

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2818839

ТЕХНОГЕННЫЙ ПОЧВОГРУНТ

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

Авторы: *Сверчков Иван Павлович (RU), Быкова Марина Валерьевна (RU), Смирнов Юрий Дмитриевич (RU), Малюхин Дмитрий Михайлович (RU)*

Заявка № 2024108705

Приоритет изобретения 02 апреля 2024 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 06 мая 2024 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 02 апреля 2044 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ИЗМЕНЕНИЕ

В ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2818839

Изменение наименования, фамилии, имени, отчества патентообладателя

Патентообладатель(и): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU), Общество с ограниченной ответственностью "НПК ЭКОДрайв" (RU)*

Запись внесена в Государственный реестр изобретений Российской Федерации
09 июля 2024 г.



*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Ю.С. Зубов", written over a horizontal line.

Ю.С. Зубов



(51) МПК

B09C 1/00 (2006.01)

C05F 17/00 (2006.01)

B09B 3/00 (2006.01)

A01G 24/20 (2018.01)

C05F 9/04 (2006.01)

C05F 11/02 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B09C 1/00 (2024.01); C05F 17/00 (2024.01); B09B 3/00 (2024.01); A01G 24/20 (2024.01); C05F 9/04 (2024.01); C05F 11/02 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2024108705, 02.04.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.04.2024Дата регистрации:
06.05.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.04.2024

(45) Опубликовано: 06.05.2024 Бюл. № 13

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, В.О.,
2, ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II",
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Сверчков Иван Павлович (RU),
Быкова Марина Валерьевна (RU),
Смирнов Юрий Дмитриевич (RU),
Малюхин Дмитрий Михайлович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2497784 C1, 10.11.2013. RU
2757505 C1, 18.10.2021. КУЗНЕЦОВ И.Ю. и
др. Влияние искусственного почвогрунта с
добавлением концентрированного
органического удобрения "Дядюшка гумус"
на формирование надземной и корневой массы
сои// Пермский аграрный вестник, N4(44), 2023,
с. 49-58. WO 2005070852 A1, 04.08.2005. RU
2808737 C1, 04.12.2023.

(54) ТЕХНОГЕННЫЙ ПОЧВОГРУНТ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области рекультивации и охраны окружающей среды, восстановлению нарушенных земельных ресурсов, сельскому хозяйству и может быть использовано для получения почвогрунтов, предназначенных для озеленения территорий и выращивания травянистой растительности в условиях закрытого или открытого грунтов. Техногенный почвогрунт содержит грунт и биокомпост, представляющий собой ферментированную смесь торфа переходного типа со степенью разложения не более 25% и осадка биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженного до 80%. В качестве грунта

используют песчаный грунт, а биокомпост дополнительно содержит отходы кормов, опилки натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см, отходы грунта при проведении открытых земляных работ, при следующем соотношении компонентов, масс. %: песчаный грунт - 80-40, биокомпост - 20-60, в составе: осадок биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80% - 31-33, опилки натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см - 34-35, торф переходного типа со степенью разложения не более 25% - 12-14, отходы грунта при проведении открытых земляных работ - 13-15, отходы кормов -

остальное. Изобретение обеспечивает получение техногенного почвогрунта для озеленения

территорий и выращивания травянистой растительности. 9 табл., 9 пр.

RU 2818839 C1

RU 2818839 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

B09C 1/00 (2006.01)*C05F 17/00* (2006.01)*B09B 3/00* (2006.01)*A01G 24/20* (2018.01)*C05F 9/04* (2006.01)*C05F 11/02* (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC

B09C 1/00 (2024.01); *C05F 17/00* (2024.01); *B09B 3/00* (2024.01); *A01G 24/20* (2024.01); *C05F 9/04* (2024.01); *C05F 11/02* (2024.01)

(21)(22) Application: 2024108705, 02.04.2024

(24) Effective date for property rights:
02.04.2024Registration date:
06.05.2024

Priority:

(22) Date of filing: 02.04.2024

(45) Date of publication: 06.05.2024 Bull. № 13

Mail address:

190106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, V.O., 2,
FGBOU VO "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet imperatritsy Ekateriny II", Patentno-
litsenzionnyj otdel

(72) Inventor(s):

Sverchkov Ivan Pavlovich (RU),
Bykova Marina Valerevna (RU),
Smirnov Iurii Dmitrievich (RU),
Maliukhin Dmitrii Mikhailovich (RU)

(73) Proprietor(s):

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

(54) TECHNOGENIC SOIL

(57) Abstract:

FIELD: revegetation; environmental protection.

