

*М.М. Ахметшакиров¹, Р.Ф. Павлов¹, В.М. Федотов², С.В. Чурбанова²*¹НГДУ "Прикамнефть", Елабуга²ТГРУ, ТНПЦ "Гидромониторинг", Казань

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НГДУ "ПРИКАМНЕФТЬ"

Данная работа представляет собой анализ возможностей применения нового геохимического способа выявления основных причин и факторов нарушения гидрохимической зональности пресных подземных вод. Системный подход к проблеме позволил выявить, обосновать и очертить участки, площади и отдельные места разгрузки подземных вод с различной интенсивностью и масштабами загрязнения.

На территории НГДУ "Прикамнефть" разработка нефтяных залежей осуществляется уже на протяжении нескольких десятков лет, начиная с 1980 г. Систематические наблюдения за состоянием и изменением химического состава и качества природных вод выполняются собственными силами с 1993 г. Отбор проб воды проводится по 40 водоисточникам и 13 гидростворам. По интересующему региону накоплен значительный банк данных по химическому составу природных вод, включающий почти 400 анализов по подземным и более 700 анализов по поверхностным водам.

Несмотря на достаточно небольшой временной отрезок, прошедший с начала разработки залежей, и относительно молодой возраст нефтепромыслов, как показали обобщение и анализ имеющегося материала, к настоящему моменту практически на всех основных промыслах зафиксированы случаи изменения состава и качества вод.

Обобщение результатов химических анализов по классической гидрогеологической методике в региональном плане показывает, что в период с 1993 по 2001 г. распространены подземные воды исключительно гидрокарбонатного класса кальциевой группы. Для примера сошлемся на рис. 1. Нетрудно видеть, что преимущественное распространение получили воды гидрокарбонатного магниево-натриево-кальциевого типа. Воды были преимущественно пресными и умеренно жесткими. Однако бросается в глаза, что в ряде водоисточников состав воды явно отличается от природного. Опять таки, согласно классической методике, можно с уверенностью говорить лишь о сильном изменении состава и качества воды в источнике № 10392, где по многолетним наблюдениям зафиксировано превышение ПДК по минерализации в 2,5 раза, а по жесткости - в 5 раз. В других источниках этого нет, хотя в воде присутствует повышенное количество хлоридов.

Не вносит ясности в озвученную проблему и другой гидрогеологический способ отражения изменения ситуации, основанный на построении карты изменения концентрации хлоридов (минерализации, сульфатов и др.) в воде (рис. 2). На рисунке обозначаются уже не один, а два очага загрязнения, хотя второй еще не превысил ПДК по хлоридам (350 мг/дм³). Хотя из рисунка трудно сделать вывод о конкретном источнике загрязнения. В такой ситуации актуальным становится вопрос о методе оценки степени воздействия техногенных и природных процессов на изменение состава и качества воды.

В данной работе, совместно со специалистами НГДУ "Прикамнефть", впервые излагаются основные результаты проведенных исследований на основе нового способа выявления гидрогеохимических неоднородностей в подземных водах зоны активного водообмена под воздействием техногенных и, как следствие, природных процессов. Этот способ, в отличие от всех канонических, позволяет количественно установить - какой фактор является доминирующим в изменении состава и качества воды в каждой точке, на каждом промысле и в регионе в целом. Данный способ позволяет наметить стадийность подобных изменений. А самое важное - позволяет и дает основания показать тот признак, по которому происходит изменение состава и качества воды на каждой стадии конкретно, будь то жесткость воды, минерализация и т.д.

Кратко приведем основные постулаты данных построений. Метод выявления неоднородностей гидрохимической зональности (Гуськов и др., 1991), в нашем случае подземных вод, позволяет наметить участки с измененной гидрохимической зональностью под воздействием либо природных, либо техногенных факторов, либо тех и других совместно, либо при явном преобладающем влиянии одного над другим. В качестве меры неоднородности используется величина относительной энтропии. Вслед за (Мазур, Молдаванов, 1999), мы считаем, что: «...энтропия замкнутой системы при любых процессах в ней не может убывать до бесконечности, т.е. она может быть равна нулю (при обратимых процессах) или больше нуля (при необратимых процессах)...Природные процессы не относятся к абсолютно замкнутым, и процессы, протекающие в них относительно обратимы, поэтому их энтропия условно бесконечно долго остается приравненной нулю, причем на достижение этого состояния направлена самоорганизация природных систем и их саморегуляция».

