

БИОРЕМЕДИАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛОЩАДКАХ

© 2011 А.В. Курицын¹, Т.В. Курицына², И.В. Катаева³

¹ МУП по утилизации отходов Пермского района, г. Пермь

² ЗАО «Сибур-Химпром», г. Пермь

³ ОАО МНИИЭКО ТЭК, г. Пермь

Поступила в редакцию 18.05.2011

Предложенная технология по биоремедиации нефтезагрязненных почв путем использования микроорганизмов-деструкторов нефти с высокой активностью на технологических площадках при правильном применении позволяет довести остаточное содержание нефти до санитарного уровня за вегетационный период.

Ключевые слова: биотехнология, детоксикация, бактериальные препараты, микрофлора, биоремедиация

Загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами, особенно в регионах интенсивной разработки месторождений углеводородного сырья, является одной из серьезных экологических проблем современной России. Нефтезагрязнения оказывают отрицательное воздействие на химические, физические и биологические свойства почв. Под влиянием нефти и ее компонентов изменяется численность полезных почвенных микроорганизмов основных физиологических групп, уменьшается активность окислительно-восстановительных и гидролитических ферментов, ухудшаются агрофизические, агрохимические свойства почвы, снижается обеспеченность почвы подвижными формами азота и фосфора. На сегодняшний день при данном уровне развития в промышленности проблема восстановления природного потенциала нефтезагрязненных территорий весьма актуальна. Для снижения неблагоприятных воздействий нефтяного загрязнения на окружающую среду необходимо знание закономерностей биохимической трансформации загрязняющих веществ в различных природных условиях, прогноз их изменения во времени и в пространстве, научное обоснование мероприятий по обезвреживанию нефтезагрязнений.

Известно, что биодеградация нефти и нефтепродуктов в почве происходит при активном участии почвенных микроорганизмов, способных использовать нефтесоединения в качестве источника энергии. Микроорганизмы способны разрушать практически любые соединения: органические или минеральные, но при условии

применения смесей культур. Штаммы микроорганизмов, утилизирующие углеводороды, эффективно применяют для биоремедиации нефтезагрязненных экосистем. Биоремедиация основана на принципе *ex situ*, т.е. процесс очистки ее от поллютантов за пределами места загрязнения, что делает этот подход более дорогостоящим, чем биоремедиация *in situ*. Тем не менее, у технологий данного типа есть ряд преимуществ: они требуют меньше времени и обеспечивают полный контроль процесса очистки.

Основную роль в разложении углеводородов в почве играет бактериальная микрофлора. В почве преобладающая часть углеводородокисляющих микроорганизмов принадлежит бактериям рода *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus*, которые могут успешно развиваться в широком диапазоне природно-техногенных условий и являются одним из важнейших факторов в процессе деструкции нефтепродуктов [1]. Созданные отделом биотехнологии ОАО «МНИИЭКО ТЭК» бактериальный препарат БИОР-АВ содержит активные культуры микроорганизмов, разлагающих нефть, которые депонированы во ВНИИсельхозмикробиологии (г. Санкт-Петербург) и имеют санитарно-эпидемиологическое заключение, выданное Государственной санитарно-эпидемиологической службой РФ [2]. Препарат биорекультиват АВ (БИОР-АВ) – био-деструктор нефти содержит следующий состав (%): гуминовые кислоты – 65,0; карбоновые кислоты – 11,0; аминокислоты – 13,36; полисахариды – 0,6; витамины группы В – 0,04; активная микрофлора – 10,0. Активная микрофлора препарата содержит *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas fluorescens*.

