

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ РЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЧВ

Шубенко Д.Ю.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Ахмеджанов Р.Р., д. б. н., профессор кафедры
экологии и безопасности жизнедеятельности*

Одной из актуальных проблем современности является рекультивация загрязнённых в результате нефтеразлива земель. Нефть и нефтепродукты, попадая в почвенный покров, нарушают его естественное состояние и способны разрушать почвенные биоценозы.

Рекультивация нефтезагрязнённых земель в настоящее время является одним из самых сложных видов рекультивации.

Понятие «рекультивация нефтезагрязнённых земель», включает в себя комплекс мер, направленных на ликвидацию разлива нефти как источника вторичного загрязнения природной среды, нейтрализацию остаточной нефти в почве до уровня фитотоксичности и восстановление плодородия загрязнённых почв до приемлемой хозяйственной значимости [1].

Наиболее действенными методами устранения нефтяного загрязнения признаны биологические методы, подразумевающие использование для рекультивации различных микроорганизмов, способных окислять углеводороды в результате своей жизнедеятельности, а также биопрепаратов на их основе.

Почвенные микроорганизмы, благодаря своей богатой ферментной системе и метаболизму, способны ускорять процесс самоочищения экосистем, путём осуществления биodeградации природных и синтетических ксенобиотиков. На этом основано их применение для очистки почв от загрязнений. Биodeградация углеводов микроорганизмами является одним из основных природных механизмов самоочищения окружающей среды. Интенсивность этого процесса зависит от обилия микроорганизмов – биодеструкторов загрязняющих веществ [2].

Биоремедиация осуществляется за счёт [3]:

– биостимуляции уже обитающих на данной территории микроорганизмов путём внесения удобрений в загрязнённые почвы или путём накопления в лаборатории препарата тех микроорганизмов из загрязнённого ценоза, которые способны наиболее эффективно утилизировать данный загрязнитель;

– улучшения природного ценоза путём внесения большого количества специализированных микроорганизмов, не характерных для данной территории, выделенных и отселектированных ранее микробиологическими методами и размноженных в виде биопрепарата.

Ниже перечислены несколько категорий подобных микроорганизмов, использующих нефть и её продукты в процессах своей жизнедеятельности [4,5]:

1. Литотрофные микроорганизмы

Такие микроорганизмы способны развиваться за счёт окисления неорганических соединений:

– водородные бактерии (осуществляют окисление водорода с образованием воды);

– метанооксиляющие бактерии;

– нитрифицирующие бактерии (окисляют аммиак сначала до азотистой кислоты (*Nitrosomonas*, *Nitrosocystis*), далее азотистую – до азотной (*Nitrobacter vinogradskyi*));

– серобактерии (окисляют сероводород до элементарной серы);

– железобактерии (окисляют закисное железо до окисного в слабокислой среде);

– метанобразующие бактерии (анаэробно окисляют водород).

2.Тионовые бактерии. Среди бактерий данного типа преобладают серооксиляющие и железоксиляющие.

3.Серооксиляющие бактерии. Окисляют серу в сульфат. Однако этот процесс, по сравнению с процессом окисления тиосульфата, протекает крайне медленно.

4.Бактерии, окисляющие углеводороды

В окислении углеводородов принимают участие многие бактерии, к числу которых относятся организмы порядков *Pseudomonadales*, *Eubacteriales*, *Actinomycetales* класса шизомицетов, среди которых распространены представители *Pseudomonadaceae*, *Achromobacteriaceae*, *Brevibacteriaceae*, *Corybacteriaceae*, *Bacillaceae*, *Mycobacteriaceae*, *Actinomycetaceae*.

В настоящее время существует обширное количество различных биопрепаратов, использующих для устранения нефтяных загрязнений как перечисленные выше, так и иные микроорганизмы. Среди предприятий нефтегазового комплекса наиболее популярными являются следующие биопрепараты-нефтедеструкторы:

1.«Путидойл». Патент СССР № 1076446, дата публикации: 28.02.1984.

Данный препарат состоит из одного штамма бактерии *Pseudomonas putida* 36. Поскольку препарат является монокультурой,

он обладает меньшим потенциалом и более узким спектром действия на углеводороды, чем препараты, состоящие из двух и более штаммов микроорганизмов [6].

2.«Деворойл». Патент РФ № 2023686, патентообладатель: Научно-производственное объединение «Биотехинвест», дата публикации: 30.11.1994.

