

ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ

Ю.К. Иванов, А.И. Ковальчук, А.А. Зайцев

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Важнейший элемент природной среды - подземные воды, формирующие подземную гидросферу. Подземная гидросфера на Ямале, как и на всех континентах нашей планеты, в естественных условиях имеет сплошное распространение и отчетливое двухъярусное строение.

Верхний ярус представлен пресными водами, пригодными для питьевого и хозяйственного использования. Статический уровень подземных вод располагается на глубинах первых десятков метров, а мощность распространения зависит от структуры водовмещающих толщ. Ниже зоны пресных вод (глубже 150 - 200 м), располагается зона соленых и рассольных вод (с суммой солей 5-30 г/дм³ и более). Эти воды не пригодны для питьевых целей и оказывают неблагоприятное воздействие на флору и фауну.

Загрязнение или разрушение данной "защитной пленки" может привести к весьма существенным негативным деформациям экологической среды. Подземная гидросфера - жестко взаимосвязанная геологическая система, и техногенные нарушения одного из элементов этой системы (в данном случае - состояния верхних или нижних гидрогеологических этажей) неизбежно приведут к развитию цепи негативных экологических последствий.

Гидрогеологическая стратификация.

Ямало-Ненецкий автономный округ располагается на севере Западно-Сибирского артезианского бассейна и приурочен к асимметричной впадине с пологим западным склоном и крутым восточным, выполненной отложениями мезо-кайнозойского возраста.

Согласно принятой схеме гидрогеологического районирования, рассматриваемая территория относится к Северной зоне Внутреннего пояса бассейна [1]. Эта зона на юге граничит с Центральной по тектоническому уступу, проходящему вдоль Сибирских увалов, и раскрывается в акватории Карского моря. В её пределах установлены наибольшая мощность осадочного чехла (до 10 км) и наиболее резкие её изменения (до 15 км). Интенсивность прогибания в течение юры, мела, палеогена и плиоцена обусловила накопление четвертичных отложений мощностью до 200-300 и более метров [2].

В вертикальном разрезе артезианской области выделяют два гидрогеологических этажа, разделенных регионально распространенными глинистыми породами олигоцен-туронского возраста, отсутствующими лишь на восточных и юго-восточных окраинах. Водоносные горизонты верхнего этажа со свободным водообменом, содержащие пресные воды, разгружаются в реки и озерные котловины. В нижнем гидрогеологическом этаже выделяются водоносные комплексы: сеноман-аптский, баррем-готеривский, валанжский и среднеюрский [3].

Верхний гидрогеологический этаж.

Подземные воды этажа приурочены к олигоцен-четвертичным рыхлым отложениям, общей мощностью до 300 м.

Литологический состав представлен чередованием глинистых и песчаных образований, в различной степени охваченных многолетней мерзлотой. Сочетание неустойчивого литологического состава вмещающих пород и развитие мерзлотных явлений определяет сложный характер распространения подземных вод в разрезе, и их гидродинамику и гидрохимию. В разрезе выделяется несколько уровней развития горизонтов подземных вод:

- надмерзлотный (мощность 1.2 - 3,0 м), соответствующий деятельному слою;

- серия межмерзлотных горизонтов, приуроченных к различным гипсометрическим уровням;

- подмерзлотный горизонт, распространенный в нижней части проникновения мерзлоты.

Межмерзлотные горизонты сообщаются с дневной поверхностью системой сквозных таликов различной глубины заложения, приуроченных к озерным котловинам различного происхождения и речным долинам. Через сквозные талики осуществляются питание и разгрузка подземных вод меж-

пластовых горизонтов.

Из числа межмерзлотных горизонтов наибольшее практическое значение для целей водоснабжения округа имеют: олигоцен-четвертичный, представленный супесчано-песчаными отложениями с невыдержанными глинистыми прослоями салехардской свиты, песчаными и гравийно-галечниковыми осадками с редкими прослоями, линзами песчаных глин и алевроитов некрасовской серии. Мощность водонасыщенных отложений увеличивается от 6 до 100 метров в южном направлении. Воды напорные, глубина пьезометрической поверхности располагается на глубинах от 1 до 20 м с четко выраженным уклоном от водоразделов к речным долинам. Дебиты скважин - 100-2000 м³/сут при понижениях 1,5 - 50 м. Воды ультрапресные, с минерализацией 30 - 160 мг/дм³. Оligоценовый горизонт приурочен к талым песчаным отложениям новомихайловской и атлымской свит и верхам тавдинской свиты. Удельные дебиты несколько ниже, чем в олигоцен-четвертичном горизонте, минерализация - 40 - 200 мг/дм³.

Подмерзлый (нижнеолигоценный горизонт) изучен очень слабо, и практическое значение его ограничено в силу неустойчивой минерализации, достигающей 2 - 5 г/дм³.

