



ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21) 2025/1853.2

(22) 03.12.2025

(45) 13.02.2026, бюл. №6

(72) Капсалиямов Бауыржан Ауесханович;
Ермағамбет Болат Төлеуханұлы; Жолмуратова
Гүлзат Серікқызы; Казанкапова Майра
Куттыбаевна; Касенова Жанар Муратбековна;
Искаков Елдос Саменович

(73) Искаков Елдос Саменович

(74) Уткелбаев Саттар Рахатович

(56) RU 2374389 C1, 27.11.2009

(54) **БОНОВОЕ СОРБЦИОННОЕ
ЗАГРАЖДЕНИЕ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И
ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ВОД**

(57) Полезная модель относится к области охраны окружающей среды и может быть использована на предприятиях нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, транспортной, химической промышленности, а также при ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на поверхностных водоёмах.

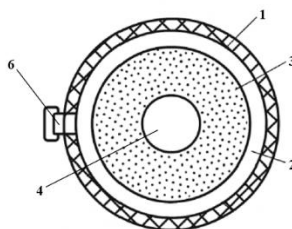
Техническим результатом является повышение эффективности локализации и очистки нефтезагрязнённых вод за счёт сочетания механического барьера и высокоактивного сорбента, повышение сорбционной емкости конструкции, отсутствие вымывания гуминовых веществ в

водную среду и, как следствие, снижение вторичного загрязнения, сохранение плавучести бона при полном насыщении сорбента водой и нефтепродуктами, устойчивость сорбента и конструкции в диапазоне pH 6–10 и при повышенной минерализации, повышенная механическая прочность и длительный срок эксплуатации.

Это достигается тем, что бонное ограждение сорбционное для локализации и очистки нефтезагрязнённых вод, включающее трубчатую оболочку, согласно полезной модели, трубчатая оболочка выполнена двухслойной, включая внешнюю несущую сетку и внутреннюю проницаемую мембрану из нетканого полимерного материала, удерживающую мелкодисперсные фракции сорбента, при этом в качестве сорбента использован торф, структурно модифицированный ионами двухвалентных металлов, предпочтительно кальция, образующими нерастворимые комплексы с гуминовыми кислотами, внутри сорбента размещён продольный поплавок из вспененного полимерного материала с закрытой пористостью, внешняя несущая оболочка и внутренняя проницаемая мембрана соединены швом, образующим замкнутый цилиндрический корпус.

(19) KZ (13) U (11) 11778

БОНОВОЕ СОРБЦИОННОЕ ЗАГРАЖДЕНИЕ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И
ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ВОД



Фигура 1

Полезная модель относится к области охраны окружающей среды и может быть использована на предприятиях нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, транспортной, химической промышленности, а также при ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на поверхностных водоёмах.

Для снижения техногенного влияния нефтяных загрязнений, образующихся при добыче, подготовке и транспортировке углеводородного сырья, применяются различные реагенты и материалы. К наиболее распространённым относятся минеральные сорбенты, синтетические полимерные материалы, углеродные адсорбенты, цеолиты, цеолитосодержащие породы, органоминеральные композиции, торф, активированные гуминовые вещества, гуминовые кислоты, гуматы калия и аммония, а также крупнопористые структуры в виде бонов и барьеров.

Известные технические решения включают применение механических бонов, синтетических сорбентов на основе полипропилена, гранулированного активированного угля и природных материалов для удаления нефтепродуктов. Однако большинство таких средств обладает ограниченной сорбционной ёмкостью, низкой эффективностью в условиях низких температур, а также недостаточной устойчивостью при длительном пребывании в нефте-водной среде.

Кроме того, широко применяемые боновые заграждения выполняют преимущественно локализующую функцию, не обеспечивая активного извлечения растворённых и эмульгированных углеводородов из водной среды, что ограничивает их применение для очистки сточных вод с переменной концентрацией нефтепродуктов.

