ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ НЕФТЕШЛАМОВ

PROBLEMS OF ESTIMATION OF OIL SLIMES ENVIRONMENTAL DANGER

УДК 504.05:628

А.П. ХАУСТОВ доктор геол.-мин. наук, профессор кафедры прикладной экологии РУДН
М.М. РЕДИНА кандидат экон. наук, доцент кафедры прикладной экологии РУДН
Р.Ф. КАНЗАФАРОВА аспирант кафедры прикладной экологии РУДН
Москва
redina@yandex.ru

A.P. KHAUSTOV Dr.Geol., professor, chair of applied ecology, Peoples' Friendship University of Russia
M.M. REDINA PhD (economy), associated professor, chair of applied ecology, Peoples' Friendship University of Russia
R.A. KANZAFAROVA PhD student, chair of applied ecology, Peoples' Friendship University of Russia
Moscow

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нефтешламы, токсичность, химический состав, трансформация, нормативная база
KEYWORDS: oil slimes, toxic, chemical composition, transformation, regulatory framework

Анализируются основные проблемы, возникающие при обращении с нефтешламами и анализе их токсичности для человека и окружающей среды. Особенность авторского подхода – комплексный анализ возможных воздействий нефтешламов на окружающую среду с учетом их миграции и трансформаций при контактах с компонентами окружающей среды. Выделены приоритетные направлении работ по совершенствованию нормативной базы в сфере регламентации воздействия нефтешламов на окружающую среду.

The main problems are analysed, that are associated with oil slime handling and analysis of their toxicity to humans and the environment. The peculiarity of the author's approach - a comprehensive analysis of potential impacts of sludge on the environment with regard to their migration and transformation in their contacts with components of the environment. The priority areas for improving the regulatory framework for the regulation of the impact of sludge on the environment are identified.

По оценкам специалистов, прозвучавшим на Всероссийской конференции «Эффективные решения актуальных проблем переработки нефтешламов – экологическая безопасность России» (Москва, 2011), к настоящему моменту в России накоплено около 3 млн. т нефтешламов различного происхождения и состава. Часть из них имеет «возраст» в несколько десятилетий. Столь масштабные количества отходов требуют скорейшего решения проблем утилизации либо безопасного для окружающей среды использования данного вида отходов.

Однако при этом необходимо иметь детальную информацию о свойствах и составе нефтешламов с тем, чтобы можно было подобрать оптимальный вариант их утилизации. Данные характеристики шламов могут быть оценены с учетом источника и условий их формирования. В целом нефтешламы представляют собой смесь нефтепродуктов с частицами почвы, глины, песка, окислов металлов, воды. Шламы могут весьма серьезно различаться по составу в зависимости от того, являются ли они продуктом взаимодействия нефти и грунта (при аварийных разливах), либо сформировались как осадки на дне водоемов при разливах, либо образовались из-за оседания в емкостях и резервуарах при хранении и транспортировании нефти, при очистке нефти при ее добыче (рис. 1). Однако даже при близких условиях формирования нефтешламов соотношения веществ, входящих в их состав, может различаться весьма существенно [2]. В частности, анализ состава нефтешламов, сформировавшихся на трех российских НПЗ, показал их весьма значительные различия по содержанию моно, би- и трициклических ароматических углеводородов (более чем в 3 раза), парафино-нафтеновых соединений (более чем в 2 раза), асфальтены (почти в 3 раза). Таким образом, при анализе состава шламов необходимо учитывать:

- характеристики нефтепродукта (в том числе – содержание наиболее токсичных компонентов, в первую очередь токсикантов первого-второго классов опасности, в частности полиароматических соединений);
- характеристики грунта (в случае, если нефтешламы являются продуктом загрязнения земель при разливах нефти);
- метеоусловия, в которых формируются и хранятся нефтешламы: это определяет возможности испарения легких фракций, а также возможности окисления шламов и контакта с атмосферной влагой и осадками;
- время существования загрязнения: как уже указывалось, из скопившихся на сегодня шламов часть имеет весьма «преклонный возраст», однако даже относительно свежие шламы довольно активно меняют свой состав и свойства;
- ценность природных комплексов: анализ токсичности веществ, составляющих шлам, предполагает не только их идентификацию, но и учет особенностей «реципиентов», подвергающихся воздействию токсикантов;
- социально-экономических последствий загрязнения, в первую очередь эколого-экономические ущербы являющиеся следствием образования и эволюции шламов, а также их взаимодействие с компонентами окружающей среды.