Для выявления гидрохимических неоднородностей в подземных водах были выбраны четыре показателя: сульфаты, натрий, хлориды и кальций. Это сделано по нескольким причинам. Во-первых, изучение нарушения гидрогеохимической зональности предстояло проводить в зоне пресных, как правило, гидрокарбонатных вод, которая характеризуется абсолютным распространением гидрокарбонатных и лишь отчасти сульфатно-гидрокарбонатных вод. Во-вторых, основными природными процессами изменения состава и качества воды являются общеизвестные факторы (растворение, осаждение и др.).

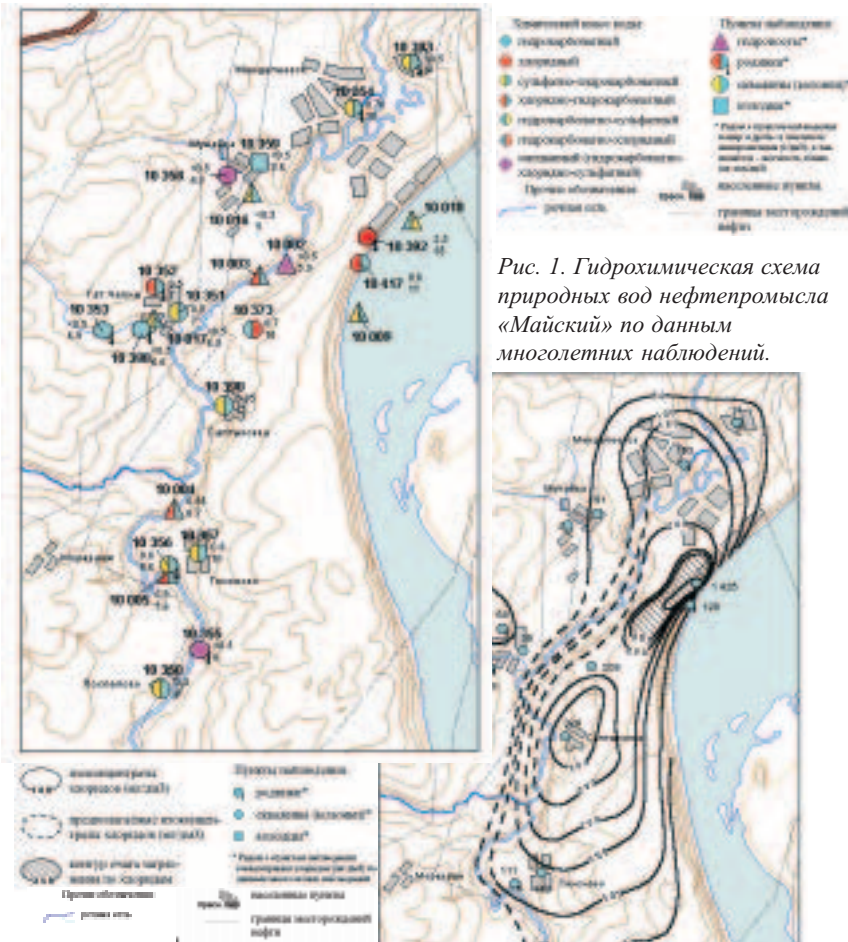


Рис. 1. Гидрохимическая схема природных вод нефтепромысла «Майский» по данным многолетних наблюдений.

Рис. 2. Изменение содержания хлоридов в подземных водах нефтепромысла «Майский» по данным многолетних наблюдений.



цевого состава, отчего названа совместно с сульфатно-натриевым типом вод единым термином - сульфатные воды. Величина неоднородности (энтропии) вычислялась в процентах. Низкие значения, менее 20 %, служат указанием на развитие участков с пресными подземными водами, не испытывавшими сколько-нибудь заметного влияния со стороны техногенных факторов, и здесь не происходит формирование техногенных очагов загрязнения. Если величина энтропии находилась в диапазоне от 20 до 50 %, то эти воды уже испытали определенное воздействие, которое проявляется, как правило, в увеличении жесткости вод и не более. В случае, когда энтропия более 50 %, но менее 100 %, это означало, что воды испытали непосредственное воздействие со стороны техногенных факторов. При этом изменение гидрохимической зональности вод сопровождается формированием монокомпонентного очага загрязнения по любому из определяемых компонентов. При величине более 100 % состав воды изменяется очень сильно и довольно быстро, с обязательным формированием очага загрязнения, обычно двух- и даже поликомпонентного.

