

# ПРОБЛЕМЫ НЕФТЕДОБЫЧИ, НЕФТЕХИМИИ, НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ

УДК 614.774

**В. Ф. Мадякин, М. В. Мадякина, И. Г. Ганеев,  
С. В. Сухова**

## ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТКСИКАЦИИ И РЕКУЛЬТИВАЦИИ ПЛОЩАДОК НЕФТЕДОБЫЧИ, ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРОТА

*Ключевые слова: нефть, нефтезагрязнение, почва, гуминовая кислота.*

*Обсуждается экологически безопасная и экономичная технология детоксикации и рекультивации нефтезагрязненных, в следствии проведения буровых работ и эксплуатации нефтедобывающих скважин земель.*

*Keywords: oil, contamination, soil humic acid.*

*Discussed economical and ecologically secured technology of detox and rehabilitation of oil contaminated soil and ground, in consequence of drilling operations and exploitation of oil wells in the land.*

В настоящее время актуальной проблемой является восстановление экосистем почв и грунтов, подверженных антропогенному загрязнению углеводородами нефти, одними из наиболее экологически опасных веществ. Углеводородное соединение вызывает значительные, преимущественно неблагоприятные и трудно обратимые изменения в почвенных экосистемах. Эта проблема актуальна в Татарстане – республике нефтедобычи и нефтепереработки [1].

Углеводороды нефти и нефтепродуктов при попадании в почву оказывают угнетающее действие на растения и микрофлору, а также ухудшают физико-химические свойства почв. При нефтяном загрязнении почвенные частицы гидрофобизуются: почва теряет способность впитывать и удерживать воду. Наиболее существенны изменения морфологических свойств почв: при проникновении нефти в гумусовый горизонт происходит склеивание структурных составляющих грунтовой массы. В результате закупорки почвенных капилляров нефтью сильно нарушается аэрация, создаются анаэробные условия, изменяются окислительно-восстановительные условия в почве.

Для республики Татарстан актуальны процессы загрязнения почв сырой нефтью и нефтепродуктами, особенно в зоне нефтедобычи (юго-восток) и на участках размещения нефтепродуктопроводов. В связи с высоким сроком эксплуатации нефтяных скважин, часть их выводится из производства, но почва на этих местах загрязнена нефтью, пролитой при бурении и при эксплуатации скважин. И поэтому на этих участках перед сдачей выводимых площадок нефтедобычи необходимо произвести комплекс детоксикационных и рекультивационных работ. В большинстве случаев это лесохозяйственные участки и земли сельскохозяйственного пользования.

Результаты государственного земельного контроля показывают, что ежегодно по этой причине выводится из оборота около 200 га

продуктивных земель. Остаточные количества нефти или нефтепродуктов в загрязненной почве, достаточно губительные для почвенной биоты, значительно превышают допустимый предел (ПДК – 1500 мг/кг).

В настоящее время не существует научно обоснованных критериев допустимого содержания углеводородов нефти и нефтепродуктов в почве, учитывающих многообразие их строения, происхождения и свойств. Наиболее часто применяемая градация нефтезагрязненных почв: не загрязненная – меньше 0,2% углеводородов, слабозагрязненная – 0,2-1,0% углеводородов, среднезагрязненная – 1,0 – 5,0% углеводородов, сильнозагрязненная – больше 5,0% углеводородов в почве.

Однако такой подход достаточно условен, так как не учитывает свойств почвы, которые значительно различаются между собой по содержанию собственного органического вещества, механическому составу и общей поглотительной способности.

Известны три основные группы методов и технологий очистки нефтезагрязненных территорий: механические (сбор, вывоз и захоронение загрязненных почв и земель), физико-химические (промывка почв растворителями различного вида, выжигание, разложение химическими реактивами и т.д.) и микробиологические (внесение в нефтезагрязненные почвы и грунты углеводородоокисляющих штаммов микроорганизмов) [2].

Первые две группы являются не экономичными, не обеспечивают снижение содержания нефтепродуктов для норм ПДК и, как правило, приводят к вторичному загрязнению объектов окружающей природной среды. Третья группа является достаточно дорогостоящей и малоэффективной при промышленном использовании.

