

VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ

Физика и химия углеродных материалов/Наноинженерия

ИЗУЧЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ КЛЕТОК *PSEUDOMONAS MENDOCINA H-3* ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОБИОДЕСТРУКТОРОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Е.О. Досжанов, Е.К. Онгарбаев, А.А. Жубанова, З.А. Мансуров, Martin Hofrichter*

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

*Unit of Environmental Biotechnology, International Graduate School of Zittau, Germany

doszhanov_yerlan@kaznu.kz

Проведены результаты экспериментальных исследований процессов окисления различных углеводородов нефти клетками *Pseudomonas mendocina H-3*. Установлено, что максимальной биодеструкции подверглись *n*-алканы.

Несмотря на меры предосторожности, неизбежно происходит загрязнение окружающей среды нефтью и нефтепродуктами при их добыче, транспортировке и хранении. При загрязнении почвы нефтью и нефтепродуктами изменяется весь комплекс ее свойств, характеризующих плодородие, ухудшаются физические свойства, изменяется почвенный поглощающий комплекс, резко снижается содержание подвижных соединений азота и фосфора.

Разрушение слабых почвенных структур и диспергирование почвенных частиц сопровождается снижением водопроницаемости почв. Для рекультивации таких почв необходимы углубленные исследования по выяснению закономерностей биохимических процессов разложения нефти и способов их активации [1].

В зависимости от степени деградации нефти в почве и ее состава, принципы выбора приемов и методов рекультивации должны быть различными. В литературных источниках приводятся результаты разработок различных фирм по применению биотехнологии на основе микроорганизмов-деструкторов нефти и нефтепродуктов для очистки почв от нефтяных загрязнений [2-4].

Целью данной работы было исследование количественных изменений массы углеводородного состава нефтепродуктов в их взаимосвязи при биодеструкции.

Нефтеоокисляющие бактерии рода *Pseudomonas mendocina H-3* были выделены из нефтезагрязненных почвенных субстратов [5]. Для изучения способности клеток этой культуры к окислению различных углеводородов их культивировали на синтетической среде *E-8*, в которую в качестве источников углерода для микроорганизмов добавляли *n*-декан, толуол и бензол в количестве 3 мл на 1 пробирку. Количественный анализ содержания углеводородов в среде при росте на ней клеток *Pseudomonas mendocina H-3* определяли методом ГЖХ на хроматографе Agilent 6890N с масс-спектрометрическим детектором Agilent 5973N.

По данным хроматографического анализа строили таблицу нормальных алканов, изоалканов, а также ароматических и др. углеводородов до и после биодegradации.

Результаты хроматографического анализа биодеструкции *n*-декана, толуола и бензола представлены в таблице 1, где показано изменение концентрации углеводородов и других органических соединений до и после биодеструкции в течение 7 суток.

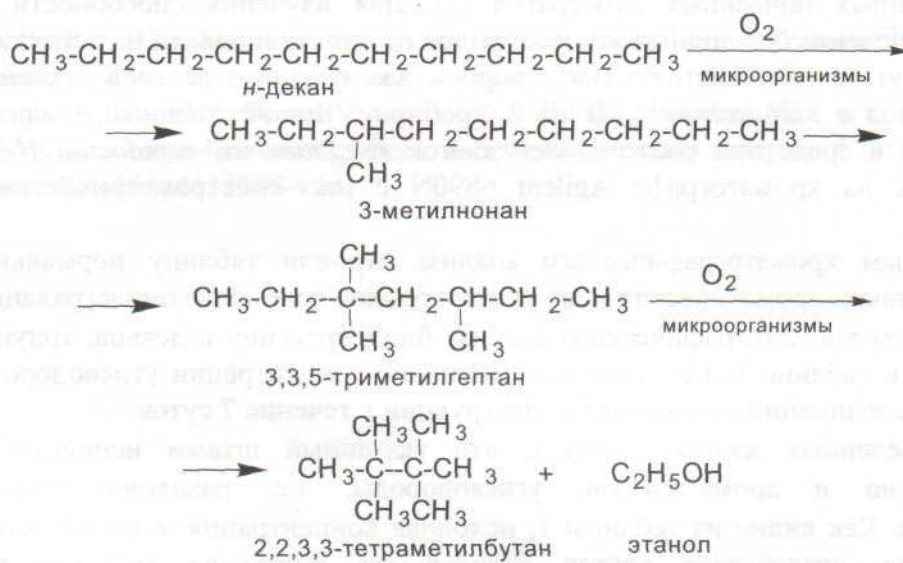
Из приведенных данных следует, что указанный штамм использует не только предельные, но и ароматические углеводороды, т.е. разлагает широкий спектр углеводородов. Как видно из таблицы 1, исходная концентрация *n*-декана была 95,23 %, а после 7 суток воздействия клеток *Pseudomonas mendocina H-3* его концентрация уменьшилась до 93,43 %, т.е. на 1,8 %. При этом также происходит уменьшение концентрации содержащихся в растворе *n*-гексана, *n*-нонана и изомеров *n*-декана.

VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ

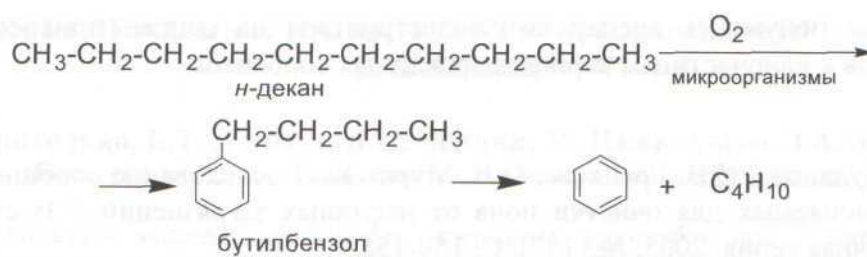
Физика и химия углеродных материалов/Наноинженерия

Таблица 1. Результаты количественного хромато-масс-спектрометрического анализа процесса биодеструкции *n*-декана, толуола и бензола

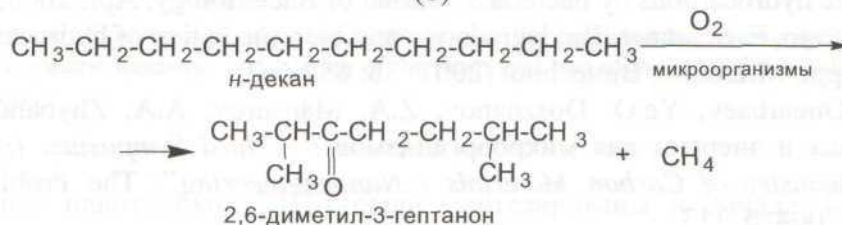
Соединение	декан		толуол		бензол	
	исходные растворы	через 7 суток	исходные растворы	через 7 суток	исходные растворы	через 7 суток
<i>n</i> -гексан	0.06	-	0.06	-	-	-
<i>n</i> -нонан	0.75	0.68	-	-	-	-
<i>n</i> -декан	95.23	93.43	0.19	1.02	-	0.02
2,2,3,3-тетраметилбутан	-	0.68	-	0.60	-	-
2-метилгептан	-	-	-	0,03	-	-
3-метилгептан	-	-	-	0,02	-	-
3,3,5-триметилгептан	-	0,06	-	-	-	-
4-этилоктан	-	0,01	-	-	-	-
бензол	-	0.22	0.03	0.38	98.04	96.21
толуол	-	1.30	99.57	97.69	-	0.42
1,3-диметилбензол	-	-	0.05	0.08	-	-
этилбензол	-	-	0.03	0.05	1.45	2.79
2,6-диметил-3-гептанон	-	0,04	-	-	-	-



(а)



(б)



(в)

Предлагаемая схема превращения *n*-декана

В результате биодеструкции образуются новые разветвленные углеводороды: 3,3,5-триметилгептан, 2,2,3,3-тетраметилбутан, 4-этилоктан. Это свидетельствует о протекании реакции изомеризации *n*-декана с образованием разветвленных изомеров. Из других классов углеводородов и органических соединений обнаруживается значительное количество бензола, толуола и 2,6-диметил-3-гептанона. На основе обзора литературы [6] и результатов хромато-масс-спектрометрического анализа предлагается схема (а, б, в) образования продуктов окисления *n*-декана микроорганизмами.

