

Состояние гидросферы урбанизированной территории Оренбургской области

И.В. Куделина, ст. преподаватель, Т.В. Леонтьева, ст. преподаватель, М.В. Фатюнина, ст. преподаватель, Е.В. Ханина, магистрант, ФГБОУ ВПО Оренбургский ГУ

В центральной зоне Оренбургской области сосредоточены предприятия по добыче, переработке, транспортировке и хранению газа, конденсата и продуктов их переработки. Характерными загрязняющими веществами здесь являются углеводороды, сернистые соединения [1–3].

Влияние техногенного воздействия на геологическую среду приводит к изменению состояния подземных вод. Своевременное предупреждение таких явлений возможно при учёте закономерностей протекания природных процессов, а также на основе учёта хозяйственной деятельности при использовании недр. Для получения информации и решения этих задач необходимо проводить работы по изучению динамики, оценки и прогноза состояния подземных вод.

Объекты и методы исследования. Исследуемая территория расположена в восточной части Восточно-Русского артезианского бассейна с классами поровых (P_1), трещинно-поровых (P_2), порово-трещинных (P_3), трещинных (P_4) и трещинно-карстовых (P_5) вод пластового типа [1]. Мощность зоны пресных вод изменяется от 3–10 м на левобережье Урала до 200 м на правобережье. Вниз по разрезу пресные воды сменяются солёными водами и рассолами. Грунтовые воды в долинах рек с температурой 4–6°C залегают на глубине 2–12 м, а на водоразделах – 20–50 м, разгружаясь в долинах рек. Основное водохозяйственное значение имеют воды аллювиального водоносного горизонта мощностью до 30 м, который гидравлически связан с речными водами. Он сложен галечниками и песками русловой фации, перекрытыми частично суглинками.

Иренская сульфатно-галогенная толща мощностью более 500 м экранирует верхний гидрогеологический этаж от рассолов, которые характеризуются коэффициентом $r_{Na/Cl} = 1,0$. Под ней выделен ряд гидрогеологических этажей глубокого местного стока с рассолами хлоридно-кальциевого типа с минерализацией 220–270 г/л и коэффициентами $r_{Na/Cl}$ и $r_{SO_4/Cl}$ десятые и тысячные доли единицы соответственно [4].

На урбанизированной территории расположен Оренбургский нефтегазовый комплекс и около 200 предприятий, включая городскую свалку [1]. Месторождение вытянуто вдоль долины р. Урала, захватывая южную часть города. На комплексе имеются многочисленные установки по сжиганию попутных газов, пробурено около 1000 глубоких скважин, работают установки по подготовке нефти

и газа, компрессорные станции, проложена сеть трубопроводов. Обустроены поля фильтрации хозяйственно-бытовых сточных вод, нефтепродуктов и буровых растворов. В подсолевом комплексе пород в результате разработки Оренбургского месторождения образовалась депрессионная воронка глубиной до 600 м. Не поддающиеся очистке промышленные сточные воды закачиваются в глубокие горизонты на глубину более 2 км.

От загрязнения страдают водозаборы, воды которых, по данным госконтроля, не отвечают санитарным нормам [5]. Нефтегазовый комплекс способствовал социально-экономическому развитию города, но и активизировал процессы загрязнения, подтопления и истощения ресурсов пресных вод [3].

Источниками загрязнения служат также месторождения строительных материалов, неканализованные поселки, накопители и участки сброса сточных вод, поля, мелиорируемые сточными водами [3, 6]. Орошаются участки площадью до 20–100 га, и при размещении их у санитарно-защитных зон водозаборов ухудшается качество подземных вод. На городской свалке площадью в 50 га, в 2 км от жилого массива складированы бытовые и промышленные отходы до 800 тыс. м³/год.

Информация о подземных водах города Оренбурга и его окрестностей анализировалась по результатам полевых и камеральных исследований. Изучены физико-географические условия и геологическое строение города и его окрестностей по фондовым и литературным источникам, выявлены источники загрязнения подземных вод, собраны и систематизированы физико-химические анализы природных вод.