В этой связи актуальной является разработка новых сорбционно-локализирующих устройств, сочетающих механическую прочность, плавучесть, высокую эффективность сорбции и селективность по отношению к тяжёлым фракциям нефтепродуктов, а также устойчивость к органическим и физико-химическим воздействиям.

Известно также устройство для локализации плавающих загрязнений, включающее боновое заграждение, закрепленное одним концом на плавсредстве. Указанное боновое заграждение снабжено разъемным соединительным элементом, состоящим из двух частей, одна из которых закреплена на носовой части плавсредства, другая - на свободном конце бонового заграждения, с возможностью механического сопряжения одной части с другой. При этом боновое заграждение выполнено полым и соединено с источником сжатого воздуха /SU 1759235 АЗ, опубл. 30.08.1992 г./.

К недостаткам данного аналога относятся недостаточно высокая эффективность по тяжёлым фракциям нефти, инертность полимерного сорбента к растворённым и эмульгированным углеводородам, а также отсутствие возможности долговременной

эксплуатации при многократных циклах насыщения.

Наиболее близким по технической сущности является боновое заграждение, которое содержит выполненное в виде одного замкнутого, снабженного клапаном для выпуска газа газонепроницаемого рукава с юбкой, отягощенной утяжелителями, или в виде нескольких замкнутых в единое кольцо и снабженных клапанами для выпуска газа газонепроницаемых рукавов, у каждого из которых имеется юбка, отягощенная утяжелителями. Снаружи каждого рукава равномерно по его длине и со стороны, противоположной расположению юбки с утяжелителями, размещены пиропатроны газового наполнения, выходящие своим устройством наполнения газом внутрь соответствующего рукава /RU 2374389 С1, опубл. 27.11.2009 г./.

К недостаткам данного аналога относятся недостаточно высокая эффективность по тяжёлым фракциям нефти, инертность полимерного сорбента к растворённым и эмульгированным углеводородам, а также отсутствие возможности долговременной эксплуатации при многократных циклах насыщения.

Задачей полезной модели является создание новой усовершенствованной конструкции бонового сорбционного заграждения для локализации и очистки нефтезагрязнённых вод с улучшенными техническими характеристиками.

Техническим результатом является повышение эффективности локализации и очистки нефтезагрязнённых вод за счёт сочетания механического барьера и высокоактивного сорбента, повышение сорбционной ёмкости конструкции, отсутствие вымывания гуминовых веществ в водную среду и, как следствие, снижение вторичного загрязнения, сохранение плавучести бона при полном насыщении сорбента водой и нефтепродуктами, устойчивость сорбента и конструкции в диапазоне pH 6–10 и при повышенной минерализации, повышенная механическая прочность и длительный срок эксплуатации.

Это достигается тем, что боновое заграждение сорбционное для локализации и очистки нефтезагрязнённых вод, включающее трубчатую оболочку, согласно полезной модели, трубчатая оболочка выполнена двухслойной, включая внешнюю несущую сетку и внутреннюю проницаемую мембрану из нетканого полимерного материала, удерживающую мелкодисперсные фракции сорбента, при этом в качестве сорбента использован торф, структурно модифицированный ионами двухвалентных металлов, предпочтительно кальция, образующими нерастворимые комплексы с гуминовыми кислотами, внутри сорбента размещён продольный поплавок из вспененного полимерного материала с закрытой пористостью, внешняя несущая оболочка и внутренняя проницаемая мембрана соединены швом, образующим замкнутый цилиндрический корпус.

Сорбент изготовлен с возможностью связывания катионов тяжелых металлов (Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+}) с образованием прочных нерастворимых комплексов, и обезвреживания токсичного водорастворимого шестивалентного хрома $Cr(VI)$ путем его восстановления в нетоксичный трехвалентный хром $Cr(III)$ с последующим связыванием гуминовыми кислотами через хелатирование. Сорбент имеет гранулы с размером 1-5 мм. Внутренняя проницаемая мембрана выполнена из нетканого материала типа спанбонд плотностью не менее 30 г/м^2 . Сорбент дополнительно содержит штаммы углеводородокисляющих микроорганизмов, иммобилизованных на структуре торфа, обеспечивающие функцию биорегенерации и разложения собранных нефтепродуктов.

