

УДК 624.131.1:551.252

ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СОЛИКАМСКОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ

© 2018 г. А.А. Ястребов*, Ю.А. Мамаев*, Ю.К. Иванов**

*Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, Уланский пер., 13, стр. 2, Москва, 101000 Россия.
E-mail: yaa-80@mail.ru

**Институт геологии и геохимии УрО РАН, ул. Академика Вонсовского, 15, Екатеринбург, 620016 Россия.
E-mail: ivanovuk@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 28.09.2017 г.

Статья посвящена оценке современных гидрогеохимических условий подземных вод надсоляной толщи территории Соликамского района, расположенной в северной части Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС) в Пермском крае. На основании пространственных закономерностей распространения различных химических типов подземных вод терригенно-карбонатной толщи, проведено предварительное районирование исследуемой территории по химическому составу и степени загрязнения подземных вод. Дана оценка массопотоков основных химических элементов подземных вод в местах техногенного загрязнения.

Ключевые слова: подземные воды, надсоляная толща, минерализация, массопоток, техногенез.

DOI: 10.7868/S0869780318030079

Соликамский район Пермского края занимает протяженный участок левобережного склона долины р. Камы и примыкающие водораздельные поверхности Соликамского поднятия, сложенные терригенно-карбонатными и соляно-мергельными коренными породами нижнепермского возраста. На территории расположены 3 действующих рудника по добыче калийных солей, обогатительные фабрики, солеотвалы, шламохранилища, сети транспортного и инженерного обеспечения промышленных зон и населенных пунктов. Подработанные территории шахтных полей рудников простираются под промышленными и селитебными зонами, создавая опасность деформаций и разрушений зданий и сооружений.

Территория характеризуется активным проявлением суффозионно-карстовых процессов с формированием на земной поверхности мульды сдвижения и крупного провала, произошедшего в 2014 г.

Пресные подземные воды играют большую роль в ресурсной обеспеченности Соликамского района, повышении качества и уровня жизни населения. Возрастающее потребление воды при пространственной изменчивости качества

подземных вод надсоляной толщи, обуславливает снижение запасов пресных питьевых подземных вод.

Анализ данных гидрохимического опробования скважин, а также результатов режимных наблюдений (мониторинга), выполненных в рамках программы производственного экологического контроля различными организациями Пермского края, позволил определить пространственные закономерности распространения различных химических типов подземных вод в терригенно-карбонатной толще, их солевой состав, минерализацию, тем самым, предварительно районировать территорию по химическому составу и степени загрязнения подземных вод.

Геологический разрез надсоляной толщи района представлен отложениями нижнепермского возраста: пестроцветной толщей терригенных пород (P₁šš) шешминского горизонта, терригенно-карбонатной толщей (ТКТ) и соляно-мергельной толщей (СМТ) соликамского горизонта. Преобладают отложения, представленные сильно выветрелыми, трещиноватыми и закарстованными кавернозными глинистыми известняками, мергелями, песчаниками и алевролитами терригенно-карбонатной

толщи и кавернозными загипсованными глинистыми и известковисто-доломитовыми мергелями, известковистыми глинами, гипсами и каменной солью соляно-мергельной толщи.

Сложное геологическое строение территории Соликамского района, как и всего Верхнекамского месторождения калийных солей (ВКМКС), расположенного в центре Соликамской впадины, интенсивная эксплуатация месторождений минерально-сырьевых ресурсов (СКРУ-1, СКРУ-2, СКРУ-3), углеводородов и подземных вод обуславливают развитие опасных геологических процессов, в том числе катастрофического характера, к которым, в первую очередь, следует отнести развитие деформаций земной поверхности и случившийся в 2014 г. крупный провал с плановыми размерами 90x109 м, при глубине около 90 м, на подработанной территории рудника СКРУ-2.

В районе исследований наиболее активно развиваются процессы карста и суффозии, растворения, массопереноса и переотложения солей, оседания и образования провалов земной поверхности, подтопления, затопления и заболачивания территорий, эрозионного размыва горных пород, экологические процессы и другие [1].

