

НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ: САНАЦИЯ ИЛИ САМООЧИСТКА?

*Л. Кржиж, И.С. Пашковский
Компания «Деконта Геолинк»*

Практически все объекты, связанные с добычей, транспортировкой, переработкой, хранением, потреблением нефти и нефтепродуктов, – это источники нефтезагрязнения природной среды, в частности подземных (грунтовых) вод и грунтов зоны аэрации. Опыт показывает, что ликвидация такого загрязнения требует значительных и не всегда оправданных денежных затрат.

Загрязнение грунтовых вод и грун- та зоны аэрации формируется при инфильтрации утерянных (например, в результате аварийных разливов) нефтепродуктов в более глубокие слои земли. Этот процесс описан во многих статьях и монографиях ряда специалистов¹. Установлено многофазовое существование нефтепродуктовых углеводородов в подземных условиях: свободная (несмешивающаяся с водой) форма в виде так называемых «линз», мигрирующих вместе с подземными водами; растворенная в воде, эмульгированная и газовая фазы; состояние, адсорбированное грунтом зоны аэрации.

Загрязненные нефтепродуктами подземные воды могут представлять опасность в случае высачивания в поверхностные водные объекты, водоносные горизонты, используемые для водоснабжения, в верхние почвенные слои земли, в подвальные помещения различных сооружений. Снижение этой опасности является сложной

проблемой. Чаще всего она решается традиционным путем – ликвидацией загрязнений. Однако практический опыт показывает, что такой подход далеко не всегда оказывается эффективным как с технической, так и с экономической точки зрения – вложенные средства могут намного превысить достигнутый результат.

Представляется целесообразным провести рассмотрение альтернативного варианта – процесса естественной деконтаминации (ЕД) нефтепродуктов или самоочищения подземных вод, которому в последние годы уделяется повышенное внимание. ЕД представляет собой совокупность протекающих естественных процессов биodeградации, растворения, сорбции, миграции нефтепродуктов, а также различных химических реакций, приводящих к уменьшению их содержания в подземных водах.

Условием протекания биodeградации нефтепродуктов является наличие кислорода, выступающего в качестве электронного акцептора окислительных процессов. В аэроб-

¹ Экология производства. 2007. № 12. С. 50–53.

ных условиях (например, в грунте зоны аэрации) в качестве такового выступает кислород из воздуха.

Долгое время считалось, что в подземных анаэробных условиях процессы естественной биодegradации протекают очень медленно. Однако исследования последних лет показали, что в качестве электронного акцептора могут выступать ионы нитратов, а после их исчерпания – ионы железа и сульфатов, всегда присутствующие в подземной воде (снижение концентрации этих ионов в подземных водах может являться показателем протекания процессов биодegradации нефтепродуктов). Поэтому процессы биодegradации в анаэробных условиях протекают так же эффективно, как и в аэробных.

Для принятия решения о необходимости специальных работ по санации загрязненных подземных вод следует провести оценку риска возникновения негативных последствий и прогноз динамики загрязнения.

Возможность отказа от проведения работ по санации загрязненных нефтепродуктами подземных вод можно продемонстрировать на примере территории бывшей военной базы (аэродрома) в Чешской Республике, где экологические проблемы решались комплексно на основе сочетания технических решений и глубокого анализа процессов, происходящих в окружающей среде.

С поверхности земли залегают рыхлые отложения четвертичного возраста, подстилаемые на глубине 5–6 м кристаллическими породами. Последние характеризуются затухающей с глубиной трещиноватостью, которая определяет их фильтрационные свойства.

Подземные воды залегают на глубинах 3–5 м и приурочены к рыхлым



Рис. 1. Концентрация нефтепродуктов в подземных водах по результатам изысканий в 1975 г.



Рис. 2. Концентрация нефтепродуктов в подземных водах по данным мониторинга в 2002 г.

четвертичным породам и зоне трещиноватости в кристаллическом основании.



Рис. 3. Результаты мониторинга содержания нефтепродуктов в подземных водах

протеканием природных процессов естественной деконтаминации, которые проявляют себя более активно, чем считалось ранее.

Анализ данных наблюдения показывает, что в рассматриваемом случае активная санация грунтов

и подземных вод (например, путем откачки нефтепродуктов) неэффективна и экономически невыгодна.

