

## О НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЬЮ\*

**А.П. Максименко, Департамент лесного хозяйства Краснодарского края,  
В.А. Герш, ГУКК «Управление «Краснодарлес»**

В районах добычи, разлива, перекачки и переработки нефти периодически случаются нештатные ситуации, приводящие к загрязнению на прилегающих территориях почв и водоемов, что наносит большой ущерб природе. Вследствие этого возникает необходимость ликвидации последствий вышеприведенных техногенных катастроф [4].

Существует множество способов очистки почв, которые условно можно разделить на две группы. Первая — это полное удаление загрязненного грунта за пределы участка с последующей его очисткой [6]. При очистке удаленного грунта нефть извлекается органическими растворителями или разлагается почвенными микроорганизмами. Вторая группа — это очистка в месте разлива, т.е. *in situ* [1]. Она основана на способности почвы к самоочищению за счет испарения летучей фракции загрязнений, вымывания, атмосферного окисления вследствие фотодеструкции и биодegradации. При небольшом содержании в почве углеводородов нефти может быть применен самый простой способ — периодическая ее перепашка для перемешивания и аэрации загрязненных отходов. При этом углеводороды разлагаются почвенными микробами.

Очистку на месте можно ускорить за счет внесения в почву удобрений, питающих микроорганизмы. Дополнительно можно внести различные штаммы микроорганизмов и бактерий, обладающие способностью биологической переработки, уничтожения нефти и нефтепродуктов, или применить органические абсорбенты.

Все существующие способы предусматривают активное воздействие на загрязненную почву (механическое рыхление, фрезерование, промывка водой под давлением, срезка и удаление сильно загрязненного слоя, внесение значительных доз минеральных удобрений и т.п.) без учета генезиса, состава и свойств конкретного типа почв. Фактически происходит процесс элементарного разбавления нефти, сконцентрированной в верхнем (5—10 см) слое, за счет нижележащих слоев почвы. Это приводит, во-первых, к перемещению микроорганизмов, находящихся на поверхности, вглубь, во-вторых, значительная часть нефтяных комплексов постепенно мигрирует с водой вверх, увеличивая ее концентрацию в пострекультивационный период вплоть до фитотоксичного уровня.

При внесении штаммов и микробных препаратов основным недостатком является их избирательное действие. Кроме того, полная очистка таким способом (до ПДК) требует достаточно длительного времени. Восстановление характеристик почвы до уровня, обеспечивающего произрастание высших растений, этим способом весьма проблематично. Поэтому назрела необходимость в новых технологиях, расширяющих возможности ускорения очистки почвы, загрязненной углеводородами нефти, например, за счет посадки древесно-кустарниковой растительности, т.е. фиторемедиации [3]. Технология фиторемедиации относительно новая, она связана с очисткой загрязненных почв, воды, воздуха путем использования растений, способных участвовать в превращениях органических токсикантов. По сравнению с другими технологиями фиторемедиация — наиболее рентабельная экобиотехнология. При ее использовании нет необходимости перемещать почву,

меньше разрушается окружающая среда, а значительное оздоровление загрязненных нефтью участков достигается без нарушения естественного состояния.

Однако многие вопросы взаимосвязей растений с почвой, загрязненной нефтью, в частности, с помощью древесно-кустарниковых насаждений еще не вполне ясны [7, 8]. В практическом отношении крайне важно получить более полные сведения об этом процессе для разработки рентабельной технологии очистки, а также создания на почвах с разливом нефти биоразнообразия из лесных культур, приспособленных к местным условиям.

С этой целью мы провели полевой опыт со свежим разливом нефти, используя участок площадью 0,03 га, находящийся в пойме р. Ея на территории Краснодарского края (вблизи станицы Куцевская). Предварительно была проведена механическая очистка почвы от лисичанской тяжелой нефти, разлившейся из подземного трубопровода, т.к. ее концентрация местами превышала 57 г/кг почвы. Территория до разлива нефти была покрыта лугово-болотной растительностью (в основном тростник, рогоз, камыш). Под влиянием очень высокой концентрации нефти эти растения погибли. После механической очистки концентрация общих углеводородов нефти (ОУН) в почве участка составляла в среднем 26,2 г/кг почвы. Через 8 мес. после разлива нефти на участке были высажены 1—2-летние саженцы различных пород ивы (козья, белая, вавилонская), тополя, осины и саженцы мажоры. Чтобы увеличить жизнеспособность саженцев, высаживаемых в загрязненную нефтью почву, мы использовали рекомендуемую для этих целей лазерную технологию [2]. Для этого перед выкопкой из почвы питомника саженцы и саженцы обрабатывали гелий-неоновым лазером (длина волны — 632,8 нм, мощность — 25 мВт). Обработку лазером производили после захода солнца, что, как известно из литературы [5], стимулирует образование корневой системы и ускоряет ее развитие. Время обработки — по 5—6 мин ежедневно в течение 4 дн., частота импульсов — 5 герц.