Кроме того, активная техногенная нагрузка, оказывает влияние на гидрогеохимическую обстановку территории, включая подземные питьевые воды, способствуя их загрязнению и истощению.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Район исследований характеризуется сложными гидрогеологическими условиями. По схеме гидрогеологического районирования он принадлежит к северной части Соликамской впадины и входит в состав северной части Предуральского бассейна Восточно-Европейской системы артезианских бассейнов, и Северо-Предуральского бассейна блоково-пластовых вод (III-7A) ¹.

¹ 1. Балдин В.А. Информационный отчет о комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемке масштаба 1:50000 Верхнекамской площади на территории действующих горнодобывающих предприятий и детально разведанных участков. Текст с приложениями. 1998. РОСГЕОЛФОНД. № 471291.

2. Белкин В.В., Глебов С.В., Белкина Т.В. и др. «Мониторинг геологической среды Верхнекамского солеродного бассейна». Сводный том 1998–2002 гг. ОАО «Сильвинит». Фонды ПАО «Уралкалий». Березники 2003. РОСГЕОЛФОНД. № 480797.

По условиям взаимосвязи водоносных горизонтов с поверхностью в вертикальном разрезе осадочного чехла выделяется два гидрогеологических этажа, разделенных региональным иренским водоупором (соляной залежью). В верхний гидрогеологический этаж входит вся надсоляная толща горных пород нижнепермского возраста, в нижний – более древние гидрогеологические подразделения, которые характеризуются застойным гидродинамическим режимом из-за утраты связи с поверхностью (см. сноску 1).

Объект исследований – подземные воды верхнего гидрогеологического этажа зоны активного водообмена, где в зависимости от состава водовмещающих пород, условий распространения и питания выделяют три типа подземных вод: порово-пластовые, трещинно-поровые и трещинно-пластовые.

По стратиграфическому признаку, гидрогеологическим и петрографическим особенностям водосодержащих пород в надсоляной толще выделяют следующие водоносные горизонты и комплексы: водоносный комплекс четвертичных отложений (Q_{II-IV}); слабодоносный шешминский терригенный горизонт ($P_1\text{šš}$); водоносный верхнесоликамский терригенно-карбонатный горизонт (P_1sl_2 ТКТ); водоносный нижнесоликамский соляно-мергельный горизонт (P_1sl_1 СМТ). Водовмещающие породы представлены сильно трещиноватыми известняками, мергелями, песчаниками с прослоями алевролитов и аргиллитов, гипсов и каменной соли. Движение подземных вод осуществляется в сторону долины р. Камы и ее притоков.

Верхняя часть водоносного верхнесоликамского терригенно-карбонатного горизонта (P_1sl_2 ТКТ) используется в целях хозяйственно-питьевого водоснабжения Соликамского района, так как содержит преимущественно пресные подземные воды.

Петрографический состав терригенно-карбонатных пород в вертикальном разрезе характеризуется литолого-фациальной изменчивостью

3. Петрик А.И. Отчет по переоценке запасов Соликамского и Ново-соликамского участков Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей (с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2006 г.). В четырех книгах и одной папке. Фирма «Агрохимбезопасность», 2006. РОСГЕОЛФОНД. № 487125.

4. Харитонов Т.В. Отчет по теме «Создание сводных геологической и гидрогеологической карт Верхнекамского месторождения калийных солей масштаба 1:100000». Листы: Р-40–138; О-40–5(в.п.); 6,7(з.п.); 17(в.п.); 18; 19(з.п.); 29(в.п.); 30; 31(з.п.) 42(с.п.). Книга 1–3, 5 – текст и текстовые приложения. ФГУП «Геокарта», 2002. РОСГЕОЛФОНД. № 4484191.

