

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2807336

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИНЕРТНОГО ГРУНТА

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

Авторы: *Матвеева Вера Анатольевна (RU), Валиулин Ильдар Маратович (RU), Чукаева Мария Алексеевна (RU), Смирнов Юрий Дмитриевич (RU)*

Заявка № 2023116318

Приоритет изобретения 21 июня 2023 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

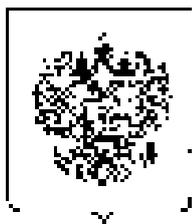
Российской Федерации 14 ноября 2023 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 21 июня 2043 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C05F 7/00 (2023.08); C09K 17/40 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023116318, 21.06.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.06.2023

Дата регистрации:
14.11.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.06.2023

(45) Опубликовано: 14.11.2023 Бюл. № 32

Адрес для переписки:
190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО СПГУ, Патентно-лицензионный
отдел

(72) Автор(ы):

Матвеева Вера Анатольевна (RU),
Валиулин Ильдар Маратович (RU),
Чукаева Мария Алексеевна (RU),
Смирнов Юрий Дмитриевич (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 2155738 C1, 10.09.2000. RU
2460704 C2, 10.09.2012. RU 2688536 C1,
21.05.2019. RU 2411281 C1, 10.02.2011. DE
19520651 B4, 24.05.2006.

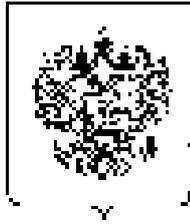
(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ИНЕРТНОГО ГРУНТА

(57) Реферат:

Изобретение относится к области экологии и природопользования. Способ получения инертного грунта включает смешение жидких отходов со связующей добавкой и реагентом. В качестве жидких отходов используют фильтрат полигона твердых коммунальных отходов, который смешивают с реагентом, в качестве которого используют сульфат алюминия, в соотношении 1:0,03, при постоянном перемешивании до разрушения образовавшейся пены. К полученной суспензии добавляют связующую добавку, в качестве которой

используют металлургический шлак, в пропорции 1:1,2 по отношению к начальному объему фильтрата, далее продолжают перемешивание в течение от 20 до 30 минут. Полученную смесь переливают на подготовленное водонепроницаемое основание и выдерживают до полного обезвоживания. Техническим результатом является обеспечение совместной утилизации двух промышленных отходов с получением инертного грунта. 2 табл.

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11)

2 807 336 (13) **C1**

(51) Int. Cl.
C05F 7/00 (2006.01)
C09K 17/40 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C05F 7/00 (2023.08); C09K 17/40 (2023.08)

(21)(22) Application: **2023116318, 21.06.2023**

(24) Effective date for property rights:
21.06.2023

Registration date:
14.11.2023

Priority:

(22) Date of filing: **21.06.2023**

(45) Date of publication: **14.11.2023 Bull. № 32**

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO SPGU, Patentno-litsenziionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Matveeva Vera Anatolevna (RU),
Valiulin Ildar Maratovich (RU),
Chukaeva Mariia Alekseevna (RU),
Smirnov Iurii Dmitrievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**

(54) **METHOD FOR PRODUCING INERT SOIL**

(57) Abstract:

FIELD: ecology; environmental management.

SUBSTANCE: method for producing inert soil involves mixing liquid waste with a binding additive and a reagent. The filtrate of a solid municipal waste landfill is used as liquid waste, which is mixed with a reagent, which is aluminum sulfate, in a ratio of 1:0.03, with constant stirring until the resulting foam is destroyed. A binding additive, which is metallurgical

slag, is added to the resulting suspension in a ratio of 1:1.2 relative to the initial volume of the filtrate, then stirring is continued for 20 to 30 minutes. The resulting mixture is poured onto a prepared waterproof base and kept until completely dehydrated.

EFFECT: ensuring the joint recycling of two industrial wastes with the production of inert soil.

1 cl, 2 tbl

RU 2 807 336 C1

RU 2 807 336 C1

Изобретение относится к области экологии и природопользования, может быть использовано для утилизации фильтрата полигонов ТКО и для получения инертного грунта, используемого при эксплуатации полигонов ТКО.

