

МЕХАНИЗМ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РАЙОНЕ ЗАКАРСТОВАННЫХ БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ И МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ

Максимович Н. Г. (nmax@psu.ru), Мещерякова О. Ю. (mng@psu.ru)

Естественнонаучный институт Пермского государственного университета

В статье рассмотрена проблема загрязнения Камского водохранилища при разработке Полазненского месторождения нефти. Основным фактором, способствующим загрязнению является интенсивная закарстованность берегов водохранилища. В качестве методов борьбы разработаны, опробованы и запатентованы два способа: откачка линзы нефти с поверхности подземных вод и биологическая деструкция нефтепродуктов активизированными аборигенными микроорганизмами.

This article deals with the pollution problem of the Кама reservoir during the mining of Polazna oil minefield. The main factor contributing to the pollution is the intensive karst processes of reservoir banks. Two methods were developed, tested and patented for controlling this pollution. They are the pumping out the oil lens from the surface of underground waters and the biological destruction of oil products by active aboriginal microorganisms.

На значительной части территории Пермского края выходят на поверхность или залегают неглубоко от нее карстующиеся породы: известняки, доломитизированные известняки, доломиты, гипсы, ангидриты, соли. Их площадь составляет около 45 тыс. км² или 30 % территории края.

В Пермском крае насчитывается около 320 месторождений нефти, площадью примерно 3 тыс. км². Опыт разработки нефтяных месторождений Пермского края показал, что проблемы стойкого, трудноустраняемого загрязнения окружающей среды наиболее остро стоят в районах развития карста [2, 3, 5, 6]. Треть всех месторождений расположена в карстовых районах. Занимаемая ими площадь составляет около 1,3 тыс. км². Нефтяные месторождения приурочены главным образом к Соликамскому (29), Полазнинскому (14), Нижнесылвинскому (10), Иренскому (30) и Уфимского плато (14) карстовым районам с преимущественным развитием гипсового и карбонатно-гипсового карста, за исключением Соликамского соляного карстового района [1, 4].

Общая протяженность береговой линии водохранилищ Пермского края составляет 3,5 тыс. км, из них 25 % проходит по территории карстовых районов. Около 10 % месторождений нефти, приуроченных к карстовым районам, располагаются в непосредственной близости от водохранилищ.

В районах развития закарстованных пород в случае их близкого залегания или выхода на поверхность происходит поглощение значительной части поверхностного стока. Все атмосферные осадки, а также проливы, разливы в

т.ч. нефти практически беспрепятственно поглощаются трещинами, воронками, котловинами и другими карстовыми формами. Любые технологические или непреднамеренные утечки нефти за короткое время попадают в подземные водоносные горизонты.

При анализе карты защищенности подземных вод Пермского края [2] (рис. 1) видно, что 40 % месторождений приурочены к не защищенным и слабо защищенным территориям. Такие территории во многих случаях сложены карстующимися породами. Месторождениям, находящимся на защищенных и слабозащищенных территориях следует уделять повышенное внимание при эксплуатации.

