

УДК 504.53.054

## ВОЗМОЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ БЕТОНОВ

Исаева А.У., Глеукеева А.Е.

*РГП «Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова», Шымкент, e-mail: akissayeva@mail.ru*

Установлено, что проникновение нефти внутрь бетона происходит посредством микро- и нанопор и трещин с дальнейшим распространением пятна вдоль путей проникновения. При этом было выявлено, что использование углеводородокисляющих микроорганизмов и микромицетов перспективно для биологической очистки нефтезагрязненных бетонов. Создание оптимальных условий для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов: 55,0±15,0% влажность, биогенные элементы, температура 30,0±5,0°C, микроэлементы, оптимизируют процессы биodeградации углеводородов нефти.

**Ключевые слова:** нефтезагрязненный бетон, биологическая очистка, углеводородокисляющие микроорганизмы

## POSSIBLE BIOLOGICAL PURIFICATION OF OIL CONTAMINATED CONCRETE

Issayeva A.U., Tleukeeva A.E.

*M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, e-mail: akissayeva@mail.ru*

It is found that the penetration of oil into the concrete occurs through the micro- and nano-pores and cracks with the further spread of spots along the pathways. It was found that the use of hydrocarbon and microorganisms and micromycetes promising for biological treatment of oil-contaminated concrete. Create optimal conditions for maintaining the activity of microorganisms: 55,0 ± 15,0% moisture, nutrients, temperature 30,0 ± 5,0°C, trace elements, optimize the biodegradation of petroleum hydrocarbons.

**Keywords:** oil-contaminated concrete, bioremediation, hydrocarbon-oxidizing microorganisms

Проблема загрязнения окружающей среды нефтью и нефтепродуктами занимает, в последнее время, одну из лидирующих позиций в экологии. Известны исследования, проводимые в разных странах и связанные с биологической очисткой почв и вод от нефти и нефтепродуктов с использованием различных биологических объектов [1, 2, 6, 7, 10]. Особое внимание уделяется углеводородокисляющим микроорганизмам (УОМ) как основных потребителей углеводородов нефти [4, 5, 8, 9]. Однако, информация о биологической очистке нефтезагрязненных бетонированных поверхностей скудна, большей частью используются различные синтетические моющие средства. Вероятнее всего, это объясняется пористостью бетонов и асфальтов, что затрудняет процессы глубокой очистки субстрата от органических загрязнителей.

Цель работы – изучение возможности биологической очистки нефтезагрязненных бетонов с использованием микроорганизмов на основе исследования нефтемиграционных процессов.

### Материалы и методы исследования

Материалом исследования послужили блоки различных марок бетона размером 10,0±0,5 x 10,0±0,5 см. В исследованиях использовалась нефть месторождения «Кумколь» со следующими характеристиками: температура застывания 10°C, содержание силикагелевых смол 19,2%; карбено-карбоидов 5,82%; асфальтенов 5,4%; парафина 7,5%; серы 0,064%. При температуре 20°C имеет плотность – 0,850 г/см<sup>3</sup>.

Микроорганизмы выращивались на селективных средах Ворошиловой –Диановой, МПА, Чапека [3]. Питательные среды и микробиологическая посуда стерилизовались согласно условиям в бактериологическом автоклаве (СПГА-100-I-НН). Культивирование микроорганизмов проводилось в термостате с программируемой температурой (ТС 1/80).

Дистиллированная вода была получена на аквадистилляторе (АЭ-10МО). Взвешивание реактивов осуществлялось на аналитических весах (ScoutPro). Микроскопирование проводилось с применением световых микроскопов «Биомед-5» (Россия), «Таюда» (Япония), электронно-растрового микроскопа «Jeol JSM-6490 LV» (Япония).

Для изучения окислительной способности тионовых бактерий были использованы чистые культуры микроорганизмов, которые по 125 мл вносились в калачные колбы на 250 мл и помещались на встряхиватели (ЭКРОС-6410М) с установленной температурой +28+32°C. Динамика окисления двухвалентного железа определялась титрованием с применением трилометрического метода. Снятие ИК-спектров проводилось на двухлучевом спектрофотометре Specord 75JR (400-4000 см<sup>-1</sup>). Определение химического состава нефти и нефтепродуктов исследовали методом жидкостной хроматографии, анализ выполняли на хроматографе «Хром-4» при ступенчатом программировании температуры от 700С до 4000С с использованием колонки, заполненной полиэтиленгликоль адипинатом и аргоном, в качестве газоносителя.

