

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **21088**

(13) **С1**

(46) **2017.06.30**

(51) МПК

**В 01J 20/00** (2006.01)

(54)

**КОМБИНИРОВАННЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ СБОРА НЕФТИ  
И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

(21) Номер заявки: а 20130571

(22) 2013.05.02

(43) 2014.12.30

(71) Заявитель: Государственное учреждение образования "Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь" (ВУ)

(72) Авторы: Вертячих Игорь Михайлович; Суторьма Игорь Иванович; Бобрышева Светлана Николаевна; Жукалов Владимир Иванович; Журов Марк Михайлович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Государственное учреждение образования "Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь" (ВУ)

(56) US 4797318, 1989.

ЖУКАЛОВ В.И. и др. Чрезвычайные ситуации: теория, практика, инновации. Материалы Международной научно-практической конференции. - Ч. 1. - Гомель, 2012. - С. 164-165.

ЖУРОВ М.М. Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции курсантов, студентов и слушателей. - Ч.1. - Минск, 2011. - С. 114-116.

RU 2356623 C2, 2009.

ВУ 14957 С1, 2011.

SU 1323536 А1, 1987.

(57)

Комбинированный сорбент для сбора нефти и нефтепродуктов, диспергированных в водной среде, выполненный из волокнистого материала, состоящего из нескольких слоев когезионно соединенных полимерных волокон, модифицированных дисперсным минеральным наполнителем, и твердых частиц минерального сорбента, адгезионно закрепленных на поверхности волокон, **отличающийся** тем, что волокнистый материал имеет плотность 0,45-0,50 г/см<sup>3</sup>, состоит из волокон диаметром 50-60 мкм, модифицированных в количестве 10-15 мас. % дисперсным минеральным наполнителем с размером частиц 15-20 мкм, поляризованным в поле коронного разряда напряженностью 10-20 кВ/см, а в качестве минерального сорбента содержит частицы бентонитовой глины с размером частиц 30-40 мкм в количестве 5-20 мас. %, модифицированной соапстоками жирных кислот.

Изобретение относится к области создания сорбционных материалов для ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

По территории РБ крупнотоннажный транспорт нефти и нефтепродуктов осуществляют перевозками по железной дороге и по трубопроводам, что сопряжено с риском загрязнения экологической среды в случае аварии или катастрофы. Кроме того, наличие в республике нефтедобывающего предприятия и крупных нефтеперерабатывающих комплексов также создает потенциальную угрозу загрязнения открытых водоемов, почвы и подземных вод.

**ВУ 21088 С1 2017.06.30**

Среди негативных последствий для окружающей среды большую опасность представляют аварийные разливы нефтепродуктов. Аварии на нефтедобывающих и крупных нефтеперерабатывающих предприятиях могут привести к залповому сбросу нефти и нефтепродуктов.

Среди методов, успешно применяющихся для ликвидации загрязнений водоемов нефтью и нефтепродуктами, сорбционная очистка воды является одним из наиболее эффективных методов.

Мировая практика ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов основана на применении специальных поглощающих материалов - адсорбентов природных и синтетических. В Республике Беларусь разработаны адсорбенты на основе природных адсорбентов нефтепродуктов "Белнефлесорбэкстра" и "Экоторф" и синтетический адсорбент "Пенопурм". Из зарубежных материалов этого класса известны сорбент "Powersorb" и "Oil-Eater", "Uni-Safe", "Black Green".

Одним из способов борьбы с разливами нефтепродуктов является добавление к ним детергентов - поверхностно-активных веществ, которые уменьшают поверхностное натяжение на границе воды и топлива. В результате чего вместо пленки образуются капли, которые легче смешиваются с водой и спустя некоторое время разлагаются. Такой способ снижает опасность для живых организмов, обитающих на поверхности, например птиц, опасность для рыб при использовании этой технологии, наоборот, возрастает. Установлено, что пленка нефтепродуктов на поверхности оказывает минимальное влияние на развитие зародышей. При этом при добавлении детергента опасность для них возрастает почти в 100 раз. Это объясняется тем, что мелкие капли дизельного топлива распределяются по всей толще океана. Поэтому при разработке способов борьбы с разливами необходимо учитывать тот вред, который наносит популяции рыб возможная дисперсия нефтепродуктов в воде [1].

