

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕРРИТОРИЙ

MODERN METHODS AND TECHNOLOGIES REMEDIATION AREAS

УДК 504.55 054 622.276 (470.53)

С.А.БУЗМАКОВ, д-р. геогр. наук, профессор, *lep@psu.ru*
Пермский государственный университет

S.A.BUZMAKOV, Dr. in geog., professor, *lep@psu.ru*
Perm State University

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЬЮ

Выделено несколько уровней загрязнения земель нефтепродуктами. В соответствии с этими уровнями предлагаются мероприятия по рекультивации. Определены основные параметры практических работ по оценке экологического состояния территории, рекультивации земель, утилизации нефтесодержащих отходов.

Ключевые слова: экосистема, нефтепродукты, уровень, загрязнение, восстановление, рекультивация.

SOIL RESTORATION UNDER OIL POLLUTION OF DIFFERENT LEVELS

There are some levels of soil pollution under oil products. The author introduces reclamation things according to this levels. There are main parameters of practical works of territory environmental assessment, soil restoration, utilization of wastes with oil products.

Key words: ecosystem, oil products, level, pollution, restoration, reclamation.

Восстановление экосистем при загрязнении – процесс очень длительный в любых природных зонах. В наиболее хрупких ландшафтах (Западная Сибирь) после разливов нефти их полное восстановление растягивается на многие десятилетия [2,7], но и в более благоприятных условиях (южная тайга Пермского края) для восстановления растительного покрова на загрязненных землях также требуются десятилетия [6].

Необходимость выполнения работ с нефтесодержащими грунтами и почвами

возникает при рекультивации земель, санации грунтов, утилизации отходов. Ликвидация нефтяных загрязнений ранее обычно осуществлялась засыпкой почвы песком, грунтом, выжиганием, вывозом почвы. Сейчас в России активно создаются специализированные организации для проведения работ по ликвидации аварийных сбросов, рекультивации и санации земель, утилизации отходов.

Процесс естественного восстановления загрязненных нефтью почв длителен и ста-

вит вопрос о создании и внедрении современных технологий рекультивации нарушенных территорий. Главными критериями эффективности подобных мероприятий принято считать скорость разложения загрязняющих веществ и экономические затраты. Основные разработки основаны на применении физических, механических и биохимических методов удаления и ликвидации нефтяных субстратов. Наиболее перспективным способом очистки почвы от нефтепродуктов различного характера, состава и состояния является рекультивация земель, в основе которой способность микробиологического самоочищения грунтов. Ускорение процесса биодеградации углеводородов нефти происходит за счет увеличения доступа воздуха внесением минеральных и органических удобрений, посева специально подобранных смесей злаковых и бобовых культур в сочетании с необходимыми агротехническими приемами обработки почв [4,5].

Разработанные нами представления о направлениях и фазах трансформации наземных экосистем позволяют определить оптимальные варианты к рекультивации земель и утилизации нефтесодержащих отходов[1].

Механические и физические методы не могут обеспечить полного удаления нефти из загрязненного грунта, а процесс естественного разложения чрезвычайно длителен. Разложение нефти в почве – процесс биогеохимический, в котором основную роль играет функциональная активность комплекса почвенных микроорганизмов.

Ускорить очистку почв с помощью нефтеокисляющих микроорганизмов возможно несколькими способами:

- активацией метаболической активности естественного микробоценоза путем изменения водно-воздушных условий биотопа (агротехнические приемы);
- подготовкой и внесением активных автохтонных нефтеокисляющих микроорганизмов в загрязненные грунты;
- внесением специально подобранных активных аллохтонных нефтеокисляющих микроорганизмов в загрязненные грунты.

Способность использовать нефть в качестве источника энергии присуща не единственным специализированным формам, а многим грибам и бактериям. Согласно полученным нами данным [1], а также материалам других работ [3,4,5] такие микроорганизмы распространены очень широко и могут быть выделены практически из любой почвы.

С природоохранных позиций необходимо выделять несколько уровней загрязнения земель остаточными нефтепродуктами и различных подходов к их восстановлению с учетом характера использования[3]. На сельскохозяйственных угодьях, которые являются существенно деградированными и активно управляемыми экосистемами, восстановление проводится, как правило, рекультивацией, на лесных за счет более «мягкого» регулирования разрушения поллютанта. Результаты расчетов интерполируются из экспериментальных данных на основе ранее выделенных основных геоэкологических уровней загрязнения нефтью[1].

Уровень 1. Концентрация остаточных нефтепродуктов от 0,2 до 0,4 г/кг почвы. Оптимальная автотрофная экосистема. Необходимо установить источники поступления органики. Рекультивация не требуется. В случае рекультивации аварийного сброса нефтесодержащей жидкости необходимо контролировать восстановление земель до восстановления указанного содержания остаточных нефтепродуктов.