Известен способ изготовления искусственного грунта (патент RU № 2682920 опубл. 22.03.2019), заключающийся в перемешивании сырья, в качестве которого используют отходы бурения и/или выбуренную породу, либо загрязненный углеводородами грунт и/или нефтесодержащие отходы, с песком и цементом в виде его сухой смеси с растворимым силикатом, характеризующийся тем, что после повышения вязкости перемешиваемой массы в нее вносят водную дисперсию поливинилацетата (ПВАД) одновременно с отвердителем, в качестве которого выступает водный раствор хлорида кальция, и продолжают перемешивание до гомогенизации массы. Также при перемешивании дополнительно вводят сорбент и/или негашеную известь и гидрокарбонат натрия.

Недостатком способа является использование токсичного компонента поливинилацетата, в результате чего усложняется технология создания искусственного грунта и ухудшается его экологичность.

Известен способ одновременного обезвреживания осадков сточных вод и золы с получением полезного вещества для строительства, сельского хозяйства и промышленности (патент RU № 2738715 опубл. 15.12.2020), заключающийся в смешивании осадка сточных вод с золой. Для обезвреживания используется кальциевая зола, зола бурых углей, торфа, древесины или их сочетание, зола при этом не пылевидной консистенции. При образовании комков при смешивании добавляется вода для получения однородной смеси.

Недостатком способа является использование воды для получения однородной смеси, выражающееся в многократном увеличении водопотребления объекта.

Известен способ получения техногенного почвогрунта (патент RU № 2497784 опубл. 10.11.2013), включающий смешивание илового осадка с порошкообразным низинным торфом, введение природного грунта, твердофазную ферментацию, фракционирование. В качестве илового осадка используют иловый осадок станций водоподготовки, который предварительно смешивают с низинным торфом, после чего осуществляют ферментацию смеси путем ее компостирования в буртах при периодическом ворошении и перемешивании с получением биокомпоста, производят подсушку полученного биокомпоста и смешивают его с котлованным грунтом.

Недостатком способа является высокая токсичность илового осадка станций водоподготовки без дополнительной обработки.

Известен способ утилизации фильтрата полигона твердых бытовых отходов и золы (патент RU № 2460704 опубл. 10.09.2012), заключающийся в том, что смешивают фильтрат и золу, а затем после окончания газовой выделения связывают их составом для капсулирования, включающим цемент в количестве, песок и гуминовую кислоту. Способ применяется для утилизации золы сжигания твердых отходов, золы – уноса сжигания топлива.

Недостатком способа является необходимость проведения трудоемкой операции по дополнительному капсулированию.

Известен способ обработки многокомпонентных жидких отходов (патент RU № 2155738 опубл. 10.09.2000), принятый за прототип, включающий смешение жидких отходов со связующей добавкой и последующее захоронение полученной смеси, заключающийся в том, что в качестве связующей добавки используют сланцевую золу.

Недостатком способа является предусматривание только захоронения полученной

смеси без возможности ее последующего применения.

Техническим результатом является способ утилизации фильтрата полигона твердых коммунальных отходов (ТКО) с получением инертного грунта.

Технический результат достигается тем, что в качестве жидкого отхода используют 5 фильтрат полигона ТКО, который смешивается с реагентом, в качестве которого используют сульфат алюминия, в соотношении 1:0,03, при постоянном перемешивании до разрушения образовавшейся пены, к полученной суспензии добавляют связующую добавку, в качестве которой используется металлургический шлак, в пропорции 1:1,2 по отношению к начальному объему фильтрата, далее продолжают перемешивание в 10 течении от 20 до 30 минут, затем полученную смесь переливают на подготовленное водонепроницаемое основание и выдерживают до полного обезвоживания при нормальных условиях, после чего производят лабораторный контроль токсичности полученного инертного грунта.

Способ получения инертного грунта осуществляется следующим образом. Фильтрат 15 полигона ТКО, который является жидким отходом, образуется в процессе утилизации отходов вследствие просачивания атмосферных осадков и биохимических процессов в толще тела полигона. Фильтрат полигона ТКО смешивают в мешалке с реагентом, в качестве которого используют сульфат алюминия в соотношении 1:0,03. В результате смешивания происходит реакция с образованием пены и выделением растворенных 20 газов. Реакция объясняется процессом коагулирования гуминовых солей тяжелых металлов и сульфата кальция. После естественного разрушения образовавшейся пены к полученной смеси в мешалку добавляют металлургический шлак в пропорции 1:1,2 по отношению к начальному объему фильтрата полигона ТКО. Металлургический шлак фракции от 0 до 5 мм, образующийся при выплавке чугуна используют в качестве 25 связующей добавки. Основными компонентами металлургических шлаков являются SiO_2 - 7-34%, CaO - 32-55%, MgO - 6-18%, FeO - 0,1–0,7% и MnO - 1-23%. Полученную смесь перемешивают от 20 до 30 минут до образования визуально однородной смеси, которую переливают на подготовленное водонепроницаемое основание и высушивают при нормальных условиях. Далее производят определение степени токсичности 30 инертного грунта методами рентгенофлуоресцентной - РФА, атомно-эмиссионной - АЭС и атомно-абсорбционной - ААС спектроскопии и расчетным методом.