В связи с этим разработка эффективного сорбента для сбора разливов нефти и нефтепродуктов, том числе их водных эмульсий, является актуальной.

Существующий сорбент нефти и нефтепродуктов, содержащий смесь фракции алкилкарбоновых кислот, алифатические эфиры алкилкарбоновых, и нетканый волокнистый натуральный или синтетический материал, армирующие элементы и противоусадочные элементы из стекловолокна. Недостатком сорбента является сложность состава материала [2].

Известен фильтрующий волокнистый нетканый материал [3], состоящий из адгезионно соединенных полимерных волокон и намагниченных частиц магнитного порошка, на которые с целью регулирования магнитных характеристик и регулирования распределения потока по поверхности формообразующей детали воздействуют комплексом постоянного магнитного и вращающегося электромагнитного полей. Недостатком материала является сложность технологического оборудования для его получения.

Известен фильтрующий материал [4], включающий полимерные волокна, когезионно соединенные в точках касания, и адгезионно закрепленные на поверхностях волокон твердые частицы угля активного, пропитанного экстрактом хвои сосны, дополнительно содержат феррит бария, 5-фенилтетразол, бис( $\beta$ -тетразол-5-илэтил)овый эфир в качестве модификатора. Материал достаточно эффективен, однако сложность его состава предполагает многооперационную технологию получения материала.

Прототипом изобретения является нетканый материал [5], который содержит матрицу из волокон, раздуваемых из расплава смеси полиолефина и клейкого полимера, и адгезионно закрепленные на волокнах незаблокированные полимером твердые адсорбционно-активные частицы. Диаметр волокон - от 1 до 25 мкм, степень наполнения матрицы частицами до 60 мас. %. В качестве адсорбционно-активных частиц используют вещества из ряда: активный уголь, перманганат калия, сода, диатомит, глина и комплексы перманганата калия с активным алюминием. Средний размер твердых частиц - от 50 до 150 мкм.

Недостатками прототипа являются: невысокая сорбционная способность, малая надежность закрепления твердых частиц в матрице при степени наполнения более 50 %.

Целью изобретения является разработать эффективный комбинированный сорбент для сбора водной эмульсии нефти и нефтепродуктов.

Поставленная цель достигается решением следующих задач:

повысить сорбционную способность волокнистого материала;

повысить сорбционную способность минерального сорбента - бентонитовой глины;

повысить надежность закрепления твердых частиц в полимерной матрице.

Поставленные задачи решаются тем, что известный полимерный волокнистый материал, получаемый по технологии melt-blown, модифицируют путем введения в материал волокна поляризованных в поле коронного разряда частиц минерального наполнителя, вследствие чего материал волокна поляризуется, приобретая заряд электрета [6]. Поляризация волокон материала способствует лучшему задержанию трансформаторного масла в слоях материала [7], которое является производным продуктом парафиновых углеводородов. Нефть является сложной смесью углеводородов и некоторых других органических соединений, а ее производные - нефтепродукты (масла, дизельные топлива, мазут и др.). Таким образом, улучшаются без того хорошие сорбционные свойства полимерного волокнистого материала относительно нефти и нефтепродуктов [8].

Кроме того, для решения поставленной задачи на поверхности волокон материала адгезионно закреплены твердые частицы минерального сорбента, в качестве которых используется модифицированная бентонитовая глина [9].

Технология melt-blown позволяет получать волокнистый материал с заданными характеристиками плотности, с заданным диаметром волокна и с наполнителем, с адгезионно закрепленными на поверхности волокон твердыми частицами минерального сорбента, формой и размерами в зависимости от формы и размеров формообразующей подложки [8].

Таким образом, используя свойства аддитивности [10], получают эффективный комбинированный сорбент, суммирующий сорбционные способности модифицированного полимерного волокнистого материала и адгезионно закрепленных на поверхностях волокон твердых частиц бентонитовых глин.

