

УДК 540.4:552.578.2 (571.56)

**БИОРЕМЕДИАЦИЯ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ
В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА****Глянцева Ю.С., Зуева И.Н.***ФГБУН Институт проблем нефти и газа СО РАН, Якутск, e-mail: geochemlab@ipng.ysn.ru*

Приведены результаты эксперимента по изучению биоремедиации нефтезагрязнения в почвах криолитозоны под действием различных нефтеструктуров.

Ключевые слова: нефтезагрязнение, биоремедиация, мерзлотная почва, микрофлора, светокорректирующая пленка, природный фон

BIOREMEDIATION OF OIL-CONTAMINATED SOIL IN THE NORTH**Glaznetsova Y.S., Zueva I.N.***Institute of Oil and Gas Problems SB RAS, Yakutsk, e-mail: geochemlab@ipng.ysn.ru*

The experiment results of oil destructors (based on aborigine micro flora and sorbents) influence on transformation of oil pollution of soils had concerned.

Keywords: oil pollution, bioremediation, permafrost soil, micro flora, light correcting film, native background

В климатических условиях Якутии мерзлотные почвы отличаются слабой устойчивостью к нефтезагрязнению. Низкий потенциал самоочищения при коротком вегетационном периоде и низких температурах обуславливает необходимость поиска технологий очистки нефтезагрязнений, чтобы добиться максимально возможного восстановления нарушенных северных экосистем.

Для изучения особенностей биоремедиации нефтяного загрязнения и оценки эффективности рекультивационных работ необходимы данные по химическому составу нефтезагрязнения до и после очистных работ. Только при выявлении направленных изменений в химическом составе нефтезагрязнения появляются аргументы, позволяющие оценить степень деградации и качество проведенных работ [1].

Цель. Целью данной работы было изучение изменения химического состава нефтезагрязнения в процессе его биоремедиации под действием различных нефтеструктуров. Для этого были проведены экспериментальные работы по очистке нефтезагрязненных почв, проведенных в условиях открытой экосистемы. В качестве нефтеструктуров применялись: биопрепарат на основе аборигенных углеводородокисляющих микроорганизмов, выделенных из загрязненных почв исследуемой территории и светокорректирующая пленка (полимерный материал для повышения температурного режима почвы).

Материалы и методы исследования

Точность оценки эффективности очистных работ связана с правильностью определения остаточного содержания нефти в почвах [2]. Для изучения состава нефтезагрязнения применялись аналитические мето-

ды анализа: ИК-Фурье спектроскопия, газожидкостная хроматография и хромато-масс-спектрометрия, а также использовался геохимический подход, позволяющий учесть различия в составе нефтезагрязнителей и органического вещества почв (естественного природного фона) при интерпретации полученных результатов.

На первом этапе эксперимента на опытных участках были отобраны нефтезагрязненные пробы почв и после этого проведена обработка почв нефтеструктурами. На втором этапе через 100 дней на этих участках были повторно отобраны пробы для изучения процессов биоремедиации нефтезагрязнения и оценки эффективности проведенных работ.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

До проведения эксперимента на исследуемой территории были выявлены два участка с очень высоким уровнем загрязнения 52809 и 62930 мг/кг (С-4 и Т-2) (табл. 1). По структурно-групповому составу эти пробы идентичны составу разлитой нефти, что позволило диагностировать их как нефтезагрязненные.

После обработки почв нефтеструктурами уже через 100 дней уровень загрязнения на этих участках снизился почти до среднего и умеренного (5161 и 3363 мг/кг). Степень деструкции на этих участках составила 89,7-94,7%.

В процессе деградации нефтезагрязнения изменилась химическая структура экстрактов – почти вдвое увеличилось количество кислородсодержащих соединений. Это отражается в изменении характера ИК-спектров хлороформных битумоидов (ХБ) проб и увеличении значений относительных коэффициентов поглощения карбонильных – К1700, К1740 и эфирных групп – К1170 до и после обработки (рис. 1).

