

ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОЗАБОРА

Фисун Н.В.

Изменение качества подземных вод в процессе эксплуатации водозабора может быть вызвано разными причинами, устранение которых не всегда возможно. Игнорирование этого факта с расчетом на возможности систем водоподготовки для производителя питьевых вод оборачивается в лучшем случае ростом себестоимости продукции и имиджевыми потерями, в худшем – необходимостью разведки нового участка для строительства водозабора.

Естественно, что наиболее благополучной является ситуация, когда качество подземных вод во времени является стабильным по всем показателям, либо изменения носят разнонаправленный характер, тренд отсутствует, значения показателей при этом не превышают ПДК по СанПиН 2.1.4. 1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества». В противном случае необходимо исследовать тенденции в изменении качества подземных вод, оценить возможные последствия для бизнеса.

Исследование характера изменения показателей качества подземных вод поможет установить возможные причины этих изменений и обосновать принятие управленческих решений по их устранению. Исходя из опыта таких исследований автором выделены следующие сценарии:

1. направленные изменения одного или нескольких показателей качества (тренд) на протяжении длительного времени эксплуатации участка недр;
2. изменения, коррелирующие со «скачками» динамического уровня подземных вод в водозаборных скважинах;
3. спонтанные изменения, не поддающиеся логическому объяснению.

При направленных изменениях показателей качества подземных вод, особенно, если они наблюдаются также на водозаборах других недропользователей на смежных участках недр, можно предполагать формирование региональных гидрогеохимических аномалий, обусловленных интенсивной эксплуатацией целевого горизонта крупными водозаборами. Причинами региональных изменений качества могут служить:

- рост интенсивности водообмена в системе «вода ↔ горные породы», ускорение процессов растворения, выщелачивания, ионного обмена;
- снижение уровня подземных вод в результате эксплуатации, обуславливающее нарушение равновесия между горным и взвешивающим гидростатическим давлением подземных вод, в результате чего происходит отжим связанной воды и растворенных в ней компонентов из глинистой толщи в кровле целевого водоносного горизонта;
- изменение соотношения пьезометрических уровней подземных вод целевого и смежного горизонта, если последний содержит некондиционные воды, с последующей вертикальной миграцией некондиционных вод по ослабленным зонам в разделяющем водоупорном горизонте.

Региональные изменения качества подземных вод в результате интенсивной эксплуатации водозаборами наблюдаются в каменноугольных водоносных горизонтах Московского артезианского бассейна и рассмотрены во многих работах. Пример положительного тренда в изменении показателей подземных вод одного из водозаборов приведен на рис. 2. Как видно, в течение длительного времени происходит устойчивый рост минерализации подземных вод и концентрации фторидов. И, если минерализация остается в рамках предельно допустимых концентраций (ПДК) по СанПиН 2.1.4.1074-01, то содержание фторидов достигает 2,7 ПДК. Для производителей питьевой бутилированной воды это оборачивается непрерывным ростом себестоимости продукции из-за необходимости постоянной корректировки систем водоподготовки. При таком сценарии

оптимальным управляющим решением может оказаться поиск новых источников подземных вод для производства, поскольку повлиять на ситуацию, формирующуюся в регионе, недропользователь не сможет.

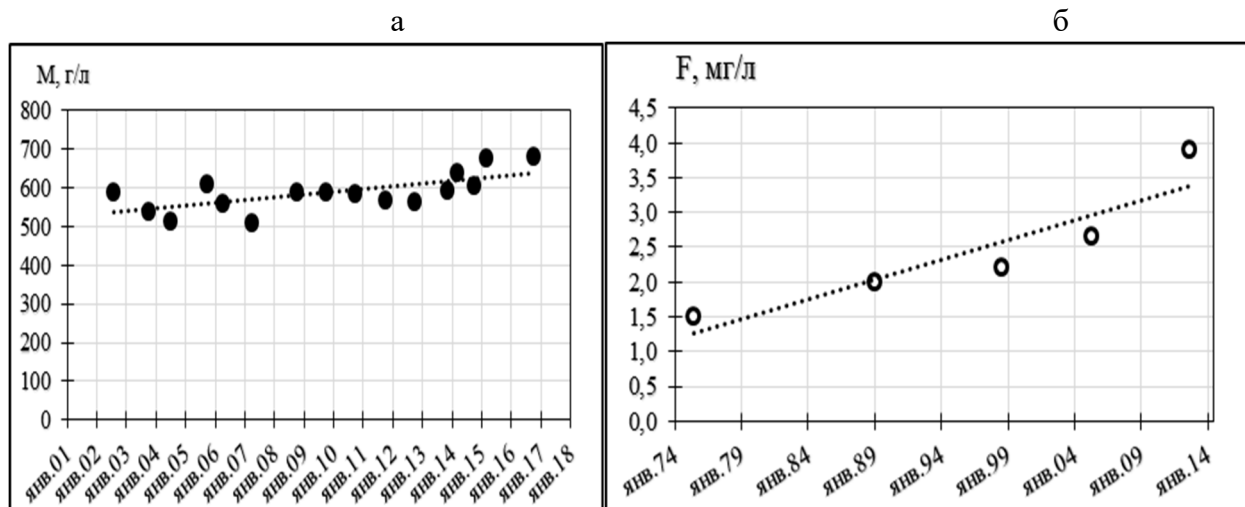


Рис. 2. Положительный тренд в изменении показателей качества подземных вод, используемых для розлива: а – минерализации, мг/л; б – фторидов, мг/л