Сущность изобретения состоит в том, что комбинированный сорбент для сбора нефти и нефтепродуктов, диспергированных в водной среде, выполнен из волокнистого материала, состоящего из нескольких слоев когезионно соединенных полимерных волокон, модифицированных дисперсным минеральным наполнителем, и твердых частиц минерального сорбента, адгезионно закрепленных на поверхности волокон, при этом волокнистый материал имеет плотность 0,45-0,50 г/см<sup>3</sup>, состоит из волокон диаметром 50-60 мкм, модифицированных в количестве 10-15 мас. % дисперсным минеральным наполнителем с размером частиц 15-20 мкм, поляризованным в поле коронного разряда напряженностью 10-20 кВ/см, а в качестве минерального сорбента содержит частицы бентонитовой глины с размером частиц 30-40 мкм в количестве 5-20 мас. %, модифицированной соапстоками жирных кислот.

С целью определения сорбирующей способности полученного материала создавали 0,6 %-ную эмульсию нефти Речицкого месторождения в воде, которую пропускали через заявляемый многослойный полимерный волокнистый материал. Взвешиванием определяли количество израсходованного сорбента и, исходя из этого, рассчитывали количество нефти (масла), поглощенного 1 г адсорбирующего материала.

Аналогичные испытания проведены по сбору диспергированного в воде машинного масла (ТУ 0253-007-00219158-94).

Приведем примеры получения заявляемого комбинированного сорбента.

Волокнистый материал формировали по технологии melt-blown в форме трехслойных полотен с диаметром волокна 50-60 мкм и плотностью материала от 0,45 до 0,50 г/см<sup>3</sup>. В

# ВУ 21088 С1 2017.06.30

качестве полимерных материалов для получения волокон были взяты полиэтилен высокого давления (ПЭВД), полипропилен (ПП).

Модифицирование полимерных волокон осуществляли их поляризацией путем наполнения поляризованными в поле коронного разряда напряженностью 10-20 кВ/см частицами диоксида кремния (SiO<sub>2</sub>) [6]. Наполнение волокон в количестве 10-15 % осуществляли в процессе совместной переработки и экструдирования расплава исходного полимерного материала. В результате поляризации на волокнах материала формировали биполярный заряд электрета эффективной поверхностной плотностью  $\sigma_{эф} = 0,20-0,28$  нКл/см<sup>2</sup>.

Минеральный сорбент в виде твердых частиц бентонитовой глины, модифицированной соапстоками жирных кислот, инжестировали в распыляющий агент. При формировании волокнистого материала частицы минерального сорбента вступают в адгезионный контакт полимерными волокнами, находящимися в вязкотекучем состоянии. При этом происходит прочное закрепление сорбента на поверхности волокон [8].

№ № 1-14 испытываемые образцы. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Контрольные образцы.

№ 15 - образцы материала-прототипа.

№ 16 - образцы полимерного волокнистого материала на основе ПЭВД с неполяризованным наполнителем и адгезионно закрепленными на волокнах частицами немодифицированной бентонитовой глины.

№ 17 - образцы полимерного волокнистого материала на основе ПП с неполяризованным наполнителем и адгезионно закрепленными на волокнах частицами немодифицированной бентонитовой глины.

Результаты испытаний контрольных образцов приведены в табл. 2.

Как видно из приведенных таблиц, задачи, поставленные при создании изобретения, решены - образцы комбинированного адсорбента заявляемого состава обладают более высокими сорбционными характеристиками, чем образцы прототипа.

Предложенный сорбент найдет применение при ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов.

