

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ И ВОДОЕМОВ ПРИ ПОМОЩИ БИОРАЗЛАГАЮЩИХ СОРБЕНТОВ

Нефтяные загрязнения почвы и воды, которые в последнее время встречаются все чаще, наносят большой ущерб окружающей среде. Одним из важнейших природоохранных мероприятий, направленных на восстановление плодородия нефтезагрязненных земель, является рекультивация. Применение сорбционно-биологических технологий на основе сфагнома в последние годы дает прекрасные результаты.

ПРИЧИНЫ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ

Разлив нефти может произойти как при ее добыче, транспортировке и хранении, так и при переработке и применении в технологических процессах. Помимо этого, причинами нефтезагрязнения зачастую становится физический износ оборудования или его механическое повреждение. Лидирующие позиции по числу аварийных разливов нефти и нефтепродуктов занимают магистральные и внутрипромысловые продуктопроводы. Подавляющее большинство ЧП здесь связано с коррозией оборудования, некачественными строительно-монтажными работами и, лишь незначительная часть – с заводским браком и ошибками эксплуатации.

Природоохранное законодательство РФ предписывает локализовать и ликвидировать разлив нефти и нефтепродуктов в кратчайшие сроки и довести до допустимого уровня остаточное содержание углеводородов в окружающей среде. Должны быть проведены работы по рекультивации земель, полностью или частично утративших продуктивность в результате разлива нефти. Рекультивируемые земли и прилегающие к ним территории и водные резервуары после завершения всего комплекса работ должны представлять собой оптимально организованный и экологически сбалансированный устойчивый ландшафт. Согласно постановлению Правительства РФ «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов», на

каждом предприятии должен быть разработан план по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ПЛАРН). Однако на практике большинство предприятий не только не разработали ПЛАРН, но и не имеют в наличии технических средств и материалов для устранения аварийного разлива нефти и нефтепродуктов.

МЕТОДЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

Механические методы локализации и ликвидации аварийных разливов нефти позволяют собирать с поверхности почвы и воды при помощи специализированных механизмов и устройств основную массу разлитых углеводородов. При этом внушительная часть углеводородов впитывается в почву, и собрать их механическими методами не представляется возможным. С развитием науки и техники наравне с механическими методами ликвидации разлива нефтепродуктов стали применяться физико-химические и биологические методы.

Физико-химические методы устранения нефтезагрязнений основаны на применении сорбционных материалов, которые обладают способностью поглощать нефть. Эти материалы можно разделить на адсорбенты и абсорбенты в зависимости от механизма поглощения нефти. В свою очередь, каждый из этих материалов различается своим происхождением, дисперсностью, нефтеем-

костью, плавучестью, влагоемкостью и другими показателями. Сегодня применяются неорганические и органические сорбенты, имеющие как природное, так и синтетическое происхождение. Многие сорбенты универсальны, поскольку способны поглощать довольно большой спектр нефтепродуктов. В последнее время при выборе средств для ликвидации аварийных разливов и их последствий все большее предпочтение отдается сорбентам, способным не только хорошо поглощать нефть и нефтепродукты, но и разлагать их на простые и безопасные вещества – углекислый газ и воду. В этом случае процесс биоразложения нефтепродуктов достигается естественным путем при помощи микроорганизмов. Чтобы ускорить биоразложение нефтепродуктов, наравне с сорбентами могут применяться биопрепараты, в состав которых входят колонии различных микроорганизмов – биодеструкторов нефтепродуктов.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЧВЫ И ВОДОЕМОВ С ПОМОЩЬЮ БИОРАЗЛАГАЮЩИХ СОРБЕНТОВ

Разлив нефтепродуктов способен уничтожить флору и фауну, вызвать мутацию микроорганизмов, живущих в почве и в воде. Восстановление растительности на нефтезагрязненных почвах замедляется либо не представляется возможным вовсе.

Рекультивация нефтезагрязненных земель – это первостепенная задача при ликвидации последствий разлива

нефти и нефтепродуктов. В проведении рекультивационных работ нуждается 95,9% общего количества нефтезагрязненных земель. Ежегодно площади нарушенных земель, требующих рекультивации, увеличиваются на 10 тыс. га в год.