В ряде случаев традиционные технологии рекультивации и детоксикации нефтезагрязненных почв не приводят к ожидаемым результатам: почво-восстановительный потенциал загрязненных земельных участков остается весьма низким в течение длительного времени при проведении комплекса мелиоративных работ.

Полностью предотвратить загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами невозможно, поскольку объективной необходимостью является создание и освоение эффективных технологий детоксикации нефтезагрязненных почв и земель. Основой рационального подхода к этому является максимальное использование природных процессов самоочистки в условиях их интенсификации уже проверенными приемами и природосовместимыми веществами.

В связи с этим важнейшим элементом успешного решения проблемы детоксикации и восстановления плодородия почв, загрязненных углеводородами нефти и нефтепродуктов, является разработка, освоение и широкое применение новых эффективных технологий, основанных на использовании препаратов содержащих гуминовые кислоты и их соли [3].

Применение для детоксикации нефтезагрязненных почв указанных препаратов позволяет максимально задействовать и использовать все существующие природные механизмы самоочищения. Внесение препаратов способствует снижению токсичности углеводородов, ускорению процессов их биохимического разложения и восстановлению плодородия почв и растительного покрова на загрязненной территории.

Увеличение количества гуминовых веществ в почве вызывает интенсификацию естественных процессов самоочищения нефтезагрязненных земель. Имея в своем составе гидрофобные и гидрофильные фрагменты структуры, гуминовые вещества хорошо сорбируют нефтепродукты, обеспечивая возможность для дальнейшего их разложения почвенной микрофлорой.

Внесение предлагаемых веществ в нефтезагрязненные почво-грунты является целесообразным и при применении нефтеокисляющих микроорганизмов (бакпрепаратов), так как в течение 1-2 недель после обработки почвы гуминовыми препаратами снимается острая токсичность углеводородов нефти и исключается гибель вносимых бактерий.

После внесения препаратов в нефтезагрязненные почвы с содержанием нефти и нефтепродуктов менее 5% уже в течение 2-3 месяцев формируются оптимальные водно-воздушный и окислительно-восстановительные режимы, что способствует нормальному функционированию почвенного покрова и восстановлению сложившейся на данной территории экосистемы [4].

При высоких уровнях загрязнения почвы нефтью и нефтепродуктами (от 5% до 15%) под влиянием вносимых веществ, процессы деструкции

углеводородов значительно ускоряются, при этом сроки восстановления нефтезагрязненных почв сокращаются с 2-3 десятков лет, которые потребовались бы в случае естественного протекания процессов их самовосстановления, до 1-2 лет.

Применение предлагаемых препаратов целесообразно при уровне содержания нефти и нефтепродуктов в почво-грунтах от 1% до 15%. При превышении содержания нефти и нефтепродуктов в грунте более 10%, а особенно > 15% применяется технология отмывки загрязненного грунта от нефти.

Обработка инертных почв и грунтов гуминовыми препаратами способствует увеличению в них содержания ценного органического вещества, улучшению их физико-химических свойств, повышению плодородия, стимуляции роста полезной почвенной микрофлоры, созданию нормальных условий для роста и развития растений. При смешивании техногеннозагрязненного грунта с гуминовым препаратом ускоряются процессы микробиологической деструкции органических отходов с преобладанием процессов гумификации над процессами минерализации органического вещества, что также способствует созданию оптимальных условий для проведения этапа биологической рекультивации.

Внесение гуминовых препаратов в грунты ведет к увеличению емкости катионного обмена, повышает устойчивость почвенных ферментов, обеспечивает доступность для растений питательных веществ, повышает коэффициент использования удобрений, снижает токсичность высоких концентраций солей.

Отмечено положительное влияние вносимых гуминовых препаратов на активность и устойчивость микрофлоры, так как гуминовые кислоты в нормальных условиях стимулируют, а в экстремальных условиях нормализуют рост и развитие растений.