Результаты исследования. В результате проводимых исследований было установлено, что на исследуемой территории действуют 12 централизованных и более 40 ведомственных водозаборов [2]. Имеется еще более 80 тыс. одиночных скважин и колодцев. Запасы вод восполняются за счёт подземного стока и путём инфильтрации из водоёмов.

Первоначально воды аллювиального горизонта были пресными, с минерализацией 0,5–0,7 г/л и принадлежали к сульфатно-натриевому подтипу по классификации Курнакова – Валяшко, аналогично речным водам, или к содовому типу [4]. Воды содового типа формируются в верхнепермских породах по долине р. Сакмары и правобережью Урала, а также в контакте с акчагыльскими отложениями по левобережью. Воды мягкие, с количеством соды до 50–70 процент-эквивалент. Такие воды с коэффициентами $r_{Na/Cl} = 6 \div 7$ $r_{SO_4/Cl} = 0,5 \div 0,6$ формируются в терригенных верхнепермских кон-

тинентальных породах и гидравлически связаны с аллювиальным водоносным горизонтом. Считают, что они образуются при выветривании щелочных полевых шпатов с участием углекислого газа [4]. При техногенезе коэффициент SO_4/Cl более 1 сменился на значения менее 1, под влиянием галогенной толщи, вскрытой у птицефабрики «Россия», на нарушенных диапировых структурах и на нефтегазовом комплексе. Ресурсы и качество вод аллювиального водоносного горизонта на водозаборах формируются в результате подтока подрусловых вод, вод с водосборной площади и инфильтрации из реки. На ухудшение качества вод влияют источники загрязнения и воды с соляных куполов. Воды ареалов загрязнения с минерализацией до 1,9–2,7 г/л при смешении с аллювиальными водами превращают их из сульфатно-натриевых в воды хлоридно-магниевого подтипа. Например, воды водозаборов Сакмара I и Сакмара II ранее имели сульфатно-натриевый подтип и высокое качество. Водозабор Сакмара II расположен у реки и подпитывается инфильтрацией речных вод, имея с ней сходство в составе (SO_4 более Cl); водозабор Сакмара I расположен в 2 км от реки, у бровки надпойменной террасы. В настоящее время минерализация вод возросла в 2–3 раза, сульфатно-натриевый подтип вод сменился на хлоридно-магниевого, содержание хлоридов и сульфатов выросло в 5 раз, в том числе и у птицефабрики «Россия». Скважины, пробуренные здесь для выщелачивания соли, не ликвидированы. Свой вклад вносит и навоз с ферм крупного рогатого скота, склады удобрений и ядохимикатов у горы Хусаиновой и городская свалка с токсичными накоплениями.

Из-за отсутствия должного контроля их потоки к Сакмаре не прослежены. Высокие концентрации органических веществ (до 2040,0 мг/л O_2) в фильтрате водных вытяжек проб почв у птицефабрики совпали с аномалиями по хлоридам, сульфатам и нитратам. Источником сульфатов на водозаборе Сакмара I считали гальванический цех аппаратного завода. Недооценена роль гипсов и ангидритов сульфатно-галогенной толщи. При техногенной нарушенности участка пресные воды взаимодействуют с ними, и их минерализация возрастает до 8 г/л. Т.е. в этом случае проявляются как техногенные факторы, так и особенности природных условий. В маловодные сезоны приобретает устойчивость хлоридно-магниевого подтипа вод, возрастает жёсткость воды, а коэффициенты Na/Cl приближаются к единице. Так, в скважинах у пос. Кушкуль воды хлоридно-магниевого подтипа приобрели минерализацию в 1,2 г/л и жёсткость до 17,2 мг-экв/л при коэффициентах $Na/Cl=0,95$. Ещё выше минерализация вод у г. Араповой (3,0÷8,9 г/л). Состав вод $Cl-SO_4-HCO_3$ или $Cl-HCO_3-SO_4$. Коэффициент rNa/Cl приближается к единице, что свидетельствует о связи с соляными куполами.