Исследование биодеструкции толуола указанным штаммом показало, что его концентрация уменьшается на 1,88 %. После 7 суток увеличивается содержание всех остальных углеводородов и их производных: *n*-декана, бензола, 1,3-диметилбензола, этилбензола и бензальдегида.



Предлагаемая схема превращения толуола

Концентрация бензола также уменьшается на 1,83 %, наблюдается увеличение концентрации всех циклических углеводородов, а именно производных циклопентана и циклогексана почти в 2 раза, содержание этилбензола повышается 2 раза. Обнаружено появление малых количеств 2- и 3-метилгептанов.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о перспективности применения микроорганизмов для очистки почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Для успешной ремедиации нефтезагрязненных почв, согласно данным последних лет, рекомендуется использование микроорганизмов, иммобилизованных на твердых сорбентах, обеспечивающих стабильность и длительность биохимической активности микробных клеток. Именно штамм *Pseudomonas mendocina* H-3 в настоящее время используется в нашей

VI МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ

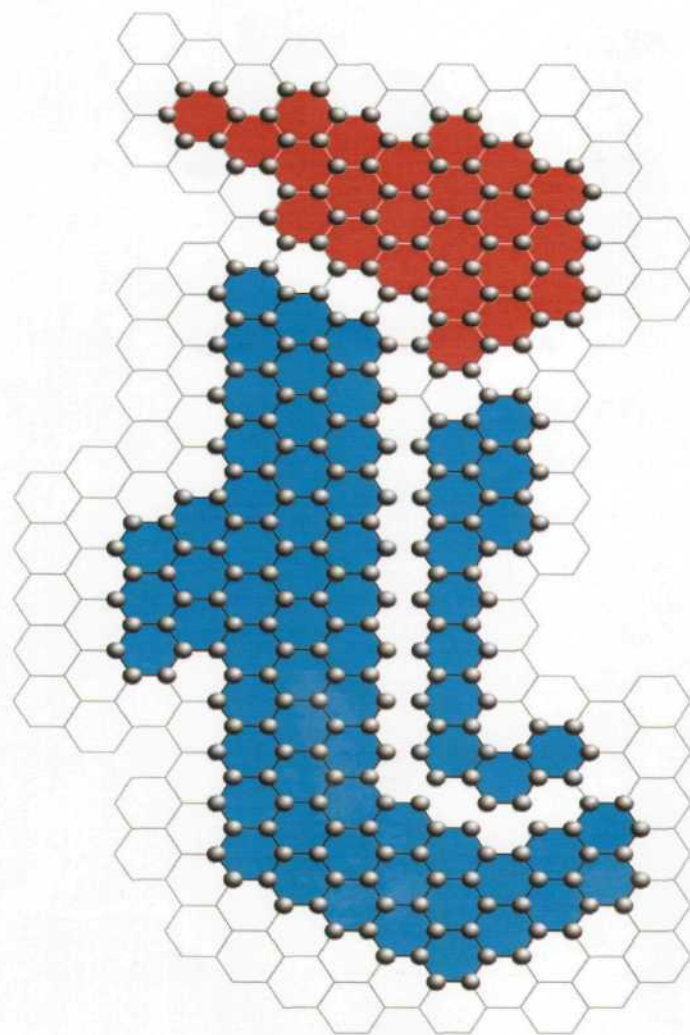
Физика и химия углеродных материалов/Наноинженерия

лаборатории для получения препарата-нанодеструктора на основе прикрепления клеток микроорганизмов к наночастицам карбонизированных сорбентов.

