

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2852071

ФОСФАТНЫЙ СОРБЕНТ-НОСИТЕЛЬ

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

Авторы: *Каранетян Кирилл Гарегинович (RU), Дорош Инна Васильевна (RU), Згонник Пётр Владимирович (RU)*

Заявка № 2025106947

Приоритет изобретения **24 марта 2025 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **02 декабря 2025 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **24 марта 2045 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





(51) МПК
B01J 20/02 (2006.01)
B01J 20/22 (2006.01)
B01J 20/282 (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01)
C02F 101/32 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B01J 20/02 (2025.08); *B01J 20/22* (2025.08); *B01J 20/282* (2025.08); *C02F 1/28* (2025.08); *C02F 2101/32* (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025106947, 24.03.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.03.2025

Дата регистрации:
02.12.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.03.2025

(45) Опубликовано: 02.12.2025 Бюл. № 34

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
 ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
 университет императрицы Екатерины II",
 Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Карапетян Кирилл Гарегонович (RU),
 Дорош Инна Васильевна (RU),
 Згонник Пётр Владимирович (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 2777158 C1, 01.08.2022. RU
 2206552 C1, 20.06.2003. CN 101711974 A,
 26.05.2010. US 3591524 A, 06.07.1971.
 КАРАПЕТЯН К. Г. и др. Сорбенты на основе
 вспененного фосфатного стекла для сбора
 нефтепродуктов с загрязнённых почв и
 водных поверхностей, Известия Томского
 политехнического университета, Инжиниринг
 георесурсов, 2024, Т. 335, N 8, сс. (см. прод.)

(54) ФОСФАТНЫЙ СОРБЕНТ-НОСИТЕЛЬ

(57) Реферат:

Изобретение может быть использовано для
 очистки почв и вод, загрязненных нефтью и
 нефтепродуктами. Предложен фосфатный
 сорбент-носитель, содержащий 48,9-54,3 мас.%
 стеклообразного фосфатного удобрения, 30,7-
 36,1 мас.% нитроаммофоски, 5,4-7,2 мас.%

глицерина и дистиллированную воду – остальное
 до 100 мас.%. Изобретение позволяет получить
 фосфатный сорбент-носитель, обладающий
 развитой поверхностью, повышенной
 сорбционной емкостью и прочностью. 1 табл., 22
 пр.

(56) (продолжение):
227-240.

RU 2 852 071 C1

RU 2 852 071 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B01J 20/02 (2006.01)
B01J 20/22 (2006.01)
B01J 20/282 (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01)
C02F 101/32 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B01J 20/02 (2025.08); B01J 20/22 (2025.08); B01J 20/282 (2025.08); C02F 1/28 (2025.08); C02F 2101/32 (2025.08)

(21)(22) Application: **2025106947, 24.03.2025**(24) Effective date for property rights:
24.03.2025Registration date:
02.12.2025

Priority:

(22) Date of filing: **24.03.2025**(45) Date of publication: **02.12.2025** Bull. № 34

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet
imperatritsy Ekateriny II", Patentno-litsenziornyj
otdel**

(72) Inventor(s):

**Karapetian Kirill Gareginovich (RU),
Dorosh Inna Vasilevna (RU),
Zgonnik Petr Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **PHOSPHATE SORBENT-CARRIER**

(57) Abstract:

FIELD: chemical industry.

SUBSTANCE: invention can be used to clean soil and water contaminated with oil and petroleum products. A phosphate sorbent carrier is proposed, containing 48.9-54.3 mas.% of vitrifiable phosphate fertiliser, 30.7-36.1 mas.% of nitroammophoska, 5.4-

7.2 mas.% of glycerine and distilled water – the remainder up to 100 mas.%.

EFFECT: obtaining a phosphate sorbent carrier with a developed surface, increased sorption capacity and strength.

1 cl, 1 tbl, 22 ex

Изобретение относится к области охраны окружающей среды, а именно к сорбционным материалам, обеспечивающим очистку нефтезагрязнённых земель и водных поверхностей при аварийных разливах нефти, нацелен преимущественно на очистку почв, загрязнённых нефтью и нефтепродуктами. Изобретение касается 5 разрабатываемого состава для получения фосфатных сорбентов - носителей, поверхность которых может быть биологически активирована суспензией микроорганизмов - физическая иммобилизация.