SUBSTANCE: invention relates to reclamation and environmental protection, restoration of disturbed land resources, agriculture and can be used to produce soils intended for landscaping and growing herbaceous vegetation in conditions of closed or open ground. Technogenic soil contains soil and biocompost, which is a fermented mixture of transitional peat with a degree of decomposition of not more than 25 % and sludge of biological treatment facilities of household and mixed waste water, dehydrated to 80 %. Sandy soil is used as soil, and biocompost additionally contains fodder wastes, sawdust of natural pure wood with fraction size

of 0.5–2.0 cm, soil wastes during open excavation, with the following ratio of components, wt. %: sandy soil – 80–40, biocompost – 20–60, in composition: sludge of biological treatment facilities of household and mixed waste water, dehydrated to 80 % – 31–33, sawdust of natural pure wood with fraction size of 0.5–2.0 cm – 34–35, transitional peat with decomposition degree of not more than 25 % – 12–14, soil wastes during open excavation – 13–15, fodder wastes – the rest.

EFFECT: invention enables to obtain technogenic soil for landscaping and growing herbaceous vegetation.

1 cl, 9 tbl, 9 ex

Изобретение относится к области рекультивации и охраны окружающей среды, восстановлению нарушенных земельных ресурсов, сельскому хозяйству и может быть использовано для получения почвогрунтов, предназначенных для озеленения территорий и выращивания травянистой растительности в условиях закрытого или открытого

5 грунтов.

Известен техногенный грунт (патент РФ № 2702708, опубл. 09.10.2019 г.), состоящий из отходов грунта при проведении открытых земляных работ - почвогрунт, отходов при дроблении лома бетонных, железобетонных, керамических, кирпичных изделий - отсев, отходов осадков водоподготовки при механической очистке природных вод -

10 ил, при следующем соотношении компонентов, кг/100 кг:

почвогрунт	75-85
отсев	7,5-12,5
ил	7,5-12,5

Недостатками грунта являются использование избыточного количества почвогрунта, который является самостоятельным потенциально-плодородным компонентом и зашлачивание территорий со временем, что связано с присутствием щелочных

15

компонентов в отходах дробления лома бетонных, железобетонных, керамических и кирпичных изделий.

Известен почвогрунт для рекультивации нарушенных земель (патент РФ № 2490240, опубл. 20.08.2013 г.), который содержит торф и техногенные компоненты, причем в качестве техногенных компонентов используются хвостовые отложения класса

20

компонентов, масс. %:

25

хвостовые отложения	80-84
обезвоженный активный ил	4-12
торф	остальное

Недостатком почвогрунта являются использование хвостовых отложений после тяжелосредней сепарации, что ведет к повышенному содержанию железа в почвогрунте, способствует переходу соединений фосфора в невосприимчивую для растений форму, что требует постоянного дополнительного внесения фосфорных удобрений.

30

Известен состав для рекультивации почв (патент РФ № 2711925, опубл. 23.01.2020 г.), содержащий песок, торф, термически обработанные отходы и семена многолетних морозостойких растений, в качестве которых используются клевер луговой или райграс пастбищный, а в качестве термически обработанных отходов используется зола сжигания осадка сточных вод при следующем соотношении компонентов, масс. %:

35

зола сжигания осадка сточных вод	10,0-14,0
торф	43,0-81,0
песок	8,6-45,0
семена многолетних морозостойких растений	остальное

40

Недостатками состава для рекультивации является использование большого количества торфа, что приводит к закислению почвы и препятствует всасыванию растениями микроэлементов, проявляется в замедлении их роста и развития, а также невозможность длительного хранения готового состава по причине наличия в нем семян.

