

межд. науч.-практ. конфер. БАТУ «Научно-инновационная деятельность и предпринимательство в АПК», г. Минск, 2008, с. 10-12

2. Бубнов В.П., Бельская Г.В. Математические модели для определения загрязнения почв Беларуси - В сб. БНТУ «Наука - образованию, производству, экономике», 2008, ч.2, 1с.

3. Методика определения класса опасности буровых шламов, Санкт-Петербургский Университет, 2004г., 22с.

УДК 541.182+631.436

### **Применение композиционного материала на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов для ускорения деградации нефти в почве**

Цыганов А. Р., Томсон А. Э., Соколова Т. В., Сосновская Н. Е., Хрипович А. А., Пехтерева В. С.<sup>1</sup>, Самсонова А. С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск

<sup>2</sup>Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск

Одной из наиболее типичных проблем современности является загрязнение нефтью и нефтепродуктами почвенного покрова территорий в результате аварийных ситуаций при добыче, транспортировке и переработке нефти, что приводит к экологическому и экономическому ущербу. Поскольку на современном уровне развития нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности не представляется возможным исключить ее воздействие на окружающую среду, возникает необходимость разработки новых и совершенствование существующих технологий рекультивации нефтезагрязненных почв.

Практика использования ряда микробных препаратов для удаления нефтяных загрязнений во многих странах подтвердила перспективность применения для этих целей активных штаммов микроорганизмов-деструкторов нефти. Имобилизация клеток микроорганизмов на твердом носителе способствует повышению их биохимической активности и скорости деструкции загрязняющих веществ, защите их от воздействия отрицательных факторов окружающей среды, а также увеличению контакта рабочего объема биомассы с метаболизируемым ею субстратом [1–6]. Выбор торфа в качестве носителя для имобилизации микроорганизмов-деструкторов нефти определяется не только его высокой нефтепоглощающей способностью, но и свойством сорбировать на своей поверхности

клетки микроорганизмов-деструкторов, обеспечивая тем самым тесный контакт их с субстратом. Более того, торф, будучи природным органометным материалом, служит источником гумуса и элементов дополнительного питания для иммобилизованных на нем микроорганизмов-деструкторов, способствуя тем самым созданию условий, необходимых для восстановления почв, нарушенных в результате загрязнения.

На территории экспериментальной базы «Свислочь» НАН Беларуси был заложен мелкоделяночный опыт по оценке эффективности применения композиционного материала на основе торфа и микроорганизмов-деструкторов нефти для ускорения деградации нефти в почве. Учетная площадь делянок  $1 \text{ м}^2$ , повторность четырехкратная. Вариант 1 – контроль. На площадки 2–5 путем равномерного разбрызгивания вносили сырую нефть в количестве  $1,2 \text{ дм}^3$ , что соответствовало величине загрязнения 100 ПДК. Композиционный материал на основе торфа вносили в количестве 0,5 кг, исходя из нефтеемкости 3 кг/кг в вариантах опыта 3 и 5. В вариантах 4 и 5 на почву, загрязненную нефтью, вносили культуру микроорганизмов-деструкторов нефти рода *Rhodococcus* в соотношении 1:0,025, что составляло на 1 кг нефти 25 г сухих клеток или  $8,4 \text{ дм}^3$  культуральной жидкости. Все компоненты заделывались в почву путем рыхления.

Контроль за динамикой разложения нефти в почве осуществляли путем отбора почвенных проб с периодичностью 30 дней для проведения химических и микробиологических анализов. Во время отбора проб проводилось рыхление почвы для интенсификации газообмена и улучшения условий жизнедеятельности аэробных как аборигенных, так и интродуцированных микроорганизмов-деструкторов нефти. Концентрации углеводородов нефти в почве определялись ИК-спектрофотометрическим методом.

Степень деградации нефти ( $S$ ) рассчитывалась по формуле

$$S = 100 - C/C_0 \cdot 100,$$

где  $C$  – конечная концентрация нефти, мг/г;  $C_0$  – концентрация внесенной нефти, мг/г.

Численность популяции микроорганизмов учитывали методом серийных разведений при посеве в чашки Петри с агаризованной средой Е-8 (г/дм<sup>3</sup>): NaCl – 0,5; (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 1,5; KН<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 0,7; MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O – 0,8; нефть – 0,1; рН 7,3.

Результаты (таблицы 1 и 2) показывают, что в варианте 2 содержание НП уменьшилось на 28,6 % (I съем) в результате испарения легких фракций нефти. Незначительное изменение степени деградации (32,5 %, II съем) можно объяснить протеканием естественных деструктивных процессов в нефтезагрязненной почве. При этом численность микроорганизмов снижается вследствие их угнетения под токсическим воздействием углеводородов нефти, что согласуется с данными микробиологического анализа почвы (табл. 2).

Таблица 1 – Степень деградации нефти в условиях полевого мелкоделяночного опыта

Варианты опыта	Съемы				
	0	I		II	
	НП, мг/г	НП, мг/г	S, %	НП, мг/г	S, %
1. Фон – почва	0,031	–	–	–	–
2. Почва + нефть	25,36	18,11	28,6	17,12	32,5
3. Почва + нефть + композиционный материал	25,13	15,48	38,4	14,66	41,6
4. Почва + нефть + культура	25,10	14,75	41,2	12,01	52,2
5. Почва + нефть + культура + композиционный материал	23,21	10,85	53,3	8,89	61,7

Несколько лучше протекают процессы деградации в варианте 3, хотя и с невысокой скоростью. Некоторое увеличение скорости в данном случае может быть объяснено участием в деструктивных процессах привнесенной с композиционным материалом естественной микрофлоры, рост численности которой подтверждается данными табл. 2.

