

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕЛИОРАНТОВ

Гревцев Н. В., Шампаров А. Г., Якупов Д. Р.

В статье рассмотрен вопрос рекультивации нефтезагрязненных заболоченных почв с применением модифицированного торфяного мелиоранта. Дано обоснование применения при рекультивации нефтезагрязненных почв торфа и осадков сточных вод. Проведены исследования сорбционных свойств и деструкционной способности мелиорантов к углеводородам нефти, в различных композициях верхового и низинного торфа с добавлением в разных соотношениях осадков сточных вод. Для получения необходимых технологических свойств применяли метод грануляции. В процессе грануляции получали гомогенную смесь торфа и осадков сточных вод, оказывающую влияние на устойчивую работу шнекового гранулятора и служащую упрочняющим фактором для готовой продукции. По завершении деструкции углеводородов нефти проведены исследования на содержание тяжелых металлов в зеленой массе высеянной ржи.

Ключевые слова: рекультивация; торф; осадки сточных вод; торфяной мелиорант; нефтезагрязнение.

Для нефтяной промышленности вопросы снижения вредного воздействия отрасли на окружающую среду – проблема чрезвычайная и требующая особого внимания. Опасность нефтяного загрязнения состоит в нарушении динамического равновесия в сложившихся экосистемах из-за изменения структуры почвенного покрова, биогеохимических свойств почв и токсического действия на растения и почвенные микроорганизмы. Непринятие срочных мер к восстановлению нефтезагрязненных территорий ведет к разрушению всех биологических компонентов ландшафта и зачастую носит необратимый характер.

В настоящее время большое внимание уделяется способам, позволяющим стимулировать деятельность аборигенной углеводородокисляющей микрофлоры, и тем самым исключить из технологии дорогостоящие операции, связанные с выделением, культивированием и внесением углеводородокисляющей культуры микроорганизмов.

На территории крупнейшей нефтегазодобывающей области России – Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО–Югра) – расположено 2176 торфяных месторождений общей площадью 13,2 млн га с запасами около 45 млрд т торфа, что составляет при-

мерно 25 % российских торфяных ресурсов [1]. Наличие больших запасов и широкая распространенность торфа в ХМАО–Югра находит широкое применение при рекультивации нефтезагрязненных почв.

Наличие в торфе углеводородокисляющих микроорганизмов, численность которых в 4–5 раз выше аналогичного показателя для почв, позволяет использовать его в качестве биосорбента. После физико-химической активации торфа количество микроорганизмов возрастает в 20–100 раз и составляет в среднем $5\text{--}10^{10}$ клеток / 1 г абсолютно сухого вещества. Углеводородокисляющее сообщество торфа весьма разнообразно в видовом отношении, основу его составляют мезофильные бациллы, актиномицеты и проактиномицеты [2].

Вследствие сложности гидрологических и гидрогеологических условий, а также неблагоприятных природно-климатических условий, на территории ХМАО–Югра наиболее распространенный способ добычи – фрезерный – не находит широкого применения. Добыча торфа производится экскаваторным способом с погрузкой его в автосамосвалы, с последующей доставкой его на предварительную площадку складирования, откуда частично обезвоженный торф по мере необ-

ходимости развозится автосамосвалами на объекты рекультивации.

Отсутствие в технологическом процессе обезвоживания при осушении и естественной полевой сушке добытого торфяного сырья приводит к использованию для рекультивации переувлажненный торф, который приносит скорее вред, чем пользу из-за присутствия в нем закисных форм железа, фитотоксичных форм марганца, алюминия и других элементов. Азот в переувлажненном торфе находится в недоступной для растений форме, также отсутствует основное свойство торфа – способность к водо-газопоглощению и структурообразованию почвы [1].

При выборе технологии переработки торфяного сырья для получения рекультивационного материала необходимо учитывать особенности взаимодействия торфа и нефтепродуктов, различия структурно-механических и физико-химических свойств различных видов торфяной продукции. Научно-методологический подход к оценке взаимодействия торфа и нефтеполлютанта позволяет сформулировать рекомендации по получению качественной и эффективной продукции экологического назначения.

Гранулированный торф имеет улучшенные физико-механические свойства: насыпную массу в 1,5–1,75 раза выше, чем фрезерный торф, однородный зерновой состав, водопоглощение в 2,5–3 раза ниже по сравнению с фрезерным торфом [3].