водоносных и водоупорных толщ. Неравномерная трещиноватость отложений и, как следствие, неоднородность фильтрационных свойств водовмещающих пород определяет, в целом, их разную водообильность в районе исследования. Изменение величин коэффициента фильтрации в среднем составляет от 1 до 25 м/сут, коэффициента водопроводимости от 100 до 1500 м²/сут, удельного дебита от 0.02 до 8.7 лс⁻¹м⁻¹, при существенном увеличении значений на участках зон повышенной трещиноватости (в десятки раз) и в долинах рек (в сотни раз). Наибольшая трещиноватость пород, а, следовательно, значительное количество водопритоков в скважинах отмечается до глубин 70–100 м, с дальнейшим затуханием.

Химический состав вод четвертичных отложений (Q_{II-IV}), шешминского терригенного горизонта (P₁šš) и верхней части водоносного терригенно-карбонатного горизонта (P₁sl₂ ТКТ) в условиях ненарушенного гидрогеохимического режима — пресный, гидрокарбонатный, сульфатно-гидрокарбонатный, магниевый-кальциевый, натриево-кальциевый с минерализацией в среднем 0.1–0.6 мг/дм³, преимущественно гидрокарбонатного типа. В местах загипсованности пород происходит увеличение содержания сульфатов. В нижней части ТКТ минерализация вод может увеличиваться до соленых и слабосоленых (2–5 г/дм³).

По химическому составу подземные воды водоносного нижнесоликамского соляно-мергельного горизонта (P₁sl₁ СМТ) слабосоленые, хлоридно-гидрокарбонатные, кальциевые, сульфатно-натриевые с минерализацией в среднем около 0.6–1 г/дм³. В основании толщи, в результате выщелачивания гипса и растворения каменной соли, подземные воды приобретают сульфатно-хлоридный и хлоридно-натриевый состав с минерализацией от 1 до 50 г/дм³, ниже, на глубинах около 300 м распространены рассолы с минерализацией до 300 г/дм³. Самое высокое положение минерализованных вод наблюдается в пределах локальных положительных структур, на участках их пересечения эрозионными врезками, где минерализованные воды поднимаются из нижележащих горизонтов в зону активного водообмена (долины рек Усолка и Боровая).

На локальных участках в местах отсутствия глинистого водоупора в подошве водоносного верхнесоликамского терригенно-карбонатного горизонта существует гидравлическая связь подземных вод терригенно-карбонатной толщи с водами нижележащего соляно-мергельного горизонта, о чем свидетельствует увеличение в воде

ТКТ содержания сульфатов, хлора и минерализации до 4–5 г/дм³ и более (см. сноску 1, пп. 1, 3, 4).

Питание подземных вод осуществляется в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетекания вод из смежных горизонтов. Разгрузка происходит в виде выходов многочисленных родников различного типа на склонах местной эрозионной сети и далее в долину р. Кама.

Под влиянием техногенной нагрузки, оказываемой многими предприятиями района, в том числе в местах складирования твердых и жидких отходов калийного производства, отмечается загрязнение пресных подземных вод различными макро- и микрокомпонентами (Cl, SO₄, B, Br, NO₃, Mn, нефтепродукты, Ni, Cr, Cd, Sr и др.) со значительным увеличением их минерализации в пределах ореола загрязнения².

Основные процессы, участвующие в формировании химического состава подземных вод надсоляной толщи района исследования — растворение, выщелачивание горных пород и перенос массопотоков различного гидрогеохимического типа.