Поскольку обработка используемого для рекультивации субстрата (почвогрунтовых и других смесей) производится с применением водного раствора препаратов, а физико-химическое взаимодействие гуминовых веществ с субстратом в основном протекает при температуре окружающей среды от +5 С и выше, то все работы по приготовлению рабочего раствора препаратов и обработки субстрата рекомендуется проводить в теплый период года, когда среднесуточная температура воздуха стабильно достигает отметки +5 С.

Оптимальная влажность обрабатываемого субстрата должна составлять 60-75%.

В целом, процессы детоксикации нефтезагрязненного грунта близки к процессам компостирования органических отходов и материалов. При этом происходит очистка грунта, улучшаются его свойства и восстанавливаются основные, характерные для почв биогеохимические процессы. Поэтому, в случае небольших загрязнений нефти и нефтепродуктов в грунте, как по объему, так и по площади (содержание нефти в

грунте  $\leq 10\%$ ), а также в особо труднодоступных местах, детоксикация и рекультивация техногеннозагрязненного грунта проводятся на месте его залегания без вывоза, так как в нем будут восстановлены основные свойства и функции почв.

Рекультивируемые земли и прилегающая к ним территория после завершения всего комплекса работ должны представлять собой оптимально организованный и экологически сбалансированный устойчивый ландшафт.

Организация работ на территории должна обеспечивать охрану окружающей среды, максимальную производительность средств механизации и технику безопасности.

Летом 2012 года проведена детоксикация нефтешламов, ремедиации нефтезагрязненных почво-грунтов и рекультивации земель 5-и участков, вышедших из-под нефтедобычи. Участки расположены в сосновом лесу, почвы дерново-подзолистые, супесчаные, слабо дифференцированные.

Результаты анализов показали, что уровень загрязнения их нефтепродуктами находится в пределах 2500-50000 мг/кг, что соответствует слабому и среднему уровню загрязнения почвы. Но имелись отдельные точечные загрязнения, где уровень загрязнения доходил до 90000 мг/кг, что по классификации соответствует сильнозагрязненной почве.

Сложность рельефа, удаленность от дорог и наличие растущих деревьев на данных участках не позволило произвести вывоз загрязнённого грунта. Поэтому было принято решение произвести рекультивацию и детоксикацию на месте с помощью гуминовых препаратов. Данные препараты были разработаны и изготовлены ФГБОУ ВП «КНИТУ» на ИП «ИСКРА». Эти препараты на основе гуминовой кислоты и ее солей, для усиления эффекта детоксикации и рекультивации могут содержать минеральные и органические удобрения, активный ил, нефтеокисляющие бактерии, а так же специальные химические добавки, резко усиливающие действие препарата. Рецепт применяемого препарата корректируется в зависимости от вида почвы, загрязнения и его количества.

Весь процесс по детоксикации и утилизации нефтезагрязненного грунта проводился в строгом соответствии с разработанным регламентом, инструкциями, требованиям действующих санитарных норм и правил, гигиенических нормативов.

В близлежащем населённом пункте была организована технологическая зона, включающая в себя: площадку размещения технологического оборудования для подготовки препарата к использованию (лопастной и гидродинамический смесители), площадку размещения вспомогательного оборудования и складские помещения.

Проведен полный комплекс работ, включающий техническую рекультивацию, в т.ч. планировку участков, биохимическую

детоксикацию нефтешламов и ремедиацию нефтезагрязненных почво-грунтов. А также биологический этап рекультивации - гидравлический высев семян травосмесей в 8 % растворе гуминового препарата. Смесь содержит: мятлик луговой, полевица луговая, райград и другие травы, с последующей посадкой лесных культур сосны обыкновенной. Производилась осенняя посадка лесных культур через 2 – 3 декады после высева травосмеси (начало появления всходов) в строчки, под меч Колесова, 3-х летними сеянцами сосны. Для усиления приживаемости и выживаемости корни саженцев были обработаны гуминовым препаратом. Схема посадки - 1,75\*0,75, 1,25\*0,75, 1,0\*0,5 в зависимости от ландшафтных и техногенных особенностей участков.

