



УДК 504.064.4  
ББК 20.1

## РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПРОДУКТАМИ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

*Г.К. Лобачева, А.В. Карпов, О.А. Макаров, А.И. Филиппова*

Работа посвящена оценке экологического состояния промышленной площадки нефтеперерабатывающего завода. Представлены результаты химического анализа почв. Охарактеризованы этапы рекультивации нефтезагрязненных земель – технический, биологический. Авторами теоретически исследованы биопрепараты, применяемые для восстановления техногенно нарушенных земель. Рассмотрен вопрос о передаче землепользователям восстановленных земель.

**Ключевые слова:** *загрязняющие вещества, нефтепродукты, техническая рекультивация, биологическая рекультивация, биопрепараты, промышленная площадка завода, выбросы промышленных предприятий.*

Рекультивация земель – составная часть природообустройства, заключается в восстановлении свойств компонентов природы и самих компонентов, нарушенных человеком в процессе природопользования, для последующего их использования и улучшения экологического состояния окружающей среды [1, с. 12, 34].

По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1996 году», общая площадь земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых и геологоразведочных работ, составила 697,6 тыс. га, нарушенных при торфоразработках – 300,5 тыс. га. На 1 января 2011 г. площадь нарушенных земель, относящихся к промышленному, транспортному и иному несельскохозяйственному использованию, превысила 1,5 млн. га.

Значительное место в общем объеме техногенных нарушений занимают земли, образованные в результате химического загрязнения растительного и почвенного покрова. В 1996 г. из 31,1 млн. га обследованных земель агрохимической службой Минсельхоза России тяжелыми металлами было загрязнено 1,4 млн. га, в 1997 г. из 29,5 млн. га загрязнено 1,0 млн. га. Загрязнение почв оста-

точным количеством пестицидов в 1997 г. составило около 5 % пашни.

Одной из крупных экологических проблем России является загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами. По данным Госгортехнадзора, в 1995–1997 гг. только на нефтяных месторождениях Западной Сибири произошло 40 тыс. аварий, что привело к разливу нефти на площади более 200 тыс. га. Основной причиной аварий является физический износ нефтяного оборудования и коррозия металла.

Рекультивация земель предусматривает восстановление их продуктивности, потеря которой связана с деятельностью человека и включает в себя два этапа – технический и биологический.

Техническая рекультивация осуществляется на основании нормативных документов. Ее основной целью является инженерная подготовка территории, обеспечивающая возможность полного восстановления плодородия нарушенных земель [3, с. 22–27]. На этапе технической рекультивации, перед проведением технологии биологической рекультивации, необходимо локализовать загрязненный участок и уменьшить количество нефтепродуктов, впитавшихся в грунтовую толщу (почву), используя для этих целей нанотехнологии – сорбенты или выемки нефтезагрязненного грунта. Нефтезагрязненный сорбент и нефтезагрязненный грунт подвергают утилизации.

Биологическая рекультивация осуществляется после технической рекультивации и включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий.

Проект «Рекультивация нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»» в основном направлен на разработку мероприятий, обеспечивающих инженерную подготовку территории, полное восстановление нарушенных земель, в том числе снижение содержания нефти и нефтепродуктов на загрязненных участках в случае аварийных разливов с доведением их до допустимого уровня.

Проект «Рекультивация нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»» устанавливает условия экологического контроля на землях, подвергнутых загрязнению нефтью и нефтепродуктами, и определяет пути их ликвидации. Экологическая этика является неотъемлемой частью технической политики ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка».

Техническая рекультивация земель выполняется предприятием, осуществляющим производственную деятельность.

Биологическая рекультивация осуществляется собственником земли за счет предприятия.

Проект «Рекультивация нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»» в процессе выбора технологии восстановления загрязненных нефтью и нефтепродуктами земель учитывает физико-географические условия расположения производственных объектов ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка».

Проект «Рекультивация нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»» при решении поставленной задачи учитывает два взаимосвязанных направления – экологическое и технологическое, что позволяет подойти к разработке системы управления качеством окружающей среды и экологической безопасностью. Комплексный подход к решению поставленной задачи включает следующие основные этапы:

- анализ экологической опасности на основе разработанных планов ликвидации

аварийных разливов нефти для объектов нефтеперерабатывающего завода;

- разработку и внедрение системы мониторинга, задачей которого в первую очередь является: предупреждение ситуаций, с которыми связываются вероятности нефтезагрязнения земель нефтью и нефтепродуктами, оперативное принятие мер по устранению возможных негативных ситуаций и последующий контроль за восстановленными землями.