Стоит вспомнить недавний пример, когда 25 апреля 2012 г. из-за незаконной врезки в трубопровод, принадлежащий комбинату Росрезерва «Прибайкалье», в Ангару попало свыше 300 т нефтепродуктов. На данный момент утечка устранена, однако концентрация загрязнений, как сообщает Росприроднадзор, превышает норму в 20–120 раз – в зависимости от удаленности от источника загрязнения.

Рекультивация нефтезагрязненных водоемов – задача еще более сложная, чем восстановление почвы. В водоемах живет множество различных микроорганизмов, животных и растений. При попадании в водоем нефти большинство живых существ гибнет, и восстановить их популяцию невероятно сложно, а зачастую просто невозможно. Большие площади водоемов и глубина затрудняют работу специалистов по рекультивации нефтезагрязненных водоемов.

Хорошие показатели рекультивации нефтезагрязненных площадей достигаются благодаря использованию абсорбента на основе модифицированного сфагнового мохового торфа. Суть модификации состоит в том, что при высокотемпературной обработке торф меняет свои свойства с гидрофильного на гидрофобное и олеофильное. Гуминовая составляющая работает как катализатор активности аборигенного биоценоза, значительно повышая эту активность и ускоряя его взаимодействие с углеводородами. После биологического распада углеводорода торфяная капсула переходит в гидрофильное состояние и начинает впитывать воду как в обычных природных условиях, становясь полезным компонентом как почвы, так и воды.

С целью подтверждения эффективности применения на водной поверхности абсорбента на основе модифицированного сфагнового мохового торфа проводились испытания на базе одной из эколого-аналитических лабораторий. В ходе этих испытаний были определены основные показатели данного абсорбен-

Динамика снижения содержания углеводородов в нефтезагрязненной почве по отношению к исходному содержанию через 2 недели

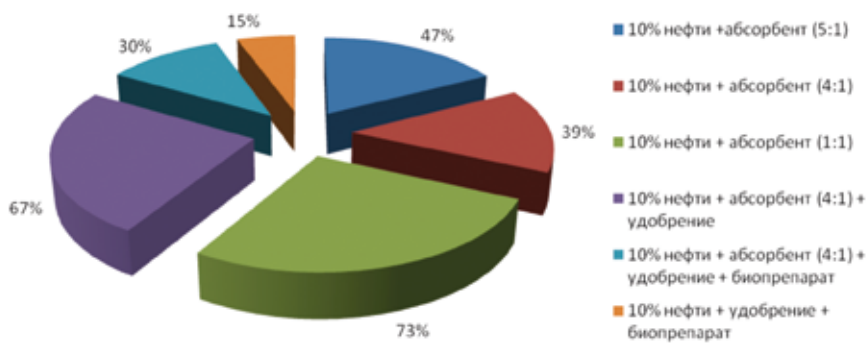


Рис. 1. Динамика снижения содержания углеводородов в нефтезагрязненной почве по отношению к исходному содержанию через 2 недели

та: насыпная плотность, нефтеемкость, плавучесть, проверена сорбирующая способность абсорбента по нефти с водной поверхности. Кроме того, была определена оценка степени очистки водной поверхности от нефти абсорбентом. Измерения на основе флуориметрического метода показали, что среднее остаточное содержание растворенной нефти в воде после применения сорбента для сбора разлитой нефти, полученное из трех измерений, составляет 0,086 мг/л (0,094; 0,073; 0,091). Это полностью соответствует ПДК в воде объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: предельное содержание нефти – 0,3 мг/л, многосернистой нефти – 0,1*.

