

# ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

## RESEARCH OF WAYS TO INCREASE THE EFFECTIVENESS OF RESTORATION OF LAND CONTAMINATED BY PETROLEUM PRODUCTS

**Yu. Sivkov  
A. Nikiforov**

*Summary.* The paper discusses ways to increase the efficiency of remediation of oil-contaminated soils, such as bioventilation and the use of remediation complexes based on surfactants. The results of field and laboratory studies of the use of these methods, which have shown their effectiveness, are presented.

*Keywords:* oil pollution, ecology, bioremediation, new reclamation technologies.

**Сивков Юрий Викторович**

*К.б.н., доцент,  
Тюменский индустриальный университет  
sivkovjv@tyuiu.ru*

**Никифоров Артур Сергеевич**

*К.б.н., доцент,  
Тюменский индустриальный университет  
nikiforovas@tyuiu.ru*

*Аннотация.* В работе рассмотрены способы повышения эффективности восстановления нефтезагрязненных почв, таких как биоventилиция и применение восстановительных комплексов на основе поверхностно-активных веществ. Приведены результаты полевых и лабораторных исследований применения данных способов, которые показали свою эффективность.

*Ключевые слова:* нефтезагрязнение, экология, биоремедиация, новые технологии рекультивации.

**П**роблема загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами остаётся актуальной проблемой для регионов расположения объектов нефтегазового комплекса. Это связано с тем, что процессы добычи, транспортировки и переработки нефти связаны с большим количеством аварийных разливов.

Почва, обладая способностью к самовосстановлению при попадании в нее нефтепродуктов не способна это сделать самостоятельно за короткие сроки. Процесс самовосстановления может занимать достаточно длительное время. Исследованиями Другова Ю.С. установлено, что скорость самоочищения почв может достигать до 10 лет [1]. Нашими исследованиями установлено, что в процессе естественного самоочищения почв снижение остаточного содержания нефтепродуктов наблюдается только на четвертый год (86,0 и 91,5 %), а в течение первого года наблюдений изменения практически не наблюдались [2].

Чтобы предотвратить миграцию нефтепродуктов на большие площади, необходимо использовать уже имеющиеся технологии восстановления нефтезагрязненных почв, а также новые, способные ускорить процесс восстановления [3].

Исследования по применению способов повышения эффективности рекультивации земель, загрязненных нефтепродуктами, проводились в первом случае с при-

менением технологии биоventилиции и во втором с применением восстановительных комплексов на основе поверхностно-активных веществ.

Опыт по биоремедиации почв, загрязненных нефтепродуктами, на основе биоventилиционной технологии проводился на луговых почвах подтаёжной зоны юга Тюменской области [4]. В процессе эксперимента изучалось влияние искусственной аэрации нефтезагрязненной почвы с целью ускорения процесса биодegradации углеводов. В качестве загрязнителя выступало летнее дизельное топливо. В качестве биодеструктора углеводов применялся бактериальный препарат на основе микробной культуры *Acinetobacter sp.*

Постановка опыта осуществлялась в полевых условиях. На заранее подготовленные и загрязненные дизельным топливом реперные участки осуществлялась подача воздуха с помощью компрессора через оборудованный из металлической трубки иглофильтр. Аэрация загрязненного слоя почвы проводилась ежедневно в течение 30 минут. Для изучения динамики процесса биодegradации углеводородного загрязнения оценивалось почвенное дыхание по величине эмиссии углекислого газа. Для проведения оценки до начала подачи воздуха в оборудованных скважинах устанавливался прибор определения концентрации CO<sub>2</sub> (VENTpro).

При проведении эксперимента было установлено, что величина эмиссии CO<sub>2</sub> в течение первых суток на за-

грязненной почве остается в значении 560 и 977 ppm для обоих вариантов опыта. Значение CO<sub>2</sub> в уличном воздухе составляет в среднем 400 ppm [5]. На 10 сутки концентрация нефтепродуктов снижается в 1,3 раза, а значение ppm CO<sub>2</sub> увеличивается почти в 17 раз, что говорит об усилении процесса биодegradации углеводородного загрязнения имеющимися аборигенными штаммами микроорганизмов.

Таким образом, применение технологии биовентиляции позволило снизить остаточное содержание нефтепродуктов на загрязненных участках в среднем на 26 %.