При составлении проекта «Рекультивация нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»» учитывались требования экологического законодательства РФ и положения нормативно-технических актов.

Проект «Рекультивация нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»» позволяет определять степень неизбежного загрязнения промышленных земель при нефтепереработке на территории размещения производств, поскольку существующая технология нефтепереработки не обеспечивает полное исключение возможности разливов нефти и нефтепродуктов.

При отсутствии официально установленной предельно допустимой концентрации (ПДК) нефти и нефтепродуктов для почвы разрешается в качестве рекомендаций оценивать уровни загрязнения промышленных земель в процессе нефтепереработки в соответствии с «Порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами», разработанным Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ. При этом за допустимый (общепринятый) уровень принимается уровень содержания нефти и нефтепродуктов в почве – менее 1,0 г/кг.

Для действующего нефтеперерабатывающего производства ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» проектом по «Рекультивации нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»» по результатам прямых замеров в качестве допустимого уровня содержания нефти и нефтепродуктов в почве (грунтах) временно установлено 2 г/кг почвы (грунта) в границах промышленной площадки

(территории расположения производств и отдельных объектов ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»). Замеры производились аккредитованной лабораторией ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка».

Проект по «Рекультивации нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»» рассматривается в качестве типового. В его составе определен комплекс работ при проведении технического и биологического этапов рекультивации земель с целью восстановления соответствующих характеристик земель, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, для территории действующего нефтеперерабатывающего предприятия, при этом учитываются физико-географические условия и экологические особенности района работ.

В настоящее время ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» производит широкий ассортимент нефтепродуктов и продуктов нефтехимии (до 100 наименований), из которых наиболее крупнотоннажными являются:

- моторные топлива (автобензин, реактивные, дизельные и печное топлива);
- нефтяные топлива (топочные мазуты);
- масла;
- битумы, нефтяные коксы, в том числе специальные (пиролизные);
- нефтяные растворители;
- гидравлические низкозастывающие жидкости.

Потенциальными источниками загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами являются:

- резервуары хранения нефти и нефтепродуктов;
- сливо-наливные железнодорожные эстакады;
- автомобильные эстакады;
- межцеховые трубопроводы;
- технологические трубопроводы;
- насосное оборудование;
- иное технологическое оборудование, содержащее нефть и нефтепродукты.

По данным ПЛАРН, на промышленной площадке ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» к наиболее опасным производствам, где возможно ожидать аварийные разливы нефти и нефтепродуктов и, как следствие, загрязнение земель, относятся:

- Топливное производство;
- Масляное и нефтехимическое производство;
- Коксо-битумное производство;
- Производство по транспортировке и хранению нефтепродуктов (ПТХН);
- Производство водоснабжения, канализации и очистки стоков (включая цех № 27);
- Энергетическое производство;
- Цех № 29 – по хранению и отгрузке реагентов, сжиженных углеводородных газов.

Высокая вероятность возникновения аварийных разливов (утечек) нефти и нефтепродуктов на рабочих площадках установок вышеперечисленных производств связана также с их резервуарными парками и продуктоводами.

Кроме того, аварийные разливы нефти и нефтепродуктов и, как следствие, загрязнение почвы (грунтовой толщи) возможны при порывах на наземных и подземных продуктоводах, в том числе на авиакеросинопроводе (в настоящее время законсервирован).

Загрязняющими веществами являются:

- нефть;
- нефтепродукты с температурой вспышки до 61°С (бензин, керосин, ТС-1, уайт-спирит и др.);
- нефтепродукты с температурой вспышки более 61°С (дизельное топливо, мазут, масла и др.);
- вязкие нефтепродукты (гудрон, рафинаты, гач, петролатум и др.).

**Возможная глубина загрязнения.** Глубина загрязнения определяется массой пролитого загрязнителя, его исходным составом и литологической характеристикой пород грунтовой толщи участка, на котором произошел разлив.

По данным научных источников, проникновение загрязнителя (нефти и нефтепродукта) по глубине на супесчаных и песчаных почвах и грунтах составляет от 1,0 до 1,2 м, на суглинистых и глинистых почвах и грунтах – от 0,5 до 0,6 м. В нашем случае в связи с достаточно высокой нарушенностью грунтовой толщи, обусловленной строительством установок и коммуникаций (рытье котлованов под фундаменты и траншеи), а также по данным инженерно-экологических изысканий, ареал загрязнения на отдельных площадках возможен на глубину 2,0÷3,5 м, то есть до поверхности залегания регионального выдержанного первого от поверхности водоупора, сложен-

ного «шоколадными» глинами, обладающими низким коэффициентом фильтрации (менее 0,01 м/сут). В случае техногенного нарушения водоупора («шоколадных» глин) возможно загрязнение воды первого от поверхности водоносного горизонта.

