

О МАСШТАБАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРЕСНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В НИЖНЕКАМСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЕ ТАТАРСТАНА

© 2018 г. Р. Х. Мусин, Н. А. Курлянов

Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия. E-mail: Rustam.Musin@kpfu.ru

Введение

Подземные воды обладают определенной защищенностью от поверхностного загрязнения. Она определяется комплексом природных и техногенных факторов [3]. Защитные (буферные) свойства геологической среды в отдельных случаях позволяют справляться даже с интенсивным техногенным воздействием. Проявляющееся при таком воздействии загрязнение пресных подземных вод отличается узлокальным характером распространения, не меняющимся в течение длительного времени. Хорошим примером геологической среды со значительными буферными свойствами является гидрогеологический разрез Нижнекамской промышленной зоны в Республике Татарстан.

Учет защитных свойств геологической среды крайне необходим при рациональном природопользовании.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования явилась Нижнекамская промышленная зона, особенности ее геологического строения и гидрогеологических условий, а также гидрогеохимическая характеристика верхней 250-метровой части разреза.

Нижнекамская промышленная зона включает такие крупные предприятия, как ПАО «Нижнекамскнефтехим» (крупнейшая нефтехимическая компания Европы, первая продукция была выпущена в 1967 г.), ПАО «Нижнекамскшина» (крупнейшее предприятие шинной промышленности в РФ и СНГ), АО «ТАНЕКО» (новейший комплекс нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов с проектной мощностью переработки нефти 14 млн т/год), ОАО «ТАИФ-НК» (нефтеперерабатывающий комплекс с переработкой сырья 8.5 млн т/год).

Промзона расположена на достаточно высоком и широком залесенном водоразделе по левобережью р. Кама, восточнее г. Нижнекамск. Общая ее площадь — не менее 20 км². За пределами санитарной защитной зоны Нижнекамского промышленного комплекса расположены небольшие населенные пункты, ведется активная сельскохозяйственная деятельность и разработка нефтяных месторождений (рис.).

Промзона в геолого-структурном плане приурочена к юго-восточному склону Северо-Татарского свода Волго-Уральской антеклизы Русской платформы [1], а в гидрогеологическом отношении — к Волго-Уральскому артезианскому бассейну [4].

Верхняя часть геологического разреза сложена комплексами полигенных карбонатно-терригенных образований уржумского, казанского и уфимского ярусов средней и нижней перми общей мощностью около 250 м. Характерной их особенностью является чередование в разрезе седиментационных пачек, соответствующих отдельным ритмам осадконакопления. Основания пачек обычно представлены песчаниками, а кровельные части — глинами, реже карбонатными породами. Толщина отдельных прослоев обычно составляет 2–6 м, реже более, а мощность пачек может достигать 30–40 м [2]. Пермские отложения перекрыты четвертичным покровным комплексом, представленным в основном элювиально-делювиальными суглинками. Мощность суглинков 1–20 м.

Нижнекамская промышленная зона является областью развития межпластовых подземных вод, формирующих типичные междуречные потоки. Области их питания являются водораздельные пространства, а разгрузки — палео- и современные речные долины. Карбонатно-терригенный состав водовмещающего матрикса, относительная короткость путей фильтрации, а также невысокая



Рис. Расположение Нижнекамской промышленной зоны в границах Республики Татарстан

минерализация атмосферных осадков, являющихся основным источником питания подземных вод, обусловили довольно высокую мощность зоны пресных подземных вод, охватывающую всю рассматриваемую 250 м часть разреза. Его гидрогеохимическая характеристика базируется на особенностях состава родниковых вод, подземных вод, вскрытых поисковыми, наблюдательными и эксплуатационными скважинами. Временной интервал гидрогеохимического материала 1978–2017 гг. [5–8].