Значительный вклад (>80%) в загрязнение подземных вод оказывают шламохранилища, рассолосборники, солеотвалы, промплощадки с открытыми канализационными траншеями и другие отходы промышленных объектов, содержащие рассолы хлоридного натриевого состава, с минерализацией до 200 г/дм³. Такие токсичные воды за счет инфильтрации попадают в нижележащие водоносные горизонты и далее в дренирующие их водотоки и водоемы с последующим выносом в главную водную артерию района — р. Кама. В настоящее время загрязнением и засолением вблизи техногенных источников затронута практически вся зона активного водообмена подземных вод, в том числе ТКТ.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На основе обработки данных о химическом составе подземных вод в пределах зоны активного водообмена (гипергенеза пород) была построена гидрогеохимическая карта, которая позволила районировать подземные воды ТКТ по солевому

² Копиталев В.П., Прокофьева Т.И., и др. Научно-методическое сопровождение работ по организации и ведению гидромониторинга по режимным сетям рудоуправлений. Обобщение и анализ результатов режимных наблюдений за состоянием водной среды на шахтных полях БКПРУ-1,2,3,4 и СКРУ-1,2,3. ЗАО «ВНИИ Галургии», 2013–2014.

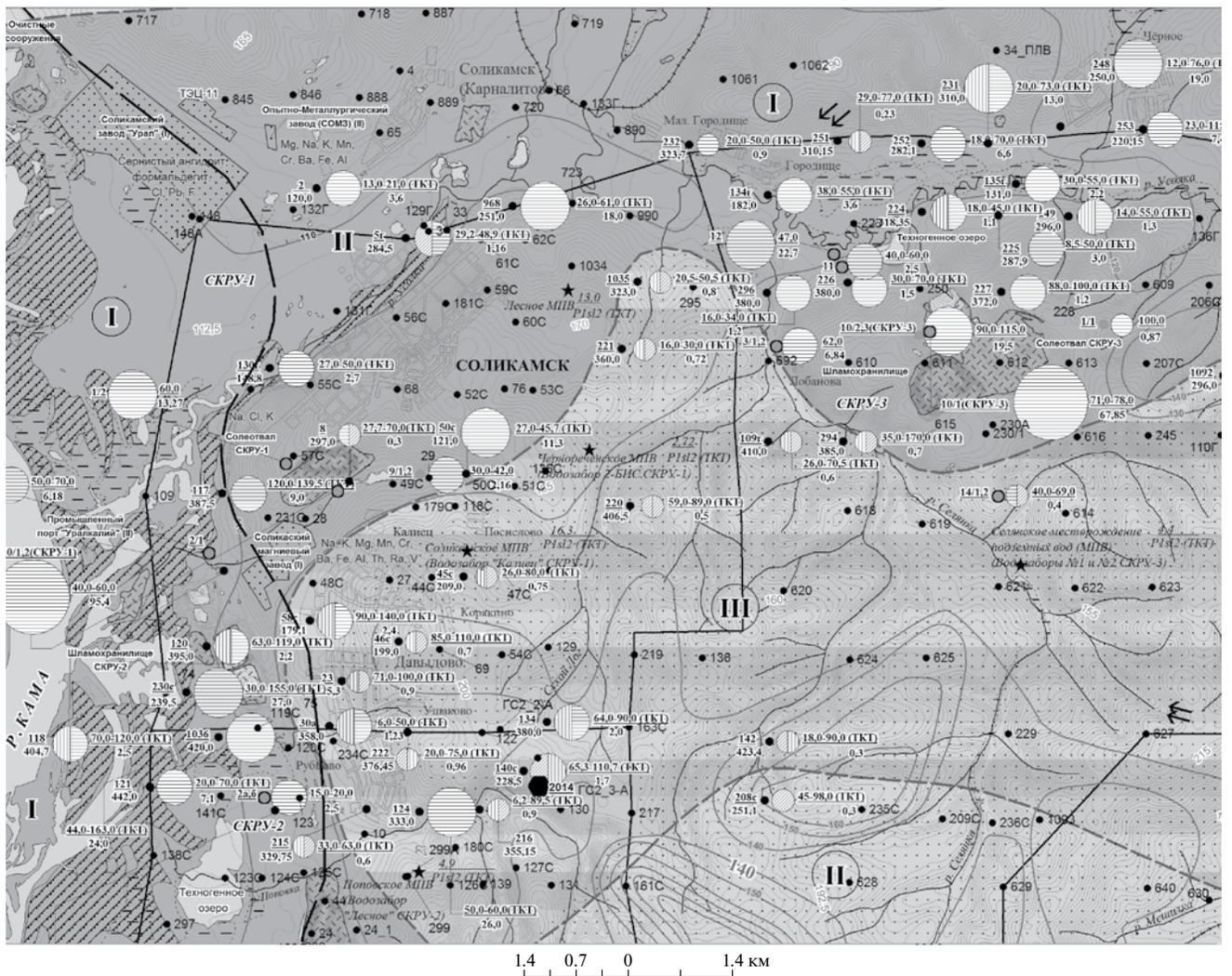


Рис. 1. Фрагмент схематической карты гидрогеохимических условий подземных вод терригенно-карбонатной толщи Соликамского района Пермского края.