**Критерии оценки техногенного загрязнения промышленных земель нефтью, нефтепродуктами.** Критерии оценки загрязнения промышленных земель нефтью, нефтепродуктами к настоящему времени не разработаны. Разработка единых критериев и показателей крайне затруднена, поскольку реакция почв на загрязнение и чувствительность к нефти далеко не адекватна не только в разных почвенно-географических зонах, но даже в пределах сопряженных ландшафтов. Проявление положительной и негативной реакции почв на загрязнение нефтью и нефтепродуктами зависит от климатических особенностей и физико-механических свойств почв и подстилающих пород, объема и состава поступающего загрязнителя.

В действующих нормативных документах по техногенному загрязнению земель величина допустимого уровня загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами – 1 г на кг почвы. Однако этот допустимый уровень загрязнения не учитывает климатические и почвенные особенности территории Волгоградской области, на которой расположен нефтеперерабатывающий завод, и время ввода производства в эксплуатацию.

Допустимые уровни загрязнения земель нефтью и нефтепродуктами не учитывают также условия, при которых почвенный покров (плодородный слой) снят и вывезен в специальные места длительного хранения, а также и то, что земли, расположенные на промышленной площадке нефтеперерабатывающего

предприятия, после их восстановления остаются в категории промышленных земель.

Принимая это во внимание, считаем целесообразным рекомендовать допустимый уровень содержания нефти и нефтепродуктов в верхнем слое грунтовой толщи на глубине до 0,25 м в концентрациях, существующих на данный период, то есть вне аварийных ситуаций, по данным определения аккредитованной лаборатории ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка». Замеры выполнены на рабочих площадках, в границах которых наиболее вероятны разливы нефти и нефтепродуктов, и приведены в таблице. Из таблицы следует, что максимальное содержание нефти (нефтепродуктов) не превышает 1,85 г/кг почвы.

Концентрация нефти (нефтепродуктов) 2 г/кг почвы принимается за техногенный фон загрязнения промышленных земель, допустимый на промышленных землях, которые отведены для деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка».

**Рекультивация нефтезагрязненных земель при ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов.** Рекультивация – это система приемов по искусственному восстановлению плодородия земель. В соответствии с требованиями действующего природоохранного законодательства все земли, подвергшиеся механическому нарушению или сверхнормативному загрязнению, которое неизбежно на территории расположения производств нефтепереработки, подлежат восстановлению (рекультивации).

На производственных площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» рекультивация нефтезагрязненных земель должна проводиться в соответствии с проектом «Рекультивация нефтезагрязненных земель на рабочих площадках ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»».

**Содержание нефти и нефтепродуктов в верхнем слое грунтовой толщи (почве) на глубине 0,25 м в границах промышленной площадки ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка»**

№ п/п	Наименование объекта	Интервал отбора проб, см	Содержание нефти и нефтепродуктов, г/кг
1	Топливное производство	2 500	1,85 ± 0,7
2	Масляное производство	2 500	1,6 ± 0,64
3	Коксо-битумное производство	2 500	1,39 ± 0,6

ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка», допустившее загрязнение промышленных и сельскохозяйственных земель нефтью, нефтепродуктами, другими токсичными веществами во время проведения работ, при передаче их землепользователю обязано приводить их в состояние, пригодное для дальнейшего использования в соответствии с действующим законодательством.

Выявление нефтезагрязненных земель производится согласно «Методическим рекомендациям по выявлению деградированных и загрязненных земель» в следующей последовательности:

1. Визуально определяют площадь загрязнения и составляют соответствующий акт.

2. Наносят на карту-схему масштаба 1:10 000 участок загрязненной площади и определяют места отбора проб почвы (грунта) на исследования (ориентировочно через каждые 200 м).

3. Производят отбор проб почвы. Проба почвы, каждая массой не менее 500 г, должна состоять из нескольких проб, отобранных на участке квадрата 100 × 100 м, глубина отбора проб – не менее 10 см с определением координат места отбора проб почвы и регистрацией отобранной пробы (акт или журнал).

4. Пробы почв (грунта) транспортируют на исследования, по результатам которых определяют уровень загрязнения:

1-й уровень – допустимый (< ПДК);

2-й уровень – низкий (1 г/кг грунта);

3-й уровень – средний (от 2 до 3 г/кг грунта);

4-й уровень – высокий (от 3 до 4 г/кг грунта);

5-й уровень – очень высокий (более 4 г/кг грунта).