Способ поясняется следующими примерами.

Пример 1. Фильтрат полигона ТКО объемом 200 мл в стеклянном химическом 35 стакане на 1000 мл при помощи роторной мешалки смешивался с металлургическим шлаком массой 200 г в пропорции 1:1. После смесь перешивалась в течение 20 минут до однородности (таблица 1).

Пример 2. Фильтрат полигона ТКО объемом 200 мл в стеклянном химическом 40 стакане на 1000 мл при помощи роторной мешалки смешивался с сульфатом алюминия массой 10 г в соотношении 1:0,05. В результате смешивания происходит реакция с образованием пены и выделением растворенных газов. Полученная смесь непрерывно перемешивалась. После естественного разрушения образовавшейся пены к полученной смеси в мешалку добавляют металлургический шлак массой 200 г в пропорции 1:1 по отношению к фильтрату. После смесь перешивалась в течение 30 минут до однородности (таблица 1).

Пример 3. Фильтрат полигона ТКО объемом 200 мл в стеклянном химическом 45 стакане на 1000 мл при помощи роторной мешалки смешивался с сульфатом алюминия массой 10 г в соотношении 1:0,05. В результате смешивания происходит реакция с образованием пены и выделением растворенных газов. Полученная смесь непрерывно

перемешивалась. После естественного разрушения образовавшейся пены к полученной смеси в мешалку добавляют металлургический шлак массой 240 г в пропорции 1:1,2 по отношению к фильтрату. После смесь перешивалась в течение 15 минут до однородности (таблица 1).

5 Пример 4. Фильтрат полигона ТКО объемом 200 мл в стеклянном химическом стакане на 1000 мл при помощи роторной мешалки смешивался с сульфатом алюминия массой 10 г в соотношении 1:0,05. В результате смешивания происходит реакция с образованием пены и выделением растворенных газов. Полученная смесь непрерывно перемешивалась. После естественного разрушения образовавшейся пены к полученной
10 смеси в мешалку добавляют металлургический шлак массой 280 г в пропорции 1:1,4 по отношению к фильтрату. После смесь перешивалась в течение 35 минут до однородности (таблица 1).

Пример 5. Фильтрат полигона ТКО объемом 200 мл в стеклянном химическом стакане на 1000 мл при помощи роторной мешалки смешивался с сульфатом алюминия
15 массой 10 г в соотношении 1:0,05. В результате смешивания происходит реакция с образованием пены и выделением растворенных газов. Полученная смесь непрерывно перемешивалась. После естественного разрушения образовавшейся пены к полученной смеси в мешалку добавляют металлургический шлак массой 320 г в пропорции 1:1,6 по отношению к фильтрату. После смесь перешивалась в течение 20 минут до однородности
20 (таблица 1).

Пример 6. Фильтрат полигона ТКО объемом 200 мл в стеклянном химическом стакане на 1000 мл при помощи роторной мешалки смешивался с сульфатом алюминия массой 2 г в соотношении 1:0,01. В результате смешивания происходит реакция с
25 образованием пены и выделением растворенных газов. Полученная смесь непрерывно перемешивалась. После естественного разрушения образовавшейся пены к полученной смеси в мешалку добавляют металлургический шлак массой 240 г в пропорции 1:1,2 по отношению к фильтрату. После смесь перешивалась в течение 25 минут до однородности (таблица 1).

Пример 7. Фильтрат полигона ТКО объемом 200 мл в стеклянном химическом
30 стакане на 1000 мл при помощи роторной мешалки смешивался с сульфатом алюминия массой 6 г в соотношении 1:0,03. В результате смешивания происходит реакция с образованием пены и выделением растворенных газов. Полученная смесь непрерывно перемешивалась. После естественного разрушения образовавшейся пены к полученной смеси в мешалку добавляют металлургический шлак массой 240 г в пропорции 1:1,2 по
35 отношению к фильтрату. После смесь перешивалась в течение 25 минут до однородности (таблица 1).

