

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2736648

### СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МЕЛИОРАНТА

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

Авторы: *Пашкевич Мария Анатольевна (RU), Петрова Татьяна Анатольевна (RU), Смирнов Юрий Дмитриевич (RU), Рудзиш Эделина (RU)*

Заявка № 2020125164

Приоритет изобретения 29 июля 2020 г.

Дата государственной регистрации в  
Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 19 ноября 2020 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 29 июля 2040 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

 Г.П. Ивлиев





(51) МПК  
*C09K 17/00* (2006.01)  
*B09C 1/00* (2006.01)  
*C02F 3/02* (2006.01)  
*C02F 9/14* (2006.01)  
*C02F 11/16* (2006.01)  
*C02F 103/28* (2006.01)  
*C09K 101/00* (2006.01)  
*B02C 13/04* (2006.01)

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК

*C09K 17/00* (2020.08); *B09C 1/00* (2020.08); *C02F 3/02* (2020.08); *C02F 11/16* (2020.08); *B02C 13/04* (2020.08); *C09K 2101/00* (2020.08); *C02F 2103/28* (2020.08); *C02F 9/00* (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020125164, 29.07.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.07.2020Дата регистрации:  
19.11.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.07.2020

(45) Опубликовано: 19.11.2020 Бюл. № 32

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Пашкевич Мария Анатольевна (RU),  
 Петрова Татьяна Анатольевна (RU),  
 Смирнов Юрий Дмитриевич (RU),  
 Рудзиш Эделина (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 2556721 C1, 20.07.2015. RU  
 2556062 C1, 10.07.2015. RU 2369586 C1,  
 10.10.2009. UA 20808 A, 07.10.1997. RU 2688536  
 C1, 21.05.2019. GB 2276876 A, 12.10.1994.

**(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО МЕЛИОРАНТА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области экологии и рекультивации земель. Способ включает реагентную обработку осадков сточных вод с последующим компостированием. В качестве осадка сточных вод используют избыточный активный ил от аэробной биологической очистки сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности. В качестве реагента используют осадок сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности с содержанием лигнинового волокна, в массовом соотношении 3-4:1, обезвоживают до 80%. Далее

субстрат перемешивают, и проводят аэробное компостирование в течение не менее 30 дней, и затем перемешивают полученный субстрат с легким суглинистым почвогрунтом при соотношении по массе легкого суглинистого почвогрунта от 70 до 80 % и полученного субстрата от 30 до 20%. Полученный органический мелиорант измельчают в молотковой дробилке. Способ обеспечивает создание экологически чистого продукта, способного ускорить процесс зарастания восстанавливаемой территории. 1 ил., 2 табл.



(51) Int. Cl.  
*C09K 17/00* (2006.01)  
*B09C 1/00* (2006.01)  
*C02F 3/02* (2006.01)  
*C02F 9/14* (2006.01)  
*C02F 11/16* (2006.01)  
*C02F 103/28* (2006.01)  
*C09K 101/00* (2006.01)  
*B02C 13/04* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*C09K 17/00 (2020.08); B09C 1/00 (2020.08); C02F 3/02 (2020.08); C02F 11/16 (2020.08); B02C 13/04 (2020.08); C09K 2101/00 (2020.08); C02F 2103/28 (2020.08); C02F 9/00 (2020.08)*

(21)(22) Application: **2020125164, 29.07.2020**(24) Effective date for property rights:  
**29.07.2020**Registration date:  
**19.11.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **29.07.2020**(45) Date of publication: **19.11.2020 Bull. № 32**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,  
Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Pashkevich Mariia Anatolevna (RU),  
Petrova Tatiana Anatolevna (RU),  
Smirnov Iurii Dmitrievich (RU),  
Rudzish Edelina (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet» (RU)****(54) METHOD OF PRODUCING ORGANIC AMELIORANT**

(57) Abstract:

FIELD: ecology; land reclamation.

SUBSTANCE: method involves reagent treatment of sewage sludge with subsequent composting. Wastewater sludge used is excess active sludge from aerobic biological treatment of waste water from sulphide pulp and paper industry. Reagent used is a sewage sludge of sulphide pulp-and-paper industry with lignin fiber content in a weight ratio of 3-4:1, and is dehydrated to 80 %. Then the substrate is mixed, and

aerobic composting is performed for at least 30 days, and then obtained substrate is mixed with light loamy soil at a weight ratio of light loam soil content of 70 to 80 % and obtained substrate from 30 to 20 %. Obtained organic ameliorant is ground in hammer crusher.

