

присутствии элементов-комплексообразователей, образующих с фтором устойчивые комплексные соединения, растворимость соединений, тем интенсивнее фтор интенсивнее переходит в водную фазу. Сульфаты и хлориды стронция являются хорошо растворимыми, поэтому содержание в подземных водах стронция увеличивается с ростом их минерализации. Это особенно характерно для подземных вод, в которых увеличение минерализации происходит в результате нарастания концентраций  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^+$ [2].

Водоносный подольско-мячковский карбонатный комплекс ( $\text{C}_2$  pd-мс) имеет повсеместное распространение. Водовмещающие породы представлены трещиноватыми известняками с прослоями глин, доломита и мергелей. Мощность изменяется от 30,0 до 45,0 м. Верхним водоупором служат водоупорные келлове-кимериджские глины. В подошве комплекса повсеместно залегает ростиславольский водоупор. Водоносный комплекс напорный. Пьезометрический уровень фиксируется на глубине 96,0 м.

Подземные пресные (средняя величина сухого остатка 351 мг/л), гидрокарбонатные или хлоридно-гидрокарбонатные магниево-кальциевые. Подземные воды характеризуются около нейтральной реакцией среды, рН изменяется от 6,59 – 8,72, в среднем составляя 7,48.

Качество подольско-мячковского водоносного комплекса на участке исследования не удовлетворяют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 по содержанию железа. Что обуславливает растворимые свойства железа, которые определяются его геохимии в подземных водах хозяйственно-питьевого назначения. К ним относятся: а) малая растворимость гидроксида железа и высокая растворимость гидролизом б) окисление  $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + e$  с последующим гидролизом  $\text{Fe}^{3+} + \text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3$  и образование малорастворимого гидроксида  $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{тв})$ [2].

#### Термодинамическое физико-химическое моделирование

Термодинамическая модель была основана на рассмотрении равновесий в 12-компонентной системе (С-Са-Cl-Sr-Cu-F-Fe-H-K-Mg-Na-O). Результаты расчётов показали, что после смешения вод алексинско-протвинского и подольско-мячковского водоносных комплексов в соотношении ¼ полученный равновесный состав соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 за исключением содержания железа, которое можно устранить путём его окисления с применением специальных окислителей.

#### Литература

- Ефремов Д.И. Региональная переоценка запасов пресных подземных вод центральной части Московского артезианского бассейна. – М., 2002. – 1015 с.  
Крайнов С.Р. Рыженко Б.Н. Швец В.М. Геохимия подземных вод. – М.: ЦентрЛифтеГаз, 2012. – 672 с.  
Шваров Ю.В. HCh: новые возможности термодинамического моделирования геохимических систем, предоставляемые Windows // Геохимия. – Москва, 2008. – № 8. – С. 898 – 903.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВАХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД (ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ)

Д.Т. Дадашов

Научный руководитель доцент К.И. Кузеванов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

В настоящее время в районах разработки нефтяных и газовых месторождений на территории Западной Сибири проводится активная работа по приведению в соответствие с действующим законодательством условий эксплуатации действующих водозаборов. Часто возникает необходимость выполнения работ по подсчёту запасов подземных вод на водозаборных участках действующих водозаборов. Особенностью проведения геологоразведочных работ такого назначения является необходимость схематизации гидрогеологических условий при ограниченных возможностях проведения опытно-фильтрационных работ в действующих гидрогеологических скважинах из-за их постоянного подключения к системам водоснабжения /1/. Как следствие, возникают существенные ограничения по возможности детального изучения граничных условий, влияющих на выбор расчётных схем при подсчёте запасов подземных вод.

Применение численного моделирования гидрогеологических условий позволяет более обоснованно судить о влиянии граничных условий и строения водовмещающей толщи на результат подсчёта запасов подземных вод /2/. Нами сделана попытка показать возможности применения методики численного моделирования для уточнения гидрогеологических условий на действующем водозаборе Вахского нефтяного месторождения.

В административном отношении участок исследований относится к Нижневартовскому району Ханты-Мансийского автономного округа. Месторождение расположено на границе Тюменской (восточная часть) и Томской (северная часть) областей. Ближайшими населёнными пунктами являются г.г. Стрежевой и Нижневартовск.