В процессе исследований главными объектами были указанные выше межмерзлотные горизонты, преимущественно верхнеолигоцен-четвертичного возраста. Целевая задача - изучение химического состава (естественный фон), а также оценка техногенного загрязнения предприятиями нефтегазового комплекса.

В гидрохимическом отношении подземные воды естественного фона довольно однообразны. Все обследованные объекты по составу соответствуют ультрапресным и слабоминерализованным водам с максимальным сухим остатком, не превышающим 160 мг/дм³, с критическими (превышающими ПДК) концентрациями железа, марганца и силикатов. Превышение ПДК по содержанию тяжёлых металлов не зафиксировано.

Наряду с этим при более детальном рассмотрении можно отметить индивидуальные особенности трех районов: Уренгойского, Ноябрьского (Ноябрьск, Муравленко, Губкинский) и Надымского.

Наименьшей минерализацией характеризуются воды Уренгойского промрайона (34,0 - 74,0 мг/дм³), в Ноябрьском минерализация повышается (52,0 - 158,0 мг/дм³), а в Надымском она составляет (72,0 - 162,0 мг/дм³). Возрастание происходит главным образом за счет увеличения гидрокарбонатов кальция и магния.

Химический состав подземных вод промрайонов:

Ноябрьский

$$M_{0,077} \frac{HCO_3 94,87}{Ca 33,77 Mg 36,35 Na 14,29 Fe 1,69} SiO_2 0,028$$

Надымский

$$M_{0,104} \frac{HCO_3 94,03}{Ca 40,58 Mg 36,23 Na 0,14} SiO_2 0,023$$

Новоуренгойский

$$M_{0,051} \frac{HCO_3 46,15 SO_4 28,85 Cl 19,23}{Mg 34,36 Ca 25,00 Na 15,63 Fe 15,63} SiO_2 0,017$$

Пуровский

$$M_{0,065} \frac{HCO_3 95,38}{Ca 34,79 Mg 30,43 Na 15,94 Fe 14,49} SiO_2 0,025$$

Техногенное загрязнение подземных вод происходит за счет органических соединений (нефтепродукты, фенолы и используемые в технологии диэтиленгликоль и метанол). По названным показателям наибольшей общей загрязненностью характеризуются Ноябрьский промрайон и отдельные водозаборы Уренгойского.

В обследованных объектах Надымского промрайона техногенного загрязнения подземных вод не обнаружено.

Нижний гидрологический этаж.

В каждом из водоосных комплексов нижнего гидрогеологического этажа происходит снижение пьезометрической поверхности от периферии к центру бассейна и далее к северу - региональной области разгрузки. На фоне общего падения пьезометрической поверхности в северном направлении на пути движения подземных вод в краевых частях прогиба зафиксированы отдельные местные очаги разгрузки.

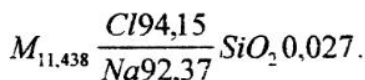
Четко проявляющаяся гидрохимическая зональность позволяет выделить краевую зону артезианского бассейна и внутреннюю, с переходной зоной между ними. Краевая зона бассейна, западнее рассматриваемой территории - открытая гидрогеологическая структура. Во внутренней, закрытой в гидростатическом отношении зоне повсеместно развиты минерализованные термальные воды с повышенным содержанием микрокомпонентов.

Между краевой зоной артезианского бассейна и его внутренней областью располагается переходная зона, охватывающая весь бассейн, достигающая максимальных размеров в юго-восточной зоне и сокращающаяся на западе. В переходной - последовательно выходят в зону активного водообмена сеноман-аптский, баррем-готеривский и валанжский водоносные комплексы:

Апт-Сеноманский водоносный комплекс ($K_{2cm}-K_{1ap}$), изолированный от зоны активного водообмена олигоцен-туронским региональным водоупором, широко распространен в центральной и северной частях бассейна на глубинах 400-1200 м. Отложения апт-сеномана представлены в основном песчаниками и алевролитами, реже - аргиллитами и глинами. В западной части бассейна выдержанная толща глинистых пород разделяет комплекс на две водоносные толщи. Водоносный комплекс отличается заметным преобладанием песчаных пород с хорошей проницаемостью, выдержанными водоносными горизонтами. Общее увеличение глинистости отмечается в западной части региона.

Подземные воды минерализованные, содержат йод, бром, бор и другие микрокомпоненты. Термальные высоконапорные пьезометрические уровни в естественном состоянии обычно устанавливаются выше поверхности земли.

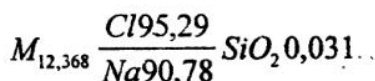
Химический состав подземных вод может быть выражен следующей формулой:



Баррем-готеривский водоносный комплекс (K_{1b-h}) как самостоятельный имеет ограниченное распространение, преимущественно в западной и центральной части бассейна, в том числе и в пределах исследуемой территории, где развит нижнеаптский водоупорный комплекс, сложенный чаще глинами, реже - аргиллитами. На остальной территории водоносный комплекс взаимосвязан с вышележащими апт-сеноманскими отложениями.