Известен состав сорбента и способ его получения (патент RU № 2737728, опубликованный 02.12.2020), содержащий мас. %: стеклобой 55-57, жидкое стекло 10 модуль 3.0 33-35, раствор NaOH 8,6-8,8, алюминиевая пудра 1,2-1,4.

Недостатком состава сорбента являются вредные примеси, находящиеся в стекломассе которые необходимо утилизировать при температуре от 300°C.

Известен сорбент для сбора нефти и способ его получения (патент RU № 2479348, опубликованный 20.04.2011), содержащий (мас.%): порошкообразный углерод 2,6-3, 15 гидрофобизатор 3-3,4, полиамидное волокно 14-24; резиновая крошка - остальное.

Недостаток данного сорбента заключается в сложной утилизации, которая может привести к вторичному загрязнению окружающей среды из-за трудноразлагаемых компонентов в его составе, вследствие чего также возникнет необходимость хранения 20 отработанного сорбента на полигоне.

Известен магнитный сорбент для сбора нефти, масел и нефтепродуктов (патент RU № 2646084, опубликованный 01.03.2018), содержащий мас.%: порошок Fe_3O_4 8-12, окисленный атактический полипропилен 3-3,4, низинный торф 75-80.

Недостаток данного сорбента заключается в длительной биодеградации полипропилена в почвенных слоях, так как он может содержать хлорсодержащие 25 токсичные соединения.

Известен сорбент - активатор для очистки нефтезагрязнённых почв и грунтов и способ его получения (патент RU № 2615526, опубликованный 05.04.2017), сорбент представляет собой наноструктурированный углерод - кремнеземный композит 30 содержащий мас. %: SiO_2 25-75, C 15-65, Al 2,5- 3,6, Fe 1,0-2,0, K 0,5-1, Mg 0,5-0,8, S 0,3-0,1, Ca 0, 2-0,9. Сорбент - активатор представляет собой смесь карбонизированного шунгита и рисовой шелухи в различном соотношении компонентов.

Недостаток данного сорбента - активатора заключается в ограниченной области его применения, так как указанный состав чрезвычайно чувствителен к конкретным 35 условиям аборигенной микрофлоры.

Известно комплексное стеклянное удобрение пролонгированного действия и способ его получения (патент RU № 2206552, опубликованный 20.06.2003), принятый за прототип, на основе данного состава получают нефтесорбенты и биосорбенты-сорбционные носители для иммобилизации микроорганизмов. Комплексное стеклянное 40 удобрение пролонгированного действия содержит фосфорно-калийное удобрение, мочевиноформальдегидную смолу и другие микроэлементы мас. %: P_2O_5 49-55, K_2O 15-19, CaO 10-15, MgO 5-8, SiO_2 1-3, B_2O_3 - 0,2-1,5, Fe_2O_3 0,2-0,5, MnO - 0,1, CuO - 0,02, MoO_3 - 0,005.

Недостатком сорбентов и биосорбентов изготовленных на основе состава комплексного стеклянного удобрения является его низкая нефтёмкость и низкая 45 прочность на истирание.

Техническим результатом является получение сорбента - носителя с развитой поверхностью, повышенной прочностью и необходимой сорбционной емкостью.

Технический результат достигается тем, что состав дополнительно содержит нитроаммофоску, глицерин и воду дистиллированную, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

5	стеклообразное фосфатное удобрение	от 48,9 до 54,3
	нитроаммофоска	от 30,7 до 36,1
	глицерин	от 5,4 до 7,2
	вода дистиллированная	остальное

Заявляемый состав фосфатного сорбционного носителя включает в себя следующие реагенты и товарные продукты, содержащие, мас. %:

- 10 - стеклообразное фосфатное удобрение (СФУ) - от 48,9 до 54,3, выпускаемое по ТУ 2189-001-77182129-2015.
- нитроаммофоска (НАФ) - от 30,7 до 36,1, выпускаемая по ТУ 2186-031-00206486-2013.
- 15 - глицерин - от 5,4 до 7,2, выпускаемый по ГОСТ 6259-75.
- вода дистиллированная - остальное, соответствующая ГОСТ Р 58144-2018.

Стеклообразное фосфатное удобрение (СФУ) пролонгированного действия, выпускаемые в виде гранул, порошка или капсул в оболочке синего цвета. СФУ получено термоплавлением и последующим спеканием в муфельной печи, содержит в своем составе оксиды фосфора, калия, магния, кальция и др. элементы. СФУ отличается 20 достаточной стабильностью в присутствии RedOx-систем. Стекломасса становится вязкотекучей и приобретает необходимый фосфатный каркас в интервале температур от 450 до 500°C, при этом потеря массы фосфатного удобрения составляет менее 10%.