Специалистами кафедры промышленной экологии РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина под руководством заведующего кафедрой, профессора С.В. Мещеря-

кова было подробно изучено влияние торфяного абсорбента на очистку почвы от нефтяного загрязнения. Эксперимент, проводившийся в лаборатории кафедры в течение семи месяцев, показал, что применение абсорбента на базе модифицированного сфагнового мохового торфа при рекультивации почв, загрязненных нефтью, приводит к значительному снижению содержания в почве углеводородов, уменьшению показателей токсичности до фоновых значений и практически полному снижению угнетения роста растений. Это означает, что применение абсорбента на базе модифицированного сфагнового мохового торфа за короткое время нормализует экологическую ситуацию на месте ликвидации разлива нефти. Во время эксперимента с интервалами 2–4 недели определялся ряд показателей:

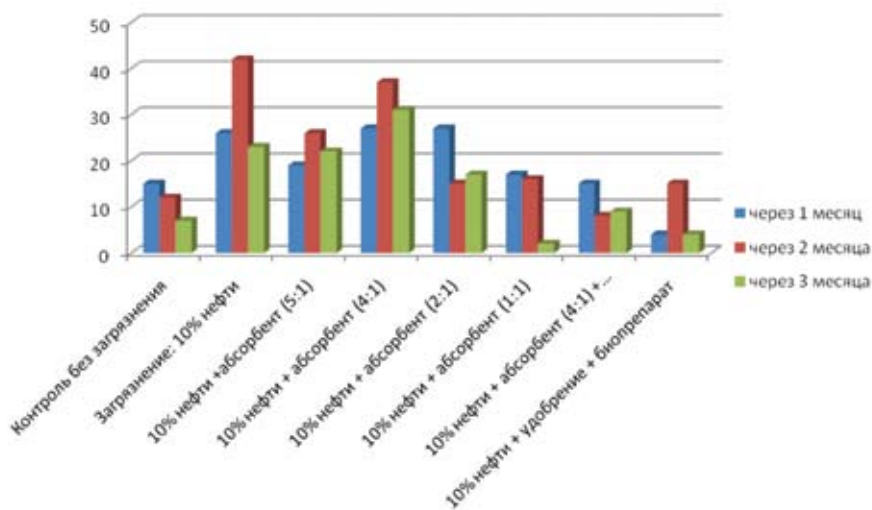


Рис. 2. Влияние абсорбента на фоне нефтяного загрязнения на токсичность почв в динамике (тест-объект инфузории Paramecium Caudatum)

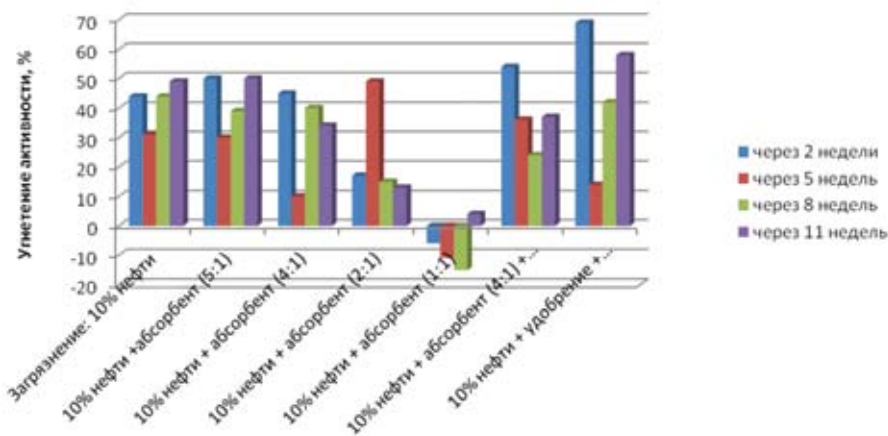


Рис. 3. Влияние абсорбента на фоне нефтяного загрязнения на активность микробиоценоза почв в динамике