5. Составляют карту-схему, на которую наносят границу зоны заражения, основанную на результатах выполненных химико-аналитических исследований с указанием участков различной степени по уровню загрязнения [2, с. 12–16].

6. Итоговая документация является основанием для определения мероприятий и разработки рекомендаций по восстановлению загрязненных земель.

В нашем случае повсеместно территория промышленной площадки завода по уровню нефтезагрязнения относится к 3-му уровню.

Рекультивация (восстановление) земель при загрязнении их нефтью и нефтепродуктами основана на учете закономерностей поведения этих загрязнителей в природных средах и состоит из технического и биологического этапов.

Технический этап рекультивации включает:

- сбор с поверхности земли (почвы, грунтов) излишков жидкой нефти и нефтепродуктов или их тяжелых фракций, что бывает сразу после аварии (разлива);
- активное рыхление почвы (грунта) для их дегазации и улучшения воздушного режима, усиления фотохимической деструкции загрязнителей;
- микробиологическое разрушение загрязнителя (как правило, эту работу выполняют почвенные микроорганизмы). В настоящее время широко используют разные препараты деструкции нефти. Применение того или иного препарата определяется непосредственно исходя из конкретных условий;
- улучшение водно-воздушного режима почвы;
- улучшение щелочно-кислотных условий (снижение щелочности).

После проведения технического этапа рекультивации для контроля оперативно отбирают образцы почв на химический анализ из верхнего, некультивируемого слоя, поскольку в нашем случае рекультивируемый слой представлен в основном грунтовой толщей. По результатам оперативного химического анализа принимают решение о способе восстановления нефтезагрязненных земель.

При среднем уровне нефтезагрязнения (концентрация нефти и нефтепродуктов – до 3 г/кг почвы) используются агротехнические приемы (активные процессы самоочищения), которые обеспечиваются:

- отвальной вспашкой загрязненной территории на глубину 0,10÷0,12 м, что способствует выветриванию нефтепродуктов (нефти), испарению и частичному разрушению легких фракций;
- рыхлением 0,12÷15 м, способствующим фотоокислению нефтяных компонентов на поверхности и развитию нефтеокисляющих микроорганизмов;
- рыхлением на глубину до 0,25 м, за счет которого осуществляется улучшение

воздушного режима в грунтовой толще (почве);

- влагонакоплением с целью улучшения водного режима и интенсификации процесса биодеградации углеводородов и более равномерному их рассеиванию;
- снегозадержанием и регулированием снеготаяния.

При уровне концентрации нефти и нефтепродуктов с учетом существующего фона от 3 г/кг до 7 г/кг почвы используются специальные мероприятия, способствующие созданию аэробных условий и активизации углеводородоокисляющих процессов. С этой целью проводят обработку загрязненных земель с использованием нанотехнологий – специальных биопрепаратов («Деворойл», «Путидойл», микробно-ферментный препарат – биодеструктор нефтяных углеводородов «Микрозим<sup>TM</sup> “Петротрит”», «Бациспектин» и др.), способствующих реактивному развитию нефтеокисляющих бактерий, при этом не исключается возможность использования метода диспергирования на основе ПАВ.

При 5-м уровне загрязнения с учетом фона более 7 г/кг почвы осуществляют изъятие нефтезагрязненного грунта с вывозом его на специально отведенные места с целью возможной переработки. Для очистки нефтезагрязненного грунта рекомендуется использовать:

- нанотехнологии: экстракцию нефти жидкой CO<sub>2</sub> или органические растворители, а при наличии благоприятных условий – биохимическое разложение углеводородов нефти почвенной микрофлорой. В качестве биохимических методов очистки собранного с разливов грунта предлагается компостирование либо разбрасывание на почве нефтесодержащих отходов с последующим их самоочищением в присутствии биоадсорбентов;
- компостирование нефтесодержащих отходов. Может применяться при относительно высоких концентрациях углеводородов и других биоразлагаемых веществ. Для увеличения пористости подлежащие уничтожению отходы соединяют с наполнителем – древесной щепой, соломой и т. п., после чего их перемешивают с почвой, содержащей микроорганизмы. Для повышения водоудерживающей спо-

собности в смесь могут быть добавлены сельскохозяйственные отходы, а также минеральные удобрения и микроэлементы. Смесь укладывают на лотки, в поддоны с сетчатым дном или в кучи высотой до 1 м, периодически перемешивают и увлажняют. При использовании этого метода содержание углеводородов в компосте может быть снижено с 10 % до долей процента за 4–8 недель;

- разного рода центробежные аппараты для предварительной очистки от нефти больших количеств собранного грунта и нефтешламов. Они позволяют выделить из грунта и шламов товарную нефть и достичь остаточного содержания нефти в грунтах не более 8 %;

- приемы буртования, заключающиеся в сооружении фундамента бурта (земляной насыпи) вокруг загрязненного участка и подготовке почвы к закладке в бурт (рыхление, внесение минеральных питательных веществ, наноструктурообразователей и т. д.).

