

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ТАМБОВСКОГО И СОСНОВСКОГО РАЙОНОВ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С. П. Пасмарнова

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 4 сентября 2013 г.

Аннотация. *Изложены результаты анализа химического состава подземных вод первых от поверхности гидрогеологических подразделений. Показана роль природных и техногенных факторов в формировании макрокомпонентного состава грунтовых вод.*

Ключевые слова: *подземные воды, водоносный горизонт, химический состав, макрокомпоненты, качество подземных вод.*

Abstract. *The results of the analysis of the chemical composition of ground water from the first surface of the hydrogeological units. The role of natural and anthropogenic factors in the formation of macrocomponental ground water.*

Key words: *groundwater, aquifer, chemical composition, macro components, the quality of groundwater*

Рассматриваемая территория показательна в том плане, что формирование химического состава подземных вод неудовлетворительного качества здесь является не только результатом их загрязнения промышленными и сельскохозяйственными отходами, но и естественных геохимических процессов.

Источниками компонентного состава грунтовых вод служат компоненты атмосферных осадков, водовмещающих пород, гидравлически взаимосвязанных поверхностных и подземных вод [1]. Доминируют вещества горных пород. На рассматриваемой территории макрокатионы в подземных водах формируются в процессе гидролитического углекислотного выщелачивания алюмосиликатов песчано-глинистых отложений, углекислотного выщелачивания карбонатных отложений и катионного обмена из глинистых пород; хлор-ион поступает в воду в процессе катионного обмена из глинистых отложений и растворения хлористых солей, в незначительном количестве присутствующих в водовмещающих породах; сульфат-ион формируется в подземных водах в процессе окисления сульфидов металлов, а также растворения включений гипса и ангидрита в терригенных и карбонатных отложениях.

В районе города Тамбов и отдельных сельских населенных пунктов значительная роль в формировании химического состава подземных вод принадлежит фильтрующимся техногенным растворам. В этом случае привнос новых растворенных

веществ приводит к нарушению естественных химических равновесий в системе вода-порода, в результате формируются новые геохимические типы подземных вод, благоприятные для накопления в них различных нормируемых СанПиН [2] химических элементов.

Грунтовые воды на исследуемой территории по химическому составу преимущественно гидрокарбонатные кальциевые. Нередко встречаются воды смешанного состава и сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые. Воды смешанного типа широко развиты в долинах рек, где наблюдается повышенная проницаемость пород и соответственно подток вод из залегающих ниже горизонтов. Сульфатно-гидрокарбонатный тип также отмечен для подземных вод субэвральных отложений, что обусловлено процессами испарительного концентрирования в связи с незначительной глубиной залегания подземных вод от дневной поверхности. Типообразующим сульфат-ион является на участке загрязнения средне-верхнечетвертичного аллювиального горизонта в районе города Тамбов. На отдельных участках, как в пределах водораздельных пространств, так и в долинах рек, встречаются воды нитратно-гидрокарбонатного и гидрокарбонатно-нитратного типов, где в катионном типом составе помимо кальция присутствуют натрий и магний, что связано с трансформацией химического состава под влиянием сельскохозяйственной деятельности.

При характеристике химического состава подземных вод первых от поверхности гидрогеологи-

ческих подразделений автор использовал данные полных химических анализов 250 проб, результаты обработки которых представлены в таблице 1.

Таблица 1
Концентрации компонентов химического состава грунтовых вод

Компоненты	Концентрация в воде, мг/дм ³ , от – до (преимущественно)
Бикарбонаты	50–915 (200–600)
Хлориды	2–1408 (10–80)
Сульфаты	1–1302 (10–60)
Нитраты	0.1–737 (1–55)
Нитриты	0–2.1 (0.03–0.1)
Аммоний	0.02–1.8 (0.1–0.3)
Кальций	1–384 (10–100)
Магний	1–98 (10–60)
Натрий	1–287 (5–80)
Железо	0.1–3.0 (0.1–0.8)
Марганец	0.004–0.9 (0.01–0.4)

Из представленных в таблице 1 данных следует, что рассматриваемая территория характеризуется низкими по отношению к ПДК [2] фоновыми значениями макрокомпонентов в грунтовых водах. Содержание сульфатов и хлоридов в них не превышает 80 мг/дм³ и практически повсеместно является оптимальным для человеческого организма. Повышенное относительно фона содержание SO₄²⁻, Cl⁻ зафиксировано по единичным пробам в долинах рек Цна и Челновая, являющихся зонами высокой проницаемости пород, где происходит восходящая фильтрация хлоридных и хлоридно-сульфатных вод из глубоких горизонтов в залегающие выше. Также повышенные значения сульфатов (300–600 мг/дм³) иногда наблюдаются в подземных водах субэвральном отложений, что обусловлено процессами испарительного концентрирования. Аномально высокие концентрации хлора и сульфатов, связанные с техногенной деятельностью, отмечены в северо-восточной части г. Тамбов. Так в районе прудов-накопителей сточных вод ОАО «Пигмент», «Тамбовмаш» по наблюдательным скважинам в водах средне-верхнечетвертичного аллювиального горизонта содержание хлора превышает ПДК в 1.5–4 раза, сульфатов – в 2.5 раза.