Результаты и их обсуждение

Наиболее активно загрязнение гидросферы района проявлено в ее верхней части и ниже уровня грунтового горизонта отмечается крайне редко. В Нижнекамском промышленном районе проявлены все основные типы загрязнения — промышленное, сельскохозяйственное, коммунально-бытовое и, вероятно, загрязнение, связанное с разработкой нефтяных месторождений. При этом все типы загрязнения характеризуются локальным характером распространения [5]. Так промышленное загрязнение возможно в пределах самих предприятий (инженерных объектов) и в ближайшем их обрамлении. По имеющимся данным загрязнение как поверхностных, так и подземных вод не распространяется далее 1–1.5 км от ограничения промышленной зоны (или объектов, вынесенных за ее пределы). Промышленное загрязнение обычно выражается в увеличении минерализации и жесткости вод, концентраций в них нефтепродуктов, фенолов и многих тяжелых металлов. Коммунально-бытовое загрязнение подземных вод обычно ограничивается контурами населенных пунктов, в большинстве случаев оно проявлено сверхпредельной жесткостью и окисляемостью (здесь и далее в качестве предельных рассматриваются ПДК для питьевых вод). Сельскохозяйственное загрязнение проявляется узколокальными «всплесками» жесткости, содержания азотных соединений и органических веществ.

Локализация загрязнения преимущественно в верхней части разреза (в поверхностных и грунтовых водах) связана с особенностями его литолого-фациального строения. Главным здесь является преимущественно терригенный характер разреза с не менее чем 50% распространенностью глин и довольно высокая известковистость пород. Наличие карбонатных соединений определяет

буферные свойства геологической среды относительно кислых атмосферных осадков, вероятность выпадения которых в Нижнекамской промышленной зоне довольно высока (даже при нормальном рН атмосферных осадков, они приобретают кислую реакцию при проходе через лесную подстилку). Наличие же мощных глинистых прослоев определяет формирование многочисленных горизонтов межпластовых вод, которые препятствуют глубокому проникновению поверхностного загрязнения. При проявлении загрязнения грунтовых вод (вод первого от поверхности водоносного горизонта) загрязненные воды вовлекаются в плановую фильтрацию и разгружаются в близрасположенных долинах рек и ручьев, плотность которых достаточно высока. В меженные периоды все поверхностные водотоки являются областями разгрузки подземных вод и на качество подземных вод они какого-либо влияния оказать не могут. В пределах самих водотоков проявленное загрязнение характеризуется узколокальным проявлением, т.к. поверхностные воды района также обладают высоким потенциалом самоочищения: разбавление чистыми водами (атмосферными, поверхностными, подземными), сорбция на взвешенных частицах и выпадение в осадок, хемо- и биодеструкция, и др.

Ярким примером, отражающим высокие буферные свойства геологической среды Нижнекамской промышленной зоны, являются данные по полигону захоронения промышленных отходов ПАО «Нижнекамскнефтехим». Он функционирует с 1982 г. К началу 2014 г. в его пределах было захоронено 504081 м³ разнообразных отходов. Эксплуатация полигона привела к интенсивному загрязнению грунтовых вод, локализованных в уржумских отложениях. Их минерализация внутри картового поля и на его ограничении может достигать 7–12 г/дм³, общая жесткость 70–135 ммоль/дм³; концентрации наиболее характерных загрязнителей (мг/дм³): нефтепродукты — до 500–982; фенолы — до 13.9; железо — до 153 (степени превышения ПДК для питьевых вод до (5–98)×10² раз). При этом уровень концентраций многих компонентов по мере удаления от полигона начинает снижаться. Это снижение на расстоянии 150 м от внешних границ полигона может достигать одного порядка, и связано оно с процессами самоочищения подземных вод за счет протекания таких процессов как сорбция, диффузия, дисперсия, хемо- и биодеструкция и, главное, разбавления чистым инфильтрационным питанием. С каждого квадратного метра на уровень грунтовых вод вне пределов картового поля приходит инфильтрационное питание, минимальная оценка которого составляет 1.85×10⁻⁴ м³/сут (в виде слоя воды это 67.57 мм/год). Процессы самоочищения грунтовых вод приводят к тому, что на удалении 1.0–1.5 км от полигона в составе поверхностных и грунтовых вод уже не фиксируются изменения, которые могли бы быть вызваны деятельностью полигона [6, 8].