На процесс формирования физико-механических, водно-физических и других свойств торфяных гранул оказывает влияние множество факторов: от исходных физико-химических свойств сырья до технологических процессов изготовления гранул. В процессе подготовки торфяного сырья к гранулированию происходит усреднение влажности смеси, изменение фракционного состава элементов вследствие истирания отдельных частиц материала о рабочие органы и стенки смесителя, трения частиц друг о друга. Эти факторы могут снизить сорбционные способности торфяных гранул. Вместе с тем при грануляции имеется возможность вводить различные

добавки и получать мелиорант, позволяющий решить одну из задач при рекультивации нефтезагрязненной почвы – обеспечение необходимыми макро- и микроэлементами углеводородокисляющих микроорганизмов на длительное время. Немаловажной особенностью процесса гранулирования торфа является способность торфяных гранул удерживать элементы питания в промывном режиме почв.

Гранулирование торфа упрощает множество технологических вопросов, таких как длительное хранение, транспортировка, механизированное внесение сорбента на загрязненные участки; исключает процесс самовозгорания торфа и др. Равномерное распределение компонентов в смеси оказывает влияние на устойчивую работу шнекового гранулятора и служит упрочняющим фактором для готовой продукции. С помощью изменения технологических режимов формования в шнековом грануляторе становится возможным получение гранул необходимой плотности. В процессе механического воздействия достигается возможность изменения физико-химических свойств торфа и составляющих его высокомолекулярных соединений [4].

Одной из острых проблем, как в центральных, так и в нефтедобывающих районах России является утилизация осадков сточных вод станций биохимической очистки городских сточных вод (ОСВ), содержащих все необходимые компоненты для обеспечения жизнедеятельности углеродокисляющих микроорганизмов. Введение в композицию осадков сточных вод позволит активировать агрохимические и биологические свойства торфа и значительно снизит себестоимость проводимых рекультивационных работ.

Ежегодно на территории ХМАО-Югры образуется более 12,3 тыс. т ОСВ с размещением их на полигонах ТБО и ПО, и они могут образовывать очаги вторичного загрязнения окружающей среды. ОСВ образуются в результате использования природных механизмов самоочищения сточных вод от загрязнителей, поэтому перспективными для утилизации следует признать те направления,

в которых они вовлекаются в естественный природный цикл веществ в биосфере.

Одним из основных факторов, сдерживающих применение ОСВ в растениеводстве, является наличие в них солей тяжелых металлов, влияние которых на почву, растения недостаточно изучено. Следовательно, решению вопроса применения препятствует ряд трудностей и нерешенных задач.

Из существующих методов утилизации ОСВ наиболее надежным и экологически выгодным является метод почвенного удаления, при этом одновременно решается ряд задач: исключается необходимость хранения (захоронения), повышается плодородие почв. Одним из методов применения ОСВ является внесение его как органического удобрения в почвы с большой буферной ёмкостью, применяемые для лесоразведения, выращивания декоративных растений, постоянного залужения многолетними травами, не применяемыми для пищевых и кормовых целей.

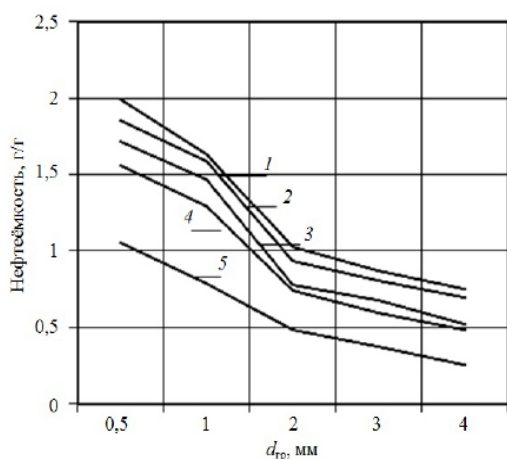


Рис. 1. Зависимость изменения сорбционной емкости МТМ на основе верхового типа торфа от содержания в нем ОСВ и фракционного состава:
1 – торфяной мелиорант; 2 – МТМ содержанием ОСВ 17 % по массе; 3 – МТМ содержанием ОСВ 25 % по массе; 4 – МТМ содержанием ОСВ 33 % по массе; 5 – МТМ содержанием ОСВ 50 % по массе

Поиск приемов, позволяющих упростить и снизить затраты на процесс рекультивации нефтезагрязненных земель без потери качества проводимых работ, является актуальным и по сей день. Одним из таких приемов может стать использование композиций торфа и осадков сточных вод станций биохимической очистки городских сточных вод.

Проведенные исследования позволяют оценить влияние содержания ОСВ в торфяном мелиоранте на изменения сорбционной емкости и деструкцию углеводородов нефти.