45

Известна искусственная почва (патент РФ № 2663576, опубл. 07.08.2018 г.),

включающая органический субстрат, полученный путем ферментации смеси отходов животноводства, полученный при переработке навоза крупного рогатого скота с помощью вермикомпостирования, гранулированный вермикулит размером 2-5 мм, слоистые неразбухающие алюмосиликаты фракциями 2-4 мм, вулканические породы фракциями 5-20 мм при следующем соотношении компонентов, масс. %:

вермикулит	2-35
алюмосиликаты	2-45
вулканические породы	2-40
органический субстрат	20-80

Недостатками искусственной почвы являются использование червей *Eisenia foetida* при вермикомпостировании, которые являются требовательными к метеопараметрам при создании почвы, и возможное наличие патогенных микроорганизмов в органическом субстрате, полученного при переработке навоза крупного рогатого скота, являющегося источником патогенных микроорганизмов.

Известен плодородный почвогрунт (патент РФ № 2288907, опубл. 10.12.2006 г.), содержащий торф, песок, гумусосодержащий компонент, древесные опилки, причем в качестве гумусосодержащего компонента - биоорганическое удобрение, полученное путем аэробной ферментации смеси отходов животноводства и измельченных древесных отходов, содержащее азот, фосфор и калий в доступных для растений формах в массовом соотношении 2,3:1,7:1,3, имеющее зольность 7-7,5 % и pH=5-5,4, при следующем соотношении компонентов, масс. %:

торф	25-30
песок	50-60
биоорганическое удобрение	2-5
древесные опилки	остальное

Недостатками плодородного почвогрунта являются использование торфа и добавление древесных опилок без предварительной ферментации, что приводит к кислой реакции почвенной среды, препятствует всасыванию растениями микроэлементов, проявляется в замедлении их роста и развития, а также возможное наличие патогенных микроорганизмов в биоорганическом удобрении, полученного при аэробной ферментации отходов животноводства, являющихся источником патогенных микроорганизмов.

Известен техногенный почвогрунт (патент РФ № 2497784, опубл. 10.11.2013 г.), принятый за прототип, содержащий котлованный грунт и биокомпост, представляющий собой ферментированную смесь низинного торфа и илового осадка станций водоподготовки при массовом отношении иловый осадок/низинный торф, равном 1/1,7-1,8, при следующем соотношении компонентов, масс. %:

котлованный грунт	44-46
биокомпост	остальное

Недостатком данного техногенного почвогрунта является необходимость избыточного внесения дополнительных азотных, фосфорных, калийных удобрений из-за недостаточности содержания азота, фосфора и калия в доступных для растительности формах в биокомпосте, полученного путем твердофазной ферментации илового осадка и низинного торфа.

Техническим результатом является получение техногенного почвогрунта для озеленения территорий и выращивания травянистой растительности.

Технический результат достигается тем, что в качестве грунта используют песчаный грунт, а биокомпост дополнительно содержит отходы кормов, опилки натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см, отходы грунта при проведении открытых земляных работ, при следующем соотношении компонентов, масс. %:

5	песчаный грунт	80-40
	биокомпост	20-60,
	в составе:	
	осадок биологических очистных сооружений	
	хозяйственно-бытовых и смешанных сточных	
10	вод, обезвоженный до 80%	31-33
	опилки натуральной чистой древесины	
	с размером фракций 0,5-2,0 см	34-35
	торф переходного типа со степенью	
	разложения не более 25%	12-14
	отходы грунта при проведении открытых	
15	земляных работ	13-15
	отходы кормов	остальное

Заявляемый техногенный почвогрунт включает в себя следующие компоненты, их содержащие, масс. %: песчаный грунт - 80-40, по ГОСТ 25100-2020; биокомпост - 20-60, в составе: осадок биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80% - 31-33, код ФККО 72223111335, опилки натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см - 34-35, код ФККО 30523001435, торф переходного типа со степенью разложения не более 25% - 12-14, по ГОСТ Р 52067-2003 отходы грунта при проведении открытых земляных работ - 13-15, код ФККО 81111112495, отходы кормов - остальное, код ФККО 30118910000.