Уровень 2. Концентрация остаточных нефтепродуктов от 0,4 до 8 г/кг почвы. Пессимальные условия для растений. Численность сапротрофов и нефтеокисляющих микроорганизмов повышается. Неравновесный оптимум для микроорганизмов. На сельскохозяйственных землях проводятся агротехнические мероприятия для улучшения водно-воздушных свойств почв, контролируется содержание остаточных нефтепродуктов, продуктивность угодий. На лесных землях контролируется содержание остаточных нефтепродуктов, санитарное состояние древостоя.

Уровень 3. Концентрация остаточных нефтепродуктов от 8 до 14 г/кг почвы. Не-

равновесный минимальный оптимум для микроорганизмов. На сельскохозяйственных землях проводятся агротехнические мероприятия для улучшения водно-воздушных свойств почв, контролируется содержание остаточных нефтепродуктов, активность микроорганизмов, продуктивность угодий. На лесных землях контролируется содержание остаточных нефтепродуктов, санитарное состояние древостоя. На всех землях контролируется содержание бенз(а)пирена.

Уровень 4. Концентрация остаточных нефтепродуктов от 14 г до 22 г/кг почвы. Очень опасен уровень образования бенз(а)пирена. Субстрат приобретает свойства токсичности. Резко отрицательные условия для развития зональных растений. Оптимум для нефтеокисляющих микроорганизмов. Равновесный оптимум для сообщества микроорганизмов. Вероятно формирование азональной экосистемы вследствие существенного изменения водно-воздушного режима почв. На сельскохозяйственных землях необходимы полномасштабные рекультивационные действия, на лесных – ограниченная рекультивация для нормализации водно-воздушного режима, активизации автохтонного сообщества микроорганизмов, деградации нефтепродуктов. Контролируется содержание бенз(а)пирена.

Уровень 5. Концентрация остаточных нефтепродуктов от 22 г до 7 г/кг почвы. Опасный уровень образования бенз(а)пирена. Весьма отрицательные условия для развития растений. Неравновесный максимальный оптимум для сообщества микроорганизмов. Весьма вероятно формирование азональной экосистемы вследствие существенного изменения водно-воздушного режима почв. Природоохранные действия сходны с предыдущими, но необходимо добавить контроль за миграцией нефтепродуктов и бенз(а)пирена.

Уровень 6. Концентрация остаточных нефтепродуктов от 72 г до 132 г/кг почвы. Субстрат становится токсичным. Угнетенная сапротрофная экосистема (пессимум). Необходимы полномасштабные санационные и рекультивационные действия для нормализации (аэрации, влажности) водно-

воздушного режима, активизации автохтонного сообщества микроорганизмов, деградации нефтепродуктов. Санация территории и контроль поллютантов.

Уровень 7. Концентрация остаточных нефтепродуктов выше 132 г/кг почвы. Активность микроорганизмов практически не наблюдается. Растения не могут развиваться. Токсичный субстрат. Обычно низкий уровень бензпирена. Абиогенный субстрат (экосистема). Ускорение деградации нефтепродуктов, восстановление экосистемы возможно только с применением методов санации территории, специализированных групп микроорганизмов и нормализации (аэрации, влажности) водно-воздушного режима.

Конечным этапом рекультивации загрязненных земель после аварийных разливов является посев многолетних трав. Виды трав, используемых для рекультивации, должны быть местными и толерантными к воздействию нефти.

Утилизация грунтов с углеводородным загрязнением может проводиться непосредственно на месте без выемки грунта или после выемки и перемещения грунта на специальную площадку для его обработки. Преимуществом последней технологии является интенсификация процессов деградации нефтяных загрязнений, существенным недостатком – расширение площади промышленных земель.

Утилизации подлежат все нефтеотходы, хранящиеся в местах складирования, а также вновь образовавшиеся нефтезагрязненные грунты, собранные с мест аварийных разливов нефти. Загрязненный субстрат содержит различное количество нефтепродуктов в зависимости от морфологических, структурных, физико-химических и генетических особенностей конкретного почвенного покрова. Загрязнения могут быть представлены нефтяными углеводородами как свежими, так и давними с повышенным содержанием парафинов, смол, асфальтенов.

Контролируемым показателем в загрязненном грунте должно быть не только содержание нефтепродуктов, но и бенз(а)пирена, количество нефтеокисляющих и сапроптических микроорганизмов.

Работы по утилизации нефтесодержащих отходов проводятся на заранее подготовленных технологических площадках. Площадки размещаются вне зоны затопления, на них возможно осуществление мероприятий, исключающих загрязнение окружающей среды.

Утилизация нефтешламов проводится в соответствии с планом работ, который составляется с учетом содержания в грунтах нефтепродуктов, бенз(а)пирена, количества нефтеокисляющих и сапрофитных микроорганизмов, физико-химических свойств компостиированного грунта и климатических условий местности.

Для оптимизации процесса утилизации отходов необходимо создать оптимальную концентрацию нефтепродуктов; обеспечить необходимый уровень аэрации, влажности, кислотности; определить необходимость азота, фосфора, калия, магния.