Нитроаммофоска (НАФ) является комплексным, твёрдым, сложным 25 гранулированным удобрением белого или серого цвета, нетоксичным, трудногорючим, содержит 16% азота, 16% калия и 16% фосфора, при стандартных условиях термически устойчиво. Материал выбран в качестве вспенивателя, так как при нагревании претерпевает внутримолекулярную окислительно-восстановительную реакцию, сопровождающуюся выделением летучих продуктов, что приводит к образованию 30 пористой структуры. Температура вспенивания подобрана на основании данных термического анализа и находится в интервале от 250 до 460°C. Наиболее интенсивное разложение происходит в начале указанного интервала, что может являться результатом самоподдерживающегося разложения. Общая потеря массы составляет ≈ 70%.

Глицерин - это бесцветная прозрачная жидкость, органическое соединение с формулой 35 $C_3H_8O_3$ в виде раствора, действующее вещество - 1,2,3-пропантриол. Используется в качестве связующего агента для формирования гранул и вспомогательного вспенивателя, улучшающего текстуру и стабильность пенообразования.

Вода дистиллированная - вода, очищенная от растворённых в ней минеральных солей, органических веществ и других примесей путём дистилляции. Применяется в 40 процессе смешивания и формования шихты.

Состав получают следующим образом. СФУ и НАФ предварительно измельчают на шаровой мельнице. В сухую смесь СФУ и НАФ добавляют дистиллированную воду и перемешивают до однородного состояния, добавляя глицерин для формования гранул и улучшения стойкости смеси при пенообразовании. Затем после формовки, гранулы 45 помещают на стальную подложку и сушат в сушильном шкафу для удаления остаточной влаги. Далее подложку со сформованными гранулами, помещают в муфельную печь, предварительно нагретую до заданной температуры, и вспенивают в диапазоне температур, выдерживают в печи и охлаждают на воздухе.

Состав поясняется следующими примерами.

Пример 1. Смесь готовили путём смешивания 59,6% СФУ; 25,4% НАФ; 7,5% глицерина и дистиллированной воды. Полученную смесь перемешивали до состояния «теста» и формовали её в виде гранул, после чего вымещали на стальную подложку.

5 Сформованные образцы предварительно сушили в сушильном шкафу 1 час. Высушенные образцы вспенивали в муфельной печи в температурном диапазоне от 400 до 750°C с выдержкой в печи от 6 до 20 минут и охлаждали на воздухе 1 час.

Примеры 2-22 аналогичным образом.

10 Эффективность разработанных составов сорбентов-носителей с целью их последующей активации доказана проведением испытаний по ряду важных характеристик, таких как: визуальный контроль внешней и внутренней структуры - пористость, сорбционная ёмкость и прочность на истирание.

15 Варианты составов сорбентов-носителей, внешний контроль и результаты лабораторных экспериментов по сорбционной ёмкости и прочности на истирание вспененных образцов представлены в таблице 1.

В соответствии с проведенным внешним контролем и испытаниями наиболее подходящими оказались составы № 4-16. Содержание СФУ от 48,9 до 54,3 мас.% и НАФ от 30,7 до 36,1 мас.% позволяет получить развитую пористую структуру с достаточной сорбционной ёмкостью и прочностью. При содержании СФУ более 54,9 20 мас.% и НАФ менее 30,1 мас.% прочность образцов возрастает, при этом поры не образуются, что ведёт к снижению его сорбционной ёмкости. Содержание СФУ от 47,1 до 48,3 мас.% и НАФ от 36,7 до 37,9 мас.% не приводит к существенному улучшению свойств материала. Содержание СФУ от 40,6 до 46,5 мас.% и НАФ от 38,5 до 44,4 мас.% 25 приводит к снижению свойств материала.

Оптимальным соотношением компонентов шихты является: количество СФУ - от 48,9 до 54,3 мас.%, НАФ - от 30,7 до 36,1 мас.%, глицерина - от 5,4 до 7,2 мас.% и дистиллированной воды - от 8,2 до 9,2 мас.% составы № 6-11.

30 Дополнительное введение в состав нитроаммофоски, глицерина и дистиллированной воды в качестве вспенивающей и связующей добавки позволяет повысить прочность получаемых носителей в 1,4-1,8 раза, а сорбционную ёмкость в 1,2 раза.