Пример 8. Фильтрат полигона ТКО объемом 200 мл в стеклянном химическом стакане на 1000 мл при помощи роторной мешалки смешивался с сульфатом алюминия массой 14 г в соотношении 1:0,07. В результате смешивания происходит реакция с
40 образованием пены и выделением растворенных газов. Полученная смесь непрерывно перемешивалась. После естественного разрушения образовавшейся пены к полученной смеси в мешалку добавляют металлургический шлак массой 240 г в пропорции 1:1,2 по отношению к фильтрату. После смесь перешивалась в течение 30 минут до однородности (таблица 1).

45 Таблица 1 - Результаты эксперимента

№	Соотношение фильтрата полигона ТКО и металлургического шлака	Соотношение фильтрата полигона ТКО и сульфата алюминия	Результат эксперимента	Время до полного обезвоживания
---	--	--	------------------------	--------------------------------

1	1:1	1:0	Расслоение жидкой и твердой фаз	30 дней
2	1:1	1:0,05	Образование однородной смеси	24 дня
3	1:1,2	1:0,05		21 день
4	1:1,4	1:0,05	Образование неоднородной смеси	20 дней
5	1:1,6	1:0,05		18 дней
6	1:1,2	1:0,01	Образование однородной смеси	23 дня
7	1:1,2	1:0,03		21 день
8	1:1,2	1:0,07		21 день

Оптимальные показатели готового продукта такие, как образование однородной смеси и минимальное время полного обезвоживания были достигнуты при максимальном добавлении металлургического шлака массой 240 г в пропорции 1:1,2 по отношению к фильтрату и при минимальном добавлении сульфата алюминия массой 6 г в пропорции 1:0,03 по отношению к фильтрату полигона ТКО и представлены в примере 7.

Лабораторный контроль токсичности инертного грунта производился путем определения методами рентгенофлуоресцентной - РФА, атомно-эмиссионной - АЭС и атомно-абсорбционной - ААСпектрометрии его химического состава, на основе которого проводилось определение степени его негативного воздействия на окружающую среду. Результаты лабораторного контроля токсичности примера 7 представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Лабораторный контроль токсичности инертного грунта по примеру 7

Образец		Валовое содержание элемента в инертном грунте		
Метод Анализа		РФА	РФА	ААС/АЭС
Единицы измерения		%	мг/кг	мг/кг
Элемент	Fe	12,29	122900	-
	Zn	-	-	24,3
	Al	1,8	18000	-
	Cr	0,1	1000	-
	Ni	-	-	21,8
	Cd	-	-	15,9
	Cu	-	-	13,5
	Mn	1,86	18600	-
	Pb	-	-	2,9
	Co	-	-	1,0
	Ca	30,85	308500	-
	Si	5,24	52400	-
	Mg	2,12	21200	-
	S	0,59	5900	-
	Na	0,53	5300	-
	P	0,29	2900	-
	Cl	0,47	4700	-
	K	0,31	3100	-
	Sr	0,03	300	-
Ti	-	-	1737	
V	-	-	1073	
Hg	-	-	<0,5	
As	-	-	<0,2	

Определение степени токсичности инертного грунта проводилось расчетным методом. Расчетный метод показал, что инертный грунт относится к VI классу опасности отхода.

Способ переработки фильтрата полигона ТКО и металлургического шлака с использованием в качестве реагента сульфата алюминия обеспечивает совместную утилизацию двух промышленных отходов. Использование описанного способа

утилизации фильтрата и шлака позволяет получить инертный грунт, необходимый для эксплуатации полигона ТКО.

(57) Формула изобретения

5 Способ получения инертного грунта, включающий смешение жидких отходов со связующей добавкой и реагентом, отличающийся тем, что в качестве жидких отходов используют фильтрат полигона ТКО, который смешивают с реагентом, в качестве которого используют сульфат алюминия, в соотношении 1:0,03, при постоянном перемешивании до разрушения образовавшейся пены, к полученной суспензии
10 добавляют связующую добавку, в качестве которой используют металлургический шлак, в пропорции 1:1,2 по отношению к начальному объему фильтрата, далее продолжают перемешивание в течение от 20 до 30 минут, затем полученную смесь переливают на подготовленное водонепроницаемое основание и выдерживают до полного обезвоживания при нормальных условиях, после чего производят лабораторный
15 контроль токсичности полученного инертного грунта.

20

25

30

35

40

45