Таблица 1

**Результаты испытаний образцов комбинированного сорбента**

№ № образцов	Концентрация модифицированного наполнителя в волокне, %					E <sub>кор</sub> , кВ/см
	8	10	12	15	16	
Сорбент на основе ПЭВД						
Сорбционная емкость, нефть, г/г масло						
1	35,7	35,9	36,2	36,8	36,9	9
	38,6	38,7	39,1	39,7	39,8	
2	36,5	38,0	38,4	39,2	39,4	10
	39,6	40,9	41,5	42,4	42,4	
3	36,7	38,5	39,1	39,8	39,9	12
	39,9	41,7	42,2	44,0	44,2	
4	36,9	40,2	40,9	43,3	43,4	16
	40,0	42,9	44,2	46,4	46,5	
5	37,1	40,7	43,4	44,6	44,7	18
	40,2	43,1	45,7	47,2	47,3	
6	37,2	41,0	42,7	44,3	44,4	20
	40,3	44,1	45,5	46,8	46,9	
7	37,2	41,2	42,1	44,4	44,4	21
	40,4	44,2	45,5	46,8	46,9	
	4	5	10	20	21	

# BY 21088 C1 2017.06.30

Продолжение таблицы 1

№ № образ- цов	Концентрация модифицированного наполнителя в волокне, %					E <sub>кор</sub> , кВ/см
	8	10	12	15	16	
	Концентрация адгезионно закрепленного модифицированно- го сорбента, %					
<b>Сорбент на основе ПП</b>						
	Сорбционная емкость, нефть, г/г масло					E <sub>кор</sub> , кВ/см
8	26,5	26,7	27,2	27,6	27,6	9
	28,7	29,1	29,5	29,8	29,9	
9	26,5	28,2	28,9	29,6	29,6	10
	29,1	30,6	30,8	31,5	31,6	
10	26,6	28,0	28,9	31,3	31,4	12
	29,4	30,1	31,1	33,5	33,6	
11	26,8	29,6	31,8	33,5	33,6	16
	29,5	32,3	34,8	36,2	36,2	
12	27,0	31,8	32,1	34,2	34,3	18
	29,5	33,5	35,0	36,4	36,5	
13	27,1	32,9	33,7	34,8	34,8	20
	29,6	34,6	36,2	37,5	37,5	
14	27,1	33,0	33,7	34,8	34,9	21
	29,6	34,6	36,3	37,6	37,7	
	4	5	10	20	21	
	Концентрация адгезионно закрепленного модифицированно- го сорбента, %					

Таблица 2

## Сорбционные характеристики прототипа и контрольных образцов

15 (прототип)	Степень наполнения матрицы частицами, %				
	5	10	20	30	50
	23	25	32	38	41
	26	29	37	40	42
16	37	37	39	43	43
	40	40	43	47	47
17	28	28	30	34	34
	30	30	33	37	37
	4	5	10	20	21
	Концентрация адгезионно закрепленного модифицированного сорбента, %				
	Сорбционная емкость, нефть, г/г масло				

Источники информации:

1. Борьба с разливами нефтепродуктов опасна для морской фауны. [Электронный ресурс]. - 22 марта 2009. - Режим доступа: <http://x-files.org.ua>.
2. Патент РФ 2132225, МПК<sup>7</sup> В 01J 20/00.
3. Патент РФ 2340, МПК<sup>6</sup> В 01D 35/06, В 01D 39/16.
4. Патент РФ 3514, МПК<sup>6</sup> В 01D 39/16, В 29C 47/30.
5. Патент США 4797318, МПК D 04H 1/58, 1989 (прототип).

## **ВУ 21088 С1 2017.06.30**

6. Белый В.А., Вертячих И.М., Пинчук Л.С., Воронежцев Ю.И., Гольдаде В.А. Электрическая поляризация в контакте с электретами // Докл. АН СССР. - 1988. - Т. 302. - № 1. - С. 119-122.

7. Кравцов А.Г., Марченко С.А., Зотов С.В. Полимерные волокнистые фильтры для преодоления экологических последствий чрезвычайных ситуаций / Под общей ред. А.Г. Кравцова. - Гомель: ГГТУ им. П.О. Сухого, 2008.

8. Полимерные волокнистые melt-blown материалы / Научный редактор д.т.н. Л.С. Пинчук. - Гомель: ИММС НАНБ, 2000. - 260 с.

9. Бобрышева С.Н., Журов М.М., Кашлач Л.О. Новые результаты разработки отечественных адсорбентов для нефти и нефтепродуктов // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. - 2012. - Т.7. - № 2. - С. 28 - 33.

10. Аддитивность [Электронный ресурс]: [wikipedia.org](http://wikipedia.org).