Концентрации гидрокарбонат-иона в грунтовых водах варьируют в пределах 50–915 мг/дм³, преобладают значения 200–600 мг/дм³. При этом в 56 % исследуемых проб содержание HCO₃⁻ менее 400 мг/дм³. В пространственном их размещении каких-либо закономерностей не установлено.

Ионы кальция доминируют в катионном составе грунтовых вод. Содержание Ca²⁺ изменяется от первых единиц до 384 мг/дм³, чаще всего составляет 10–100 мг/дм³. Наиболее обогащены кальцием подземные воды аллювиальных отложений.

Содержание магния в подземных водах, залегающих первыми от поверхности, на исследуемой территории преимущественно составляет 10–50 мг/дм³, лишь в 13 пробах из 250 отмечены более высокие концентрации (до 98 мг/дм³).

Концентрации иона натрия изменяются от первых миллиграммов до 287 мг/дм³, чаще встречаются значения 5–80 мг/дм³. При этом в 43 % исследуемых проб содержание натрия менее 20 мг/дм³. Повышенные концентрации (1.1–1.4 ПДК) отмечены в 5 пробах в долинах рек Цна и Челновая, где происходит подток гидрокарбонатно-хлоридных натриевых вод из девонских отложений. Кроме того незначительное превышение ПДК (в 1.1 раза) зафиксировано по двум скважинам в районе прудов-накопителей сточных вод ОАО «Пигмент».

Необходимо отметить, что ионы калия в подземных водах содержатся в очень незначительных концентрациях, обычно не превышающих 5–6 мг/дм³, что обусловлено главным образом его биологической активностью [1]. Даже на территории г. Тамбов, где в сточных водах промышленных предприятий присутствует калий, содержание его в грунтовых водах не превышает 17–19 мг/дм³.

Из соединений азота в процессе исследований проанализированы ион аммония, нитритный и нитратный ионы. Превышение предельно допустимых концентраций [2] NH₄⁺ и NO₂⁻ в подземных водах на рассматриваемой территории не наблюдается. Преимущественно содержание нитритов не поднимается выше сотых долей миллиграмма на литр, иона аммония – десятых долей миллиграмма на литр. В большинстве населенных пунктов, где размещаются животноводческие комплексы и поля фильтрации бытовых стоков, наблюдается загрязнение грунтовых вод нитратами. Содержание NO₃⁻ часто достигает 50–320 мг/дм³, максимальные значения составляют 680–737 мг/дм³ (сс. Левино и Верхние Левые Ламки). При этом концентрации NH₄⁺ и NO₂⁻ достигают 1.8 мг/дм³ и 2.1 мг/дм³ соответственно. Следует отметить, что вне населенных пунктов повышенные концентрации соединений азота в подземных водах встречаются редко. Содержание железа в грунтовых водах варьирует в пределах 0.1–4.0 мг/дм³, чаще всего составляет 0.1–0.8 мг/дм³. В 30% исследуемых проб отмечается превышение ПДК (преимущественно в

2–3 раза, в единичных случаях – в 7–10 раз). Наибольшие концентрации железа наблюдаются в подземных водах аллювиальных отложений, что объясняется прежде всего повышенным количеством в них органических веществ гумусового ряда, образующих устойчивые комплексы с Fe^{3+} . Для грунтовых вод (преимущественно подземных вод субэкральных и ледниковых отложений) характерны процессы окисления (Fe^{2+} переходит в Fe^{3+}), в результате чего по трещинам и порам пород образуются гидроокислы. В случае долговременного высокого стояния уровня грунтовых вод эти гидроокислы снова могут служить источником растворенного в воде железа.

Концентрации марганца в подземных водах первых от поверхности водоносных комплексов колеблются от 0.004 мг/дм³ до 0.9 мг/дм³. Повышенные концентрации марганца (более 0.1 мг/дм³) отмечены в 15 пробах подземных вод аллювиальных отложений. Гидроокислы марганца повсеместно присутствуют в породах зоны аэрации в виде бобовин, черных налетов и корочек по трещинам.