Песчаный грунт представляет собой минеральный несвязный грунт, содержащий по массе более 50% частиц размером от 0,05 мм до 2 мм. Частицы песка служат основой почвенного скелета при получении готового техногенного почвогрунта путем смешивания песчаного грунта и биокомпоста.

Осадок биологических очистных сооружений представляет собой отход очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80%, на иловых полях V класса опасности, а именно смесь из органических и минеральных веществ, выделенных в процессе очистки сточных вод методом отстаивания, и комплекса микроорганизмов, участвовавших в процессе биологической очистки сточных вод и выведенных из технологического процесса. Осадки хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод являются источником азота и органических веществ, необходимых для протекания процесса ферментации при помощи компостирования.

Опилки натуральной чистой древесины представляют собой отход деревообрабатывающих и деревоперерабатывающих предприятий V класса опасности с размером фракций 0,5-2,0 см, образуются при обработке древесины: распиловке, шлифовке или строгании. Опилки натуральной чистой древесины содержат основные элементы питания, которые в процессе минерализации при компостировании становятся легкодоступными для растений, обладают гумусообразующим потенциалом, богаты легкодоступными для микрофлоры органическими соединениями – целлюлозой и лигнином, содержат калий, фосфор, азот и микроэлементы. Для приготовления биокомпоста могут быть использованы опилки любых лиственных и хвойных древесных пород, а также их смеси.

Торф представляет собой осадочную рыхлую горную породу, добываемую на торфяной залежи переходного типа со степенью разложения торфа не более 25% и

пригодную для производства питательных грунтов.

Отходы грунта при проведении открытых земляных работ представляют собой отходы V класса опасности, образующиеся при выемке грунта с поверхности земли, и могут содержать материалы неорганические природного происхождения, такие как камни, щебень и песок, а также материалы природного растительного происхождения, например, части растений. Предпочтительнее использование грунта, выемка которого проводилась с территорий залегания дерново-подзолистого типа почвы. Добавление грунта при компостировании обеспечивает наличие почвенных микробных сообществ в биокомпосте.

Отходы кормов представляют собой остатки зернового сырья IV класса опасности, полученные в процессе прочистки технологических линий при производстве комбинированных кормов с высоким содержанием белка, витаминов и микроэлементов. Отходы кормов являются компонентом с высоким содержанием углерода и азота, необходимых для протекания процесса ферментации при помощи компостирования.

Компостируемый материал, содержащий осадок биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80%, опилки натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см, торф переходного типа со степенью разложения не более 25%, отходы грунта при проведении открытых земляных работ и кормовые отходы, перемешивается при массовом соотношении 31-33/34-35/12-14/13-15/остальное до однородной массы и складывается в бурт с помощью мобильной смесительной и ворошительной установки, оснащенной загрузочным шнеком и подъемным ленточным транспортером. Ферментация смеси и созревание биокомпоста протекает в течение 90 суток с периодическим перемешиванием и ворошением с помощью указанной выше установки каждые 10 дней после 15 суток с начала компостирования. Песчаный грунт смешивается с биокомпостом с помощью мобильного смесителя субстратов при соотношении, равном 80-40/20/60.

Эффективность состава компостируемого материала для получения биокомпоста поясняется следующими примерами. В качестве доказательства использованы теоретически установленные оптимальные параметры для процесса компостирования:

- оптимальная влажность компостируемого материала должна составлять 60%, но процесс можно проводить в диапазоне 40-70%. Содержание влаги выше 70% снижает скорость органического разложения, способствует образованию анаэробных условий и появлению запаха;

- соотношение C/N компостируемого материала должно составлять от 25:1 до 35:1. Более высокое соотношение C/N снижает скорость процесса, более низкое приводит к потере азота;

- оптимальные уровни pH компостируемого материала составляют от 7,0 до 8,0, однако процесс компостирования может протекать и при более низких значениях pH.

