

УДК 504.53.062.4

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ
РАЙОНОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИКАСПИЯ

Канд. хим. наук А.К. Кенжегалиев
Канд. с.-х. наук И.К. Асанбаев
О.Н. Ауэзова
А.А. Акасова

Приводятся результаты экологических исследований в районах нефтяных месторождений Северо-Восточного Прикаспия. Рассматриваются перспективы очистки нефтезагрязненных почв с помощью углеводородокисляющих микроорганизмов.

В Прикаспийском регионе, где расположены основные запасы нефти и газа Республики Казахстан, загрязнение нефтью установлено на площади всех действующих месторождений. Одним из наиболее крупных по запасам нефти и пластовой энергии, не имеющих аналогов в республике, является Тенгизское месторождение, открытое в 1979 г. в отложениях карбона на глубине свыше 4000 м. Нефть этого месторождения отличается аномально высоким пластовым давлением (800-900 атм), большой концентрацией сероводорода (до 20 %) и наличием в пластовых флюидах углекислоты, меркаптанов и других агрессивных веществ, осложняющих процесс его разработки и эксплуатации. Технология добычи нефти в регионе сопряжена с очень сложными условиями солесотложения в призабойной зоне и в коммуникациях, коррозией оборудования и обводнением скважин, что ведет к частому порыву труб, сбросу сырой нефти и минерализованных пластовых вод на поверхность почвы. Так, например, в 1985 г. в результате аварии на скважине N 37 Тенгизского месторождения за 400 суток в открытом фонтане сожжено 6 млн т нефти, 3,3 млрд м³ газа и 600 млн м³ сероводорода, обезжизнены большие площади [5]. Кроме того, аварийный сброс нефти у станков-качалок производится в так называемые "амбары", представляющие собой обвалованные котловины, площадью 1500-2500 м² и более. Исследования показали, что нефтехимическое загрязнение почв на месторождениях объединения "Кульсарынефть" доходит до значительных глубин и зависит от механического состава почв, водопроницаемости и давности освоения месторождения.

Нефть состоит из большого количества углеводородов и высокомолекулярных смолисто-асфальтеновых веществ. Ее главными со-

ставными частями являются: углерод (83-87 %), водород (12-14 %), кислород (1-2 %), а также азот, сера и различные микроэлементы [4]. Загрязняющими токсичными веществами нефти являются: оксид углерода, диоксид серы, сероводород, оксиды азота, фенол, аммиак и различные минеральные соли. Они оказывают ингибирующее влияние на рост и развитие многих микроорганизмов, растений и животного населения почвы. Кроме того, в сырой нефти присутствуют канцерогенные полициклические углеводороды (нафталаны, аценафтенны, флюорены, фенантрены, пирены, хризены и бензапирен), вызывающие в животном организме злокачественные опухоли [2].

Исследования показали, что, по сравнению с естественными условиями, плотность живого населения на умеренно загрязненных почвах в 2-3 раза ниже, а на сильно и очень сильно загрязненных - в 10-12 раз или вовсе отсутствует, как это было установлено в 1990 г. на Тенгизском месторождении. Кроме того, в сырой нефти содержатся токсичные тяжелые металлы, также вредные для жизнедеятельности живых организмов [3]. В загрязненных нефтью почвах нарушаются генетические показатели: изменяется насыщенность, состав гумуса и почвенно-поглощающий комплекс, сокращается содержание подвижных форм азота и фосфора, увеличивается объемная масса, снижается водопроницаемость и уменьшается доступная растениям влага. При этом создаются крайне неблагоприятные условия для жизнедеятельности многих почвенных микроорганизмов, нарушается режим их азотного и фосфорного питания, интенсивность окислительно-восстановительных и ферментативных процессов [6].

Высокая степень загрязнения почв и атмосферного воздуха крайне губительно сказывается и на здоровье человека, вызывая различные заболевания. В связи с этим, и, учитывая, что вокруг месторождений расположены населенные пункты, Западно-Казахстанский территориальный центр по наблюдениям за загрязнением природной среды Казгидромета проводил комплексный мониторинг природной среды (воздух, вода, почва) в районе поселков, прилегающих к месторождениям "Кульсарынефть". Целью этих наблюдений являлось предупреждение и ликвидация утечки нефти и выбросов загрязняющих веществ в случае превышения предельно допустимых концентраций. Работы проводились в поселках Сарыкамыс, Кульсары, Тенгиз. На рис. 1 приводится ход изменения концентрации загрязняющих веществ по годам (наблюдения в вахтовом поселке Тенгиз). Содержание сероводорода и сернистого ангидрида достигало максимума в 1992 г., а в 1993 г. несколько снизилось в связи с приостановкой работы промысла и газоперерабатывающего завода. Сходная картина отмечена и в поселке Сарыкамыс. В населенном пункте Кульсары основными источниками загрязнения SO_2 и NO_2 являются большой парк автотранспорта, локомотивное депо, а также нефтебитумный комбинат. Источниками сероводорода - озеро Камыскуль и река Курсай, отшнурован-