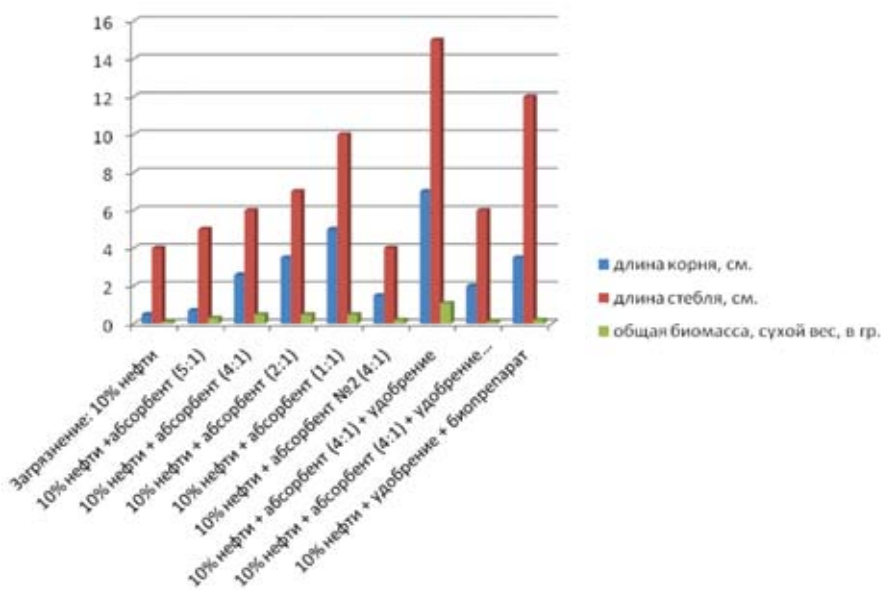


Рис. 4. Фитоценотические показатели травы для откосов (продолжительность выращивания – 30 суток)

- содержание нефтепродуктов;
- токсичность водных вытяжек из почвы;
- активность микробиоценоза почвы;
- токсичность почвы по фитоценотическим показателям растений на примере пшеницы, овса, редиса и трав;
- способность почвы обеспечивать жизнедеятельность растений.

Через две недели после начала эксперимента в двух образцах с применением сорбента в пропорции нефть/абсорбент

1:1 и 4:1 с внесением комплексного гранулированного удобрения содержание углеводов снизилось на 73 и 67% соответственно, а через 6 месяцев – на 94,3 и 94% соответственно (рис. 1). В остальных образцах за аналогичный двухнедельный период этот показатель составлял 15–47%, причем дальнейшее снижение количества углеводов в образцах без абсорбента затормозилось. Согласно нормам ХМАО, образцы с применением сорбента в пропорции

с нефтью 1:1 и 1:4 позволяют принять земли с такими показателями к обороту. Для оценки рекультивации земли с биологической точки зрения был проведен ряд дополнительных исследований о влиянии сорбента на основе модифицированного сфагнового мохового торфа на процесс рекультивации земель.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВЫ

На ранних сроках проведения эксперимента токсичность почв достигала высокого уровня. Через 3 месяца во всех образцах, где был применен модифицированный сфагновый моховой сорбент, уровень токсичности приблизился к нулевым показателям (рис. 2).

АКТИВНОСТЬ МИКРОБИОЦЕНОЗА ПОЧВ

Угнетение микробиоценоза почвы наблюдалось на протяжении всего эксперимента во всех образцах. Исключением является образец, где доза абсорбента максимальная (пропорция с нефтью – 1:1). Образцы, в которых пропорциональное соотношение нефти и абсорбента составляло 4:1, 2:1 и 4:1 с применением удобрения, можно рассматривать как благополучные на завершающем этапе эксперимента, где угнетение незначительно превышает допустимое значение в 30% (рис. 3).

ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Изучение фитоценотических показателей злаковых растений выявило токсичность почвы всех экспериментальных образцов. Менее выражена токсичность почвы в образцах с применением абсорбента. У всех растений, участвовавших в эксперименте (пшеница, овес, редис и трава для откосов) резко выражено угнетение корневой системы из-за токсичности почвы. Наиболее чувствительными к нефтяному загрязнению оказались семена пшеницы. Надземная часть растений также угнетена. По мере увеличения

Таблица. Оценка показателей содержания буровых отходов до и после применения абсорбента

Место отбора	Исследуемые образцы	Исходное количество нефтепродуктов, мг/кг	Количество нефтепродуктов через 40 дней, мг/кг	Cd	Pb	Cu	Zn	Ni
				мг/кг				
Прискажинный амбар	Шлам + абсорбент	16000*	3520	0,48	262,4	30,3	240	12,2
	Контроль Шлам		13600	1,09	741,5	153	387,5	16,6

* ОДК_{нп} = 000 мг/кг. ОДК_{нп} – отдельно допустимая концентрация нефтепродуктов (в отдельно взятом субъекте Федерации).