EFFECT: method provides creation of ecologically clean product capable to accelerate process of overgrowing of restored territory.

1 cl, 1 dwg, 2 tbl

Изобретение относится к области экологии и природовосстановления, может быть использовано для получения органической почвогрунтовой смеси пролонгированного действия прирекультивации земель в лесохозяйственном, санитарно-гигиеническом и строительном направлениях.

5 Известен способ получения техногенного почвогрунта (патент RU № 2497784, опубл. 10.11.2013), заключающийся в смешении илового осадка с порошкообразным низинным торфом при массовом соотношении 1:(1,7-1,8), с последующими процессами: твердофазной ферментации–компостированием в буртах с периодическим ворошением и перемешиванием с получением биокомпоста при влажности 50-55% и смешением с котлованным грунтом (на основе покровных и аллювиальных суглинков и флювиогляциальных песков) – соотношение к иловому осадку (2,2-2,3):1.

Недостатком способа является процесс периодического ворошения порошкообразного низинного торфа, при котором доступ кислорода приводит к усыханию и потере питательных, органических веществ торфа.

15 Известен способ получения гранулированного органоминерального удобрения («ИЛОПЛАНТ») (патент RU № 2702164, опубл. 04.10.2019), который включает обработку осадка сточных вод раствором азотной кислоты, нейтрализацию кислотности осадка сточных вод щелочным агентом, последующее измельчение, увлажнение, магнитную сепарацию осадка сточных вод, смешивание обработанного осадка сточных вод с минеральными добавками, размещенными по крайней мере в двух расходных силосах, в каждом из которых добавки подвергаются аэрации, после чего осуществляют гранулирование смеси и ее расфасовку.

Недостатком этого способа является многокомпонентность состава предложенного органоминерального удобрения, что затрудняет процесс создания однородности в субстрате – недостаточное перемешивание компонентов может привести к локальному повышению кислотности или щелочности недопустимой для растений.

30 Известен способ обработки органических осадков сточных вод (патент RU № 2210550, опубл. 20.08.2003), заключающийся в смешивании сырого органического осадка с избыточным активным илом при соотношении от 1:1 до 1:3, с последующим процессом многократной кавитационной обработки смеси в течение 9-12 ч с числом циркуляционных циклов 3-10 при числе кавитации 0,01-0,05 совместно с аэробной стабилизацией и эжекционной аэрацией, а также с добавлением надильной воды (1/3 объема) и уплотнением.

Недостатком этого способа является многостадийность технологического процесса обработки осадка сточных вод, присутствие в конечном материале патогенных микроорганизмов и неприятного запаха.

40 Известен способ получения органоминерального удобрения из осадков сточных вод с помощью компостирования (патент RU № 2489414, опубл. 10.08.2013), заключающийся в смешивании осадков городских сточных вод с наполнителем, разрыхлителем и детоксикантом – сосновыми опилками. Смешиваются сосновые опилки (размером фракции до 2 мм) и осадки городских сточных вод (размером фракции до 5 мм) в массовом соотношении 1:0,5, с последующим компостированием.

Недостатком способа является длительный процесс компостирования и потенциальное негативное воздействие опилок, включение в состав опилок может привести к дефициту азота в почве и увеличению кислотности почвы.

45 Известен способ получения органо-минерального удобрения из осадков городских сточных вод (патент RU № 2556721, опубл. 20.07.2015), принятый за прототип, заключается в реагентной обработке осадков городских сточных вод с последующим

компостированием смеси, в качестве реагента используют органо-минеральную композицию, содержащую оксид кальция и низинный торф (в массовом соотношении к осадкам городских сточных вод, равном (ОСВ 25-75):(2-3,5):10), с компостированием осадка в течение не менее 7 дней на воздухе.

5 К недостаткам способа относится применение осадков городских сточных вод, которым характерны высокие концентрации тяжелых металлов и патогенных микроорганизмов.

Техническим результатом является создание экологически чистого продукта, способного ускорить процесс зарастания восстанавливаемой территории.