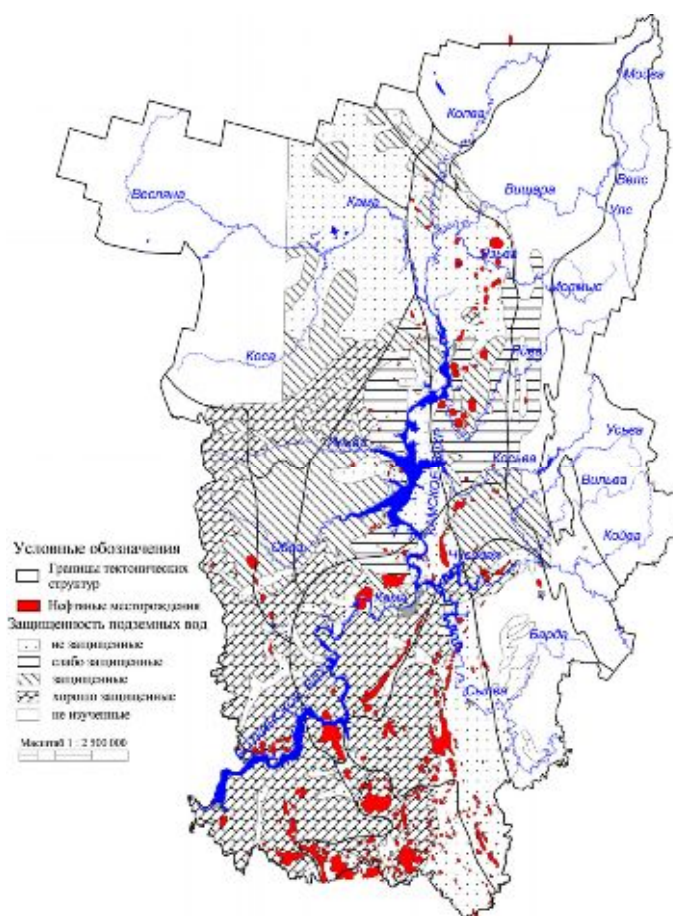


Рис. 1. Карта защищенности подземных вод Пермского края [2]

Загрязнение в районах развития карста имеет ряд особенностей. Механизм нефтяного загрязнения в районе закарстованных берегов изучался на примере Камского водохранилища — основного источника 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 (рис. 2). Здесь с 70-х гг. 20 века фиксируется разгрузка нефтепродуктов. Источник нефти — разливы, сбросы нефти в карстовые полости и т.д. в 60—70 е годы, что подтверждено комплексом проведенных исследований [5].

Существуют и другие мнения по поводу источников формирования нефтяной линзы [6]. 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.