Несмотря на повышенное внимание в последнее время к проблеме нефтешламов, до сих пор существует ряд серьезных проблем как в плане анализа состава шламов, так и с точки зрения нормативного регулирования и оценок эколого-экономических последствий их попадания в окружающую среду.

В частности, к наиболее значимым проблемам анализа экологических последствий образования нефтешламов можно отнести [5, 8, 10, 11]:

- отсутствие адекватной нормативной базы по оценке качества почв и земель;
- отсутствие удовлетворительной методической базы для расчета экологических последствий;
- отсутствие методической базы для оценок эколого-экономических ущербов и выбора ремедиационных мероприятий;
- отсутствие удовлетворительного нормативного обеспечения непосредственно по обращению с нефтешламами.

Современная нормативная база в сфере обращения со шламами и землепользования регламентирует, в частности, такие вопросы как: ►

- качество земель (химический состав, уровни нарушенности и загрязненности);
- масштабы допустимых воздействий:
  - изъятия для различных хозяйственных объектов;
  - внесения веществ (удобрений, пестицидов);
  - загрязнения
- стоимость земель;
- оценки эколого-экономических ущербов.

Однако, несмотря на кажущуюся разветвленность и «всеобъемлющий характер» многих документов, их разработка и применение сталкиваются с определенными проблемами [8, 9]. Эти проблемы проявляются, в том числе, и при регламентации обращения с нефтешламами. Прежде всего, недостатки нормативной базы связаны с недоучетом многообразия природных условий в регионах: очевидно, что в различных природно-климатических условиях распространение нефтяных загрязнений будет неодинаковым.

Еще одна проблема связана с недоучетом трансформации нефтяных загрязнений и миграции в компонентах окружающей среды. Отсутствие информации о том, как вещества преобразуются, взаимодействуя с атмосферой, попадая в почвы и подземные воды, приводит к формированию ложной картины – представления о «статичности» нефтяных загрязнений.

К разряду организационных поблеем можно отнести также недоучет экономических последствий нарушений и химического загрязнения земель (отставание методологической и методической базы экономических оценок экологических ущербов) и неэффективное информационное обеспечение. На решение последней проблемы ориентированы работы по созданию специализированных информационных систем (например, в сфере аварийности на объектах обращения с нефтепродуктами) [7].

Перечисленные проблемы влекут за собой не просто сложности регулирования определенных вопросов, но и ряд экономических последствий:

- отсутствие адекватных методик оценки ущерба от загрязнений;
- отсутствие специализированных методик оценки эффективности природоохранных мероприятий;
- невозможность адекватного обоснования стимулирующих мероприятий;
- затруднения при обосновании размеров компенсационных выплат.

Остановимся на некоторых проблемах оценки токсичности шламов с учетом трансформации загрязнения и сложного состава нефтепродуктов. Как уже указывалось, отказ от детальной оценки токсичности нефтешламов приводит к неопределенности в эколого-экономических оценках последствий загрязнения (расчете размеров ущерба окружающей среде и соответствующих компенсационных выплат) и сложностям экономического обоснования выбора оптимальных технологий экологической реабилитации загрязняемых природных комплексов.

В случае, когда нефтешламы становятся продуктом аварийных загрязнений грунтов при разливах, исходные свойства нефти (ее химический состав, вязкость, наличие сопутствующих минерализованных пластовых вод) определяют характер ее фракционирования в почвенном профиле, а также дальнейшее проникновение в зону насыщения. Так, при поверхностном, аварийном разливе нефти на почву вертикальное передвижение ее вниз по почвенному профилю создает хроматографический эффект, приводящий к дифференциации нефтяных фракций.