На 10 сутки от начала эксперимента в один вариант опыта был внесен биопрепарат на основе микробной культуры *Acinetobacter sp.* После внесения биопрепарата отмечается повышение эффективности очистки почвы, что подтверждается снижением остаточного содержания нефтепродуктов в 1,4 раза по сравнению с исходным значением, а остаточное содержание нефтепродуктов в опыте без добавления бактерий не изменяется. В тоже время повышенное значение эмиссии CO<sub>2</sub> на опытных площадках говорит о работе углеводородокисляющих бактерий и выделением ими достаточно большого количества углекислого газа.

На 25 сутки после внесения биопрепарата было отмечено снижение остаточного содержания нефтепродуктов в среднем на 49 %, в то время как на вариантах без внесения биопрепаратов остаточное содержание нефтепродуктов не изменилось.

Исследование снижения остаточного содержания нефтепродуктов за счет применения восстановительных комплексов на основе поверхностно-активных веществ, проводилось в лабораторных условиях на торфяной почве (почва для опыта была взята с Тарманского болотного массива). Опыт заключался в моделировании углеводородного загрязнения торфяной почвы из расчета

5 % от объема с последующим внесением восстановительных комплексов на основе поверхностно-активных веществ с добавлением углеводородокисляющих бактерий и питательных веществ.

Отбор почвенных образцов для проведения исследования на остаточное содержание нефтепродуктов производился на 8 и 26 сутки от начала эксперимента.

Анализируя эффективность применения восстановительных комплексов на основе поверхностно-активных веществ можно отметить их положительное влияние по всем вариантам лабораторного эксперимента [6], в среднем снижение остаточного содержания нефтепродуктов в первые восемь дней составляло 11 %, а через 26 дней 31 % по всем вариантам от начала эксперимента.

В свою очередь в вариантах с добавлением биологического препарата на основе микробной культуры *Acinetobacter sp.* во все сроки не отмечено значительных отклонений от средних значений скорости снижения остаточного содержания нефтепродуктов. В среднем по вариантам остаточное содержание нефтепродуктов для торфяной почвы снизилась в 1,14 раза в первые 8 дней и 1,49 раз в последующие 26 дней.

Максимальное снижение остаточного содержания нефтепродуктов отмечается в вариантах, где добавлялись поверхностно активные вещества, биопрепарат и удобрение (до 13,7 г/кг).

Таким образом, применение новых технологических подходов способствует повышению эффективности восстановления почв, загрязненных углеводородами уже в первом вегетационном периоде. Полученные результаты свидетельствуют о возможности эффективного их применения при рекультивации нефтезагрязненных территорий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Другов Ю.С. Экологические анализы при разливах нефти и нефтепродуктов: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. — 3-е изд., электрон. — Москва: Лаборатория знаний, 2020 — 273 с. — Текст: электронный.
2. Никифоров, А.С. Биоремедиация нефтезагрязненных луговых почв Юга Тюменской области: специальность 03.02.08 «Экология (по отраслям)»: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Никифоров Артур Сергеевич, 2021. — 142 с. — EDN ROTHWC.
3. Капелькина, Л.П. Рекультивация земель в свете новых нормативных документов / Л.П. Капелькина // Почвы — стратегический ресурс России: Тезисы докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв, Сыктывкар, 22 апреля — 08 2021 года / Отв. редакторы С.А. Шоба, И.Ю. Савин. Том Часть 3. — Москва-Сыктывкар: Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2021. — С. 871–873. — EDN ZEPZFO.
4. Павлов, В.И. Биовентиляция как современная технология рекультивации нефтезагрязненных почв / В.И. Павлов, Ю.В. Сивков // Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе: Материалы Национальной научно-практической конференции, Тюмень, 29 ноября 2021 года. — Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2022. — С. 266–269. — EDN ZNEGUT.
5. Robertson, D.S. Health effects of increase in concentration of carbon dioxide in the atmosphere / D.S. Robertson // Current Science (India). — 2006. — Vol. 90, No. 12. — P. 1607–1609. — EDN НКВМХJ.
6. Никифоров, А.С. Применение препарата на основе поверхностно-активных веществ для очистки нефтезагрязненных почв / А.С. Никифоров, Ю.В. Сивков, С.В. Александров // Естественные и технические науки. — 2022. — № 5(168). — С. 65–67. — DOI 10.25633/ETN.2022.05.03. — EDN HVOTIR.

© Сивков Юрий Викторович (sivkovjv@tyuiu.ru); Никифоров Артур Сергеевич (nikiforovas@tyuiu.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»