Литература

1. А.В. Буланова, И.В. Грецкова, О.В. Муратова. Исследование сорбционных свойств сорбентов, применяемых для очистки почв от нефтяных загрязнений // Вестник СамГУ – Естественнаучная серия. 2005, №3 (37), С. 150-158.
2. Robert A. Kanaly, Shigeaki Harayama. Biodegradation of high-molecular-weight polycyclic aromatic hydrocarbons by bacteria // Journal of Bacteriology, Apr. 2000, p. 2059-2067.
3. R. Margesin, F. Schinner. Biodegradation and bioremediation of hydrocarbons in extreme environments // Appl. Microbiol. Biotechnol (2001) 56: 650-663.
4. Ye.K. Ongarbaev, Ye.O. Doszhanov, Z.A. Mansurov, A.A. Zhybanova. Нефть как источник углерода и энергии для микроорганизмов // *Third Symposium (International) on "Physics and Chemistry of Carbon Materials / Nanoengineering"*, The Problem Combustion Institute, Almaty, 2004, p. 113.
5. Ye.O. Doszhanov, Ye.K. Ongarbaev, M. Hofrichter, A.A. Zhubanova, Z.A. Mansurov. The Using of Pseudomonas Cells for Bioremediation of Oil Contaminating Soils // Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2009. – V. 11, № 1. – P. 69-75.
6. М.Г. Велиев, Б. Даниелссон, М.А. Салманов, С.Р. Алиева, Н.Р. Бекташи. Биодegradация Бакинской нефти и углеводов микромицетами // Нефтехимия. - 2008. - Т.48, №1. - С. 55-61.

6th International Symposium



Physics & Chemistry of Carbon Materials/ NanoEngineering

September 8-10, 2010, Almaty, The Republic of Kazakhstan

**PROGRAM AND MATERIALS
OF THE SYMPOSIUM**

21. НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ПЛОСКОГО ПЛАМЕНИ ДИЭТИЛОВОГО ЭФИРА З.М. Азизов, А.В.Мироненко, Д.Д.Приймак, О.В.Стахов, И.В.Хромушин, Г.И.Ксандопуло	96
22. ПЛАЗМЕННАЯ ГАЗИФИКАЦИЯ И КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОСОРТНОГО УГЛЯ В.Е. Мессерле, К.А. Умбеткалиев, А.Б. Устименко	101
23. МОДИФИЦИРОВАНИЕ ШУНГИТА С НАНОРАЗМЕРНЫМИ Ni и Co ЧАСТИЦАМИ. Серикбаев Б.А.	105
24. ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕКАНИЯ СВС-ПРОЦЕССА ПРИ ВРАЩЕНИИ В ОКСИДНОЙ СИСТЕМЕ, СОДЕРЖАЩЕЙ ПРИМЕСИ УГЛЕРОДА А.Н. Байдельдинова, Г.И. Ксандопуло, А.М. Айнабаев, М.П. Архипов	108
25. КИНЕТИКА АБРАЗИВНО-РЕАКЦИОННОГО ИЗНОСА ФУРНИТУРЫ МЕЛЬНИЦЫ Касымбекова Д.А.	112
26. ПОЛУЧЕНИЕ БОРИДНЫХ КОМПОЗИТОВ МЕТОДОМ СВС Д.С. Абдулкаримова, И.М. Вонгай, З.А. Мансуров, О. Одавара	116
27. УГЛЕРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РОЗЛИВОВ НЕФТИ К.К. Кудайбергенов, Е.К. Онгарбаев, З.А. Мансуров.....	119
28. ПОЛУЧЕНИЕ ФЕРРОВОЛЬФРАМА ИЗ ВОЛЬФРАМИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА ПОД ДАВЛЕНИЕМ АЛЮМИНОТЕРМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ Н.Ю. Головченко, О.С. Байракова, Г.И.Ксандопуло, А.С. Мукасян, С.Х. Акназаров	123
29. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРБОНИЗОВАННОЙ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ ДЛЯ ИЗБИРАТЕЛЬНОЙ СОРБЦИИ ЭНТЕРОБАКТЕРИЙ И.С. Савицкая, А.А. Жубанова, А.С. Кистаубаева	126
30. СИНТЕЗ В ПЛАМЕНИ СУПЕРГИДРОФОБНОЙ УГЛЕРОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ Нажишкызы М., Лесбаев Б.Т., Шабанова Т.А., Антонюк В.И., Цыганов И.А., Мансуров З.А.....	128
31. ИЗУЧЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДОКИСЛЯЮЩЕЙ АКТИВНОСТИ КЛЕТОК <i>PSEUDOMONAS MENDOCINA</i> H-3 ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОБИОДЕСТРУКТОРОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ Е.О. Досжанов, Е.К. Онгарбаев, А.А. Жубанова, З.А. Мансуров, Martin Hofrichter	131