Аналогичная картина по метаморфизации вод установлена по долине Урала, в поселках Татищево, Городище, Н. Павловка и Дедуровка. В настоящее время увеличилась интенсивность эксплуатации водозаборов и выросли минерализация вод и содержание хлоридов и сульфатов. В Городище в маловодные годы к водозаборным скважинам подтягиваются солёные воды из переуглублённых участков речной долины. Сульфатно-натриевый подтип не меняется, но содержание хлоридов увеличивается. Ряд скважин Дедуровского водозабора имеют воды с минерализацией 2,1–2,4 г/л. Наряду с сульфатно-натриевым подтипом встречаются воды хлоридно-магниевого подтипа с жёсткостью 7,5 мг-экв/л. В маловодные годы при интенсивной эксплуатации скважин минерализация растёт до 5,3 г/л за счёт подтягивания солёных вод из переуглублённых участков неоген-четвертичных речных долин. Жёсткость вод достигает 9,0–14,2 мг-экв/л. Между Дедуровкой и Н. Павловкой в аллювии на контакте с акчагыльскими отложениями выявлены воды содового типа с минерализацией 1,3–1,5 г/л и жёсткостью 2,0 мг-экв/л.

Очевидно, что воды аллювиального водоносного горизонта долины р. Урала азональны. На формирование их химического состава оказывают влияние транзитные потоки речных вод. Поэтому состав вод не соответствует водам отложений геологического разреза, вмещающих речную долину, и степени их засоленности. За последние годы они испытали влияние как естественных, так и техногенных факторов, обусловивших накопление в них хлоридов, сульфатов и увеличение минерализации вод. Поэтому большое значение приобретает оценка защищённости территории от загрязнения.

Оценка защищённости подземных вод от загрязнения проведена с использованием модуля предельно допустимых выбросов $M_{ПДВ}$ и модуля предельно допустимой концентрации ($M_{ПДК}$) [7]. Например, санитарный норматив по минерализации хозяйственно-питьевых вод равен 1 г/л. $M_{ПДК}$ вычисляем из произведения этого норматива на модуль водного стока, а $M_{ПДВ}$ – из разности $M_{ПДК}$ и модуля химического стока с данной площади ($M_{ПХС}$).

$$M_{ПДВ} = M_{ПДК} - M_{ПХС}. \quad (1)$$

$M_{ПДВ}$ характеризует степень защищённости подземных вод территории. При большой техногенной нагрузке часть их защищённости утрачивается, и следует непрерывно осуществлять контроль с оценкой ресурсов защищённости [1].

По данным оценки защищённости подземных вод от загрязнения и анализа источников загрязнения составлена карта-схема. На рисунке типы районов по защищённости подземных вод от загрязнения с учётом значения $M_{ПДВ}$, т/км² в год представлены следующим образом: 1 – весьма защищённые ($M_{ПДВ} > 70$ т/км² в год), рекомендуемые к