В состав комплекса включены бактериальные и дрожжевые клетки. Бактерии представлены липофильными (*Rhodococcus* sp., 367-2; *Rhodococcus maris*, 367-5; *Rhodococcus erythropolis*, 367-6) и гидрофильными (*Pseudomonas stutzeri*, 367-1) культурами. Дрожжевые клетки представлены штаммом *Candida* sp., 367-3.

Ассоциация способна активно разрушать насыщенные углеводороды нефти в диапазоне минерализации среды от 1 до 10 мас.%. Оптимальным для процесса биоразложения парафиновых углеводородов нефти является концентрация NaCl от 1 до 5 мас.%. Поскольку микроорганизмы биопрепарата развиваются в широком диапазоне солёности (0,05 – 15%), то результатом изменения солёности становится снижение эффективности препарата, особенно при применении его в засоленных экосистемах [6].

3.«Ленойл». Патент РФ № 2323970, патентообладатель: ЗАО НПП «Биомедхим», дата публикации: 10.05.2008.

Биопрепарат состоит из комплекса нефтеокисляющих микроорганизмов *Bacillus brevis* и *Arthrobacter species* ИБ ДТ-5, аэробных азотфиксирующих микроорганизмов *Azotobacter vinelandii* ИБ 4 и аэробных спорообразующих микроорганизмов *Bacillus species* 739 в массовом соотношении, равном 1:1:0,5:1. Биопрепарат позволяет повысить эффективность процесса биоразложения нефтепродуктов в грунте, активизировать микробиологическую активность почвы [6].

4.«Биоойл-Югра». Патент РФ № 2337069, патентообладатель: ЗАО «Биоойл», дата публикации: 27.10.2008.

Препарат включает в себя: комплекс нефтеразрушающих микроорганизмов (смесь четырёх биологических штаммов в объёмах не менее 2×10^{12} микробных тел каждого компонента: *Saccharomyces* sp.(DHI), *Bacillus* sp.(5a), *Bacillus* sp.(5b), *En-terobacter* sp.(16a)) – 40 – 60% от общей массы биопрепарата и наполнитель (смесь равных количеств сахарозы, желатина и агарозы) – остальной объём.

Каждый вид штаммов обладает коммуникативным эффектом, при котором продукты жизнедеятельности одного штамма являются катализатором жизнедеятельности других. Это дополнительно на 25-30% увеличивает количество деструктированной ими нефти.

Препарат «Биоойл-Югра» эффективно работает в диапазоне температур от 4°C и кислотности от рН=3,5 ед. рН [6].

5. «Нафтокс». Патент РФ № 2429089, патентообладатель: ФГУП «ВНИГРИ», дата публикации: 20.09.2011.

В состав биопрепарата входит бактериальная культура *Mycobacterium sp.5 KB*. Препарат позволяет повысить эффективность очистки почвы от загрязнений нефтепродуктами при использовании жидкой формы биопрепарата, стимулируя рост числа бактерий, вносимых в загрязнённую почву. Непосредственно перед обработкой в почву вносят азот-фосфорно-калийное минеральное удобрение (в количестве 50 – 100 г/м²) и дополнительно – рыбную муку (150 – 300 г/м²) [6].

Технологии биоремедиации нефтезагрязнённых почв существуют и развиваются уже достаточно долгое время. Состав биопрепаратов усложняется из года в год, что помогает достигнуть более полной и быстрой очистки почв от нефтяных загрязнений.

Список информационных источников

1.Зубайдуллин А.А. К вопросу рекультивации нефтезагрязнённых земель на верховых болотах//Биологические ресурсы и природопользование. Сборник научных трудов. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт.пед.ин-та, 1998. Вып.2. – с. 106–116.

2.Держинская И.С., Куликова И.Ю. Микробиологические способы очистки водных поверхностей и прибрежной зоны от нефтяного загрязнения // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М., 2008 – №4. с.4-5.

3.Каменщиков Ф.А., Богомольный Е.И. Удаление нефтепродуктов с водной поверхности и грунта. – М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2006. – 526 с.

4.Фробишер М. Основы микробиологии : пер. с англ. / М. Фробишер. – М.: Издательство «Мир», 1965. – 678 с.

5.Каменщиков Ф.А., Черных Н.Л. Борьба с сульфатвосстанавливающими бактериями на нефтяных месторождениях. – М.; Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2007. – 412 с.

6.FREEPATENT.RU [Электронный ресурс] / Электронная база патентов. – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/> (Дата обращения: 13.05.16)