В компостируемом материале были определены значения содержания C и N, уровня pH и влажности в его компонентах с использованием приборной базы Научного центра «Оценки техногенной трансформации экосистем» Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II. Используемые компоненты имеют следующие значения содержания C и N, уровня pH и влажности, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика компонентов компостируемого материала

№ п/п	Компонент	Содержание C, масс. %	Содержание N, масс. %	C/N	pH, ед.рН	Влажность, масс. %
1	Осадок биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод,	8,1	1,1	7:1	7,5	80

	обезвоженный до 80%					
2	Отходы кормов	41,5	2,3	18:1	8,1	13
3	Опилки натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см	26,1	0,02	1305:1	5,5	55
4	Торф переходного типа со степенью разложения не более 25%	19,2	1,1	17:1	6,0	80
5	Отходы грунта при проведении открытых земляных работ	3,7	0,3	12:1	7,0	35

При проведении серии экспериментов по получению компостируемого материала, пригодного для получения биокомпоста, было проведено смешивание компонентов, при этом основным утилизируемым отходом являлся осадок биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80%, его содержание составляло не менее 30 масс.% во всех вариантах. Низкое соотношение C/N осадка 7:1 компенсировалось в основном добавлением опилок натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см, имеющих высокое C/N 1305:1, остальные компоненты, такие как отходы кормов, торф переходного типа со степенью разложения не более 25% и отходы грунта при проведении открытых земляных работ характеризуются низким соотношением C/N от 12:1 до 18:1 и выступали в качестве добавок для получения биокомпоста с высоким содержанием питательных веществ, доступных для растительности.

Соотношения компонентов при получении компостируемого материала представлены в таблице 2.

Таблица 2. Составы компостируемого материала

№ п/п	Состав, масс. %				
	Осадок биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80%	Отходы кормов	Опилки натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см	Торф переходного типа со степенью разложения не более 25%	Отходы грунта при проведении открытых земляных работ
1	30	4	32	17	17
2	30	5	33	16	16
3	30	6	34	15	15
4	30	7	35	14	14
5	30	8	36	13	13
6	31	4	32	16	17
7	31	5	33	15	16
8	31	6	34	14	15
9	31	7	35	13	14
10	31	8	36	12	13
11	32	4	32	16	16
12	32	5	33	14	15
13	32	6	34	13	15
14	32	7	35	13	13
15	32	8	36	12	12
16	33	4	32	15	16
17	33	5	33	15	14
18	33	6	34	14	13
19	33	7	35	12	13
20	33	8	36	12	12
21	34	4	32	15	15
22	34	5	33	14	14
23	34	6	34	13	13
24	34	7	35	12	12
25	34	8	36	11	11

Результаты определения параметров составов компостируемого материала представлены в таблице 3.

Таблица 3. Параметры составов компостируемого материала

№ п/п	Влажность, масс. %	Соотношение C/N	pH, ед. pH
1	62	25	6,7
2	61	25	6,7
3	61	25	6,8
4	60	25	6,8
5	60	26	6,7
6	62	24	6,8
7	62	25	6,9
8	61	25	7,0
9	60	25	7,0
10	60	26	6,7
11	62	24	6,8
12	61	25	6,9
13	61	25	7,0
14	61	25	7,1
15	60	25	6,8
16	62	24	6,9
17	62	24	6,9
18	62	25	7,1
19	61	25	7,1
20	61	25	6,9
21	63	24	7,0
22	62	24	7,0
23	62	24	7,0
24	61	25	6,9
25	61	25	6,8

Примеры 1-5 демонстрируют, что при содержании осадка биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80% - 30 масс. % и опилок натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см - 32-36 масс. % достигается оптимальный диапазон C/N во всех случаях, однако уровень рН не соответствует оптимальному диапазону. Увеличение содержания отходов кормов не позволяет скомпенсировать уровень рН.

Примеры 6-10 демонстрируют, что при содержании осадка биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80% - 31 масс. % и опилок натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см - 32-36 масс. % достигается оптимальный диапазон C/N во всех случаях, кроме примера 6, а уровень рН соответствует оптимальному диапазону в случае примеров 8 и 9.

Примеры 11-15 демонстрируют, что при содержании осадка биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80% - 32 масс. % и опилок натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см - 32-36 масс. % достигается оптимальный диапазон C/N во всех случаях, кроме примера 11, а уровень рН соответствует оптимальному диапазону в случае примеров 13 и 14.