Исследования показали (рис. 1), что с увеличением содержания ОСВ снижается сорбционная емкость модифицированных торфяных мелиорантов (МТМ), что объясняется агрегатным состоянием ОСВ, которые являются мелкодисперсной системой [5] и в процессе окатывания выступают в качестве пластифицирующего вещества, заполняя межпоровое пространство торфяных ассоциатов.

Из анализа графиков видно, что с уменьшением диаметра гранул МТМ увеличивается его сорбционная емкость. Данный факт может быть объяснен влиянием двух причин: во-первых, сорбционная емкость материала зависит от удельной площади поверхности, контактирующей с сорбатом, и чем меньше диаметр частиц мелиоранта, тем больше площадь контакта и тем выше его сорбционные свойства. Во-вторых, гранулы МТМ имеют не идеально сферическую форму, поэтому плотность упаковки гранул мелиоранта в мелкодисперсной фракции увеличивается, создавая пористое пространство, способное удерживать нефтепродукт.

Исследования деструкции углеводородов нефти проводились в лабораторных условиях поэтапно в течение двух летних сезонов с июня по август согласно схеме эксперимента (рис. 2). Контролем в эксперименте служили образцы торфяной почвы без внесения МТМ и минеральных удобрений.

Во всех образцах с внесением МТМ и минеральных удобрений с начальной концентрацией нефтепродуктов 50 г/кг, содержание снизилось ниже ПДК [6] уже по истечении 60–70 дней. В образцах с внесением МТМ с содержанием ОСВ 25–33 % содержание нефтепродуктов снизилось до значений ПДК по истечении 180 дней с начальной концентрацией нефтепродуктов 100 г/кг. В образцах с внесением торфяного мелиоранта по истечении 180 дней содержание нефтепродуктов было выше, чем при внесении МТМ. По истечении 180 дней в образцах с высокими

начальными концентрациями 250 г/кг и внесением МТМ содержанием ОСВ 17 %; 25 %; 33 %; 50 % наблюдалось снижение содержания нефтепродуктов на 77,5 %, 77,9 %, 80,8 %, 81,3 % соответственно (рис. 3).

81,3 % соответственно (рис. 3).

Как было сказано выше, одним из факторов, сдерживающих применение ОСВ в сельском хозяйстве, является наличие в них солей

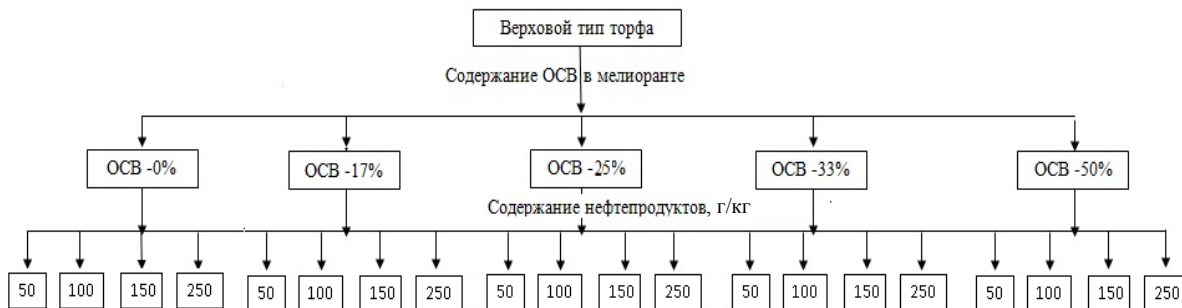


Рис. 2. Схема проведения экспериментов

тяжелых металлов. С целью определения влияния различного содержания ОСВ в мелиоранте на миграционную способность ионов

тяжелых металлов в зеленую массу растений из мелиоранта по истечении второго летнего сезона в исследуемые образцы все-