Деградация нефти, то есть изменение ее физико-химического состава во времени начинается с момента извлечения ее на поверхность или попадания в окислительные условия. Легкие УВ наиболее чувствительны к биоокислению и при благоприятных условиях могут деградировать до 100%. Высокоустойчивые в гораздо меньшей степени подвергаются биодеструкции и могут быть окислены максимум до 30%. Так, опыт ликвидации последствий Усинской аварии и последующей ремедиации территорий показал максимальную эффективность биопрепаратов до 86%. В частности, по данным [1] установлено, что по мере деградации нефти ее фракционный состав изменяется. В пластовой нефти преобладают углеводороды (алифатические, нафтеновые, ароматические) – 92%. В деградирующей же нефти серьезно увеличивается доля полярных соединений (O-, S-, N-, Hal-содержащие): с 8% до 47,4%. Эволюция нефтяного загрязнения приводит к трансформации углеводородной составляющей в комплекс устойчивых битуминозных гетероатомных соединений, в том числе высокого класса опасности, что требует учета их содержаний при контроле остаточного содержания нефти в почвах и почвенных вытяжках после проведения рекультивационных работ:

- оксихиноны полиароматических углеводородов,
- галогенированные ароматические и алифатические углеводороды,
- фталаты.

Остается дискуссионным вопрос о выработке дифференцированных нормативов содержания нефтепродуктов в почвах и грунтах, а также в поверхностных и подземных водах по регионам и направлениям их использования. В российской практике выделено 5 уровней загрязненности почв и грунтов без их дифференциации по функциональной нагрузке и региональной специфики. Среди контролируемых компонентов – бензол, толуол, ксилол, а также валовое содержание нефти и нефтепродуктов.

В странах ЕС стандарт «Чистые почвы» для к нефтепродуктов составляет 400 ppm, а для некоторых регионов РФ он может достигать 100 ppm. Сама по себе такая постановка совместного рассмотрения нормативных содержаний в почвах и грунтах является более правомерной и аргументированной по отношению к ПВ. Опыт экологического нормирования за рубежом [4, 6] показывает необходимость выделения нескольких категорий почв и грунтовых вод с учетом целей или истории их использования – эти подходы применяются в практике нормирования в странах Европы (ФРГ, Нидерланды и др.). В Канаде пороговые концентрации нефтяных УВ в почвах, в том числе опасные сточки зрения проникновения в подземные воды, установлены с учетом фракционного состава почв и длины цепи УВ, а также назначения земель (сельское хозяйство, населенные пункты и парки и др.). Также учтена специфика объектов воздействия (их выделено 10 видов) и дифференциация оценок по глубине загрязнения почв: выделяются приповерхностный слой и проникновение до 1,5 м [4]. К недостаткам данного подхода можно отнести ►

