
ХИМИЯ

УДК 628.516:656 + 545.1

УСКОРЕНИЕ ДЕСТРУКЦИИ НЕФТИ В ПОЧВАХ¹

© 2001 Б.А. Анфилофьев, Г.Б. Сеницкая, А.В. Халикова²

В статье исследовано влияние на эффективность регенерации почвы, загрязненной нефтью и продуктами ее переработки, минеральных добавок, содержащих бактерии отходов пивного производства, а также их смеси. Установлено, что лучшую очистку обеспечивает обработка почвы комплексным азотно-фосфорным удобрением — нитроаммофосом (НА). Изучено также влияние концентрации НА на скорость деструкции углеводов в почве. Показано, что максимальное снижение содержания общего углерода в почве вызывает внесение 0,03%-го водного раствора нитроаммофоса.

Введение

Нефть и нефтепродукты являются в настоящее время одним из приоритетных загрязнителей почв.

При загрязнении почвы нефтепродуктами в ней резко возрастает содержание углерода, вследствие чего нарушается нормальное соотношение важных для жизнедеятельности почвенных экосистем макроэлементов (углерод, азот, фосфор, калий). Восстановление баланса элементов, необходимого для нормальной жизнедеятельности почвенных микроорганизмов, может осуществляться внесением в загрязненную почву соответствующих количеств минеральных удобрений [1, 2].

Часто практикуется способ биологической очистки почвы. Он заключается в том, что в загрязненную почву искусственно вводятся микроорганизмы, жизнедеятельность которых ускоряет процесс распада нефтепродуктов [3, 4].

Нами предложено проводить обработку нефтезагрязненных почв водными растворами нитроаммофоса, представляющего собой азотно-фосфорное удобрение с содержанием азота и пятиокси фосфора соответственно по 23%. Было изучено влияние концентрации нитроаммофоса (НА) на эффективность регенерационных процессов в почве. Исследовалось также влияние на скорость деструкции нефтепродуктов пивной барды, являющейся отходом производства пива и содержащей бактерии,

¹Представлена доктором химических наук профессором Л.А. Онучак.

²Анфилофьев Борис Алексеевич, Сеницкая Галина Борисовна, Халикова Алла Викторовна, кафедра безопасности жизнедеятельности и химии Самарского института инженеров железнодорожного транспорта, 443066, г.Самара, 1-й Безымянный пер., 18.

участвующие в процессе брожения. Выбор реагентов для обработки почвы диктовался их доступностью и дешевизной, поскольку в дальнейшем предполагалось провести испытания в реальных условиях на объектах Куйбышевской железной дороги. По этим же соображениям в качестве модельных образцов были выбраны наиболее загрязненные нефтью участки железнодорожных путей. Отбирались пробы почвы из поверхностного слоя на глубине примерно 20 см.

Экспериментальная часть

Загрязненная нефтью почва помещалась в стеклянные сосуды, обрабатывалась водным раствором нитроаммофоса, пивной бардой или смесью обоих перечисленных веществ. Сосуды ставили в теплое солнечное место и выдерживали в течение полутора месяцев. Сюда же для сравнения помещали контрольный образец необработанной почвы.

Образцы время от времени перемешивали стеклянной палочкой. Во всех образцах наблюдалось интенсивное выделение газа.

Спустя указанное время проводился анализ на содержание общего углерода во всех образцах согласно методике [5]: пробу почвы массой 50–100 г помещали в аппарат Сокслета. Экстракцию проводили бензолом, который в количестве 200 мл помещали в колбу аппарата. Конец экстрагирования определялся тем моментом, когда жидкость в экстракторе становилась бесцветной. После экстрагирования раствор нефтепродуктов в бензоле помещали в перегонную колбу Вюрца и отгоняли растворитель в вакууме водоструйного насоса. Оставшийся в колбе нефтепродукт переносили в фарфоровую чашку, предварительно доведенную до постоянного веса и оставляли на 2–3 часа для полного удаления растворителя, затем взвешивали.

Расчет содержания нефтепродукта X , % масс., проводили по формуле:

$$X = \frac{M_2}{M_1} \cdot 100\%,$$

где M_1 — масса пробы почвы, взятой на анализ, г; M_2 — вес нефтепродукта, г.

Обсуждение результатов

На рисунке приведен график зависимости содержания нефтепродуктов в почве от концентрации нитроаммофоса, откуда видно, что НА оказывает положительное влияние на скорость регенерации в интервале концентраций 0,003–0,15% масс. Наиболее эффективным оказалось использование 0,03%-го водного раствора НА. Из литературных источников известно, что при нормальном функционировании почвенных экосистем соотношение углерод : азот в почве составляет в среднем 17 : 1. Очевидно, что обработка 0,03%-м раствором НА при содержании углеводов в почве (бинарные отношения примерно 25% масс.) не позволит восстановить нормальный баланс основных макроэлементов. По-видимому, бурное развитие и функционирование почвенных микроорганизмов происходит при более высоком содержании органических соединений. Более того, при избыточном содержании азота и фосфора в почве ($C_{НА} = 0,20\%$ масс.) наблюдается снижение эффективности регенерации почвы даже по сравнению с контрольным образцом.