**Таблица 1. Приживаемость древесных и кустарниковых пород (% к общему числу высаженных)**

Порода	Необработанные лазером	Обработанные лазером
Тополь	78,8	98,2
Ива вавилонская	96,0	100,0
Осина	63,3	96,6
Мажюра	25,8	32,8

**Таблица 2. Влияние обработки лазером на изменение биометрических показателей древесных и кустарниковых пород, ±%**

Порода	Высота	Длина главного корня
Тополь	+30	+50
Ива вавилонская	+32	+54
Осина	+27	+48
Мажюра	+30	+37

\* Работа проводилась при грантовой поддержке CRDF — грант RBO-10118-MO-03 (ANL)

После выкопки корни замачивали в течение 30–40 мин. в водном растворе, содержащем штаммы микроорганизмов, выделенных из аналогичной почвы региона, где ранее был разлив нефти. Растения густо высаживали (учитывая сложные условия приживаемости) в дно борозды. Расположение их в соседних рядах осуществлялось преимущественно в шахматном порядке. Густота посадки: в ряду — 0,5 м, ширина междурядий — 1,5 м. На этом же участке для контроля были высажены растения, не подвергавшиеся лазерной обработке.

Приживаемость всех пород, подвергшихся обработке лазером, выше, чем у необработанных. Полученные данные подтверждают эффективность лазерной обработки и в отношении увеличения параметров, а следовательно, и биомассы растений (табл. 1, 2).

Исследование динамики содержания ОУН в поверхностном слое почвы (0–20 см) показало, что через 3 мес. после посадки древесно-кустарниковой расти-

тельности количество ОУН составляло в среднем по участку 14 г/кг почвы (с варьированием от 6,40 до 28,75 г/кг), через 6 мес. — 9 г/кг (с варьированием от 7,1 до 11,56 г/кг). В почве без растительности концентрация углеводов нефти практически не изменилась. Следовательно, древесно-кустарниковые насаждения стимулируют разрушение нефтесодержащих продуктов. Однако для получения желаемого эффекта очистки почвы от поллютантов необходимо производить загущенные посадки пород или периодически подсаживать их. Под влиянием фитотоксического действия нефти приживаемость древесно-кустарниковых насаждений в среднем через 6 мес. составила 75%, через 9 мес. — 41%.

Итак, испытанная технология фиторемедиации расширяет возможности ускорения очистки нефтезагрязненной почвы. Тестами степени ее очистки служат устойчивые древесно-кустарниковые растения. **✉**

**А.П. Максименко, В.А. Герш**  
**A.P. Maksimenko, V.A. Gersh**

О НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ПОЧВЫ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЬЮ  
About new technology of clearing of soil contaminated by oil.

#### Резюме

Проанализированы данные полевого опыта по очистке почвы, загрязненной нефтью. Показаны преимущества новой технологии фиторемедиации.

Dates of field experience of clearing of soil contaminated by oil are submitted. Advantage of new technology of phytoremediation is shown

#### Ключевые слова

Технология фиторемедиации, углеводороды, нефть, полевой опыт, древесно-кустарниковая растительность

#### Литература

1. Зубайдуллин А.А. Рекультивация нефтезагрязненных земель в Среднем Приобье: недостатки и основные причины низкой эффективности // Биологические ресурсы и природопользование. Сборник научных трудов. Выпуск 6.- Сургут: Дефис, 2003. Вып.2. С. 129-139.
2. Максименко А.П. Использование лазера в лесном хозяйстве. / А.П. Максименко, В.А. Герш, Е.Н. Гвоздик // Лазеры в биологии и сельском хозяйстве. Тематический сборник. - М., 2007. - С. 95-98.
3. Максименко А.П. Преимущества фиторемедиации почвы, загрязненной нефтью, перед другими способами очистки почвы. / А.П. Максименко, В.А. Герш // Наука и образование на службе лесного комплекса (К 78-летию ВГЛТА). Матер. междунар. науч.-практ. конф. 26-28 октября 2005 г. – Воронеж: ВГЛТА, 2005. – Т. 1. С. 121-123.
4. Пиковский Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах. // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. Сер. Современные проблемы биосферы.- М.: Наука, 1988. С. 7-22.
5. Преображенская Т.Д. Ризогенез некоторых древесных и кустарниковых пород при лазерной обработке семян // Проблемы биоэнергетической народнохозяйства Казахстана. Сб. научных трудов.- Алма-Ата, 1989.- С. 48-49.
6. Hutchinson S.L. Bioremediation and Biodegradation. Phytoremediation of Aged Petroleum Sludge: Effect of Inorganic Fertilizer. /S.L. Hutchinson, M.K. Banks, and A.P. Schwab// J. Environ. Qual. 2001. – vol. 30. – p. 395-403.
7. Korte F. Review: Organic toxicants and plants. /F. Korte, G. Kvesitadze, D. Ugrekheldze, M. Gordeziani, G. Khatishvili, O. Buadze, G. Zaalishvili, F. Coulston// Ecotoxicology and Environmental Safety. 2000, vol. 47, p. 1-26.
8. Muratova A. Plant – Rhizosphere – Microflora Association During Phytoremediation of PAH-Contaminated Soil. /A. Muratova, Th. Hubner, S. Tischer, O. Turkovskaya, M. Moder, and P. Kusch// International Journal of Phytoremediation: 2003, vol. 5, no. 2, p. 137-151.