Внесение микроорганизмов-деструкторов нефти в виде культуральной жидкости (вариант 4) приводит к ускорению разложения нефти ко 2-ому съему на 19,7 %. Имобилизация микроорганизмов-деструкторов на композиционном материале стимулирует жизнедеятельность как аборигенных, так и интродуцированных микроорганизмов-деструкторов (таблицы 1, 2). Композиционный материал на основе торфа защищает интродуценты от неблагоприятного воздей-

ствия факторов окружающей среды и создает благоприятные условия для эффективного разрушения нефти.

Применение композиционного материала в сочетании с микроорганизмами-деструкторами нефти приводит к интенсификации процесса разложения нефти по сравнению с вариантом 2 на 29,2, с вариантом 3 – на 20,1 с вариантом 4 – на 9,5 %, что сопровождается увеличением численности углеводородокисляющих микроорганизмов в опытных образцах нефтезагрязненной почвы (табл. 2).

Анализ образцов II съема показал значительную разницу в общей численности микроорганизмов в почвах с внесением культур, иммобилизованных на композиционном материале, по сравнению с контролем –  $0,28 \cdot 10^8$  КОЕ/г почвы и  $6,83 \cdot 10^8$  КОЕ/г почвы соответственно. Различия в количественных показателях, характеризующих деструкцию нефти популяциями аборигенных и интродуцированных микроорганизмов в загрязненной почве, составляют 12,6 %: аборигенная микрофлора разрушает углеводороды на 28,6 %, а биоценоз, обогащенный микроорганизмами-деструкторами – на 41,2 % (I съем).

Таблица 2 – Динамика численности микроорганизмов в нефтезагрязненной почве в условиях мелкоделяночного полевого опыта

Вариант опыта	Количество микроорганизмов, КОЕ $10^8$ клеток/г почвы		
	0 съем	I съем	II съем
Контроль	0,25	0,30	0,28
Почва + нефть	0,30	0,17	0,13
Почва + нефть + композиционный материал	0,24	0,47	0,79
Почва + нефть + культура микроорганизмов-деструкторов	0,28	0,81	3,92
Почва + нефть + культура микроорганизмов-деструкторов + композиционный материал	0,28	1,69	6,83

Результаты полевого опыта убедительно доказывают высокую эффективность применения композиционного материала в сочетании с микроорганизмами-деструкторами нефти для рекультивации нефтезагрязненных земель. Так за период наблюдений (2 месяца) степень деградации нефти составила 61,7 %, что на 29,2 % выше, чем в фоновой нефтезагрязненной почве.

## Литература

1. Использование органических добавок для стимуляции аборигенной микрофлоры нефтезагрязненной серой лесной почвы / И.М. Габасова [и др.] // Экобиология: борьба с нефтяными загрязнениями окружающей среды: тез. докл. конф., Пушкино. 2001. – С. 50–52.
2. Рекультивация серой лесной почвы, загрязненной нефтяным шламом / И.М. Габасова [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2001. – № 7. – С.81–84.
3. Микробная деградация нефти и нефтепродуктов / З.И. Финкельштейн [и др.] // Биотехнология защиты окружающей среды: тез. докл. конф., Пушкино, 1994. – С. 5–6.
4. Способ биологической очистки почв от токсических органических соединений: заявка 96107454/13 Россия, МПК<sup>6</sup> В 09 С1/10 / Г.К. Васильева, Э.Г. Суворцева, Л.П. Бахаева, В.Н. Башкин. 1998.
5. Verfahren Zum microbiologischen Abbau halogeniezfer aliphatischer und aromatischer Kohlenwasserstoffe in kontaminierten Medien: пат.19730653 Германия, МПК<sup>6</sup> А 62 D 3/00 / D.M. Wise. 1999.
6. Влияние некоторых факторов окружающей среды на выживаемость внесенных бактерий, разрушающих нефть / З.М. Ермоленко [и др.] // Биотехнология. – 1997. – № 5. – С. 33–38.

УДК 504.06:51-74

### **Оценка геоэкологических рисков в зонах линеаментов и кольцевых структур литосферы**

Лаптёнок С.А.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Материалы исследований последних десятилетий свидетельствуют о том, что в земной коре континентального типа повсеместно наблюдается густая, построенная по решетчатому типу, сеть субвертикальных разломов, дробящих земную кору на многочисленные блоки, размеры которых измеряются километрами или десятками километров. Наличие этой системы трещинно-проницаемых разломов устанавливается и подтверждается различными методами. Наиболее эффективный из них – структурное дешифрирование материалов аэрокосмической съемки в сопоставлении с геолого-геофизическими данными.

Не является исключением в этом плане и территория Беларуси, где по материалам космических съемок установлены разнопорядковые линейные структуры (линеаменты), отражающие особенности разломной тектоники (рис. 1). Характерная черта суперрегиональных линеаментов – их связь с глубинными (мантийными) разломами, активно проявившимися в различное геологическое время. Наибо-