Таблица 1- Варианты составов сорбентов-носителей и их эффективность по ряду физико-химических параметров и внешнему виду

№	Содержание компонентов, мас.%				Визуальный контроль внешнего вида и внутренней структуры полученных образцов	Сорбционная ёмкость, г/г		Прочность носителей на истирание, %
	СФУ	НАФ	C ₃ H ₈ O ₃	Вода		2 ч.	10 сут.	
1	59,6	25,4	7,5	7,5	Образец сплюснут, плотный из-за высокого содержания СФУ в связи, чем фосфатная матрица сильно затвердела, не успев образовать поры	0,5	0,5	80
2	55,5	29,5	5,0	10,0	Образец спёкся, сплюснут, поры отсутствуют	0,7	0,8	80
3	54,9	30,1	5,2	9,8	Образец спёкся, форма неоднородная. Поры отсутствуют	0,7	0,8	78
40 4	54,3	30,7	5,4	9,6	Образец однородный, поверхность пористая, включая, крупные, средние и мелкие поры	0,7	0,8	75
5	53,7	31,3	5,6	9,4	Образец однородный, поверхность пористая, включая, крупные, средние и мелкие поры	0,7	0,8	75
6	53,1	31,9	5,8	9,2	Образец однородный, поверхность пористая, включая, крупные, средние и мелкие поры	0,9	0,9	73
45 7	52,5	32,5	6,0	9,0	Образец неоднородный, поверхность пористая, включая, крупные, средние и мелкие поры	1,0	0,9	70
8	51,9	33,1	6,2	8,8	Образец неоднородный, поверхность пористая, включая, крупные, средние и мелкие поры	0,9	1,2	65
9	51,3	33,7	6,4	8,6	Образец однородный, поверхность пористая, включая, крупные, средние и мелкие поры. Многослойный, распределение свободное	1,0	1,5	65

10	50,7	34,3	6,6	8,4	Образец однородный, поверхность пористая, включая, крупные, средние и мелкие поры. Многослойный, распределение плотное, кристаллизация в центре	0,9	1,0	60	
11	50,1	34,9	6,8	8,2	Образец однородный, поверхность пористая, включая, крупные, средние и мелкие поры. Многослойный, распределение свободное	0,9	0,9	60	
5	12	49,5	35,5	7,0	8,0	Образец однородный, пористая, включая, крупные, средние и мелкие поры. Многослойный, распределение свободное	0,8	0,8	50
13	48,9	36,1	7,2	7,8	Образец однородный, поверхность высокопористая. Многослойный, распределение свободное	0,8	0,8	45	
14	48,3	36,7	7,4	7,6	Образец неоднородный, плотный. Присутствуют единичные поры	0,5	0,5	41	
10	15	47,7	37,3	7,6	7,4	Образец неоднородный, плотный. Присутствуют единичные поры	0,5	0,5	40
16	47,1	37,9	7,8	7,2	Образец неоднородный, плотный. Присутствуют единичные поры	0,6	0,5	41	
17	46,5	38,5	8,0	7,0	Образец неоднородный, рыхлый, крошится. Поры отсутствуют	0,5	0,5	40	
18	45,9	39,1	8,2	6,8	Образец неоднородный, рыхлый крошится. Поры отсутствуют	0,5	0,5	39	
19	45,3	39,7	8,4	6,6	Образец неоднородный, рыхлый, крошится. Поры отсутствуют	0,6	0,5	39	
15	20	44,7	40,3	8,6	6,4	Образец неоднородный, рыхлый, крошится. Поры отсутствуют	0,5	0,5	39
21	44,1	40,9	8,8	6,2	Образец неоднородный, рыхлый, крошится. Поры отсутствуют	0,5	0,5	38	
22	40,6	44,4	6,5	8,5	Образец неоднородный, рыхлый, крошится. Присутствуют единичные поры	0,5	0,5	36	

(57) Формула изобретения

20 Фосфатный сорбент-носитель, содержащий стеклообразное фосфатное удобрение, отличающийся тем, что состав дополнительно содержит нитроаммофоску, глицерин и воду дистиллированную при следующем соотношении компонентов, мас. %:

стеклообразное фосфатное удобрение	48,9-54,3
нитроаммофоска	30,7-36,1
25 глицерин	5,4-7,2
вода дистиллированная	остальное

30

35

40

45