Примеры 16-20 демонстрируют, что при содержании осадка биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80% - 33 масс. % и опилок натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см - 32-36 масс. % достигается оптимальный диапазон C/N в случае примеров 18, 19 и 20, а уровень рН соответствует оптимальному диапазону в случае примеров 18 и 19.

Примеры 21-25 демонстрируют, что при содержании осадка биологических очистных

сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80% - 34 масс.% и опилок натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см - 32-36 масс.% достигается оптимальный диапазон C/N в случае примеров 24 и 25, а уровень рН соответствует оптимальному диапазону в случае примеров 21, 22 и 23.

5 Примеры 1-25 демонстрируют, что содержание опилок натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см более 35 масс.% приводит к уровню рН менее 7,0, при этом увеличение содержания осадка биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80%, и отходов кормов не позволяет скомпенсировать уровень рН, а увеличение содержания торфа переходного
10 типа со степенью разложения не более 25% и отходов грунта при проведении открытых земляных работ не может быть использовано для коррекции рН ввиду их собственного уровня рН. Содержание осадка биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80% менее 31 масс.% также приводит к уровню рН менее 7,0, при этом, увеличение содержания отходов кормов не
15 позволяет скомпенсировать уровень рН.

Таким образом, примеры 8, 9, 13, 14, 18 и 19 представляют собой составы компостируемого материала для получения биокомпоста подходящие по совокупности параметров.

В качестве экспериментальной площадки для закладывания компостируемого
20 материала был использован участок на территории Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II. Оценка качества готового биокомпоста проводилась с использованием приборной базы Научного центра «Оценки техногенной трансформации экосистем» Санкт-Петербургского горного университета императрицы
25 Екатерины II, а также силами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Санкт-Петербурге и Ленинградской области».

Готовый биокомпост характеризуется высоким содержанием органического вещества, азота, фосфора, калия в доступных для растений формах, нейтральным показателем рН, отсутствием гнилостного, аммиачного или сероводородного запаха, что свидетельствует о завершении процесса ферментирования, имеет землистый запах.

30 Характеристика биокомпоста представлена в таблице 4.

Таблица 4. Характеристика биокомпоста

№ п/п	Показатель	Единицы измерения	Значение
1	Содержание органического вещества	%	50-60
2	Содержание минерального азота (нитратный и аммонийный)	мг/кг	140-160
3	Содержание подвижного фосфора (в пересчете на P ₂ O ₅)	мг/кг	3400-3600
4	Содержание обменного калия (в пересчете на K ₂ O)	мг/кг	1600-1800
5	Реакция среды (рН)	ед.рН	7,2-7,3
6	Органолептическая оценка (запах)	-	землистый

40 При получении техногенного почвогрунта биокомпост смешивается с песчаным грунтом, который является химически инертным, не содержит тяжелых металлов, нефтепродуктов и питательных веществ, а также не представляет санитарно-эпидемиологической опасности. Поэтому были исследованы пробы биокомпоста по существующим методиками на токсичность (химический состав и биотестирование) и
45 проведена санитарно-эпидемиологическая оценка. Полученные значения сравнивались с установленными требованиями и гигиеническими нормативами для почв, т.к. заявленный техногенный почвогрунт должен отвечать данным требованиям.

Валовое содержание основных металлов и нефтепродуктов представлено в таблице

5.

Таблица 5. Валовое содержание металлов и нефтепродуктов в биокомпосте

№ п/п	Показатель	C(i)	ПДК(i)	ОДК(i)	К
		мг/кг			
1	Zn	265	-	220	1,2
2	Pb	35	-	130	0,3
3	Cu	123	-	132	0,9
4	Cd	0,7	2,0	-	0,4
5	Hg	0,5	2,1	-	0,2
6	Mn	639	1500	-	0,4
7	Mo	4,4	-	-	-
8	Fe	30880	-	-	-
9	Нефтепродукты	170	-	-	-

Значения ПДК/ОДК представлены в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

В таблице 6 представлены результаты биотестирования водной вытяжки биокомпоста.