Действующий Вахский водозабор, использующийся для хозяйственно-питьевого водоснабжения, находится на юго-восточной окраине вахтового посёлка и имеет в своем составе семь водозаборных скважин, из которых две находятся в резерве. В состав водозаборных сооружений входит станция водоподготовки для улучшения качества воды. После водоподготовки методом аэрации и озонирования с последующей фильтрацией и обеззараживанием вода доводится до уровня питьевых кондиций. Вскрытая на водозаборном участке эксплуатационными скважинами часть гидрогеологического разреза представлена двумя водоносными комплексами: антропоген-четвертичным и палеогеновым и палеоген-верхнемеловым водоупорным комплексом.

Продуктивная часть палеогенового водоносного комплекса связана с водовмещающими отложениями юрковской свиты (эоцен). Водоносные породы представлены разномерными песками от тонко-мелькозернистых до средне-крупнозернистых. Глубина залегания кровли продуктивного слоя 140,0-145,0 м. Общая мощность продуктивного слоя составляет в среднем 50 м. Воды напорные, пьезометрическая высота над кровлей пласта составляет 130 – 140 м.

Моделирование работы водозабора выполнено в среде программного комплекса **Processing Modflow**, который позволяет использовать для прогнозных расчётов решающий модуль **Modflow** /3/. В результате схематизации гидрогеологического разреза выделено девять относительно выдержанных слоев в составе конечно-разностной сетки области фильтрации (таблица).

Таблица

Геологический возраст	Наименование породы	Интервал залегания, м		Мощность, м
		От	До	
aQIV	Супесь светло-желтая, серая, суглинок светло-коричневый с прослоями песка	0	10	10
P3lt	Глина серая плотная	10	20	10
	Песок серый тонкозернистый глинистый	20	30	10
P3nm	Глина коричневая, серо-синяя плотная с растительными остатками и прослоями мелкозернистого песка	30	80	50
P3at	Переслаивание глин серо-синих плотных и песков мелкозернистых	80	135	55
P2-3jr	Глина серая плотная, алевритистая, переслаивание мелкозернистого песка и глины	135	150	15
	Переслаивание глин с песками среднезернистыми	150	165	15
	Песок серый средне-крупнозернистый	165	190	25
P2ll	Глина зеленая, серая плотная	190	201	11

Работа водозаборных скважин воспроизведена на модели в условиях взаимодействия с границей первого рода (р. Вах). Признаки наличия такого взаимодействия установлены в результате обработки данных опытно-фильтрационных работ. Это проявляется в стабилизации уровней подземных вод при опытных откачках через 4 – 6 часов.

Анализ результатов численного моделирования показал, что при наличии мощных водоупоров (таблица) в кровле эксплуатационного водоносного горизонта, взаимодействие работающих скважин с границей первого рода, расположенной в пределах первого (верхнего) слоя конечно-разностной сетки, маловероятно.

Стабилизация уровней подземных вод в ходе опытных откачек, вероятно, вызвана влиянием вертикальных перетоков из вышележащего водоносного горизонта. Такое предположение подтверждается результатами моделирования литологических окон в составе верхней водоупорной толщи и сводным характером геологического разреза, представленного в таблице. Однако, достоверных данных для пространственной локализации участков вертикального перетекания фильтрационных потоков недостаточно.

Таким образом, можно утверждать, что численное моделирование позволяет уточнять характер взаимодействия водозаборных скважин с граничными условиями, но требует конкретизации геологического строения, что не всегда возможно на участках одиночных водозаборов малой производительности.

#### Литература

1. Боровский Б.В., Язвин А.Л. Новые принципы методики оценки эксплуатационных запасов подземных вод в районах интенсивной эксплуатации (на примере Московского региона) / Разведка и охрана недр. – №11. – 2012. – С. 3 – 13.
2. Гавич И.К. Теория и практика применения моделирования в гидрогеологии. – М., Недра, 1980. – 358 с.
3. 3D-Groundwater Modeling with PMWIN, ISBN 3-540-67744-5, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. Authors: Wen-Hsing Chiang and Wolfgang Kinzelbach.

### ЗАЩИТНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ОТ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ГОРОДА БАРНАУЛА

Ю.В. Девятаева

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Город Барнаул является административным центром Алтайского края с населением около 700 тысяч жителей. Город расположен в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности на высоком обрывистом левом берегу реки Обь. Такое географическое положение и предопределяет специфические природные условия, в которых возникают, и интенсивно развиваются оползневые процессы.