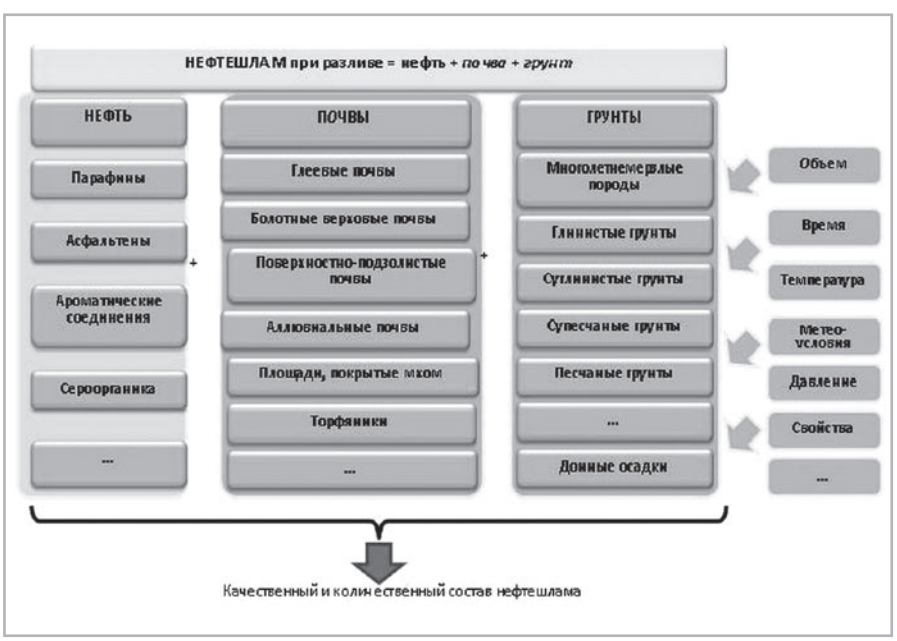

Рис. 1. Факторы формирования состава нефтешламов

отказ от разделения УВ по классам: очевидно, что выделенная группа С6-С10 может содержать и гексан с гомологами, и бензол – вещества разных классов опасности, реакционной способности и токсичности.

В конечном итоге оценка состояния почво-грунтов и дренирующих их вод должна проводиться на основе расширенного списка контролируемых загрязнений с делением их по степени устойчивости.

В работе [6] при оценках состояния загрязнения ПАУ компонентов экосистем рекомендуется применять индекс «техногенности» – соотношение суммы пирена с флуорантеном (они имеют преимущественно техногенное происхождение) к сумме хризена с фенантреном (имеют природный генезис).

Список канцерогенных ПАУ не исчерпывается хризеном и бенз(b)флуорантеном, он также включает бенз(k)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(a,h)антрацен, бенз(g,h,i)пирелен и др. Их суммарное содержание в поверхностном слое воды Азовского моря (юго-восточный район) в 2007 г. достигало 72,2 нг/дм^3, в донных отложениях до 123,0 нг/дм^3. Доля перечисленных канцерогенов в сумме ПАУ составляла в разные годы наблюдений в воде 16÷23%, в донных отложениях 26÷58%. В районе Керченской аварии (ноябрь 2007 г.) концентрации ПАУ в воде достигали 5714 нг/дм^3 с долей канцерогенов 42,1%. Выявлена четкая тенденция увеличения доли канцерогенных ПАУ с течением времени как в донных отложениях, так и воде [3].

Кроме индекса «техногенности» для определения соединений ПАУ техногенной природы (в большей степени соединений-продуктов сжигания нефти) применяют индекс «пирогенности» – отношение концентраций флуорантена к сумме концентраций флуорантена и пирена. Считается, что при значении более 0,5 в составе техногенных соединений преобладают пирогенные ПАУ.

Таким образом, несмотря на то, что в целом российские нормативы в большинстве своем жестче, чем в странах ЕС, проблема объективной оценки последствий нефтяного загрязнения для состояния подземных вод остается актуальной по следующим причинам.

- В отечественной практике контроль качества подземных вод основан на мониторинге валового содержания нефтепродуктов; недооценка опасности нефтяного загрязнения и занижение ущерба связаны с недостаточным учетом токсичности и мутагенной активности таких компонентов как ПАУ, бенз(а)пирен, ПХБ и др.
- Недоучет трансформации компонентов нефти и их перемещения с возможностью аккумулироваться в определенных зонах, как и синергетическогоэффекта при попадании данных веществ в окружающую среду. В результате отсутствует полное представление об актуальности этой проблемы. Не оценено взаимодействие компонентов нефти с органическими комплексами (гуминовые и фульвокислоты и др.). Продукты взаимодействий (в том числе новые канцерогенные соединения, которые в лабораторных условиях практически не поддаются моделированию могут) концентрироваться на геохимических барьерах.
- Недоучет загрязнения сопредельных сред приводит к заниженным оценкам общего ущерба. Так, по данным об аварийных загрязнениях в Пермском крае было получено 5-12 – кратное расхождение в суммах ущербов, определенных по стандартным методикам и при детальных оценках.
- Существующие алгоритмы мониторинга состояния подземных вод и расчета эколого-экономического ущерба слабо учитывают специфику загрязняемых природных комплексов и их экологическую ценность (в отличие, например, от стран ЕС). В частности, одна из проблем ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов – оценка распределения техногенных УВ-соединений в криогенных почвах и породах. Распределение этих загрязнителей здесь имеет свои особенности: вследствие суровых климатических условий и низкой биологической активности микроорганизмов существенно замедлена деградация нефти и нефтепродуктов. Самоочищение почв в этой зоне преимущественно связано с механическим рассеянием компонентов нефти, а радиальная миграция ограничена кровлей вечномерзлых пород, поэтому латеральное распространение нефти значительно превышает проникновение загрязнителя вглубь породы. Таким образом, непроницаемых пород для УВ-загрязнений не существует.