Таблица 1

Изменение остаточного содержания нефтепродуктов в пробах почв в процессе деградации нефтезагрязнения

№ опыт-ного участка	Условия эксперимента	Содержание НП*, мг/кг		Степень деградации, %
		до обработки	через 100 дней	
С-4	Нефтезагрязненная почва + свето-корректирующая пленка	52809	5161	89,7
С-12		7335	1621	77,9
С-7	Нефтезагрязненная почва + био-препарат	7348	1860	74,7
С-13		3586	272	92,4
Т.1		4269	298	93,0
Т.2		62930	3363	94,7
фон	Фоновая-чистая почва	563-1438		

* НП – нефтепродукты

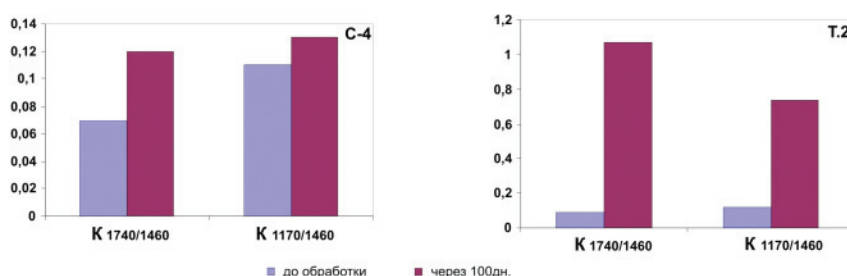


Рис. 1. Изменение относительного коэффициента поглощения кислородсодержащих групп в ИК-спектрах ХБ проб с участков С-4 и Т-2

Установлено, что в опыте с биопрепаратом образуется больше кислородсодержащих соединений по сравнению с опытом со светокорректирующей пленкой. Следовательно, при использовании биопрепарата не только уменьшается остаточное содержание НП, но и происходит существенное изменение химического состава нефтезагрязнения в сторону приближения к фоновому состоянию.

Групповой компонентный состав ХБ в пробах с опытного участка, обработан-

ного биопрепаратом (Т.2) и с участка, где применялась светокорректирующая пленка (С-12) изменяется в направлении уменьшения содержания углеводородных компонентов и увеличения количества неуглеводородных компонентов – смол и асфальтенов (рис. 2). При применении биопрепарата в групповом составе установлены более выраженные изменения, чем при использовании светокорректирующей пленки.

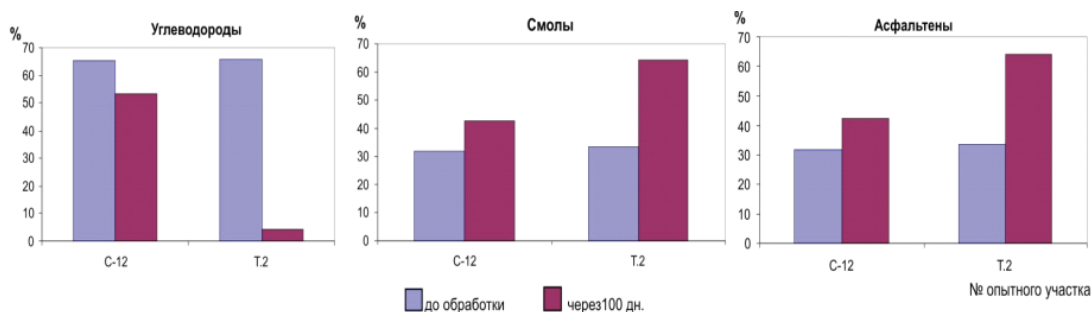


Рис. 2. Изменение группового компонентного состава ХБ проб

По данным хромато-масс-спектрометрии изменения в индивидуальном составе насыщенных углеводородов (УВ) также свидетельствуют о процессах биodeградации нефтезагрязнения. Тип хроматограмм изменяется от характерных для типично нефтезагрязненных проб с преобладанием низкомолекулярных насыщенных УВ с максимумом

распределения *n*-алканов на *n*-C_{15,17,19} (рис. 3 А) до фоновых проб с максимум распределения *n*-алканов в высокомолекулярной области на *n*-C_{27,29,31} (рис. 3 В). Изменения выражаются также в уменьшении содержания алкановых гомологов нормального строения, увеличении изоалкановых УВ, в увеличении величины коэффициента нечёт/чёт.