10 Технический результат достигается тем, что в качестве осадка сточных вод используется избыточный активный ил от аэробной биологической очистки сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности, в качестве реагента используется осадок сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности с содержанием лигнинового волокна, в массовом соотношении 3-4:1, обезвоживают  
15 до 80 %, далее субстрат перемешивают и проводят аэробное компостирование в течении не менее 30 дней и затем перемешивают полученный субстрат с легким суглинистым почвогрунтом при соотношении по массе легкого суглинистого почвогрунта от 70 до 80 % и полученного субстрата от 30 до 20%, полученный органический мелиорант измельчают в молотковой дробилке.

20 Способ поясняется следующей фигурой:

фиг.1 – график зависимости изменения во времени: влажности ( $W$ ), кислотности ( $pH$ ), соотношения углерода и азота (C:N) и диапазона температур при разных возможных значениях.

Способ получения осуществляется следующим образом. Избыточный активный ил  
25 от аэробной биологической очистки сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности параллельно с реагентом – осадком сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности (с содержанием лигнинового волокна) подается в промежуточный резервуар до аппаратов механического обезвоживания для смешивания при соотношении по массе равном 3-4:1. Полученный субстрат механически  
30 обезвоживается до 80%, до удаления свободной воды.

Обезвоженный субстрат перемешивается, компостируется аэробным способом не менее 30 дней до воздушно-сухого состояния внешней оболочки комковатых агрегатов субстрата при необходимости производят периодическое дополнительное перемешивание.

35 Обезвоженный субстрат смешивается с легким суглинистым почвогрунтом при соотношении по массе:

- легкого суглинистого почвогрунта от 70 до 80%;
- обезвоженный субстрат от 30 до 20%.

40 Полученный органический мелиорант измельчают в молотковой дробилке до достижения равномерности распределения компонентов в составе. Полученный органический мелиорант обладает следующими свойствами: повышает всхожесть семян, ускоряет линейный рост и увеличивает прирост биомассы травосмесей.

Способ поясняется следующими примерами. Для оценки достоверности предложенного способа получения органического мелиоранта, в качестве осадка  
45 сточных вод был взят избыточный активный ил от аэробной биологической очистки сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности, образующийся на стадии аэробной биологической очистки сточных вод целлюлозно-бумажного комбината сульфидного метода варки, представляющий собой обводненный шлам творожистой

массы серо-бурого цвета с включениями целлюлозного волокна и глинозема, извести, имеющий слабо кислую реакцию среды, как отход производства, относящийся к IV-V классу опасности.

В качестве реагента, взят осадок сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности (с содержанием лигнинового волокна), образующийся на стадии механической очистки сточных вод от производства сульфидной целлюлозы (с содержанием лигнинового волокна), который может варьировать в пределах 50-90 %. Осадок сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности, представляет собой обводненный шлам (с влажностью более 60 %), содержащий возможные органические примеси (целлюлозное и лигниновое волокно) и следы минеральных примесей, как отход производства, относится к IV-V классу опасности.

Для создания оптимальной плотности субстрата, скорейшей просушки и предотвращения процессов гниения компоненты были обезвожены до 80% (до удаления свободной воды) и смешаны при массовом соотношении 3-4:1.

При средних значениях плотности осадка сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности (с содержанием лигнинового волокна) воздушно-сухого состояния.

После смешения основного компонента – избыточного активного ила от аэробной биологической очистки сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности и реагента – осадка сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности (с содержанием лигнинового волокна), сформированный субстрат был оставлен на площадке временного хранения в течении не менее 30 дней на хорошо проветриваемой площадке временного хранения для аэробного компостирования и просушивания до воздушно-сухого состояния внешней оболочки комковатых агрегатов субстрата.

Минимальное количество дней компостирования обусловлено необходимостью стабилизации субстрата по завершению интенсивных биохимических процессов. Зависимость изменения во времени: влажности ( $W$ ), кислотности ( $pH$ ), соотношения углерода и азота (C:N) и диапазона температур при разных возможных значениях C:N и  $W$  отображены на фиг. 1.