Решение данных проблем может реализовываться по следующим направлениям [8, 12]:

- разработка дифференцированных нормативов качества компонентов окружающей среды и нормативов содержания компонентов нефтешламов:
  - с учетом особенностей природных условий в регионах;
  - с учетом направлений использования почвенно-земельных ресурсов;
  - с учетом миграции и трансформации нефтешламов;
- контроль качества почвенно-земельных ресурсов с учетом вероятности развития процессов вторичного загрязнения и запуска механизмов деградации земель и сопредельных сред;
- модернизация системы показателей для оценки качества компонентов окружающей среды
- разработка специализированных информационно-аналитических систем по контролю состояния нефтешламов и нефтяных загрязнений;
- развитие методической базы для оценки эколого-экономических последствий нерационального использования почв и земель. ■

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Бачурин Б.А., Одинцова Т.А. Проблемы диагностики и контроля нефтяных загрязнений природных геосистем// Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2005. – № 9-10. – С. 79-84
2. Десяткин А.А. Разработка технологии утилизации нефтяных шламов: автореф. дисс. на соиск. Канд. тех. наук. – Уфа: Уфимский гос. Тех. Университет, 2004. – С. 6.
3. Ларин А.А., Павленко Л.Ф., Корпакова И.Г. Накопление загрязняющих веществ в моллюсках из юго-восточного района Азовского моря. // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – М., 2009. - №1 – С. 45-48.
4. Основы изучения загрязнения геологической среды легкими нефтепродуктами/ Н.С. Огняник, Н.К. Парамонова, А.Л. Брикс и др. – К.: [А.П.Н.], 2006. – 278 с.
5. Редина М.М. Оценки эколого-экономических последствий аварийных разливов нефти и экономическая устойчивость предприятий// Экспозиция Нефть Газ. –2011. – №5. – С. 16-18.
6. Решетов И.К., Петик В.А. Прогноз поступления растворенных нефтепродуктов в грунтовый водоносный горизонт с использованием величины инфильтрационного питания// Екологія довкілля та безпека життєдіяльності, №4, 2003 г. – с. 73-75
7. Хаустов А.П., Редина М.М. Быть готовыми к аварии// Нефть России, 2011, №7. – с. 86-89.
8. Хаустов А.П., Редина М.М. Модернизация нормативной базы в сфере землепользования на основе региональных нормативов. - [Электронный документ]. – Режим доступа: http://www.rkpr.inion.ru/files/download/1000-23204/100023204.doc?13176242211-76. – Проверено 4.10.2011.
9. Хаустов А.П., Редина М.М. Проблемы готовности к ликвидации аварийных разливов нефти// Oil&Gas Jornal Russia, 2010, №11. – С. 30-33
10. Хаустов А.П., Редина М.М. Проблемы планирования и предупреждения аварийных ситуаций на нефтепроводах// Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Обз. инф., 2011, вып. 2. – с. 22.-57.
11. Хаустов А.П., Редина М.М. Проблемы предупреждения и планирования аварийных ситуаций на нефтепроводах// Право и безопасность, 2010, №2 (35). – С. 86-91.
12. Хаустов А.П., Редина М.М., Калабин Г.А. Проблемы формирования качества пресных подземных вод при углеводородном загрязнении. В кн.: «Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии». Мат-лы междунар. науч.-практ.конф. 18-22.04.2011 г.). Часть 3. – Моск. обл., п. Зеленый: ВСЕГИНГЕО, 2011. – с. 17-33.