Таблица 6. Результаты биотестирования водной вытяжки биокомпоста

№ пробы	Кратность разбавления	№ повторности	D	D(ср)	1%	Оказывает/не оказывает острое токсическое действие
Контроль	0	1	0,138	0,151	0	-
		2	0,152			
		3	0,156			
		4	0,158			
1	1	1	0,195	0,188	-24,50	не оказывает
		2	0,182			
		3	0,191			
		4	0,184			
2	3	1	0,178	0,171	-13,25	не оказывает
		2	0,169			
		3	0,170			
		4	0,167			
3	9	1	0,171	0,162	-7,28	не оказывает
		2	0,158			
		3	0,160			
		4	0,159			
4	27	1	0,160	0,158	-4,64	не оказывает
		2	0,147			
		3	0,166			
		4	0,159			
5	81	1	0,149	0,153	-1,32	не оказывает
		2	0,158			
		3	0,145			
		4	0,160			

В таблице 7 представлены результаты санитарно-эпидемиологической оценки.

Таблица 7. Результаты санитарно-эпидемиологической оценки биокомпоста

№ п/п	Показатель	Единицы измерения	Значение
1	Лактозоположительные кишечные палочки (коли-формы)	КОЕ/г	10
2	Энтерококки (фекальные стрептококки)	КОЕ/г	10
3	Патогенные бактерии, в том числе сальмонеллы	КОЕ/г	не обнаружено
4	Яйца и личинки гельминтов (жизнеспособных)	экз./кг	не обнаружено
5	Цисты кишечных патогенных простейших	экз./100г	не обнаружено

6	Личинки и куколки синантропных мух	экз./кг	не обнаружено
---	------------------------------------	---------	---------------

Исходя из таблицы 4 установлено, что биокомпост имеет очень высокую обеспеченность по запасу питательных веществ согласно «Методическим указаниям по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» и не приведет к закислению территорий при использовании в составе заявленного техногенного почвогрунта.

Исходя из таблиц 5 и 6 установлено, что при использовании биокомпоста в составе заявляемого техногенного почвогрунта при массовом соотношении биокомпост/песчаный грунт, равном 20-60/80-40, отсутствуют превышения по содержанию тяжелых металлов, не оказывает острое токсическое действие. Согласно СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» заявленный техногенный почвогрунт может использоваться без ограничений и под любые культуры растений.

Исходя из таблицы 7 установлено, что при использовании биокомпоста в составе заявляемого техногенного почвогрунта при массовом соотношении биокомпост/песчаный грунт, равном 20-60/80-40, отсутствует санитарно-эпидемиологическая опасность, а заявленный техногенный почвогрунт относится к категории чистых почв согласно МУ 2.1.7.730-99 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» и может быть использован на территориях зон рекреации, такие как парки, скверы и пр., огородов, зон санитарной охраны водоемов, санитарно-защитных зон и др.

Эффективность состава техногенного почвогрунта поясняется следующими примерами. В качестве доказательства был проведен вегетационный опыт.

Для создания однородных условий произрастания использовался специализированный фитостеллаж на базе Научного центра «Оценки техногенной трансформации экосистем» Санкт-Петербургского горного университета императрицы Екатерины II. Путем смешивания биокомпоста и песчаного грунта при массовом соотношении от 1:9 до 9:1 получены и размещены в вегетационных сосудах составы техногенного почвогрунта, представленные в таблице 8.

Таблица 8. Составы техногенного почвогрунта

№ п/п	Биокомпост	Песчаный грунт
	масс. %	
1	10	90
2	20	80
3	30	70
4	40	60
5	50	50
6	60	40
7	70	30
8	80	20
9	90	10

В качестве тест-культуры использовалась газонная трава семейства Poaceae, а именно Райграс пастбищный. Результаты всхожести семян, прироста биомассы и насыпной плотности по сравнению с контролем представлены в таблице 9. В качестве контроля использовалась типичная почва.