Из сформированного субстрата– избыточного активного ила от аэробной биологической очистки сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности и осадка сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности (с содержанием лигнинового волокна)был отобраны образцы для анализа характеристик, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика субстрата

Наименование показателя	Характеристика
1. Внешний вид и цвет	Крошкообразная масса серо-бурого цвета
2. Массовая доля влаги, %	70-80
3. Кислотность, рН водной суспензии	5,0-7,0
Содержание питательных элементов, %	
4. Содержание органического вещества, %, до	90,0
5. Общий азот, %	0,30-0,40
6. Фосфор, %	0,10-0,20
7. Кальций, %	7,8-8,0
Содержание тяжелых металлов, мг/кг	
Цинк, мг/кг	430
Медь, мг/кг	210
Кадмий, мг/кг, не более	2,0

	Свинец, мг/кг, не более	130
	Мышьяк, мг/кг, не более	10
	Никель, мг/кг, не более	80
5	Содержание жизнеспособных возбудителей паразитов (яйца и личинки геогельминтов, цисты-ооцисты патогенных простейших), единиц в 100 г	отсутствие
	Содержание патогенной микрофлоры, в том числе сальмонеллы, КОЕ/50г	отсутствие

Органическое вещество от избыточного активного ила предоставляет условия питательного режима стремительного обеспечения, что позволяет в восстанавливаемом техногенном почвогрунте сформировать микроорганизменные сообщества для нормализации функции самовосстановления экосистемы, а органическая составляющая шлама, включающая в себя лигнин, оказывает пролонгированный эффект на питательный режим почвенной среды.

Высокое содержание кальция способствует образованию почвенных агрегатов, улучшает структурность и пористость почвы, что ускоряет и повышает эффективность функций почво-восстановления и образования.

Для предлагаемого способа получения органического мелиоранта используется легкий суглинистый почвогрунт (содержание глинистых включений от 20 до 50 %) с территорий родственных рекультивируемой земельной территории для упрощения миграции характерных видов фитоценозов. Легкий суглинистый почвогрунт благодаря плотности является структурным каркасом для субстрата из избыточного активного ила от аэробной биологической очистки сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности и осадка сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности (с содержанием лигнинового волокна), обеспечивающим оптимальные условия водного, воздушного, соляного, кислотного и питательного режимов мелиорируемой земельной территории.

Для проведения оценки практической реализации мелиоранта был отобран легкий суглинистый почвогрунт на территории Ленинградской области при pH = 6,0-7,0 и содержанием минеральных питательных веществ: азот – 50 мг/кг, фосфор – 150 мг/кг и калий – 250 мг/кг.

После смешения легкого суглинистого почвогрунта и органического субстрата, смесь дополнительно измельчают в молотковой дробилке до достижения равномерности распределения компонентов в составе.

Исследования по степени эффективности применения предложенного способа получения мелиоранта проводились путем моделирования искусственных почвогрунтов-мелиорантов с оценкой: мелиоративного потенциала, наилучшего соотношения и определением токсического/питательного воздействия предлагаемого мелиоранта на продуктивность и скорость роста аэриальной части травянистых растений.

При определении потенциальной экологической опасности сравнительный анализ на основе значений ПДК показал содержание тяжёлых металлов в пределах нормы без вероятности накопительного эффекта токсичности. В виду того, что при рекультивационных работах по восстановлению почвенно-растительного комплекса отсутствует повторное внесение мелиоранта, значение аккумуляции тяжелых металлов не достигнет пределов допустимых значений.

При моделировании почвогрунтов-мелиорантов с оценкой мелиоративного потенциала, наилучшего соотношения и определением токсического/питательного воздействия предлагаемого мелиоранта на продуктивность и скорость роста аэриальной части травянистых растений формировались модели почвогрунтового-мелиоративного слоя при различных соотношениях компонентов с исключением крайних значений не пригодных для использования. Соотношения компонентов в моделях мелиоранта (по

массе) и представлены на таблице 2.

Таблица 2 - Состав моделей почвогрунтового-мелиоративного слоя

Модель мелиоративного слоя	Контрольная модель	№1	№2	№3	№4
5 Легкий суглинистый почвогрунт	100%вариант потенциально плодородного слоя почвы, вносимого при рекультивации техногенно-нарушенных земель	80-90%	60-70%	40-50%	20-30%
10 Субстрат из смеси избыточного активного ила от аэробной биологической очистки сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности и осадка сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности (с содержанием лигнинового волокна)	-	10-20%	30-40%	50-60%	70-80%

Модели мелиоративного слоя были помещены в идентичные микроклиматические условия: постоянная температура не менее 20°C и относительная влажность 70%, с равномерным освещением и поливом соответствующими созданным условиям.

15 На основе методики исследований влияния различных доз мелиоранта на рост и развитие растений проводилась оценка эффективности и экологической безопасности предлагаемого органического мелиоранта. Контролируемыми параметрами являлись: всхожесть, линейный рост, норма развития травянистых растений и прирост биомассы.