Питание подземных вод происходит за счет атмосферных осадков, разгрузка – за счет фильтрации к местным эрозионным врезам по зонам трещиноватости в кристаллических породах. Использование подземных вод для водоснабжения имеет дисперсный характер (централизованное водоснабжение отсутствует): это колодцы и неглубокие скважины (до 30 м).

Аэродром располагался на равнине между двумя реками на расстоянии 4–5 км от поселений. Сразу после его ликвидации в 1975 г. были проведены первые исследования по изучению загрязнения подземных вод, показавшие загрязненность подземных вод нефтепродуктами площадью 175 га и объемом около 600 тыс. м³.

Последующие наблюдения были продолжены с 1982 г., а регулярный мониторинг – с 1995 г. Сравнение собранной ранее информации с более поздними современными данными позволяет сделать вывод о существенном сокращении площади и объема загрязненных подземных вод (рис. 1, 2).

Такое снижение концентрации нефтепродуктов в подземных водах происходит в основном без проведения специальных мероприятий по их очистке. Наблюдаемая картина связана с интенсивным

Результаты мониторинга подземных вод за содержанием нефтепродуктов, проводимого с 1993 г. по одной из скважин (рис. 3), однозначно подтверждают протекание процесса деконтаминации и деградации ореала загрязнения.

Косвенным показателем этого процесса являются также гидрохимические данные, свидетельствующие о потреблении электронных акцепторов у ионов-доноров и повышении содержания промежуточных продуктов метаболизма. Таким образом, анаэробная биodeградация является достаточно эффективным процессом, устраняющим ароматическую часть нефтяного загрязнения в подземной воде (см. таблицу).

Из приведенных данных видно, что площадь загрязнения растворенными нефтепродуктами за 20 лет сократилась

Динамика масштабов загрязнения подземных вод по данным мониторинга

Показатели	1982 г.	2002 г.
Площадь загрязненных подземных вод, га	175	20
Линза нефтепродуктов, га	6,2	0,8
Объем загрязненных грунтов, тыс. м ³	180	40

лась почти в 9 раз, а свободными – в 8 (см. рис. 1, 2). При этом объем загрязненного грунта сократился на 140 тыс. м³. Затраты на техническую санацию такого объема грунта составили бы приблизительно 14 млн долл.

Кроме того, следует отметить, что за прошедшие 20 лет никакого негативного воздействия загрязнения на окружающую среду не произошло.

Оценка риска (вероятности возникновения) негативного воздействия загрязнения производилась с учетом таких факторов, как направление использования загрязненной территории, наличие вблизи аэродрома поверхностных водных объектов, использование водоносных горизонтов для водозаборов и пр.

Для прогноза и оценки рисков представляется целесообразным также использование математического моделирования распространения и изменения концентрации загрязняющих веществ в зоне аэрации и в водоносных горизонтах.

Таким образом, как следует из представленных данных, при планировании очистки загрязненных территорий естественная деконтаминация может рассматриваться как альтернатива технической или химической мелиорации грунтов и подземных вод. Обоснование эффективности самоочищения связано с необходимостью детального и долгосрочного мониторинга территории.

Задачей мониторинга и моделирования является оценка того, в какой из трех фаз находится ореол загрязнения: развития; стабилизации под влиянием активной санации или процессов самоочищения или уменьшения и исчезновения под влиянием естественной деконтаминации.

При отказе от применения технической санации или перед ее прекращением необходимо с полной ответственностью взвесить все возможные последствия этого решения.

Экологические решения для нефтеперерабатывающих предприятий

www.geolink-ltd.com

- Контроль гидродинамического и гидрохимического режимов подземных и поверхностных вод
- Обоснование инженерной защиты подземного пространства от загрязнения жидкими нефтепродуктами
- Выявление и контроль техногенной загазованности почв и грунтов, обоснование мероприятий по ее ликвидации
- Выявление, оценка и прогноз загрязнения почв и грунтов, грунтовых и поверхностных вод
- Обоснование технологических решений ликвидации загрязнений
- Расчеты выноса загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты
- Проектирование автоматизированных систем мониторинга
- Разработка системы дренажей грунтовых вод



ЗАО "Геолинк Консалтинг"

Россия, Москва, 117105,

Варшавское шоссе, 39а

тел.: (495)380-1680,

факс: (495)380-1681

web: www.geolink-ltd.com

e-mail: hydro@geolink-group.com