составу и степени загрязнения (рис. 1, 2). К пресным подземным водам основного водоносного горизонта в районе исследований (ТКТ) проявляют повышенный интерес, так как они используются для хозяйственного и питьевого водоснабжения населения.

Установлено, что в центральной части района, в пределах долины р. Кама и ее левого притока р. Усолка, а также в долинах рек Поповка, Селянка и других (СКРУ-3) преобладает хлоридный тип подземных вод (I) (см. рис. 1). В таких подземных водах на фоне их повышенной минерализации (до 300 г/дм^3), обусловленной высоким содержанием хлоридов натрия и калия, фиксируют превышения предельно-допустимых концентраций (ПДК) по SO_4 , Mg, Fe, Br, B, Mn, Cr, Al, нефтепродуктам, фенолу и др. В отдельных пробах отмечаются низкие значения pH (< 5

ед.). Выявленная в них высокая минерализация и наличие загрязняющих веществ обусловлены расположением здесь крупных промышленных предприятий и производств района, а также наличием мест складирования отходов калийного производства.

В северной и южной части района исследований, в пределах положительных геологических структур (Зырянского, Боровского, Северо-Половодовского, Логского, Качкарихского и других поднятий), сложенных коренными породами нижнепермского возраста, характерно распространение подземных вод, преимущественно, гидрокарбонатного типа (II, см. рис. 1). В этих районах на данном этапе исследований признаков техногенного загрязнения подземных вод ТКТ не выявлено. На формирование их химического