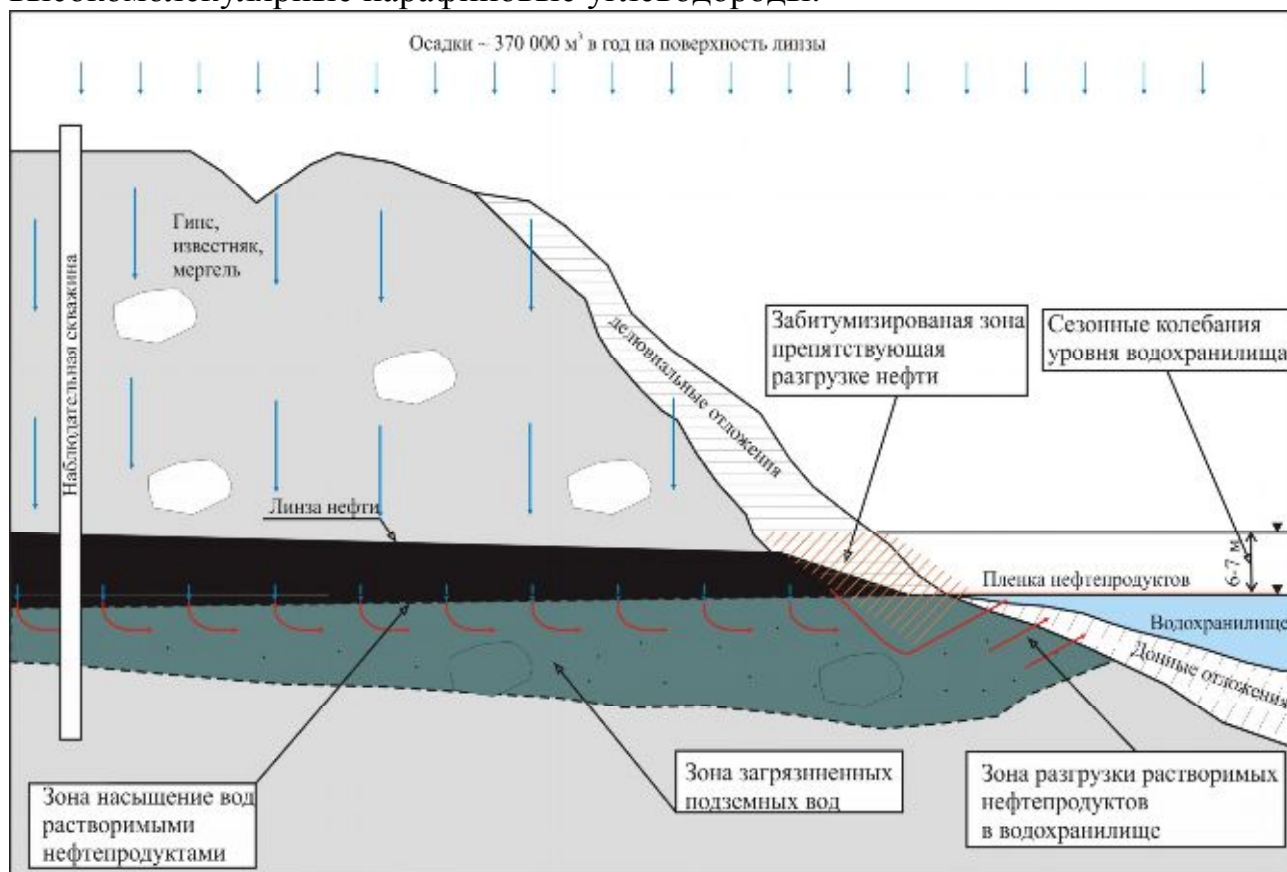


Рис. 2 Механизм загрязнения Камского водохранилища нефтепродуктами в районе п. Полазна

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 (около 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 соответствует 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.

Такие 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.

Попытки откачки нефти производились ранее (в 80-е годы 20 века), однако без учета особенностей карстового массива. Прямая очень тесная гидравлическая связь с водохранилищем не позволяла создать депрессионную воронку, высокая производительность насосов превышала поступление нефти в зону откачки, т.е. качалась в основном вода, приемная часть насоса не находилась постоянно в слое нефти, отсутствовали датчики и т.д.

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 [9] для откачки нефти через существующие наблюдательные скважины.

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 [8]. Запатентовано также устройство для контроля

процессов очистки вод от нефтепродуктов [7]. Натурные эксперименты показали, что идет активная биodeградация нефтепродуктов [10].

Микроорганизмы перерабатывают не только 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 биodeградации 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 биodeградации было удалено около 1,9 тонн 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.

Список литературы:

1. Атлас электронных карт на базе компьютерной программы ArcView GIS 3.2a, «Геокарта», 2000 г.
2. Бузмаков С.А. Техногенные изменения компонентов природной среды в нефтедобывающих районах Пермской области. С.А. Бузмаков, С.М. Костарев – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2003. – 171 с.
3. Быков В.Н. Нефтегазовое карстование / В.Н. Быков. Перм. ун-т. Пермь, 2003
4. Горбунова К.А. Карст и пещеры Пермской области / К.А. Горбунова, В.Н. Андрейчук, В.П. Костарев, Н.Г. Максимович. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1992. – 200 с.
5. Максимович Н.Г. О роле карста в формировании нефтяного загрязнения гидросферы в районе п. Полазна / Н.Г. Максимович, С.В. Казакевич, В.В. Никифоров // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: Материалы регион. науч.-практ. конф. / Перм. ун-т. - Пермь, 2005. - С. 290-295.
6. Оборин А.А. Нефтезагрязненные биогеоценозы (Процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы): монография / А.А. Оборин, В.Т. Хмурчик, С.А. Иларионов, М.Ю. Маркарова, А.В. Назаров; УрО РАН; Перм. гос. ун-т; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2008. – 511 с.: ил.

Максимович Н. Г., Мешерякова О. Ю. Механизм нефтяного загрязнения в районе закарстованных берегов водохранилищ и методы улучшения экологической ситуации == The MECHANISM Of POLLUTION In REGIONS Of KARST RESERVOIR BRINKS And METHODS Of IMPROVING Of EGOLOGICAL SITUATION // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Т.1: Гидро- и геодинамические процессы. Химический состав и качество воды: тр. Междунар. науч. – практ. конф. (26 мая – 28 мая 2009 г., Пермь) – Пермь, 2009. – С.265-270.

7. Патент на полезную модель N 54398 РФ. Пробоотборник / Н.Г. Максимович, В.Т. Хмурчик; заявитель и патентообладатель ФГНУ «Естественнонаучный институт». - № 2005139519/22; заявл. 16.12.05; опубл. 27.06.06.

8. Патент на изобретение № 2312719 РФ. Консорциум штаммов углеводородоокисляющих бактерий *pseudomonas aeruginosa* НД КЗ-2 в качестве деструктора нефтепродуктов и способ очистки нефтезагрязненных подземных вод / Н.Г. Максимович, В.Т. Хмурчик; заявитель и патентообладатель ООО «Лукойл-Пермь». - № 2006104797; заявл. 15.02.06; опубл. 20.12.07.

9. Решение о выдаче патента на полезную модель. Установка для откачки нефтесодержащей жидкости из скважины / Л.Н. Попов, Н.Г. Максимович; заявитель и патентообладатель ГОУВПО «Пермский государственный университет». - № 2008139538. заявл. 07.10.08

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