Способ обезвреживания нефтезагрязненных грунтов предусматривает разложение нефти и нефтепродуктов с помощью микроорганизмов рода *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus* до уровня

Курицын Андрей Валентинович, директор. E-mail: esomir@mail.ru

Курицына Татьяна Владимировна, химик. E-mail: kav2008@mail.ru

Катаева Ирина Валерьяновна, кандидат биологических наук, заведующая отделением биотехнологии. E-mail: kataeva@mniekotek.ru

санитарных норм (не более 20 г/кг почвы) для последующего использования грунта в дорожном строительстве. Последовательность выполнения работ по восстановлению грунтов:

- техническая подготовка участка, включающая размещение нефтезагрязненных грунтов с помощью специальной техники и планировку поверхности;
- внесение минеральных удобрений (например, нитроаммофоска), содержащих азот, фосфор, калий, необходимых для развития микроорганизмов, разлагающих нефть в дозе 150 кг/га. Внесение минеральных удобрений производится 1 раз перед первым рыхлением (фрезерованием) на глубину ~ 20 см, рыхление используется для улучшения водно-физического режима и условий аэрации грунта;
- внесение бактериального препарата с последующим рыхлением (фрезерованием) на глубину ~ 20 см производится от 3 до 5 раз в сезон в зависимости от остаточного содержания нефти в грунтах с интервалом в 20 дней; максимальная доза бактериального препарата при первой обработке составляет 100 кг/га, при последующих обработках доза корректируется в зависимости от результатов химических и микробиологических анализов грунта.

Работы по биоремедиации нефтезагрязненных грунтов с использованием бактериального препарата «Биорекультиват АВ (БИОР-АВ)» проводятся в летнее время с мая по октябрь. До начала работ отбираются пробы грунта для выполнения химических анализов на содержание нефтепродуктов. Пробы отбираются по правилу «конверта» в 5 точках в каждом расчетном квадрате с глубины 15-20 см в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02-84 в полиэтиленовые пакеты. Параллельно с химическими анализами выполняются микробиологические анализы отделом биотехнологии на содержание родов бактерий, разлагающих нефть (*Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus*). В процессе работ отбор проб грунта, выполнение химических и микробиологических анализов производится каждый раз перед очередным рыхлением (фрезерованием) грунта.

Бактериальный препарат производится, хранится и перевозится в сухом виде в пакетах весом 5 кг и вносится в грунт в виде суспензии.

Для получения суспензии сухой бактериальный препарат разводят в воде и выдерживают в течение 2 часов при периодическом перемешивании. На 1 кг бактериального препарата используется 100 л воды. Обработка рекультивируемого участка бактериальным препаратом обычно производится с помощью поливочной машины. Биопрепарат содержит культуры микробов-деструкторов нефтепродуктов с титром 10^{12} и применяется в дозе 100-150 кг/га в зависимости от содержания нефтепродуктов. Рыхление проводится 1-2 раза в неделю с помощью боронования на глубину 20 см для ускорения микробного окисления загрязняющих почву нефтепродуктов. Приблизительно через 20 дней проводится дополнительное внесение микробов рода *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus*. Доза биопрепарата определяется по количеству оставшихся нефтепродуктов в грунтах, т.е. при их уменьшении снижается количество вносимых микроорганизмов.

Опытно-промышленное применение способа биоремедиации нефтезагрязненных грунтов осуществлялось в течение летнего периода 2009 г. на технологических площадках (рабочих зонах) МУП по утилизации отходов Пермского района, расположенных на полигоне «Ольховка» Пермского района Пермского края: рабочая зона №1 V- 2400 м³ и S- 0,8 га, рабочая зона № 2 V- 900 м³ и S- 0,3 га. В процессе проведения опытно-промышленных работ на опытных участках после обработки их биопрепаратом определялись следующие химические, микробиологические и биологические показатели:

- нефтепродукты, содержащиеся в почвогрунтах, методом РД 39-014 7098-015-90 п. 4.1;
- содержание микроорганизмов-деструкторов нефти количественным методом на селективных средах [3];
- токсичность почвогрунтов методом биотестирования с помощью дафний *Magna straus*[4].