Анализируя динамику изменения энтропии системы по различным нефтепромыслам, нетрудно убедиться, что на всех нефтепромыслах ощущается влияние техногенного фактора на изменение состава и качества воды, причем устойчивая тенденция формирования мо-

В третьих, для представления более реальной обстановки были собраны практически все сведения о техногенных объектах. И последнее, при оценке экологического состояния среды, и подземных вод в частности, учитывалось не столько влияние технологических процессов на интенсивность проявления самих себя как таковых, сколько их влияние на проявление (усиление, ослабление) природных процессов. Так, к примеру, хлоридно-кальциевые глубинные рассолы сами по себе в зоне пресных вод не появляются, даже с учетом всех гидрогеологических условий.

Чтобы количественно отразить роль природного или техногенного фактора, была рассчитана энтропия по трем показателям соответственно: сульфаты-кальций-натрий (природный) и хлориды-кальций-натрий (техногенный). С целью определения важности того или иного признака в каждом факторе рассчитывалась энтропия по парам компонентов: в природном - сульфаты-кальций (более верхний горизонт) и сульфаты-натрий (более глубокий горизонт вод), а в техногенном - хлориды-кальций и хлориды-натрий. Выбор этих показателей сделан потому, что хлориды и кальций имеют между собой сильную положительную корреляцию, как основные составляющие глубинных (нефтяных) вод, а сульфаты и натрий - как основные элементы вод сульфатно-натриевой гидрохимической зоны данного региона. Пара сульфаты и кальций рассматривается как минеральная составляющая вмещающих пород (загипсованность разреза, особенно в нижней части), с одной стороны, так и вод сульфатно-каль-



Рис. 3. Области развития гидрохимической неоднородности подземных вод в разные временные отрезки по величине энтропии системы.

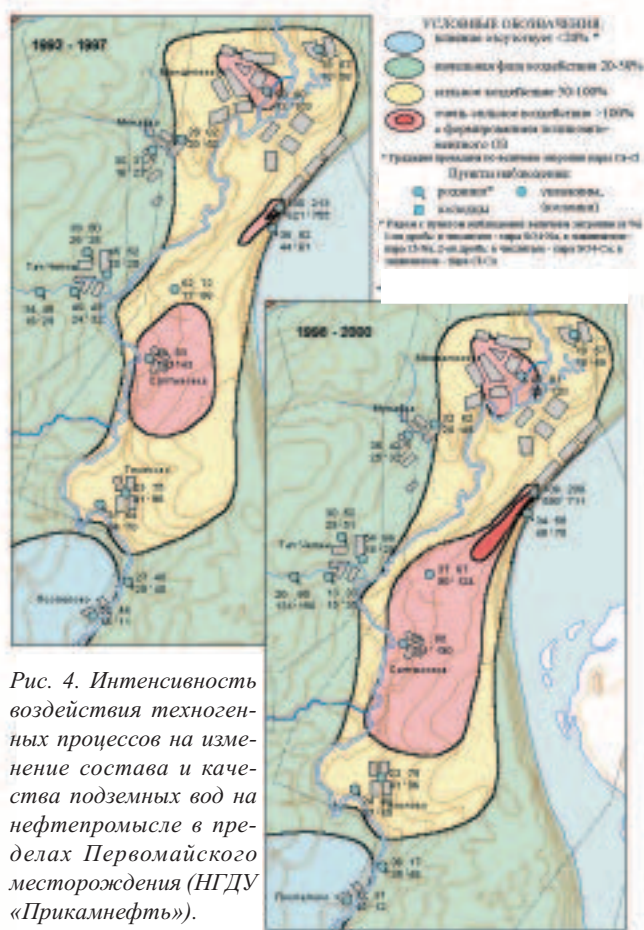


Рис. 4. Интенсивность воздействия техногенных процессов на изменение состава и качества подземных вод на нефтепромысле в пределах Первомайского месторождения (НГДУ «Прикамнефть»).

нокомпонентного очага загрязнения отмечается только на н/п Майский. На остальных нефтепромыслах проявлена только начальная стадия влияния техногенных процессов (видимо, нефтедобывающих), что отражается в увеличении жесткости вод. При этом, влияние технологических процессов очень неустойчиво и, вероятно, полностью зависит от интенсивности нефтедобычи на каждом нефтепромысле.