На техническом этапе рекультивации происходят выветривание, испарение и частичное разрушение легких фракций, фотоокисление нефтяных компонентов на загрязненной поверхности грунтовой толщ (почвы), восстановление микробиологических сообществ и развитие нефтеокисляющих организмов.

Учитывая, что ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» расположено в сухостепной зоне, на этапе технической рекультивации необходимо проводить рыхление почвы с учетом сезонности: в летний период, когда осадков выпадает мало, возможно проявление ветровой эрозии.

Принимая во внимание физико-географические условия, необходимо в период технической рекультивации периодически проводить увлажнение нефтезагрязненных участков, а в зимний период осуществлять (по возможности) снегозадержание.

Время окончания технического этапа рекультивации зависит от степени загрязнения грунтовой толщ.

Биологическая рекультивация предусматривает работу в два этапа (стадии).

Первый этап (стадия) – пробный посев специально подобранных трав с целью оцен-

ки остаточной фитотоксичности восстанавливаемых земель, интенсификации процессов биodeградации нефти и нефтепродуктов и уточнения сроков перехода к заключительной стадии рекультивации. Посев и уход за посевами пробного этапа биологической рекультивации осуществляется по технологии, принятой для данной почвенно-климатической зоны (в нашем случае – сухостепной зоны).

Второй этап (стадия) биологической рекультивации выполняется спустя 1,5–2,5 года после пробного посева и заключается в посеве многолетних трав. Выбор видов трав проводится по рекомендациям органов по земельным ресурсам Волгоградской области.

Для контроля за восстановлением земель и качеством выращенной биомассы одновременно проводится посев тех же культур по аналогичной технологии на контрольном (незагрязненном) участке в буферной зоне – между зоной загрязнения и землями, используемыми для хозяйственных целей. Если зарастание на загрязненном участке составляет не менее 75 % площади земель по сравнению с зарастанием на контрольном участке, то рекультивационные работы считаются законченными.

**Передача рекультивированных земель землепользователям.** ООО «ЛУКОЙЛ-Волгограднефтепереработка» является действующим предприятием, передача рекультивированных земель землепользователю возможна только при условии ликвидации производства или освобождении земель после ликвидации его отдельных объектов вне основной промышленной площадки.

Рекультивированные площади после завершения предусмотренных проектом мероприятий передаются землепользователям для дальнейшего окультуривания и вовлечения в сельскохозяйственный оборот в соответствии с «Нормативными требованиями к качеству рекультивированных земель», а также с «Основными положениями о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы».

Основанием для передачи земли землепользователю служит акт, который содержит:

- перечень проведенных мероприятий по рекультивации загрязненных земель с указанием сроков;
- анализ незагрязненных почв и растительности того же района;
- анализы почв и растительности после завершения рекультивации, подтверждающие качество проведенных рекультивационных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голованов, А. И. Введение в природообустройство / А. И. Голованов, Ф. М. Зимин. – М. : Изд-во МГУП, 2003. – 49 с.
2. Общесоюзная инструкция по крупномасштабным почвенным обследованиям и составлению почвенных карт. – М. : Колос, 1973. – 95 с.
3. Основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы : приказ Минприроды России и Роскомзема от 22.12.1995 г. № 525/67. – М., 1995. – 23 с.

### THE CREATION METHOD OF THE BIOCHEMICAL BARRIERS BY MEANS OF LAND REMEDIATION, POLLUTING BY OIL-PROCESSED PRODUCTS

*G.K. Lobacheva, A.V. Karpov, O.A. Makarov, A.I. Filippova*

The article is devoted to assessment the ecological condition of the oil refinery plant's industrial area. There are the results of the chemical analyses of soil in the paper. The technological soil recultivation are researched. The authors have investigated the biological preparations, which are applied for remediation oil-contaminated soil. The problem transfer to land users of recultivated soil has been solved.

**Key words:** *the pollutants, oil-processed products, technical recultivation, biological recultivation, the biological preparations, industrial area of the plant, enterprise's emission.*