Особенностью химического состава подземных вод на исследуемой территории является значительное содержание фосфора на отдельных участках (район сс. Отыясы, Кершинские Борки, Троицкая Дубрава) в подземных водах аллювиального водоносного комплекса. Концентрации фосфатов здесь достигают 14–17.5 мг/дм³ (4–5 ПДК) на общем фоновом содержании фосфора в сотых и десятых долях миллиграмма на литр. Данные аномалии связаны с присутствием фосфоритов в водовмещающих отложениях и приурочены к участкам залегания аллювиальных отложений на песчаниках альбского яруса нижнего мела, в котором локализованы месторождения фосфоритов.

Суммарная минерализация подземных вод, залегающих первыми от поверхности, колеблется в пределах 0.2–3.1 г/дм³, в большинстве случаев она не превышает 1 г/дм³. Четвертая часть отобранных проб характеризуется повышенными относительно ПДК значениями, максимальные составляют 2,2–3.1 г/дм³. Зоны подземных вод с минерализацией более 1 г/дм³ распространены фрагментарно в виде узких полос, совпадающих с ориентацией русел рек Цна и Челновая. На юге исследуемой территории увеличение минерализации за счет повышенных концентраций SO_4^{2-} и Cl^- наблюдается на отдельных участках в подземных водах субэкральных отложений, что вызвано процессами испарительного концентрирования. В районе населенных пунктов в результате инфильтрации

сельскохозяйственных стоков иногда происходит увеличение минерализации за счет значительных концентраций нитратов. На территории города Тамбов высокие значения минерализации (до 3.1 г/дм³) в грунтовых водах являются результатом их загрязнения промышленными и коммунально-бытовыми стоками с повышенным содержанием всех макрокомпонентов.

Общая жесткость грунтовых вод изменяется от 1.5 до 28 мг-экв/дм³, преобладают значения 7–8 мг-экв/дм³. Превышение предельно допустимых значений наблюдается в 68% исследуемых проб. Высокие значения общей жесткости характерны в основном для подземных вод аллювиальных отложений, при этом максимальные достигают 21–28 мг-экв/дм³ (сс. Дмитриевка, Топкая, Сурава). На юге исследуемой территории на локальных участках выделены жесткие подземные воды в субэкральных отложениях. Главным образом это связано с процессами выщелачивания кальциевых полевых шпатов. Наряду с природными процессами повышенные значения общей жесткости обусловлены и техногенной деятельностью. Так в районе ОАО «Пигмент» и завода «Тамбовмаш» содержание в сумме кальция и магния в подземных водах средневерхнечетвертичного аллювиального водоносного горизонта составляет 16–24 мг-экв/дм³.

Грунтовые воды рассматриваемой территории часто характеризуются высокой окисляемостью. В 55% опробуемых водопунктов окисляемость не соответствует требованиям, предъявляемым к питьевым водам, при этом 7% из них выделены с опасной для здоровья величиной окисляемости (более 15 мг O_2 /дм³). Высокой окисляемостью отличаются подземные воды аллювиальных отложений. Это связано с широким развитием на пойме и первой надпойменной террасе болот, которые питают грунтовые воды. Значения окисляемости преимущественно составляют 3–12 мг O_2 /дм³, максимальные – 60–74 мг O_2 /дм³ – зафиксированы в пробах воды из колодцев в селах Левино, Заречье, Кершинские Борки. На территории промплощадки ОАО «Пигмент» высокие значения окисляемости (до 48 мг O_2 /дм³) – результат загрязнения подземных вод органическими веществами сточных вод предприятия.

В результате анализа совокупности рассмотренных выше показателей можно сделать следующие выводы:

– неудовлетворительное качество подземных вод первых от поверхности водоносных горизонтов и комплексов на большей части исследованной

территории вне промышленной зоны г. Тамбов определяется чаще всего высокими значениями общей жесткости и окисляемости, реже – минерализации и железа, что обусловлено естественными геохимическими процессами. Повышенные концентрации нитратов на отдельных участках – результат сельскохозяйственной деятельности;

– на территории г. Тамбов высокие значения окисляемости, общей жесткости и минерализации грунтовых вод, определяющие неудовлетворительное качество, обусловлены инфильтрацией в под-

земные воды стоков промышленных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Питьева К. Е.* Гидрогеохимия / К. Е. Питьева. – М. : Изд-во МГУ, 1988. – 316 с.
2. *Посохов Е. В.* Формирование химического состава подземных вод / Е. В. Посохов. – Л. : Гидрометеоздат, 1988. – 156 с.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: Санитарные правила и нормы. – М. : Информационно-издательский центр Госкомэпиднадзора России, 2001.

Воронежский государственный университет

С. П. Пасмарнова, кандидат географических наук, доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

Тел. 8 (473) 220-89-80

Pasmarnova_S.P@mail.ru

Voronezh State University

S. P. Pasmarnova, Candidate of Geografic science, senior lecturer of chair of Hydrogeology, Engeneering Geology and Geoecology

Tel. 8 (473) 220-89-80

Pasmarnova_S.P@mail.ru