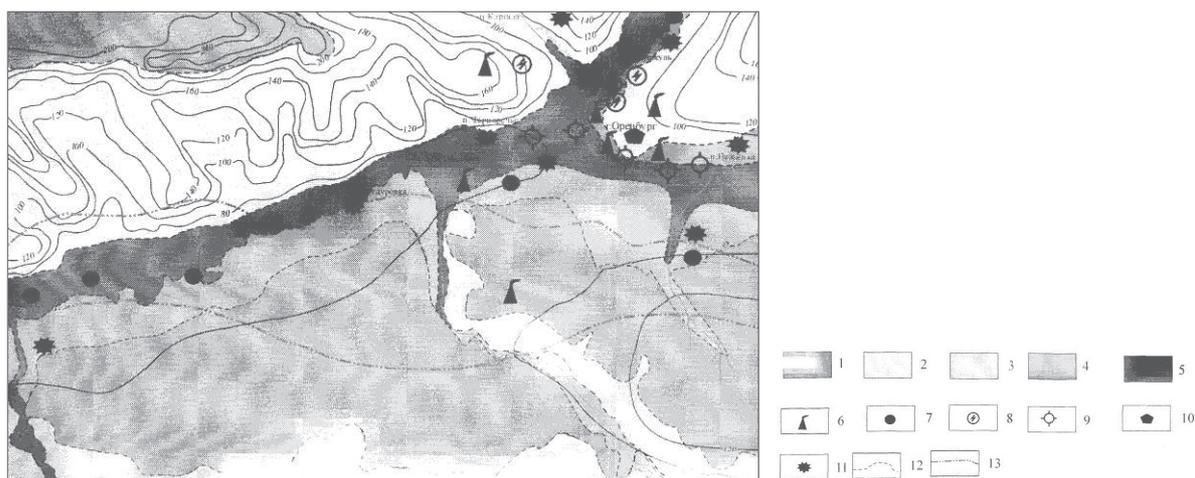


Рис. – Схема типизации районов Оренбургской урбанизированной территории по защищённости подземных вод от загрязнения [8]

неограниченному использованию; 2 – защищённые ($M_{ПДВ} \approx 50-70$ т/км² в год), рекомендуемые к ограниченному использованию; 3 – условно защищённые ($M_{ПДВ} \approx 20-50$ т/км² в год), рекомендуемые к весьма ограниченному использованию; 4 – незащищённые ($M_{ПДВ} \approx 5-20$ т/км² в год), 5 – весьма не защищённые < 5 т/км², которые рекомендуется включать в состав санитарно-защитных зон; источники загрязнения: 6 – промышленные, 7 – геотехнологические, 8 – энергетические, 9 – водохозяйственные, 10 – селитебные, 11 – сельскохозяйственные; границы, 12 – границы районов по степени защищённости, 13 – контур нефтегазоконденсатного месторождения.

Выводы. К сожалению, степень защищённости территории от загрязнения практически не учитывалась при застройке Оренбургской урбанизированной территории. Поэтому необходимо внедрять принципиально новые технологии защиты подземных вод для локализации источников загрязнения с уже загрязнённых зон.

Рекомендуется минимизировать техногенную нагрузку на природные воды, совершенствовать технологии, и с помощью системы мониторинга на основе схем типизации территории по защищён-

ности от загрязнения внедрять барьерный принцип защиты водоёмов и водозаборов.

Литература

1. Гаев А.Я., Куделина И.В., Леонтьева Т.В. Проблемы гидросферы города Оренбурга и его окрестностей // Экология урбанизированных территорий. 2013. № 3. С. 28–36.
2. Информационный бюллетень о состоянии геологической среды на территории Оренбургской области в 1997–2006 гг. Вып. 1–10. Оренбург: ОАО «Вотемир», 1997–2006.
3. Окружающая среда города Оренбурга (проблемы, решения, перспективы). Оренбург: Оренбургское кн. изд-во, 1999. 48 с.
4. Самарина В.С., Гаев А.Я., Нестеренко Ю.М. и др. Техногенная метаморфизация химического состава природных вод (на примере эколого-гидрогеохимического картирования бассейна Урала, Оренбургская область). Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1999. 444 с.
5. Грязнов О.Н., Абатурова И.В., Афанасиади Э.И. и др. Проблемы изучения и оценки состояния геологической среды урбанизированных территорий Урала // Инженерно-геологические проблемы урбанизированных территорий: матер. междунар. симпоз. Екатеринбург, 2001. Т. 1. С. 463–473.
6. Экологические основы водохозяйственной деятельности (на примере Оренбургской области и сопредельных районов) / А.Я. Гаев и др. под общ. ред. А.Я. Гаева. Пермь-Оренбург, 2007. 327 с.
7. Бабушкин В.Д., Гаев А.Я., Гацков В.Г. и др. Научно-методические основы защиты от загрязнения водозаборов хозяйственно-питьевого назначения. Пермь, 2003. 264 с.
8. О состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории Оренбургской области за 2007 год. Информационный бюллетень. Оренбург: Изд-во правительства Оренбургской обл. 2008. 197 с.