Добавочное внесение в почву, обработанную 0,03%-м раствором НА, золы, являющейся, как известно, источником калия, не оказало влияния на эффективность деструкционных процессов.

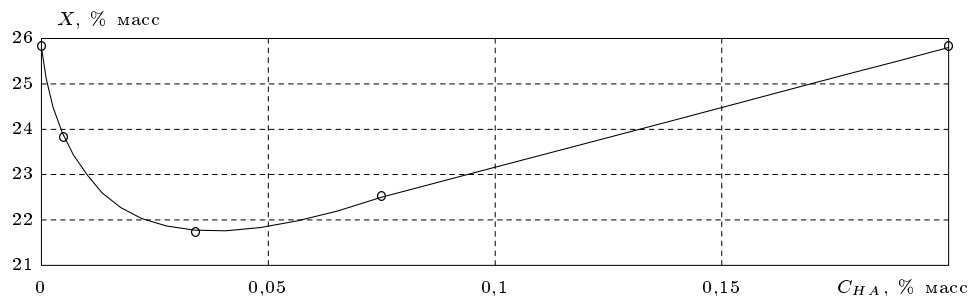


Рис. Зависимость содержания углеводов в почве от концентрации нитроаммофоса

В табл. 1 приведены результаты попыток биологической очистки загрязненной почвы с помощью бактерий, содержащихся в отходах производства пива (проба № 3), и очистки посредством совместного воздействия НА ($C = 0,03\% \text{ масс.}$) и пивных бактерий.

Таблица 1
Содержание нефтепродуктов после биологической очистки загрязненной почвы

№ п/п	Проба	Содержание нефтепродуктов, % масс.
1	Проба до обработки	21,3
2	Пробы после обработки	
3	а) нитроаммофосом	11,9
4	б) пивной бардой	13,5
5	в) нитроаммофосом+пивной бардой	14,3
6	Контрольная проба без добавок	15,95

Во всех исследованных случаях эффективность регенерации почвы была выше, чем у контрольного образца.

Принимая исходную концентрацию углеводов в почве за 100%, получили, что за период исследований содержание их в контрольном образце, не подвергавшемся обработке и содержавшемся в тех же условиях, что и обработанные образцы почвы, снизилось на 25% (см. табл.2).

Наилучший эффект дала обработка почвы нитроаммофосом. За полтора месяца содержание нефтепродуктов в почве снизилось примерно на 44%.

Обработка пивной бардой дала промежуточный результат (36,6%). При совместной обработке почвы одновременно и бардой, и нитроаммофосом вместо ожидаемого синергического действия мы получили худшие результаты, чем при обработке каждым компонентом в отдельности. Таким образом, следует сделать вывод, что добавление минеральных удобрений подавляет деятельность бактерий, составляющих пивную барду.

Результаты наших исследований показали, что наиболее перспективным способом обработки почвы, загрязненной нефтепродуктами, является внесение азотно-фосфорного минерального удобрения — нитроаммофоса — в концентрации 0,03% масс.

Таблица 2

Снижение содержания нефтепродуктов в почве при различных методах очистки

№ п/п	Проба	Содержание нефтепродуктов, % отн.	Снижение содержания нефтепродуктов по сравнению с исходными данными, % отн.
1	Проба до обработки	100	—
2	Пробы после обработки		
2	а) нитроаммофосом	55,9	44,1
3	б) пивной бардой	63,4	36,6
4	в) нитроаммофосом+пивной бардой	67,1	32,9
5	Контрольная проба без добавок	74,9	25,1

Литература

- [1] Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем// Сб. науч. тр. АН СССР. 1988. 345 с.
- [2] Шилова И.И. Использование многолетних трав// Успехи интродукции растений на Урале и в Поволжье. Свердловск, 1977. С. 149–157.
- [3] Hells В. Биоочистка почв, загрязненных нефтепродуктами// Umwelt. 1993. V.23. No. 4. P. 178–180.
- [4] Борзенков И.А. и др. Использование микроорганизмов при ликвидации нефтяных загрязнений почв// Конф. "Интродукция микроорганизмов в окружающую среду." Москва. 17–19 мая, 1994. С. 14–15.
- [5] Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. М.: Химия, 1974. С. 292–293.

ACCELERATION OF OIL'S DESTRUCTION IN SOILS³

© 2001 B.A. Anphilophiev, G.B. Senitskaya, A.V. Halikova⁴

In the paper the influence of mineral addings containing the remnants of beer production and their mixtures on the regeneration of soil stained by oil is analyzed. It was established that the best refinement of soil is provided for nitro-phosphoric fertilizer nitroammophos. The influence of the concentration on hydrocarbon destruction velocity in soil was studied as well. It is shown that adding of water solution of nitroammophos ($\omega = 0,03\%$) causes the maximum decrease of the carbon contained in the soil.

Поступила в редакцию 5/IV/2001;
в окончательном варианте — 25/X/2001.

³Communicated by Dr. Sci. (Chemistry) Prof. L.A. Onuchak.

⁴Anphilophiev Boris Alexeyevich, Senitskaya Galina Borisovna, Halikova Alla Viktorovna, Dept. of Chemistry and Safety of Lifeactivity, Samara Railway Engineering Institute, Samara, 443066, Russia.