На рис. 3 по пятилетним временным срезам отражена особенность изменения общей энтропии системы подземных вод нефтепромысла Майский.

В каждом конкретном источнике (наблюдательном пункте) показано - произошло или нет изменение состава и качества воды под влиянием природных или техногенных факторов. Рядом, для уточнения природы (влияющего фактора) изменения состава воды указаны величина (в %) природного фактора - в числителе и техногенного - в знаменателе. Сравнивая данные по временным отрезкам, нетрудно очертить на территории нефтепромысла по крайней мере три площадных объекта влияния техногенного фактора. Первый находится в г. Менделеевске (на правом берегу р. Тойма). Индикатором этого нарушения является источник 10354. За пять лет в нем произошло ухудшение экологической ситуации на 6 % по природному фактору и на 10 % - за счет техногенного. Второй - на междуречье рек Мунайка и Челнинка, индикаторами которого являются ПН № 10352 и 10358. Здесь также проявлены изменения в худшую сторону. И третий, наиболее крупный - на междуречье Тоймы и Камы. Однако, при более внимательном рассмотрении, в пределах последнего необходимо обособить, как минимум, два источника загрязнения и, соответственно, - два очага

загрязнения. Первый, который отчетливо проявляется и классическими методами, расположен на южной границе Менделеевска (10392), причем с 1994 г. его площадь практически не изменилась, что объясняется геоморфологическими особенностями рельефа района. Любопытно, но его индикатором следует считать не ПН 10392, а 10417, расположенный на берегу Камы, где отмечается снижение влияния техногенного фактора, правда, на общем фоне увеличения роли хозяйственной деятельности.

Второй очаг загрязнения, как показывают данные, формируется ниже по водотoku подземных вод от Первомайского товарного парка. Это отчетливо видно на рис. 3. Пункт наблюдения 10373 (скважина) находится на территории ПТП. Судя по величинам энтропии, процесс загрязнения достаточно сильный, но на территории парка особых изменений состава и качества вод не отмечается. Индикатором ухудшения экологической обстановки (качества вод) на этой площади следует назвать ПН № 10390. За пять лет в нем отчетливо прослеживается ухудшение ситуации, главным образом, за счет техногенного фактора - на 27 %. И это не осталось бесследным, поскольку в данном пункте в ряде анализов зафиксировано превышение ПДК не только по жесткости, но и по минерализации, и по хлоридам. Учитывая даже предполагаемое направление водного потока, видно влияние ПТП на изменение состава и качества воды. Об этом указывают показатели в ПН с №№ 10356, 103576 и 10355. Если в первых двух изменения величины энтропии не очень сильны, то в 10355 - за пять лет на 6-8 %. Это достаточный показатель ухудшения ситуации.

Обобщая вышесказанное, можно говорить не только о качественном, но и о количественном соотношении природного и техногенного факторов, которые влияют на изменение состава и качества воды.

Однако рассуждения были бы неполными, если не рассмотреть рис. 4. На этой схеме отражена динамика по пятилетним отрезкам изменения основных признаков природного и техногенного влияния на изменение состава и качества воды. Анализируя их, можно представить, как и в каком направлении шло ухудшение экологической ситуации. На схемах выделены площади, где отчетливо видно влияние техногенного фактора (скорее всего - нефтегазодобывающего). Это видно и на участке в пределах г. Менделеевска по правому борту р. Тойма, что не наблюдается на классических схемах. Здесь, вероятно, происходит слияние двух очагов загрязнения на междуречье Тоймы и Камы, к югу от г. Менделеевска - ПТП-Салтыково. Это самое негативное, главным образом, потому, что площадь загрязнения составит почти 10 км², но, что особенно важно, трудно выявить реальный источник загрязнения.

Таким образом, разработанный новый способ позволяет, наряду с классическими методами, не только качественно, но, что существенно, количественно определить, очертить и показать участок или территорию, которая подвергается влиянию техногенного воздействия, а самое главное, указать на реальный источник загрязнения.

Литература

- Гуськов О.И., Кушнарев П.Н., Таранов С.М. *Математические методы в геологии*. М.: Недра. 1991.
Мазур И.И., Молдаванов О.И. *Курс инженерной экологии: Учебник для Вузов*. М.: Высшая школа. 1999.