Зона пресных подземных вод в водораздельных областях Нижнекамского промышленного района характеризуется ярко выраженной вертикальной гидрогеохимической зональностью. В направлении сверху вниз (от уржумского водоносного комплекса до уфимского) происходит смена гидрокарбонатных кальциевых и магниевых-кальциевых вод на гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные натриевые (компоненты перечислены в порядке увеличения концентраций от 20 %-моль). При этом минерализация варьирует в нешироких пределах — 400–600 мг/дм³ (несмотря на увеличение времени взаимодействия в системе «вода — порода»), а жесткость постепенно снижается с 6–8 до 0.5–2 ммоль/дм³. Также снижаются концентрации гидрокарбонатов с 360–400 до 200–250 мг/дм³, а рН увеличивается с 6.8 до 8.8. Данная зональность обусловлена процессами ионного обмена и осаждением карбонатов кальция и магния за счет увеличения щелочности подземных вод. Повышение рН до 8.8 скорее всего связано с недостатком углекислого газа для связывания гидроксил-иона, выделяющегося при гидролизе силикатов и алюмосиликатов, который сопровождается и поступлением в подземные воды Na⁺. Данная вертикальная зональность также ответственна за повышенную мощность (до 250 м) зоны пресных вод, при которой глубокозалегающие подземные воды являются мягкими и в большинстве случаев отличаются благоприятным питьевым качеством.

Выводы

Природные условия Нижнекамского промышленного района определяют проявление вертикальной гидрогеохимической зональности в зоне пресных подземных вод и локализацию их загрязненных разностей преимущественно в самой верхней части разреза. Это обуславливает

возможность получения воды питьевого качества практически везде на участках проявления как латеральной, так и вертикальной нисходящей фильтрации (а такой тип вертикальной фильтрации проявлен повсеместно за исключением крупных палео- и современных речных долин), при этом для водораздельных участков наиболее оптимальным является установка фильтров водозаборных скважин на уровне водоносных горизонтов нижнеказанского водоносного комплекса (глубины 130–180 м). Подтверждением данного положения является постоянство во времени (несколько десятилетий) состава и благоприятное питьевое качество подземных вод эксплуатационных скважин в большей части населенных пунктов вокруг Нижнекамской промышленной зоны, а также высокое качество подземных вод непосредственно в ее пределах. Так, в пределах Шинного месторождения питьевых подземных вод, расположенного в северо-восточной части Нижнекамской промзоны, три эксплуатационные скважины функционируют с 1992 г., признаков неблагоприятного изменения качества подземных вод нижнеказанского комплекса нет, глубины установки фильтров — 140–160 м.

Литература:

1. *Войтович Е.Д., Гатиятуллин Н.С.* Тектоника Татарстана. — Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1998. — 140 с.
2. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника / *Под ред. Б.В. Бурова.* — М.: ГЕОС, 2003. — 402 с.
3. *Гольдберг В.М.* Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. — Л.: Гидрометеиздат, 1987. — 248 с.
4. *Зайцев И.К.* Гидрогеохимия СССР. — Л.: Недра, 1986. — 239 с.
5. *Мусин Р.Х., Калкаманова З.Г.* Формирование состава подземных вод в верхней части гидrolитосферы Восточно-Закамского региона Татарстана // Нефтяное хозяйство. — 2016. — № 2. — С. 18–22.
6. *Мусин Р.Х., Мусина Р.З.* О влиянии на гидrolитосферу полигонов захоронения промышленных отходов // Недропользование XXI век. — 2014. — № 1 (45). — С. 84–87.
7. *Сунгатуллин Р.Х.* Комплексный анализ геологической среды (на примере Нижнекамской площади). — Казань: Изд-во Мастер-Лайн, 2001. — 140 с.
8. *Musin R.Kh., Kurlyanov N.A., Kalkamanova Z.G., Korotchenko T.V.* Environmental state and buffering properties of underground hydrosphere in waste landfill site of the largest petrochemical companies in Europe // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. — 2016. — V. 33. — P. 1–6.