### Результаты исследования и их обсуждение

После нанесения нефти на поверхность бетонных блоков были изучены особенности их распространения в горизонтальном и вертикальном векторах (рис. 1, табл. 1).

Таблица 1

Характеристики распространения нефтяного пятна на бетонных блоках

Показатели № блока	Нефтяное пятно	
	Глубина проникновения, см	Диаметр пятна, см
1	0,2±0,01	3,0±0,20
2	0,5±0,02	3,5±0,20
3	1,0±0,20	1,6±0,10
4	0,5±0,01	2,3±0,20
5	0,8±0,20	1,2±0,20
6	2,2±0,20	1,7±0,20
7	1,0±0,20	2,3±0,10
8	0,2±0,02	2,6±0,10
9	0,9±0,01	2,3±0,20
10	0,5±0,01	1,9±0,20

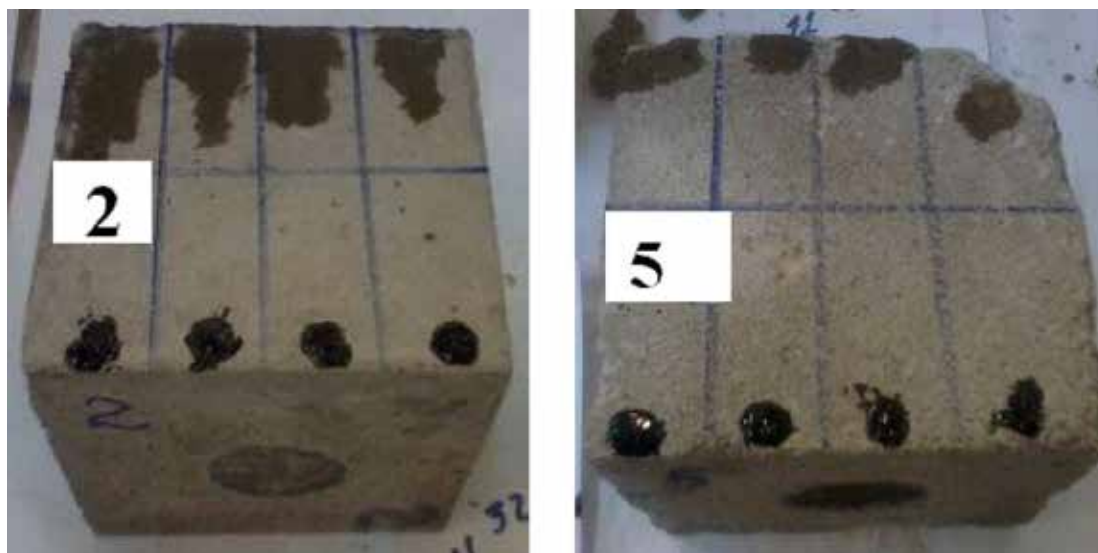


Рис. 1. Характер распространения нефтяного пятна на поверхности визуально плотного и пористого бетона (блоки 2 и 5)

Для изучения возможности очистки бетонных блоков от нефти с целью определения элементно-вещного состава предварительно был проведен их микроанализ (табл. 2).

Таблица 2

Элементно-вещной состав бетонных блоков

№ блока	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Fe
1	0,97	3,03	5,07	7,74	1,96	0,42	1,13	38,54	5,39
2	5,96	н/о	0,60	2,17	17,51	н/о	33,35	4,70	3,51
3	н/о	0,59	0,63	3,88	0,60	н/о	0,52	22,76	н/о
4	1,17	2,26	2,17	8,58	2,18	н/о	1,02	44,68	2,62
5	н/о	0,19	1,61	7,69	н/о	н/о	н/о	5,39	
6	0,28	2,26	2,17	8,58	1,53	н/о	1,02	44,68	2,62
7	1,09	2,55	2,32	9,05	2,39	1,12	0,25	42,61	3,05
8	н/о	0,38	0,41	2,05	н/о	н/о	н/о	10,37	н/о
9	2,40	н/о	2,51	0,34	2,35	1,36	9,54	7,46	2,59
10	2,40	н/о	2,78	0,34	2,39	1,36	9,54	7,46	3,01

Было выявлено, что наименьшая глубина проникновения нефти в образцах 1 и 8, но диаметр растекшего пятна наибольший. Электронно-микроскопическое обследование показало, что структура данных блоков плотная без трещиноватости, что и объясняет растекание пятна на поверхности блока. В блоках 3, 5, 6 и 9 нефть проникает

вглубь микро- и нанотрещины. В блоках 2, 4, 7 и 10 нефть проходит через микропоры. При этом видно, что нефтяные капли локализуясь в путях проникновения, «промасливают» до 10-12% близлежащего бетона (рис. 2). Видимо этим фактом и объясняются трудности в очистке поверхности нефтезагрязненных бетонов.