20 В модели мелиоративного слоя было внесено одинаковое количество семян дикорастущих травянистых растений, встречающихся в луговых и лесных зонах с умеренным климатом: овсяница луговая (*Festucapratisensis*), тимофеевка луговая (*Phleumpratense*), райграс пастбищный (*Loliumperenne*), полевица обыкновенная (*Agrostistenuis*).

25 Результаты всхожести семян подтвердили свойство мелиоранта по улучшению всхожести: всхожесть семян в моделируемом мелиоранте-почвогрунте в первые 2 недели превысили показатели контрольной модели на 23-41%.

30 Результаты еженедельных измерений линейного роста растительных сообществ были отражены в графическом виде с расчетом отклонений от эталонной и контрольной функции нормальных условий динамики роста растений во времени (логистическая зависимость). Полученные результаты показали отсутствие отклонений, превышающих 20% от эталонной и контрольной модели, соответственно предлагаемый мелиорант является экологически безопасным для растительных сообществ.

35 При соотношении 70-80 % легкого суглинистого почвогрунта и 30-20 % субстрата из избыточного активного ила от аэробной биологической очистки сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности и осадка сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности (с содержанием лигнинового волокна) были получены наилучшие результаты скорости роста и прироста биомассы – по сравнению с контрольной моделью на 15% увеличение скорости роста, на 25% – биомассы, что подтверждает его эффективность.

40 Проведенные исследования описывают способ получения органического мелиоранта на основе широко распространенного субстрата пролонгированного действия, способного увеличить эффективность роста травосмеси, что ускорит процесс зарастания восстанавливаемой территории. Полученная смесь безопасна в применении, не содержит патогенной микрофлоры и семян сорняков. Характеризуется наличием следов тяжелых металлов в концентрациях не приводящих к накоплению выше предельно-допустимых концентраций (ПДК).

(57) Формула изобретения

Способ получения органического мелиоранта, включающий реагентную обработку осадков сточных вод с последующим компостированием, отличающийся тем, что в качестве осадка сточных вод используется избыточный активный ил от аэробной биологической очистки сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности, в качестве реагента используется осадок сточных вод сульфидной целлюлозно-бумажной промышленности с содержанием лигнинового волокна, в массовом соотношении 3-4:1, обезвоживают до 80 %, далее субстрат перемешивают, и проводят аэробное компостирование в течение не менее 30 дней, и затем перемешивают полученный субстрат с легким суглинистым почвогрунтом при соотношении по массе легкого суглинистого почвогрунта от 70 до 80 % и полученного субстрата от 30 до 20%, полученный органический мелиорант измельчают в молотковой дробилке.

15

20

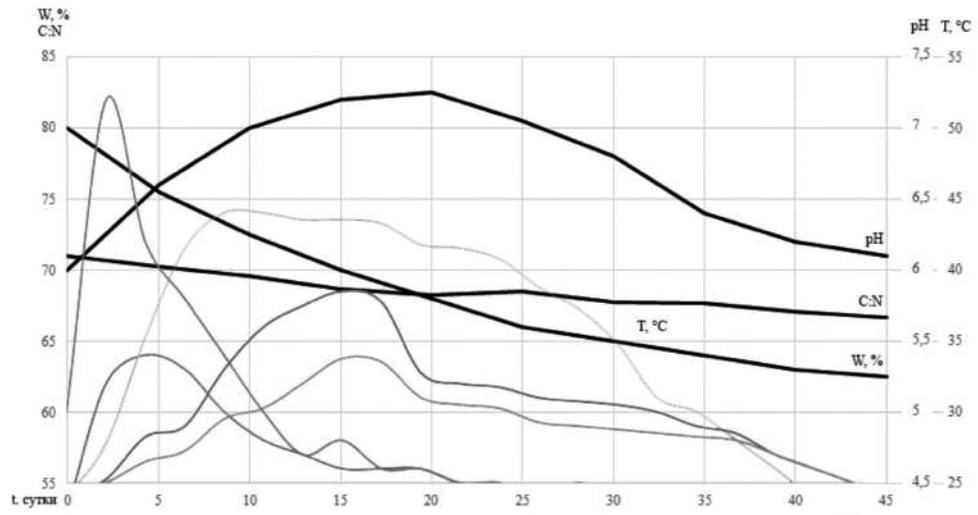
25

30

35

40

45



Фиг. 1