Комплекс сложен перемежающимися слоями песчаников, алевролитов и глин, причем так же, как и для апт-сеноманского, характерно преобладание песчаных разностей пород в восточной части бассейна, а глинистых - в западной. В Ханты-Мансийской впадине развиты преимущественно глины, составляющие до 90 % разреза, севернее песчаность увеличивается. Глубина залегания комплекса колеблется от 700 до 2400 м. Открытая пористость песчаников, как правило, не превышает 20-25 %, а проницаемость - десятых долей микрометра в квадрате ($мкм^2$). Комплекс содержит высоконапорные, минерализованные, термальные воды; повсеместно присутствуют бром, йод; в составе растворенных газов преобладает метан. К водоносному комплексу приурочено большое количество нефтегазоносных месторождений.

Баррем-готтериевский комплекс на значительной площади связан с валанжинским водоносным комплексом и имеет сходные с последним гидрогеохимические характеристики:



Валанжинский водоносный комплекс (K_{1v_2}) сложен песками, песчаниками с прослоями аргиллитов и глин. Песчаные породы преобладают в центральной, и в северной частях бассейна.

Пористость и проницаемость песчаников изменяются в широких пределах, достигая 22 % и нескольких микрометров в квадрате ($мкм^2$).

Нижняя часть отложений валанжинского яруса и верхней юры представлена преимущественно глинистыми разностями и служит региональным водоупором.

Средне-нижнеюрский водоносный комплекс (J_{2-1}), распространенный повсеместно на глу-

бинах 1200-3000 м, сложен неравномерным чередованием песчаников, алевролитов, глин и аргиллитов. Почти на всей площади бассейна преобладают песчаные разности пород, и только на сравнительно небольшой площади в юго-западной части бассейна содержание песчаников сокращается до 30%. Коллекторские свойства пород этого комплекса в целом более низкие, чем валанжинского, но проницаемость в отдельных случаях превышает 1 мкм², а пористость - 20 %. Более высокими коллекторскими свойствами обладают верхние горизонты комплекса.

Подземные воды высоконапорные. Характер изменения пьезометрической поверхности аналогичен характеру изменения меловых. Воды по составу хлоридно-натриевые, с минерализацией до 15 г/дм³, газонасыщенность высокая; состав газов метановый, воды термальные - в центральной части бассейна температура воды в верхних горизонтах превышает 90°С.

В естественных условиях подземные воды нижнего гидрогеологического этажа имеют напор, превышающий дневную поверхность. В результате эксплуатации месторождений нефти и газа статические уровни подземных вод этажа (исключая надымскую впадину), понизились до глубин 200-400 м и, несмотря на мероприятия по заводнению, продолжают падать. Отмеченное глубокое нарушение гидродинамического равновесия подземной гидросферы имеет долговременные негативные геоэкологические последствия. В первую очередь это касается ресурсов пресных подземных вод верхнего гидрогеологического этажа.

Полученные данные позволяют сделать ряд выводов:

- низкая минерализация подземных вод верхнего гидродинамического этажа, высокие содержания кремния, железа, марганца, очень низкие концентрации кальция, магния, фтора создают определенный риск для здоровья населения и требуют проведения специальных медико-гигиенических исследований;

- техногенное загрязнение пресных вод нефтепродуктами, фенолами, диэтиленгликолем и метанолом носит мозаичный характер, охватывая территории промзон с тенденцией к увеличению "пятен" загрязнения;

- "отрыв" гидростатических напоров подземных вод нижнего гидрогеологического этажа от зоны пресных вод на 200 - 400 метров неизбежно приведет со временем к понижению поверхности, как это произошло на нефтяных месторождениях Ханты-Мансийского округа (Сургут, Смотлор и др.); при этом не исключаются нарушение герметичности водоупоров, усиление процессов деградации вечной мерзлоты и, как следствие, перетекание пресных вод из верхнего этажа в нижний;

- подземные воды обоих гидрогеологических этажей имеют четко выраженную широтно-меридиональную гидрохимическую и гидродинамическую зональность;

- многолетний опыт (12-15 лет) нефтегазодобычи показывает, что минерализованные хлоридные воды нижнего этажа не обнаруживаются в зоне пресных вод.

При формировании "отрыва" статических уровней заводнение этажа (в первую очередь хозбытовыми и промышленными стоками) - насущная необходимость.

Список литературы

1. Гидрогеология СССР. Т. XVI. Западно - Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области) / Ред. В.А. Нуднер. М.: Недра, 1970. 368 с.
2. Воды нефтяных и газовых месторождений СССР: Справочник / Под ред. Л. М. Зорькина. М.: Недра, 1989. 382 с.
3. Ковальчук А. И., Вдовин Ю. П., Козлов А. В. Формирование химического состава подземных вод Зауралья. М.: Наука, 1980. 184 с.