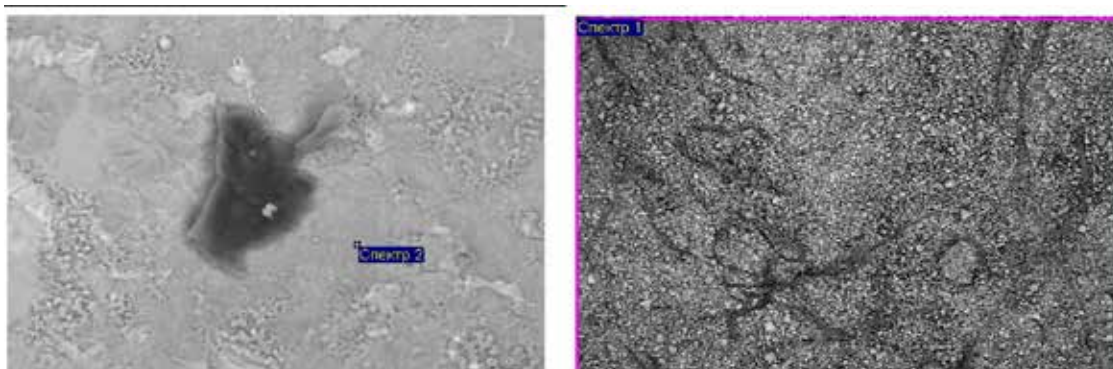


Рис. 2. Электронно-растровые снимки срезов нефтезагрязненных блоков 2 и 5 (x1000)

Для очистки нефтезагрязненных бетонных блоков в качестве вариантов были использованы синтетические моющие средства в виде порошка и геля, композиции УОМ и микромицетов с титром 108 кл/мл, которые наносились в коли-

честве 1,0 мл на поверхность нефтяного пятна. Было установлено, что наиболее эффективно использование углеводородокисляющих микроорганизмов, которые очищали нефтяное пятно от 15 до 50% (рис. 3).

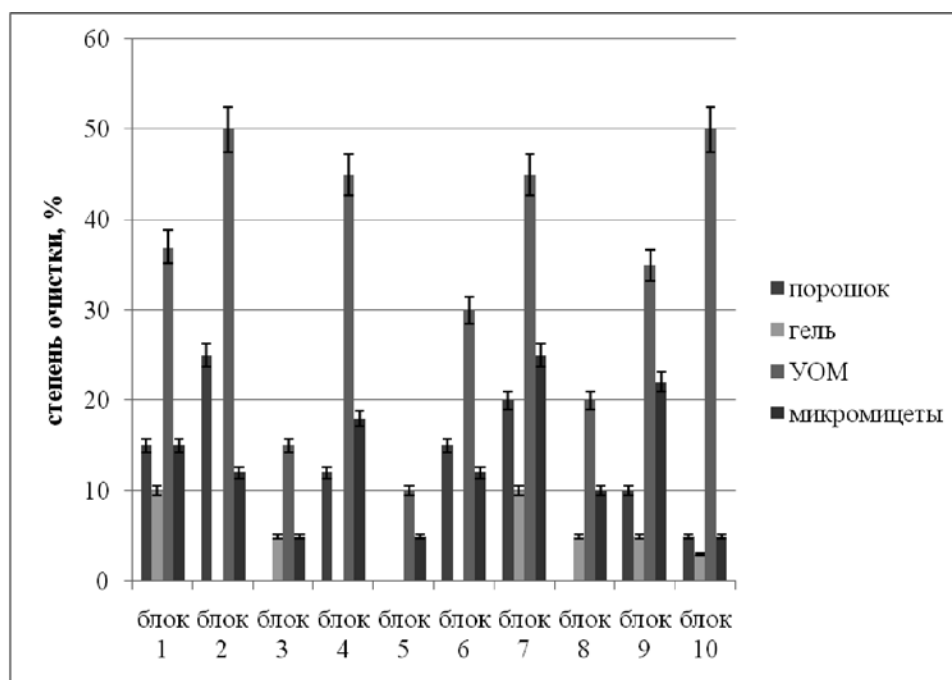


Рис. 3. Степень очистки бетонных блоков от нефти

При этом было выявлено, что создание оптимальных условий для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов как то:  $55,0 \pm 15,0\%$  влажность, биогенные элементы, температура  $30,0 \pm 5,0$  °С, микроэлементы, оптимизируют процессы биодegradации углеводородов нефти.

