

УДК 551.183

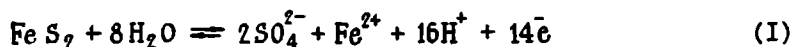
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОХРАНЫ ЖЕЛЕЗИСТЫХ ВОД

В.А.ХОДИНА

К железистым водам принято относить подземные воды, содержащие более 10 мг/л железа. Такие воды встречаются достаточно часто, однако в силу большой зависимости миграционной способности железа от кислотно-щелочной и газовой обстановки эти месторождения локальны по площади и имеют неустойчивый гидрохимический режим. Часто воды с повышенными содержаниями железа обнаруживают при поисках и разведке пресных подземных вод для питьевого водоснабжения, причём в ряде случаев концентрации железа существенно превышают 10 мг/л, и хотя можно использовать эти воды для бальнеологических целей, иное целевое назначение разведочных работ и организационные трудности приводят к тому, что такие месторождения железистых вод не эксплуатируются.

Железистые воды могут формироваться в результате процессов окисления пирита или восстановления окислов, гидроокислов и карбонатов железа. Правильное определение генезиса железистых вод необходимо не только для выбора режима эксплуатации месторождений, но и для разработки мероприятий по их охране.

Железистые воды, формирующиеся в результате окисления пирита, наиболее распространены. Окисление пирита протекает по схеме

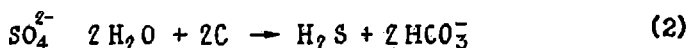


Легко показать, что в приповерхностных условиях при $\text{pH} > 5$ эта реакция всегда идет в сторону окисления. Из реакции (I) видно, что гидрохимическими признаками железистых вод, сформировавшихся в результате окисления сульфидов, является повышенное содержание сульфат-иона и повышенная кислотность.

Характерным примером месторождений такого типа являются известные Марциальные воды в Карелии, формирующиеся при окислении пиритизированных углистых сланцев суйсарской серии среднего протерозоя. Содержание железа в них 19–95 мг/л, $\text{pH} = 6,0\div 6,4$, содержание сульфат-иона 48–71 % от суммы анионов при общей минерализации подземных вод 0,3–0,7 г/л [1].

В условиях Русской платформы, где скопление сульфидов относительно редки, такие месторождения сульфатных железистых вод неизвестны, однако в ряде случаев и рассеянные в толще четвертичных отложений сульфиды могут сформировать небольшие месторождения железистых вод. Примером таких вод является Голостровское месторождение в Ленинграде. Отсутствие в водах явно «купоросного» облика наводило на мысль о том, что эти воды формируются в результате восстановления гидроокислов железа [5], хотя признаков явной восстановительной обстановки обнаружено не было. Физико-химические исследования, произведенные на месторождении [4], показали, что и здесь происходит окисление пирита, хотя общие признаки этого процесса проявляются мало: pH уменьшается от 6,8-7,0 до 6,1-6,5, концентрация сульфатов увеличивается от 10-15 до 38-43 мг/л.

Месторождения второго типа формируются в результате процессов восстановления железа из окислов и гидроокислов. Обычно такие воды встречаются в аллювиальных отложениях устьевых частей крупных рек (Северная Двина, Пинега, Печора, Оять). Восстановительная обстановка хорошо фиксируется здесь интенсивно протекающими процессами сульфат-редукции. Так, в дельте Северной Двины в клине морской воды, углубляющейся по долине реки на расстояние до 40 км, концентрация сульфат-иона снижается от 2,1 г/л до нуля, а содержание гидрокарбонат-иона увеличивается от 0,1 до 1,1-1,3 г/л [3]. При этом протекает реакция



Образующийся гидрокарбонат-ион переводит железо в раствор. Буфером, удерживающим железо в растворе, является углекислота, повышенные концентрации которой характерны для обогащенных органическим веществом аллювиальных отложений. Равновесие в системе определяется уравнением [2]:

$$p[\text{Fe}^{2+}] = 5,87 - 2p[\text{HCO}_3^-] + p[\text{CO}_2]. \quad (3)$$

Генетические особенности обоих типов месторождений железистых вод обуславливают их формирование на небольших глубинах, до 50-80 м. Весьма желательна эксплуатация месторождений при самоизливе. При откачке воды насосами выпадение железа в осадок в форме карбонатов и гидроокислов ухудшает лечебное качество минеральных вод и приводит к быстрому выходу из строя фильтрового и насосного оборудования.

Вышеизложенное позволяет следующим образом сформулировать задачи изучения и охраны железистых вод на северо-западе Русской платформы:

1. Определение параметров кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных равновесий непосредственно у источников. Если источником углекислоты, удерживающей железо в растворенной форме, являются болотные массивы, необходимо создание зоны охраны болот, как это практикуется на некоторых месторождениях сероводородных вод.

2. Охрана водоносных горизонтов железистых вод от снижения в них пьезометрического уровня, происходящего в результате эксплуатации водоносных горизонтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрогеология СССР / Под ред. И.К.Зайцева. М., Недра, 1971. Т.27. 295 с.
2. Гуртиков В.М., Ренгартен Е.В., Горюнов А.А. Физико-химические исследования марциальных источников Карелии. - В кн.: Физикохимия минеральных вод и грязей. М., Висмедгиз, 1937. 263 с.
3. Коротков А.И., Малов А.И. Гидрохимия дельты Северной Двины. - В кн.: Проблемы региональной гидрохимии. Л., изд. Геогр. о-ва СССР, 1979, с.106-107.
4. Коротков А.И., Павлов А.И. Гидрохимический метод в геологии и гидрогеологии. Л., Недра, 1972. 185 с.
5. Овчинников А.М. Минеральные воды. М., Госгеолтехиздат, 1963. 375 с.