Таблица 9. Результаты вегетационного опыта

№ п/п	Биокомпост	Песчаный грунт	Всхожесть (по сравнению с контро- лем)	Прирост биомассы (по сравнению с контро- лем)	Изменение насыпной плотности (по сравнению с контро- лем)	
	масс. %		д.е.			
5	Контроль	0	0	0	0	
	1	10	90	-0,09	-0,23	0,44
	2	20	80	0,13	0,04	0,34
	3	30	70	0,14	0,10	0,24
	4	40	60	0,16	0,18	0,15
	5	50	50	0,16	0,22	0,05
10	6	60	40	0,14	0,23	-0,05
	7	70	30	-0,02	0,06	-0,15
	8	80	20	-0,05	0,02	-0,24
	9	90	10	-0,07	-0,02	-0,34

Пример 1 демонстрирует, что при содержании биокомпоста 10 масс.% и песчаного
15 грунта 90 масс.% увеличивается насыпная плотность по сравнению с контролем, при
этом снижается всхожесть и прирост биомассы.

Примеры 2-5 демонстрируют, что при содержании биокомпоста 20-50 масс.% и
песчаного грунта 50-80 масс.% увеличивается насыпная плотность по сравнению с
контролем, при этом, повышается всхожесть и прирост биомассы.

Пример 6 демонстрирует, что при содержании биокомпоста 60 масс.% и песчаного
20 грунта 40 масс.% снижается насыпная плотность по сравнению с контролем, при этом,
повышается всхожесть и прирост биомассы.

Примеры 8-9 демонстрируют, что при содержании биокомпоста 70-90 масс.% и
песчаного грунта 10-30 масс.% уменьшается насыпная плотность по сравнению с
25 контролем, при этом, снижается всхожесть.

Опытным путем установлено, что снижение содержания биокомпоста в заявленном
30 почвогрунте менее 20 масс.% ведет к недостатку питательных веществ, угнетает рост
растительности и ухудшает структуру почвогрунта, что делает его непригодным к
использованию для озеленения территорий и выращивания травянистой растительности
в условиях закрытого или открытого грунтов. Увеличение содержания биокомпоста в
заявленном почвогрунте более 60 масс.% приводит к снижению насыпной плотности,
при которой снижается всхожесть, что также делает его непригодным к использованию
для озеленения территорий и выращивания травянистой растительности в условиях
закрытого или открытого грунтов.

Биокомпост выполняет функцию структурообразователя при получении техногенного
35 почвогрунта. В поровое пространство биокомпоста упаковываются при перемешивании
частицы песка, что предотвращает быструю деградацию, вымывание макро и
микроэлементов. Биокомпост служит основным источником питания для растений в
части органических веществ, содержит необходимый набор микробиологического
40 сообщества, что позволяет корням растений наиболее эффективно использовать запасы
питательных веществ, таких как легкодоступные азот, фосфор и калий.

Заявленный техногенный почвогрунт может использоваться сразу после замешивания
или храниться в воздушно-сухом, при этом добавление воды происходит в начале
эксплуатации смеси, что позволяет исключить использование инсектицидов, фунгицидов
и/или консервантов. Допускается отдельное хранение биокомпоста в воздушно-сухом
45 состоянии до начала момента эксплуатации.

Предлагаемый техногенный почвогрунт расширяет ассортимент существующих
плодородных смесей при озеленении территорий, выращивании травянистой
растительности в условиях закрытого или открытого грунтов, может использоваться

на открытом и закрытом грунтах в течение длительного времени за счет высокого содержания органического вещества, азота, фосфора, калия в доступных для растений формах. Использование доступного сырья и нескольких видов отходов являются положительными аспектами с экологической точки зрения.

5

(57) Формула изобретения

Техногенный почвогрунт, содержащий грунт и биокомпост, представляющий собой ферментированную смесь торфа переходного типа со степенью разложения не более 25% и осадка биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженного до 80%, отличающийся тем, что в качестве грунта используют песчаный грунт, а биокомпост дополнительно содержит отходы кормов, опилки натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см, отходы грунта при проведении открытых земляных работ, при следующем соотношении компонентов, масс. %:

10

15

песчаный грунт	80-40
биокомпост	20-60,
в составе:	
осадок биологических очистных сооружений хозяйственно-бытовых и смешанных сточных вод, обезвоженный до 80%	31-33
опилки натуральной чистой древесины с размером фракций 0,5-2,0 см	34-35
торф переходного типа со степенью разложения не более 25%	12-14
отходы грунта при проведении открытых земляных работ	13-15
отходы кормов	остальное

20

25

30

35

40

45