Аэрация достигается вспашкой грунта (со снижением его плотности на 10-30 %). При содержании в грунте большого количества глины, которая приводит к набуханию субстрата и резко уменьшает проницаемость для воды и воздуха, необходимо добавить разрыхлители.

Микробиологическая утилизация нефтепродуктов наиболее эффективна и управляема при их концентрации в 14-22 г/кг грунта. Если поверхностная концентрация нефти превышает оптимальную, то производится удаление избытка нефти. Оптимальными условиями деструкции нефтяных углеводородов являются температура 25-28 °C и влажность 60-70 %.

Содержание остаточных нефтепродуктов определяется для оценки степени очистки грунта и проводится в сравнении с оптимальными (автотрофный зональный оптимум) значениями содержания нефтепродуктов. Содержание бенз(а)пирена определяется для оценки степени опасности грунта по санитарно-гигиеническим критериям. Фитотоксичность очищенного грунта может оцениваться по всхожести семян растений.

Для исключения возможного загрязнения подземных вод производится ежемесячный отбор проб воды из наблюдательной скважины и дренажной канавы для оп-

ределения содержания нефтепродуктов, бенз(а)пирена и фенолов.

Для определения мер по оптимизации скорости утилизации отходов и контроля за концентрацией углеводородов необходимы регулярные наблюдения. Отбор проб проводится несколько раз за вегетационный сезон во время проведения технических мероприятий. Контролируется бенз(а)пирен и остаточные нефтепродукты, количество сапрофитных и нефтеокисляющих микроорганизмов.

Представления о трансформации наземных экосистем и уровнях загрязнения позволяют определить основные параметры практических работ по оценке экологического состояния территории, ликвидации аварийных сбросов нефти, рекультивации земель, утилизации нефтесодержащих отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузмаков С.А. Предельно допустимое содержание нефтепродуктов в почвенных экосистемах Пермской области / С.А.Бузмаков, Г.П.Башин // Изв. вузов. Нефть и газ. 2004. № 2. С.91-96.

2. Глазовская М.А. Комплексное районирование территории СССР по типам возможных изменений природной среды при нефтедобыче / М.А.Глазовская, Ю.И.Пиковский, Т.И.Коронцевич // Ландшафтно-геохимическое районирование и охрана окружающей среды. М., 1983. Вып.120. С.84-108.

3. Звягинцев Д.Г. Диагностические признаки различных уровней загрязнения почв нефтью / Д.Г.Звягинцев, В.С.Гузев, С.В.Левин, А.А.Оборин// Почвоведение. 1989. № 1. С.72-78.

4. Назаров А.В. Влияние нефтяного загрязнения почвы на растения // Вестник Пермского государственного университета. Биология. Вып.5 (10). 2007. С.134-141.

5. Оборин А.А. Самоочищение и рекультивация нефтезагрязненных почв Предуралья и Западной Сибири / А.А.Оборин, И.Г.Калачникова, Т.А.Масливец // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М., 1988. С.140-158.

6. Солнцева Н.П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. М., 1998. 376 с.

7. Чижов Б.Е. Деградационно-восстановительная динамика лесных фитоценозов после нефтяного загрязнения / Б.Е.Чижов, А.И.Захаров, Г.А.Гаркунов // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. Тюмень. 1998. Вып.6. С.160-172.

REFERENCES

1. Buzmakov S.A. Maximum allowable oil content of the soil ecosystems of the Perm region / S.A.Buzmakov, G.P.Bashin // Proceedings of Institute of Highen edication. Oil and gas. 2004. N 2. P.91-96.

2. *Glazovskaya M.A.* Complex zoning of the USSR according to the types of possible changes in the environment during oil production / V.F.Glazovskaya, Yu.I.Pikovskiy, T.I.Korontsevich // Landscape-geochemical zoning and environmental protection. Moscow, 1983. P.84-108.

3. *Zyagintsev D.G., Guzev V.S., Levin S.V., Oborin A.A.* Diagnostic features of the different levels of soil contamination with oil // Soil science. 1989. N 1. P.72-78.

4. *Nazarov A.V.* Effect of oil contamination of the soil to plants // Bulletin of the Perm State University. Biology. 2007. Issue 5 (10). P.134-141.

5. *Oborin A.A., Kalachnikova I.G., Maslivets T.A.* Self-cleaning and remediation of contaminated soils Urals and Western Siberia // Restoration of contaminated soil ecosystems. Moscow, 1988. P.140-158.

6. *Solntseva N.P.* Oil and geochemistry of natural landscapes. Moscow, 1998. 376 p.

7. *Chizhov B.Ye., Zakharov A.I., Garkunov G.A.* Of degradation and restoration of forest plant communities after the dynamics of oil pollution // Forests and forestry in Western Siberia. Tyumen, 1998. Iss.6. P.160-172.