#### Заклучение

На основании проведенных исследований установлено, что характер нефтяного загрязнения бетонов зависит от их структуры. Проникновение нефти внутрь бетона происходит посредством микро- и нанопор и трещин с дальнейшим распространением пятна вдоль путей проникновения. По всей вероятности, именно с этим и связаны трудности в очистке нефтезагрязненных бетонов и асфальтов. Нефтяные пятна остаются даже после проведения мероприятий по физико-химической очистке, что подтверждается визуальными обследованиями нефтезагрязненных бетонированных участков на ряде предприятий нефтегазовой отрасли. Кроме того, использованные детергенты способствуют вторичному загрязнению окружающей среды. Результаты данных исследований показывают перспективность использования углеводородокисляющих микроорганизмов и микромицетов, которые способствуют биодegradации углеводородов нефти. Создание благоприятных условий для их жизнедеятельности:  $55,0 \pm 15,0\%$  влажность, биогенные элементы, температура  $30,0 \pm 5,00$ °С, микроэлементы, оптимизируют процессы биодegradации углеводородов нефти.

#### Список литературы

1. Водяницкий Ю.Н. Влияние загрязнения нефтью и пластовыми водами на зольный состав олиготрофных торфяных почв в районе нефтедобычи (Приобье) / Аветов, Н.А., Савичев, А.Т., Трофимов, С.Я., Шишконокова, Е.А. // Почвоведение, 2013. – № 10. – С. 1253-1262.
2. Кураков А.В. Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях / Ильинский, В.В., Котелевцев, С.В., Садчиков, А.П. – М.: Графикон, 2006. – 336 с.
3. Прунтова, О.В. Лабораторный практикум по общей микробиологии / О.В. Прунтова, О.Н. Сахно; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2005. – 76 с.
4. Fang C, Moncrieff, J.B. The variation of soil microbial respiration with depth in relation to soil carbon composition. // Plant and Soil. 2005. 268, 243-253. doi: 10.1007/s11104-004-0278-4.
5. Hamamura N. Microbial population dynamics associated with crud-oil biodegradation in diverse soils. / Olson SH, Ward DM, Inskeep WP // 2006. Appl Environ microbial 72: 6316-6324.
6. Hutchinson, S.L. Biodegradation of petroleum hydrocarbons in the rhizosphere / Schwab, A.P., Banks, M.K. // Phytoremediation, Series of Texts and Monographs. 2004. – Vol. – P.355-365
7. Jirasripongpun K. The characterization of oil-degrading microorganisms from lubricating / U. Kramer, A.N. Chardonens // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2001. – V.55. – P.661-672.
8. Kechavarzi C. Root establishment of perennial ryegrass (*L. perenne*) in diesel contaminated surface soil layers / Pettersson, K., Leeds-Harrison, P., Ritchie, L., Ledin, S. // Environ. Pollut. 2007. – V. 145. – № 1. – P. 68-74.
9. Kirk J. The effects of perennial ryegrass and al-falfa on microbial abundance and diversity in petroleum contaminated soil / Klironomos, J., Lee, H., Trevors, J.T // Environ Pollut. 2005. – V. 133. – P. 455-465.
10. Nejada V. Application of biostimulants in benzo(a)pyrene polluted soils: Short-time effects on soil biochemical properties. / Benitez, C., Parrado, J. // Apple Soil Ecol. 2011. – 50. – P.21-26.
11. Vodyanitskii Yu N. Influence of oil and stratal water contamination on the ash composition of oligotrophic peat soils in the oil-production area (the Ob' region). Eurasian Soil Science, издательство Maik Nauka / Avetov, N.A., Savichev, A.T., Trofimov, S.Ya, Shishkonakova, E.A. // Interperiodica Publishing (Russian Federation), 2013. – том 46. – № 10. – С. 1253-1262.