На фигуре 1 изображена наглядная схема бонового сорбционного заграждения (поперечный разрез).

На фигуре 2 изображена наглядная схема бонового сорбционного заграждения (продольный разрез).

На фигуре 3 изображен общий вид бонового заграждения на поверхности воды при локализации нефтяного пятна.

На фигурах 1-3 обозначены следующие позиции:

1 – Несущая сетка трубчатой оболочки; 2 – Внутренняя проницаемая мембрана из нетканого полимерного материала; 3 – Сорбент; 4 – Продольный поплавок; 5 – Шов соединительный; 6 – Торцевая часть (заглушка/герметизирующая вставка).

Боновое заграждение сорбционное для локализации и очистки нефтезагрязнённых вод включает трубчатую оболочку, выполненную двухслойной, включая внешнюю несущую сетку (1) и внутреннюю проницаемую мембрану (2) из нетканого полимерного материала, удерживающую мелкодисперсные фракции сорбента (3), при этом в качестве сорбента (3) использован торф, структурно модифицированный ионами двухвалентных металлов, внутри сорбента размещён продольный поплавок (4) из вспененного полимерного материала с закрытой пористостью, внешняя несущая сетка (1) и внутренняя проницаемая мембрана (2) соединены швом (5), образующим замкнутый цилиндрический корпус.

Трубчатая оболочка (несущая сетка) выполнена из прочного полимерного сетчатого материала, обеспечивает механическую жёсткость, форму бона и свободный доступ воды к внутренним слоям.

Внутренняя проницаемая мембрана (нетканый фильтрующий слой) служит для удержания мелкодисперсных частиц сорбента, предотвращает вымывание гуминовых фракций и обеспечивает равномерное распределение наполнителя.

Сорбент – торф, структурно модифицированный ионами двухвалентных металлов (преимущественно кальция), образующими нерастворимые комплексы с гуминовыми кислотами, и выполняющий основную функцию поглощения плёночных, эмульгированных и растворённых углеводов.

Продольный поплавок (поплавок) изготовлен из вспененного полимера с закрытыми порами и

предназначен для обеспечения плавучести и стабильного положения бона.

Шов соединительный (прошивка/герметизация) предназначен для формирования замкнутой цилиндрической оболочки.

Торцевая часть (заглушка/герметизирующая вставка) предназначена для предотвращения выхода сорбента.

Полезная модель осуществляется следующим образом.

Трубчатая оболочка бонового заграждения выполняется из полимерной сетки с размером ячейки 2-10 мм, устойчивой к воздействию нефтепродуктов, ультрафиолетового излучения и механических нагрузок. Внутренняя проницаемая мембрана изготавливается из нетканого материала типа спанбонд плотностью не менее 30 г/м^2 . Мембрана прилегает к внешней оболочке, образуя с ней двухслойный рукав, внутри которого размещается сорбционный наполнитель.

В качестве сорбента используют гранулированный торф или торфяной композит, предварительно обработанный раствором солей кальция с формированием нерастворимых кальций-гуматов. В результате уменьшается растворимость гуминовых веществ и увеличивается стабильность сорбента в щелочной и минерализованной среде. Размер гранул сорбента составляет 1-5 мм, что обеспечивает высокую удельную поверхность и достаточную проницаемость для воды. Сорбент, используемый в боновом заграждении, обеспечивает не только эффективный сбор углеводов (с нефтеемкостью до 10 г/г), но и демонстрирует высокую эффективность в отношении широкого спектра ионов тяжелых металлов, что критически важно для очистки комплексных сточных вод.

