4	27	1 2 3 4	4,651 4,594 4,699 4,787	4,683	-1,74%	Не оказывает
5	81	1 2 3 4	4,796 4,774 4,870 4,675	4,772	-3,68%	Не оказывает

Данный отход имеет V класс опасности и может быть использован в целях благоустройства городских насаждений, например, для озеленения территории рядом со строительной площадкой.

В дальнейшем глинистый отход доставлялся на поверхность шнековым конвейером и смешивался в различных пропорциях с торфо-песчаной смесью. Торфо-песчаная смесь использовалась следующего состава: торф низовой и верховой - 60%, песок - 40%.

В смесь были добавлены минеральные удобрения в следующем соотношении: N - 350 мг/кг, P₂O₅ - 400 мг/кг, K₂O - 500 мг/кг и газонная трава.

В качестве тест-культуры была выбрана газонная травяная смесь следующего состава:

- Райграс многолетний «Генриетта», 30%,
- Райграс многолетний «Ромео», 30%,
- Райграс многолетний «Фенси», 30%,
- Райграс многолетний «Роудраннер», 10%.

Райграс хорошо переносит температуры ниже минус 15°C без наличия снежного покрова, не требует частого полива и внесения дополнительных удобрений.

Продолжительность жизни составляет 3-5 лет.

Смешивание осуществлялось механизированным способом непосредственно перед проведением биологического этапа рекультивации. Полученная смесь транспортировалась к площадке, предназначенной для биологической рекультивации автомобильным транспортом.

Приготовленные смеси различных составов наносились на разровненную и уплотненную поверхность площадью 30×30 см слоем мощностью от 8 до 10 см ручным способом. Нанесение осуществляется сразу после схода снежного покрова весной (при переходе температур через +5°C). В дальнейшем производят регулярный полив посевов водой.

Для оценки плодородности предложенной почвенной смеси для использования ее на биологическом этапе рекультивации, был поставлены эксперименты, целью которого является установление оптимального соотношения отход/почва. Оптимальное соотношение определяется показателями всхожести, роста, выживаемостью, цветом высеваемой тест-культуры (Таблица 4).

В таблице 4 представлены значения биопродуктивности различных составов для биологической рекультивации почв:

Таблица 4 - Значения биопродуктивности различных составов

№	Глина, %	Торфосмесь, %	Всхожесть травяной смеси, %	Цвет ростков (на 60 день)	Время жизни, дн
1	0	100	90	зеленый	160
2	20	80	95	темно-зеленый	170
3	40	60	95	темно-зеленый	170
4	60	40	90	зеленый	170
5	80	20	80	зелено-желтый	80
6	100	0	30	-	50

Из таблицы 4 видно, что оптимальным соотношением компонентов для получения наибольшей биопродуктивностью обладают составы №3, 4 смеси. Дальнейшее увеличение толщины слоя растительного грунта не дает существенной прибавки во всхожести и процесса произрастания растений.

При использовании данного способа биологической рекультивации почв используется экологический чистый отход землеройных работ при прокладке глубокозалегаемых тоннелей метрополитена, что значительно понижает затраты на проведения биологического этапа рекультивации и благоустройства городских насаждений, а также повышает защитные свойства рекультивируемых поверхностей от физического воздействия (водной и ветровой эрозии) и создает устойчивый плодородный слой почвы.

(57) Формула изобретения

Способ биологической рекультивации почв, включающий нанесение измельченной глины, отличающийся тем, что глина предварительно анализируется на токсичность, и по ее результатам глинистый отход равномерно смешивают с торфо-песчаной смесью в пропорции (40-60):(60-40)%, минеральными удобрениями и семенами многолетних морозостойких трав, например райграс, и наносится на поверхность слоем от 8 до 10 см на планируемую осушенную территорию после схода снежного покрова весной.