количества абсорбента в загрязненной земле (пропорциональное соотношение с нефтью – 2:1 и 1:1) угнетение несколько снижалось. Самые хорошие показатели по результатам комплексных исследований были отмечены у двух образцов: первый – с умеренной дозой абсорбента на базе модифицированного сфагнового мохового торфа (соотношение с нефтью – 4:1) на фоне удобрения; второй – с максимальной дозой этого же абсорбента (пропорция с нефтью – 1:1) (рис. 4).

В результате проведенных биологических исследований выявлено, что, несмотря на снижение уровня углеводов в нефтезагрязненной почве без применения абсорбента, полноценная жизнедеятельность растений не обеспечивается.

С целью определения эффективности рекультивации земель с помощью абсорбента проводились исследования на возможность биоразложения нефтяных загрязнений и бурового шлама. Результаты показали, что количество нефтепродуктов в опытных образцах снизилось на 78%. В дальнейшем уровень нефтепродуктов в опытных образцах продолжал снижаться и через 100 дней приблизился к предельно допустимым концентрациям (см. таблицу).

Высокие показатели очистки нефтезагрязненных земель и водоемов при помощи сорбента на основе модифицированного сфагнового мохового торфа послужили основанием для ввода его в стандартную процедуру рекультивации почв и водоемов от нефти/нефтепродуктов и буровых шламов рядом с крупнейшими предприятиями. Примером может служить применение абсорбента на нефтезагрязненных землях одного из предприятий в ХМАО. Перед применением абсорбента содержание нефтепродукта в почвогрунте составляло 28%. Через 45 дней после внесения сорбента содержание нефтепродук-



Фото. Территория, загрязненная нефтепродуктом на 28%



Фото. Территория через 45 дней после внесения сорбента

та уменьшилось на 20% и составило 5,8%, что меньше ПДК для ХМАО (6%) (см. фото).

Рекультивацию земель можно считать завершенной после создания густого и устойчивого травостоя, при этом концентрация остаточных нефтепродуктов со значениями коэффициента окисления нефти более 90% не должна превышать в среднем по участку 8,0% в органогенных и 1,5% – в минеральных и смешанных грунтах.

Рассмотрение всего эксперимента в динамике развития позволяет сделать вывод о том, что рекультивация почв,

загрязненных нефтью, происходит быстрее и эффективнее с применением биоразлагающих сорбентов. Кроме того, биоразлагающие сорбенты оказывают положительное воздействие на развитие растений на нефтезагрязненных землях. Особенно хорошо зарекомендовал себя сорбент на основе модифицированного сфагнового мохового торфа.

Его применение на практике значительно снижает уровень углеводов, показатели токсичности, и угнетение роста растений сводится к минимуму. Ряд проведенных независимых исследований показал, что сорбент на основе модифицированного сфагнового мохового торфа дает высокие результаты очистки почв от буровых отходов, а также эффективен при очистке водоемов от нефти и нефтепродуктов. Применение абсорбента приводит к снижению уровня нефтепродуктов к предельно допустимым концентрациям в течение короткого промежутка времени.

Сорбент помогает нормализовать экологическую ситуацию на месте аварийного разлива нефти как на почве, так и на воде. Его достаточно рассыпать на месте разлива нефтепродуктов и оставить на некоторое время. Его применение ускоряет процесс рекультивации нефтезагрязненных земель и водоемов, очистки почвы от буровых отходов и оправданно не только с экономической, но и экологической точки зрения, что подтверждено экспериментами.



ООО «Терра-Экология»
Тел: +7 (495) 972-83-22
e-mail: info@terra-ecology.ru
www.terra-ecology.ru

Литература:

1. Постановление Правительства РФ от 21.08.00 № 613 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» (в ред. от 15.04.02 № 240).
2. Приказ МПР «О совершенствовании работы в области борьбы с нефтеразливами» № 144, 2003.
3. Отчет по результатам исследования кафедрой промышленной экологии ФХТЭ РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина «Изучение влияния торфяного абсорбента на очистку почвы от нефтяного загрязнения». М., 2008.
4. ГН 2.1.5.1315-03 о ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования от 04.03.98 с изменениями от 15.06.03.