Например, описан механизм связывания катионов тяжелых металлов Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} : Гуминовые кислоты в структуре торфа содержат многочисленные функциональные группы (карбоксильные, фенольные), которые выступают как природные хелатирующие агенты. Они образуют прочные, нерастворимые комплексы с ионами металлов. Роль Ca-модификации: Модификация кальцием Ca^{2+} делает сам сорбент стабильным, предотвращая вымывание гуматов. При этом катионы тяжелых металлов, обладая большей валентностью и аффинностью, способны вытеснять кальций с активных центров, связываясь с торфом. Эффективность сорбции таких катионов может достигать 90-99%.

А также к примеру, далее описан механизм обезвреживания шестивалентного хрома $Cr(VI)$: Хром в шестивалентной форме CrO_4^{2-} или $Cr_2O_7^{2-}$ является сильным окислителем и высокотоксичным анионом. Торф справляется с ним благодаря двухступенчатому процессу, переводя токсичную форму в безопасную связанную. Восстановление: Торф является мощным природным восстановителем за счет органических компонентов. Он быстро восстанавливает токсичный растворимый $Cr(VI)$ до менее токсичного и нерастворимого трехвалентного хрома $Cr(III)$.

Связывание: Образовавшийся Cr(III) (катион) немедленно связывается гуминовыми кислотами через хелатирование. Следовательно, боновое загрязнение эффективно обеспечивает комплексную очистку воды от шестивалентного

хрома, превращая его в безопасную связанную форму.

Сорбент демонстрирует следующие репрезентативные и защищаемые значения сорбционной емкости:

Таблица 1

№	Загрязнитель	Форма иона	Средняя сорбционная емкость (Q, мг/г)	Эквивалент (г/кг)	Примечание
1	Свинец	Pb ²⁺	70-85	70-85	Один из самых сильных сорбатов для гуматов.
2	Медь	Cu ²⁺	50-65	50-65	Высокая эффективность связывания.
3	Кадмий	Cd ²⁺	40-50	40-50	Хорошая сорбция за счет хелатирования.
4	Хром Cr(VI)	CrO ₄ ²⁻	25-40	25-40	Сорбция происходит после восстановления до Cr(III).

В качестве примера высокой эффективности, сорбционная емкость материала по ионам меди Cu²⁺ составляет не менее 50 мг/г, а по ионам свинца Pb²⁺ — не менее 70 мг/г.

Продольный поплавок выполняется из вспененного полимерного материала с закрытой пористостью. Диаметр плавучего элемента выбирается таким образом, чтобы обеспечить плавучесть загрязнения при полной сорбционной нагрузке. Плавучий элемент располагается вдоль продольной оси бона, преимущественно в верхней части поперечного сечения. Соединительные швы выполняются методом прошивки прочными синтетическими нитями или термосваркой, образуя замкнутую цилиндрическую форму и предотвращая выход сорбента наружу. В процессе эксплуатации боновое загрязнение разворачивают на поверхности водоёма в зоне разлива. Нефтяная плёнка локализуется механическим барьером; часть загрязнения адсорбируется на внешней оболочке и внутренней мембране, а основная масса нефти, эмульгированных и растворённых углеводородов фиксируется сорбционным слоем модифицированного гуминового композита.

Включение штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов позволяет использовать бон как биореактор. После сбора нефти бон может быть направлен на компостирование, где микроорганизмы в течение 30–60 дней разложат поглощенную нефть, что фактически обнуляет его утилизационный цикл и снижает общие экологические затраты.

Пример 1.

Локализация аварийного разлива нефти в прибрежной зоне. Бон длиной 10 м размещают по периметру пятна. Через 4-6 часов эксплуатации наблюдается значительное уменьшение толщины нефтяной

плёнки, концентрация нефтепродуктов в поверхностном слое воды снижается с 25 мг/л до 3-5 мг/л.

Пример 2.