ные водоемы с заболоченными берегами, т. е. сероводород в атмосфере поселка Кульсары имеет в основном биогенное происхождение, и содержание его здесь ниже. Метеорологические условия региона, а именно ветреная погода, которая держится здесь в среднем более 300 суток в год, способствуют тому, что загрязняющие вещества в атмосфере над поселками не задерживаются на длительное время.

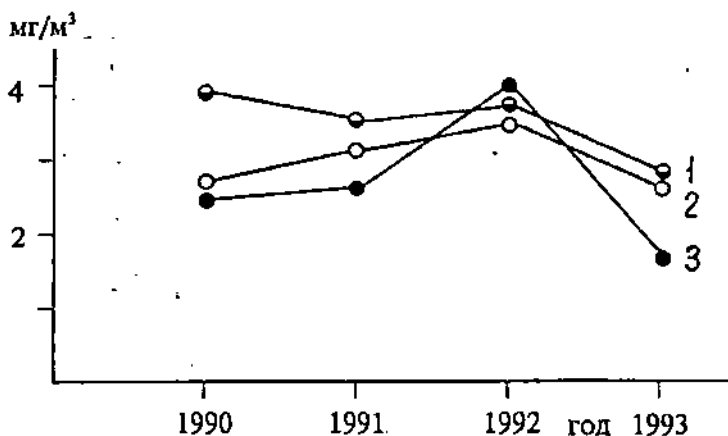


Рис. 1. Изменение среднегодовой концентрации загрязняющих веществ в вахтовом поселке Тенгиз в период 1990-1993 гг. 1 - SO₂; 2 - H₂S; 3 - NO₂

Поскольку нефтяные промыслы находятся в непосредственной близости к Каспийскому морю, при нагонных ветрах, а также в связи с поднятием уровня моря, многие месторождения, такие как Теренузяк, Караарна, Прорва, Тенгиз и другие, оказались затоплены его водами. При южном, юго-западном и западном направлениях ветра волны Каспийского моря до 1988 г. постоянно смывали нефтяные "амбары", унося с собой огромное количество нефти. После строительства заградительной дамбы вода несколько отступила, но через разломы, трещины самих грунтов нефть по-прежнему попадает в водоем. В мае 1990-1993 гг. проводился отбор и анализ воды Каспийского моря в точках с координатами: 46° 36' с.ш. и 52° 06' в.д. (квадрат 50); 46° 32' с.ш. 52° 26' в.д. (квадрат 52); 46° 22' с.ш. и 52° 26' в.д. (квадрат 76); 46° 12' с.ш. и 52° 26' в.д. (квадрат 103); 46° 07' с.ш. и 52° 26' в.д. (квадрат 133). Результаты показывают, что до 1992 г. в вышеуказанных пяти точках содержание нефтепродуктов в поверхностной воде Каспийского моря превышало ПДК для рыбохозяйственных водоемов, в 1993 г. концентрация их снизилась (рис. 2). Снижение количества нефтепродуктов в 1993 г. отмечено и в почве исследуемых населенных пунктов (табл. 1).