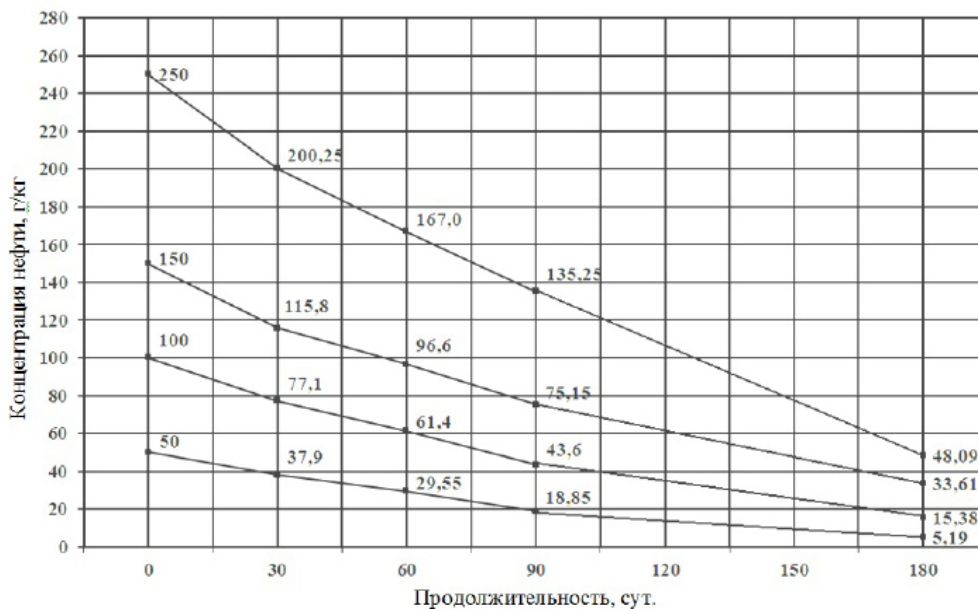


Рис. 3. Изменение во времени содержания углеводородов нефти в торфяной почве верхового типа с внесением МТМ с содержанием ОСВ 33 % и 67 % торфа верхового типа

валась рожь с последующим отбором проб зеленой массы для проведения химического анализа.

Химический анализа ОСВ выявил превышение содержания Zn в 1,13 раз, а содержание остальных тяжелых металлов находилось в пределах допустимых норм [7].

При использовании МТМ, содержащих ОСВ от 25 до 33 % во всех образцах с концентрацией нефтепродуктов до 150 г/кг, превы-

шение временного максимально допустимого уровня (МДУ) контролируемых металлов не обнаружено. При содержании ОСВ более 33 % концентрация тяжелых металлов (Cu, Ni, Cr, Zn) может превышать МДУ в зеленой массе растений.

По результатам исследований наиболее подвижными тяжелыми металлами при деструкции углеводородов нефти МТМ с содержанием ОСВ от 15 до 50 % оказались:

Cr – превышение МДУ в 7 образцах из 42 образцов; Ni – превышение МДУ в 4 образцах из 42 образцов; Cu – превышение МДУ в 2 образцах из 42 образцов; Zn – превышение МДУ в 1 образце из 42 образцов.

Непосредственное применение торфяного мелиоранта при рекультивации нефтезагрязненных почв в качестве сорбента и деструктора является выгодным и рациональ-

ным способом снизить финансовые затраты на проведении рекультивационных работ. Очистка почвы от нефтяных загрязнений с использованием торфяного мелиоранта позволяет обогатить почвы биологически активными веществами, стимулирующими процессы гумусообразования, способствует экологическому оздоровлению и реабилитации деградированных почв.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толстограй В. И. Проблемы торфяных ресурсов ХМАО // Эколого-географические проблемы природопользования нефтегазовых регионов: Теория, методы, практика / под. общ. ред. Ф. Н. Рянского, С. Н. Соколова. Нижневартовск, 2003. С. 31–40.
2. Использование торфяных мелиорантов для реабилитации нефтезагрязненных почв Нефтеюганского района / Т. И. Бурмистрова [и др.] // Изв. вузов. Нефть и газ. 2004. № 4. С. 77–79.
3. Испирян С. Р. Разработка методики комплексной оценки поглощения торфом нефтепродуктов: дис. ... канд. техн. наук. Тверь, 2001. 149 с.
4. Добыча и использование торфа для рекультивации нефтезагрязненных почв / Гревцев Н. В. [и др.] // Изв. вузов. Горный журнал. 2012. № 1. С. 51–56.
5. Пахненко Е. П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения М.: Бином. Лаборатория знаний, 2007. 312 с.
6. Допустимое остаточное содержание нефти и нефтепродуктов в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ на территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры»: региональный норматив. 2004.
7. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. М.: Минздрав России, 1997.

Гревцев Николай Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой природообустройства и водопользования. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Шампаров Аркадий Геннадьевич – кандидат геолого-минералогических наук, директор. 620075, г. Екатеринбург, ул. Шарташская, д. 19, ООО «Институт местных видов топлива – «Уралгипроторф».

Якупов Дамир Радифович – кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник. 620075, г. Екатеринбург, ул. Толмачева, д. 11, ЧУ ФНПР «Научно-исследовательский институт охраны труда в г. Екатеринбурге». E-mail: magistr98@mail.ru