

КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Максимович Н. Г., Хмурчик В. Т., Мещерякова О. Ю., Денисов А. В.
Естественнаучный институт Пермского государственного университета,
г. Пермь, Россия

Очистка подземных вод от загрязнения представляет собой достаточно сложную научно-методическую и техническую задачу и, как правило, требует комплексного подхода. Такой подход был реализован в зоне загрязнения нефтепродуктами подземных вод, разгрузка которых происходит в Камское водохранилище, являющееся основным источником водоснабжения Пермского края. Исследования проводились на участке протяженностью 1,2 км в районе Полазненского месторождения нефти.

Проведенными исследованиями установлено, что причина загрязнения водохранилища — линза нефти на поверхности трещинно-карстовых вод. Разгрузка нефтепродуктов здесь фиксируется с 70-х гг. XX века. Источником нефти явились разливы, сбросы нефти в карстовые полости и другое в 60—70-е годы, что подтверждено комплексом проведенных исследований. Существуют другие мнения по поводу источников формирования нефтяной линзы [1]. В настоящее время по данным анализов поступления свежей нефти не зафиксированы. По составу нефть линзы близка к нефти Яснополянской залежи, однако окисленная, утратившая бензиновые фракции и высокомолекулярные парафиновые углеводороды.

Попытки ликвидации нефтяного загрязнения предпринимались различными организациями на протяжении последних 35 лет. Основной ошибкой, по мнению авторов, было недостаточное внимание к механизму загрязнения, а оно здесь имеет не совсем обычный характер.

Закарстованный, в том числе и с поверхности, карбонатно-гипсовый массив (до 30 % пустотности), явился хорошим коллектором для нефти и имеет тесную гидравлическую связь с водохранилищем. В результате битумизации рыхлых отложений береговой зоны нефть оказалась в своеобразной гидродинамической ловушке.

Основной механизм загрязнения вод следующий.

Дождевые и талые воды (370 тыс. м³/год) инфильтруются в закарстованный массив и за счет разности плотностей фильтруются сквозь линзу.

Воды насыщаются растворимыми нефтепродуктами и поступают в водохранилище. Интенсивность их поступления контролируется колебаниями уровня водохранилища и интенсивностью осадков и снеготаяния, поэтому концентрации нефтепродуктов в водохранилище крайне неравномерны по году. Подтверждением этой модели может служить то, что в период межени наблюдается разгрузка в виде родников прозрачной опалесцирующей жидкости с сильным запахом. После смешивания с водами водохранилища происходит выпадение темных нефтепродуктов.

Высокая закарстованность Полазненского полуострова обуславливает не совсем типичную картину движения подземных вод. Уровни воды в водохранилище практически соответствуют уровням подземных вод. При стабильном уровне водохранилища поток направлен вдоль берега: вода движется из Полазненского залива в массив; при сильных колебаниях уровня - из водохранилища или в водохранилище. Это подтверждается данными специальных наблюдений.

Эти не совсем обычные условия определили стратегию борьбы с загрязнением водохранилища:

- необходимо откачать как можно большее количество нефти из линзы, находящейся в гидравлической ловушке, без откачки подземных вод;
- необходимо очистить подземные воды, находящиеся ниже водонефтяного контакта и загрязняющие водохранилище.

Загрязнение подземных вод происходит, как отмечено выше, главным образом за счет выноса растворенных нефтепродуктов при фильтрации через линзу дождевых и талых вод. Уменьшение в ходе откачки мощности линзы с 2-3 м до 10 см существенно уменьшит вынос нефтепродуктов за счет уменьшения пути фильтрации воды через нефть. Усилится поступление кислорода необходимого для химического и биологического окисления нефти. Для откачки была разработана, опробована и запатентована специальная установка [2, 3, 4].

В ходе работ была достигнута основная цель - отработана технология откачки нефти из линзы без забора воды. Отработаны все технологические элементы - датчики глубины и мощности линзы, возможность оперативного изменения глубины насоса и т.д. Показано, что дебит скважины позволяет откачивать нефть в значительных объемах до 200 л/час.

Для очистки подземных вод ниже водонефтяного контакта разработан и запатентован микробиологический метод. Для этого выделен консорциум аборигенных активизированных микроорганизмов, отобранных из подземных вод месторождения [3]. Запатентовано также устройство для контроля процессов очистки вод от нефтепродуктов [2, 3] Натурные эксперименты показали, что идет активная биодegradация нефтепродуктов [5]

Микроорганизмы перерабатывают не сколько саму нефть, сколько растворимые в воде нефтепродукты, выделяющиеся из линзы при фильтрации через нее атмосферных осадков. Эти процессы активно происходят на водно-нефтяном контакте. По примерным оценкам для биодegradации одной тонны нефтепродуктов необходимо 70 литров биопрепарата. При этом интенсивному воздействию препарата подвергаются алканы нормального и изопреноидного строения и другие наиболее подвижные водорастворимые соединения нефти, вносящие основной вклад в загрязнение Камского водохранилища.

Нефть, как указывалось выше, находится в гидродинамической ловушке и водонефтяной контакт является своеобразной застойной зоной, что обеспечит высокую концентрацию биопрепарата продолжительное время. По результатам экспериментов рекомендуемая частота внесения препарата в скважину составляет 1 раз в 7—10 дней в количестве 15—20 литров. За время экспериментов за счет биодegradации было удалено около 1,9 т компонентов нефти.

Таким образом, выполненные работы показали, что при наличии закарстованных пород механизм загрязнения водохранилища имеет достаточно сложный характер и требует специальных методов для реализации природоохранных мероприятий.

1 Оборин А. А., Хмурчик В. Т., Иларионов С. А. и др. Нефтезагрязненные биогеоценозы (Процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы): монография / УрО РАН; Перм. гос. ун-т, Перм. гос. техн. ун-т. - Пермь, 2008.

2 Максимович Н. Г., Хмурчик В. Т. Патент на полезную модель N 54398 РФ. Пробоотборник. № 2005139519/22; заявл. 16.12.05; опубл. 27.06.06.

3 Максимович Н. Г., Хмурчик В. Т. Патент на изобретение № 2312719 РФ. Консорциум штаммов углеводородокисляющих бактерий *pseudomonas aeruginosa* НД КЗ-2 в качестве деструктора нефтепродуктов и способ очистки нефтезагрязненных подземных вод. Заявитель и патентообладатель ООО «Лукойл-Пермь». - № 200610479.

4 Попов Л. Н., Максимович Н. Г. Патент на полезную модель № 81522 РФ. Установка для откачки нефтесодержащей жидкости из скважины.. Заявитель и патентообладатель ГОУВПО «Пермский государственный университет». - № 2008139538. заявл. 07.10.08; опубл. 20.03.09

5 Хмурчик В. Т., Максимович Н. Г. Использование аборигенной микрофлоры для борьбы с нефтяным загрязнением подземных вод // Вестник Пермского университета. Биология. - 2007. -№5(10). -С. 123-126.