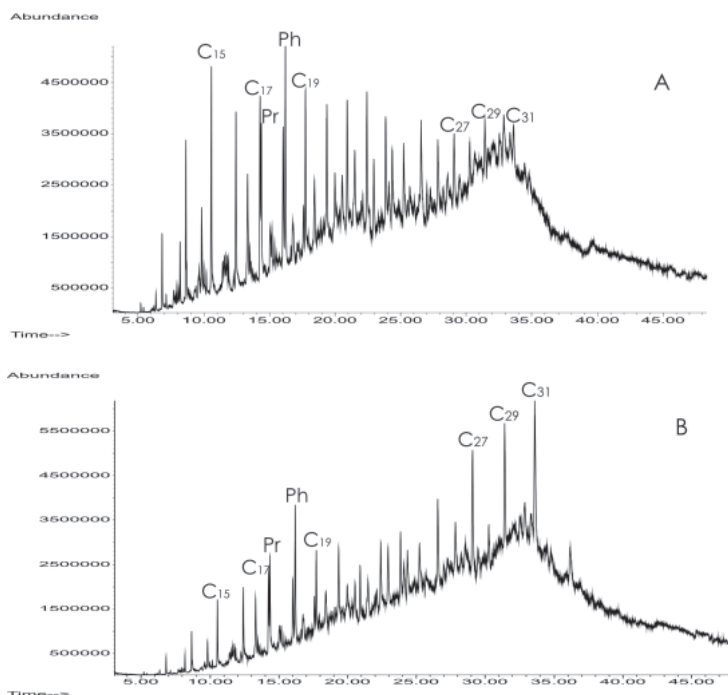


Рис. 3. Хроматограммы масляных фракций экстракта нефтезагрязненной почвы до обработки биопрепаратом (А), экстракта почвы после обработки (В)

Установленные изменения в химическом составе проб почв после внесения биопрепарата в направлении уменьшения роли нефтяных УВ, изменении характера их распределения и увеличения доли кислородсодержащих соединений указывают на интенсивно протекающие процессы биodeградации и восстановления природного фона. Высокий коэффициент деградации (до 95%) при биологической очистке почв даже для проб с высоким уровнем загрязнения свидетельствует об эффективности нефтедеструкторов.

Таким образом, эксперименты по очистке нефтезагрязненных почв, показали, что наиболее подходящим для условий Якутии является биологический метод, позволяющий за короткие сроки достигнуть высокой степени деградации нефтезагрязнения – до

75-95%. Применение светокорректирующей пленки не столь эффективно, на что указывают менее выраженные изменения в химическом составе нефтезагрязнения. Тем не менее, использование данного материала способствует ускорению биodeградации нефтезагрязнения почв за счет более равномерного распределения солнечного света и температурного режима, улучшения влагообмена для полноценного развития углеводородокисляющей микрофлоры.

Список литературы

1. Глязнецова Ю.С., Зуева И.Н., Чалая О.Н., Лифшиц С.Х. Нефтезагрязнение почвогрунтов и донных отложений на территории Якутии (состав, распространение, трансформация). – Якутск: Асхаан. – 2010. – 160 с.
2. Bioremediation of Petroleum Hydrocarbons in Cold Regions // Edited by Dennis M. Filler, Ian Snape and David L. Barnes. Cambridge University Press. – 2008. – 109-125 pp.