Вследствие того что на большей площади двух участков на глубине 0,1-0,4м находилась корка битумизированного песчаника, его пришлось предварительно разбить ковшовым экскаватором с дальнейшим измельчением при вспашки и бороновании.

В основе технологического процесса детоксикации и рекультивации лежит:

- приготовление рабочего раствора препарата марки-Б путем смешивания исходного препарата (в виде 40% пасты) с водой в соотношении 1:4.
- Троекратная обработка необходимым количеством рабочего раствора площадки восстановления почвы, с последующей перепашкой трактором на глубину 0,4м и с посевом, после третьей обработки травяной смеси.

Доставка на место препарата производится в мягких полимерных контейнерах («Big-bag») массой 800 кг, в бочках по 50 или 200 л.

Транспортирование и хранение препаратов производится по ГОСТ 14189-81 и по ОСТ 6-15-90.4-90, а также в соответствии с «Гигиеническими требованиями к хранению, применению и транспортировке пестицидов и агрохимикатов» СанПиН 1.2.1077-01. Температурный режим хранения от +30<sup>0</sup>С до -10<sup>0</sup>С. Смешивание препарата проводится с помощью лопастного и гидродинамического смесителей в течение 30 минут при отношении «препарат: вода» = 1:4, с получением 8% рабочего раствора.

Участок, подлежащий рекультивации и детоксикации планировался с помощью бульдозера и экскаватора, обрабатывался гуминовым препаратом, тщательно перемешивался и рыхлился с использованием культиваторов, борон или безотвальных плугов. Норма расхода рабочего раствора реагента на единицу площади рассчитывалась по эмпирической формуле и составила 17 кг 40% пасты или 68л 8% рабочего раствора на куб.м нефтезагрязненного грунта, при содержании нефтепродуктов в нефтезагрязненном грунте на площадке 2-10%.

После внесения рабочего раствора проводилось рыхление нефтезагрязненной почвы вспашкой и боронованием на всю глубину слоя

нефтезагрязненного грунта (0,3-0,4 м) в направлении, перпендикулярном направлению внесения раствора.

В первый раз вносился гуминовый препарат из расчета 40л рабочего раствора на м<sup>3</sup>, через три недели вносили гуминовый препарат из расчета 14л на м<sup>3</sup>, с последующим боронованием на всю глубину слоя нефтезагрязненного грунта (0,3-0,4 м) в направлении, перпендикулярном направлению внесения раствора. Ещё через три недели был внесен раствор гуминового препарат из расчета 14л на м<sup>3</sup> с последующим боронованием на всю глубину слоя нефтезагрязненного грунта (0,3-0,4 м) в направлении, и гидравлическим высевом семян травосмесей в 8 % растворе гуминового препарата.

Проведенные перед посадкой лесных культур анализы показали, что содержание

нефтепродуктов в почве рекультивируемых участков составляет 45-1200мг/кг, что полностью удовлетворяет требованиям, предъявленным к незагрязненным землям.

### Литература

1. И.А. Дектярева, А.Я.Хидиятуллина, Вестник Казан. технол. ун-та., 15, 5, 134-136 (2010).
2. А.А. Шамаева. Автореф. дисс. канд. биол. наук, Башкирский гос. ун-т, Уфа, 207. 23 с..
3. Е.В. Лукашина, В.Ф. Мадыкин, И.Г. Ганеев, Вестник Казан. технол. ун-та., специальный выпуск, 99-104 (2008).
4. И.Г. Ганеев, Вестник татарского отделения Российской экологической академии, 29, 3, (2006).

---

© **В. Ф. Мадыкин** – доц. каф. технологии твердых химических веществ КНИТУ, [madyakin\\_VF@mail.ru](mailto:madyakin_VF@mail.ru); **М. В. Мадыкина** - студ. каф. химической кибернетики КНИТУ; **И. Г. Ганеев** – зам. дир. по науки Восточно- европейская ЛОС; **С. В. Сухова** - Восточно-европейская ЛОС.