Результаты химических и микробиологических анализов опытно-промышленных работ на полигоне Ольховка представлены в таблице. Результаты химического анализа на содержание нефтепродуктов на участке рабочая зона № 1 (Полигон Ольховка) показали что количество нефти снизилось с 44760 до 20045 мг/кг, в рабочей зоне № 2 - с 27520 до 19325 мг/кг.

Таблица. Результаты химических и микробиологических анализов нефтезагрязненных грунтов на полигоне Ольховка МУП по утилизации отходов

Наименование пробы	Содержание нефтепродуктов,		Содержание микроорганизмов-	
	начальное	конечное	начальное	конечное
рабочая зона 1	44760	20045	432	1220
рабочая зона 2	27520	19325	432	2348

Из таблицы следует, что аборигенная углеводородокисляющая микрофлора, являющаяся постоянным компонентом почвенных биоценозов, заметно активизировалась после обработки микроорганизмами рода *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus* и возросло их количество, что подтверждает высокий потенциал очистки от нефти обработанных участков. Из приведенных в таблице данных видно, что количество нефти на всех технологических площадках снизилось до санитарных норм, что обеспечило их использование в строительстве дорог и обваловке нефтезагрязнённых участков. Биотестирование показало, что очищенные от нефти почвогрунты не оказывают токсического действия на тест объекты.

Таким образом, проведенные опытно-промышленные испытания по обезвреживанию нефтезагрязненных грунтов с помощью активных штаммов микроорганизмов показали, что данный способ является перспективным и может быть использован на техногенных и деградированных территориях, загрязненных нефтепродуктами. Количество нефти после обработки препаратом БИОР-АВ снижается до санитарных норм, что обеспечивает их использование в строительстве дорог и обваловке нефтезагрязненных участков

Выводы: используемый метод при правильном применении позволяет обеспечить

высокое качество детоксикации земель за вегетационный период. Применение комплексного биопрепарата, содержащего микроорганизмы рода *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus*, активизированных к условиям детоксикации нефтезагрязненных земель позволяет очищать почвогрунты от нефти до санитарной нормы с содержанием остаточной нефти до 20 г/кг и использовать впоследствии в дорожном строительстве, отсыпке площадок, обустройства обваловок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Красавин, А.П. Восстановление качества нарушенных земель и деградированных почв с использованием почвенных микроорганизмов / А.П. Красавин, И.В. Катаева, В.А. Сергеев, Е.П. Седухин // Восстановление качества природных ресурсов территорий, нарушенных промышленностью. Тр. Междунар. ЭКО-конференции, СПб, 11-15 сент. 2006. СПб., 2006. С. 40-53.
2. Методические указания по практическому применению бактериального препарата-биодеструктора нефти «Биорекультиват АВ (БИОР-АВ) для рекультивации нарушенных земель и биоремедиации нефтезагрязненных грунтов. ОАО «МНИИЭКО ТЭК», г. Пермь, 12.01.2010. С.1-5.
3. Практикум по микробиологии / Под ред. Н.С. Егорова. М., 1976. 307 с.
4. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и плодовитости дафний. ФР.1.39.2001.00283. – М., 2001. 35 с.

BIOREMEDIATION OF PETROPOLLUTED SOILS ON TECHNOLOGICAL PLATFORMS

© 2011 A.V. Kuritsyn¹, T.V. Kuritsyna², I.V. Kataeva³

¹ MUE on Waste Recycling in Perm area, Perm

² JSC "Sibur-Himprom", Perm

³ OSC MNIIEKO TEC, Perm

The offered technology on bioremediation of petropolluted soils by use of microorganisms-destructors of oil with high activity on technological platforms at correct application allows to finish residual maintenance of oil to sanitary level during the vegetative period.

Key words: *biotechnology, detoxication, bacterial preparations, microflora, bioremediation*

Andrey Kuritsyn, Director. E-mail: ecomup@mail.ru
Tatiana Kuritsyna, Chemist. E-mail: kav2008@mail.ru
Irina Kataeva, Candidate of Biology, Chief of the
Biotechnology Department. E-mail: kataeva@mniiekotek.ru