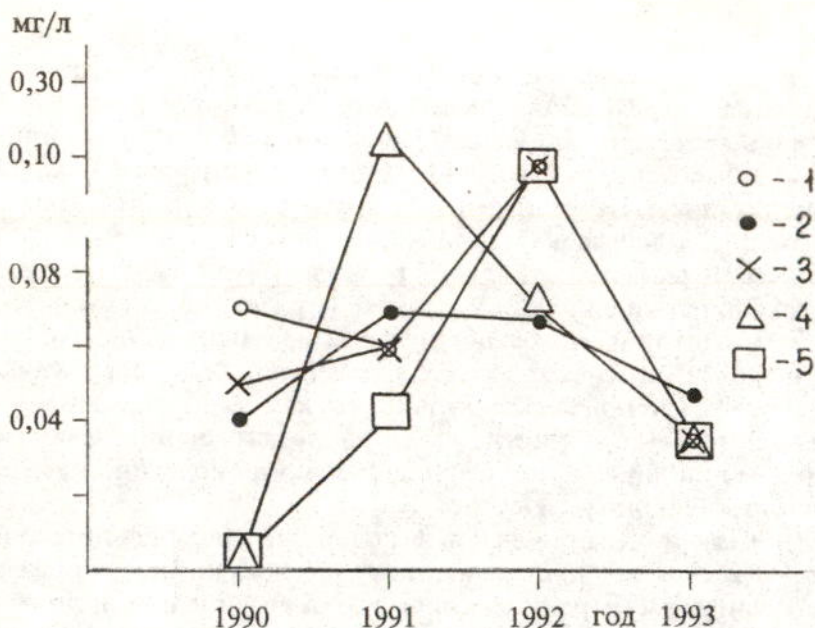


Рис. 2. Изменение концентраций нефтепродуктов в Каспийском море в мае 1990-1993 гг.

1 - квадрат 50; 2 - квадрат 52; 3 - квадрат 75; 4 - квадрат 103; 5 - квадрат 133.

Таблица 1

Содержание нефтепродуктов в почвах

Пункт наблюдений	Концентрация нефтепродуктов, мг/кг		
	1991 г.	1992 г.	1993 г.
Тенгиз	0,2	0,9	0,09
Сарыкамыс	0,2	0,3	0,12
Кульсары	0,6	0,2	0,08

Помимо необходимости постоянного режимного наблюдения за состоянием природной среды региона и информирования об утечке и выбросах загрязняющих веществ в случае превышения предельно допустимых концентраций, очень важным является устранение уже существующих за много лет эксплуатации промыслов нефтяных загрязнений, особенно в почве, так как создавшаяся сложная экологическая обстановка сопровождается потерей плодородия и продуктивности почв под влиянием направленного изменения природных факторов почвообразования.

Основными природными факторами, создающими предпосылки для деградации и опустынивания почвенного покрова региона, являются: преобладание низменного равнинного рельефа, высокая степень аридности климата, продолжительный летне-осенний сухой период, засоление, карбонатность и бесструктурность молодых приморских почв. На этом фоне бесконтрольное нефтехимическое загрязнение и невысокая самоочищающая способность нефтезагрязненных почв Прикаспийского региона [3] диктуют необходимость поиска путей ликвидации нефтяных загрязнений. Механическое удаление разлитой на поверхности нефти приводит к снятию плодородного слоя. Применение химических веществ (типа сорбентов, эмульгаторов и пр.) также нежелательно, так как сами детергенты являются ксенобиотиками, и многие из них высокотоксичны. Наиболее применимы при ликвидации нефтезагрязнений биологические методы, а именно микробиологические.

При попадании нефти в почву она претерпевает разнообразные изменения под действием физико-химических факторов (испарение, растворение, химическое окисление и др.), но общеизвестно, что ведущая роль в процессах деградации нефтяных углеводородов принадлежит углеводородоокисляющим микроорганизмам. Разнообразие ферментативных систем, быстрая адаптация к изменяющимся условиям делают их способными возвращать в биологические циклы в безвредной форме продукты углеводородной трансформации. Это важное свойство микроорганизмов определяет их ведущую роль в процессах самоочищения почв от нефти. Основу процессов санитарной обработки почвы составляет использование активных микроорганизмов-деструкторов, которые выдерживают высокие концентрации нефтяных углеводородов. Они используют их как субстрат для своего роста и размножения и, тем самым, способствуют удалению из окружающей среды загрязняющих веществ. Методы очистки от нефти и нефтепродуктов, основанные на применении углеводородоокисляющих микроорганизмов-деструкторов, являются эффективными, но применению их для восстановления почв должны предшествовать углубленные лабораторные исследования, затрагивающие многочисленный круг вопросов как экологического, так и физиолого-биохимического направлений.