Изменения качества, коррелирующие с положением динамического уровня в водозаборных скважинах, возможны, когда уровень длительное время поддерживался на низких абсолютных отметках. При этом создаются благоприятные условия для перетекания подземных вод из смежного горизонта с некондиционным составом при условии, что абсолютная отметка динамического уровня целевого горизонта опускается ниже отметки уровня смежного горизонта.

Низкое положение динамического уровня может также способствовать отжиму связанной воды из глинистого слоя в кровле рабочего водоносного горизонта. В качестве примера на рис. 3 из опыта собственных исследований авторов приведены диаграммы для водозабора в Московской области, состоящего из пяти скважин.

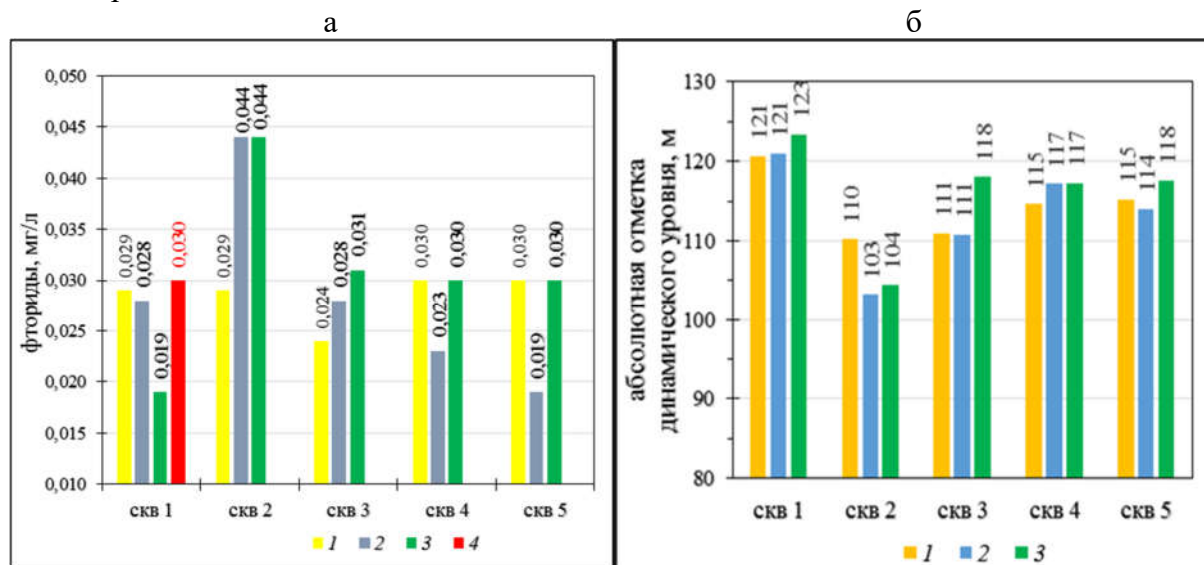


Рис. 3. Пример корреляции показателя качества подземных вод (а) с динамическим уровнем (б): а – концентрации лития, мг/л, в подземных водах скважин: 1 – в 2013 г, 2 – в 2014 г, 3 – в 2017 г, 4 – ПДК по СанПиН 2.1.4.1074 – 01; б – абсолютные отметки динамического уровня подземных вод в скважинах, м: 1 – в 2013 г, 2 – в 2014 г, 3 – в 2017 г

В одной из скважин (в скважине 2) динамический уровень в 2014 – 2017 гг. опускался до отметок 103 – 104 м. Водоупорный горизонт в кровле содержит повышенные концентрации лития в поровом растворе глин. Разница в динамическом уровне в скважине 2 по сравнению с другими скважинами достигала 18 – 19 м. Можно предположить, что в радиусе этой скважины создавались наиболее благоприятные условия для отжима поровых растворов из глинистой толщи мощностью 30 м из-за нарушения равновесия между горным давлением вышележащей толщи пород (направленным вниз) и взвешивающим гидростатическим давлением подземных вод (направленным вверх). В результате подземные воды, выведенные скважиной 2, с 2014 года имели концентрации лития, превышающие ПДК.