Очистка слабощелочных сточных вод (рН 8,2) с содержанием нефтепродуктов 40-50 мг/л. Бон устанавливают в пруду-накопителе. В течение суток концентрация нефтепродуктов в зоне бона снижается до 5-8 мг/л. Вымывания гуминовых веществ по показателю ХПК не наблюдается.

Пример 3.

Использование на прудах-испарителях. Загрязнение располагают вокруг зоны сброса производственных вод. За период эксплуатации отмечается снижение содержания ВТЕХ в прибрежной зоне и уменьшение площади зеркала поверхностной нефтяной плёнки.

К преимуществам заявленного решения относятся:

- уникальный наполнитель: химическая модификация торфа ионами двухвалентных металлов для предотвращения щелочного вымывания гуматов (в отличие от любого другого торфяного бона);
- усиленная конструкция: двухслойная оболочка для предотвращения высыпания мелкодисперсных фракций (в отличие от однослойных аналогов);
- повышенная надежность: наличие внутреннего плавучего сердечника для обеспечения гарантированной плавучести (в отличие от бонов, где плавучесть зависит только от самого сорбента).

ФОРМУЛА ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ

1. Боновое загрязнение сорбционное для локализации и очистки нефтезагрязнённых вод, включающее трубчатую оболочку, *отличающееся* тем, что трубчатая оболочка выполнена двухслойной, включая внешнюю несущую сетку и

внутреннюю проницаемую мембрану из нетканого полимерного материала, удерживающую мелкодисперсные фракции сорбента, при этом в качестве сорбента использован торф, структурно модифицированный ионами двухвалентных металлов, предпочтительно кальция, образующими нерастворимые комплексы с гуминовыми кислотами, внутри сорбента размещён продольный поплавок из вспененного полимерного материала с закрытой пористостью, внешняя несущая оболочка и внутренняя проницаемая мембрана соединены швом, образующим замкнутый цилиндрический корпус.

2. Заграждение по п.1, *отличающееся* тем, что вышеупомянутый сорбент изготовлен с возможностью связывания катионов тяжелых металлов (Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+}) с образованием прочных нерастворимых комплексов, и обезвреживания токсичного водорастворимого

шестивалентного хрома $Cr(VI)$ путем его восстановления в нетоксичный трехвалентный хром $Cr(III)$ с последующим связыванием гуминовыми кислотами через хелатирование.

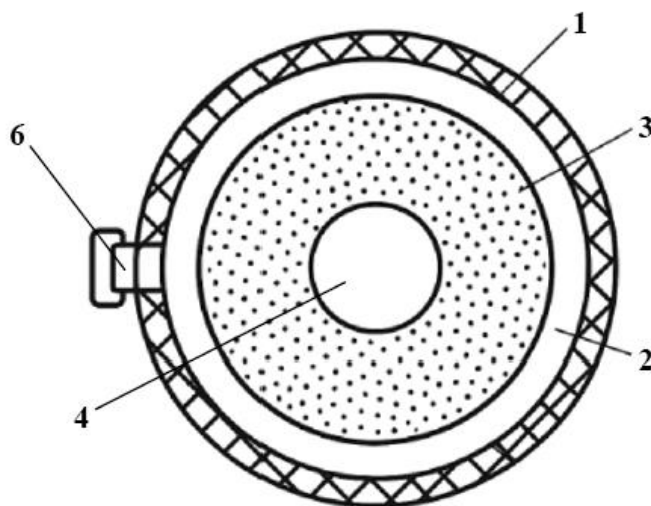
3. Заграждение по п.1, *отличающееся* тем, что вышеупомянутый сорбент имеет гранулы с размером 1-5 мм.

4. Заграждение по п.1, *отличающееся* тем, что вышеупомянутая внутренняя проницаемая мембрана выполнена из нетканого материала типа спанбонд плотностью не менее 30 г/м².