Поиск и выделение активных углеводородоокисляющих микроорганизмов проводился на 14 месторождениях, нефть которых отличается по своему химическому составу. К настоящему времени только на семи месторождениях удалось выделить 15 активных штаммов-деструкторов. Все они представляют собой бактериальные формы (табл. 2). Среди них есть представители сапрофитных микобактерий, родов *Pseudomonas* и *Bacillus*. У всех выделенных микроорганизмов гравиметрическим методом проверена способность потребления нефти. Эксперименты по количественной утилизации нефти прово-

дили через 1,3 и 7 суток. У всех исследованных культур прослеживается тенденция к постепенному нарастанию процента утилизации нефти за время от 1 до 7 суток. Как видно (см. табл. 2), наиболее активно эти процессы проходят у культур 454, 156, 40, 160 и 451. Методом инфракрасной спектроскопии установлены качественные изменения, происходящие с нефтью под воздействием этих микроорганизмов. Наиболее характерным является увеличение кислородсодержащих структур как кислотного, так и эфирного типов, что свидетельствует об интенсивности окислительных процессов. Кроме того, происходит резкое уменьшение длинноцепочечных парафинов.

Таблица 2

Количество потребления нефти выделенными активными микроорганизмами

Рабочий номер микроорганизма	Родовая принадлежность	Месторозведение	Среднее потребление нефти, %, за время инкубации, сутки		
			1	2	3
4	Mycobacterium	Каратон	19,76	39,26	49,21
37	"-	"-	16,25	38,45	52,52
376	"-	Тенгиз	28,41	39,05	48,18
24	Pseudomonas	"-	17,56	33,16	48,23
451	Mycobacterium	Кульсары	27,53	49,27	61,21
452	Pseudomonas	"-	16,70	34,92	54,56
454	Mycobacterium	"-	32,02	55,08	71,92
457	"-	"-	17,32	37,56	52,68
26	"-	Тюлюс	24,88	39,87	60,14
40	Bacillus	Прорва	27,54	37,81	63,81
58	Pseudomonas	Досмухамбетовское	17,90	36,83	59,93
156	"-	Кошкар	20,98	41,22	70,96
159	"-	"-	17,11	36,81	59,29
160	"-	"-	20,86	37,98	61,65
161	"-	"-	19,23	32,71	56,59

Важно отметить, что выделенные микроорганизмы-деструкторы при дальнейшем их изучении могут служить основой для разработки биотехнологических мероприятий, направленных на устранение нефтяных загрязнений почв.

Таким образом, комплекс мер, а именно мониторинговые исследования и практическая разработка биовосстановительных мероприятий нефтезагрязненных почв Прикаспийского региона, позволя-

ет оздоровить экологическую ситуацию и поддерживать оптимальное состояние среды обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахмедов В.А., Бахшиева Ч.Т. О канцерогенности нефтезагрязненных почв Алшеронского полуострова // Экология и охрана почв засушливых территорий Казахстана. - Алматы: Наука, 1991. - 94 с.
2. Досжанов Т.Н., Брагин Б.И. Проблемы экологии животного мира Казахстана // Изв. НАН РК. Серия биол. -1994. -№ 1. - С. 3-8.
3. Микробиологическое изучение нефтезагрязненных почв Прикаспийской низменности / О.Н. Ауэзова, Р.М. Алиева, Т.П. Недоводиева, Т.А. Петрова // Изв. АН КазССР. Серия биол. -1990. - № 6. - С. 54-58.
4. Пиковский Ю.И. Трансформация техногенных потоков нефти в почвенных экосистемах // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. - М.: Наука, 1988. - С. 7-12.
5. Фаизов К.Ш., Асанбаев И.К. О нефтехимическом загрязнении почв и его экологических последствиях // Гидрометеорология и экология. - 1996. - № 4. - С. 183-193.
6. Хазиев Ф.Т., Фатхиев Ф.Ф. Изменение биохимических процессов при нефтезагрязнении и активации разложения нефти // Агрохимия. - 1981. - № 10. - С. 102-113.

Институт почвоведения МН-АН Республики
Казахстан им. У.У. Успанова

Прикаспийский научно-производственный центр
мониторинга загрязнения природной среды Казгидромета

КАСПИЙ ТЕНІЗІ БОЙЫНЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫС МҰНАЙ ӨНДІРУ АУДАНДАРЫНДАҒЫ ЖЕРДІҢ (ТОПЫРАҚТЫҢ) ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫ

Хим. ғ. канд. А. К. Кенжеғалиев
Ауыл-ш. ғ. канд. И. К. Асанбаев
О. Н. Ауэзова
А. А. Акасова

Каспий теңізі бойының солтүстік - шығыс мұнай кен орны аудандарындағы экологиялық зерттеудің қортындылары келтірілген. Көмір сутегі тотықтандыру микроорганизмдерінің көмегімен мұнаймен ластанған топырақты тазартудың келешегі қарастырылған.