При таком характере изменения одного или нескольких показателей качества подземных вод эксплуатация водозабора должна производиться в оптимальном режиме, при поддержании возможно более высокого положения динамического уровня в водозаборных скважинах путем равномерного распределения водоотбора. Это предполагает наличие у производителя гидрогеологической информации не только о рабочем горизонте, но и об уровнях подземных вод смежных горизонтов с некондиционным составом подземных вод, а также о химико-минералогическом составе пород в кровле рабочего горизонта. Кроме этого, работа водозабора должна осуществляться в согласованном режиме, не допускающем пиковые нагрузки на скважины. В противном случае могут происходить непредвиденные ситуации с эпизодическим ухудшением качества воды.

Спонтанные изменения качества подземных вод чаще всего объясняются нарушением правил отбора проб. Отбор проб подземных вод на анализ предполагает соблюдение определенных правил, одним из которых является предварительная прокачка скважины со сбросом подземных вод в канализацию, если до опробования она не работала. Иллюстрацией обоснованности этого правила может случить исследование, выполненное авторами на одном из водозаборов Московской области, которым выведены воды касимовского горизонта, поступающие на завод розлива природной питьевой воды.

Подземные воды характеризовались повышенными концентрациями железа и мутности, при этом лабораторные анализы проб показывали результаты с большим разбросом этих показателей. В значительной части выборки протоколов лабораторных испытаний показатели превышали ПДК. Суть исследований заключалась в отборе проб в течение 3,5 часов после включения скважинного насоса и лабораторных исследованиях отобранных проб на месте в заводской лаборатории. Результаты исследований показали, что значения показателей существенно изменялись в процессе прокачки (рис. 4): мутность снижалась с 9,2 до 2,6 мг/л, концентрация железа общего – с 1,52 до 0,3 мг/л.

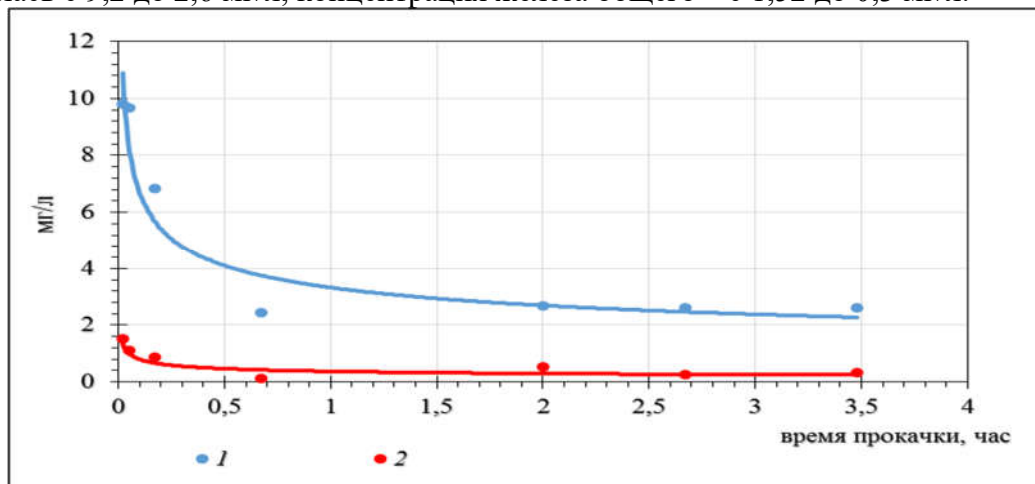


Рис.4. Изменение мутности и концентрации железа общего в процессе прокачки скважины: 1 – мутность; 2 – железо общее

Таким образом, если в первые минуты прокачки подземные воды по этим показателям характеризовались 3,5ПДК и 5ПДК соответственно, то в конце прокачки соответствовали ПДК. Объяснение наблюдаемым процессам может быть следующее.

Как известно, наличие железа в подземных водах является результатом его природной концентрации в горных породах, из которых этот компонент поступает в подземные воды в растворенной двухвалентной форме. В прифильтровой зоне скважины железо окисляется и выпадает в осадок, который выносится на поверхность. После остановки работы скважины осадок продолжает накапливаться, выпадая из продолжающих поступать в скважину подземных вод до тех пор, пока не стабилизируется уровень воды. Весь накопленный осадок выносится в первые час – два при последующем включении насоса, и при отборе пробы без предварительной прокачки она будет отражать качество воды в прифильтровой зоне и в стволе скважины, а не в водоносном горизонте. Не трудно представить, как это отразится на характеристике подземных вод органами Роспотребнадзора, если протокол испытаний войдет в реестр производственного контроля качества подземных вод.

Этим экспериментом было показано, что методика опробования подземных вод существенно влияет на результат и может привести к необоснованным выводам о составе подземных вод.