Заграждение по п.1, *отличающееся* тем, что вышеупомянутый сорбент дополнительно содержит штаммы

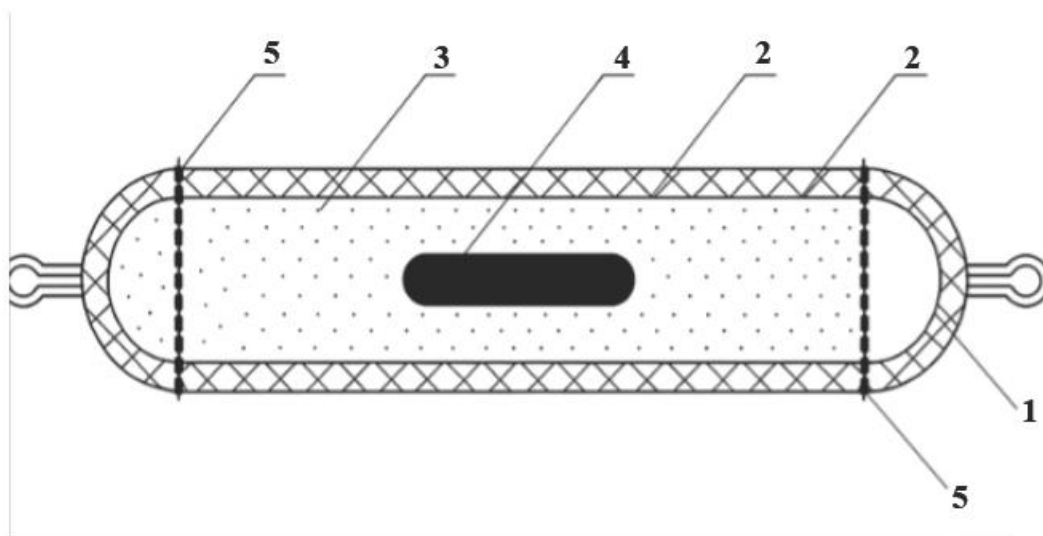
углеводородоокисляющих микроорганизмов, иммобилизованных на структуре торфа, обеспечивающие функцию биорегенерации и разложения собранных нефтепродуктов.

БОНОВОЕ СОРБЦИОННОЕ ЗАГРАЖДЕНИЕ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ВОД



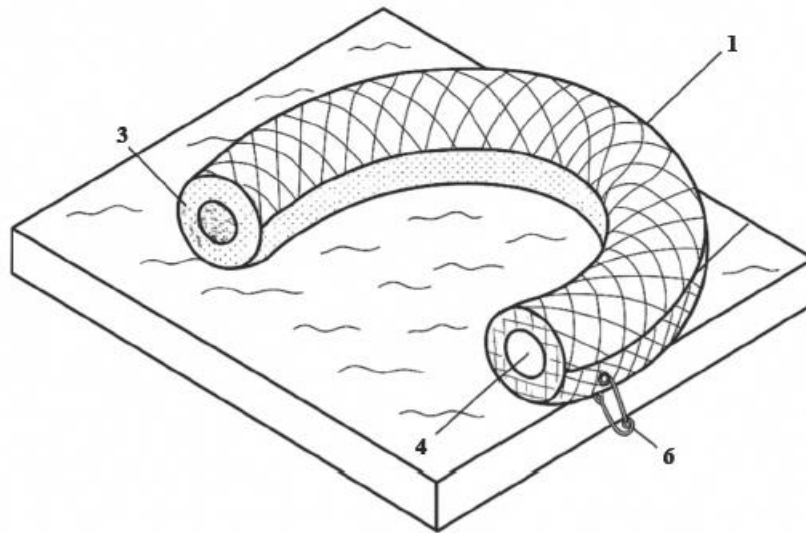
Фигура 1

**БОНОВОЕ СОРБЦИОННОЕ ЗАГРАЖДЕНИЕ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И
ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ВОД**



Фигура 2

**БОНОВОЕ СОРЕЦИОННОЕ ЗАГРАЖДЕНИЕ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И
ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ВОД**



Фигура 3