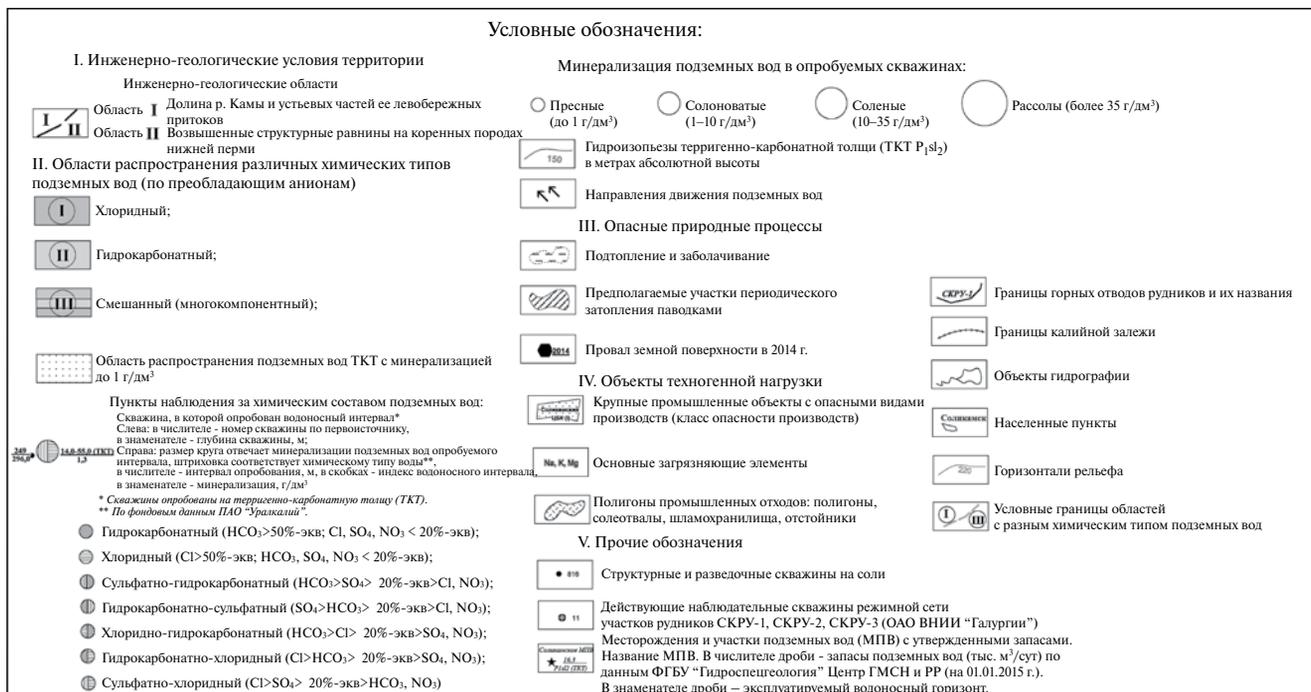


Рис. 2. Условные обозначения к схематической карте гидрогеохимических условий подземных вод терригенно-карбонатной толщи Соликамского района Пермского края.

состава в большей степени оказывают влияние природные факторы.

Для территории, относящейся к III гидрогеохимической области (см. рис. 1), характерны подземные воды смешанного (многокомпонентного) состава с локальным преобладанием следующих типов: сульфатно-гидрокарбонатный; гидрокарбонатно-сульфатный; хлоридно-гидрокарбонатный; гидрокарбонатно-хлоридный; сульфатно-хлоридный. Подземные воды данной области распространены в центральной части территории района, между I и II гидрогеохимическими областями в долинах рек Сухой Лог, Селянка, Дубровка, Ростовица и др. Эту область можно отнести к промежуточной, переходной зоне между гидрокарбонатным и хлоридным типом подземных вод. Вблизи предполагаемых границ перехода к хлоридному типу минерализация подземных вод увеличивается до 1 г/дм³.

Загрязнение питьевых подземных вод в промышленно освоенных регионах, к которым относится Соликамский район, наиболее зависит от степени их защищенности. По степени защищенности подземные воды исследуемой территории отнесены к категории незащищенных и условно защищенных [2]. Наибольшему загрязнению подвержен водоносный комплекс четвертичных отложений, который имеет неглубокое залегание

уровня грунтовых вод (0,3–3 м), инфильтрационное питание и тесную гидравлическую связь с поверхностными водами. К условно защищенным относятся подземные воды терригенно-карбонатной толщи, перекрытые слабопроницаемыми глинистыми отложениями. Именно данный водоносный верхнесоликамский терригенно-карбонатный горизонт (P₁sl₂ ТКТ) представляет наибольший интерес для всего района, так как он является основным горизонтом, используемым для хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Соликамска и его окрестностей.

Несмотря на сложную геоэкологическую обстановку всего Соликамского района и расположение здесь значительных источников загрязнения пресных вод (особенно в центральной его части), по данным гидрохимического опробования отдельных водозаборных участков [2], отмечается, что химический состав эксплуатируемых подземных вод терригенно-карбонатной толщи отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1074–01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения. Контроль качества". Отсутствие превышений загрязнений ПДК объясняется наличием в разрезе перекрывающей толщи глинистых отложений, организацией зон санитарной охраны (ЗСО) водозаборов по СанПиН 2.1.4.1110–02 "Зоны санитарной охраны источников водоснабжения

и водопроводов питьевого назначения”, а также соблюдением выполнения недропользователями лимитов водопотребления (водоотбора) при эксплуатации водозаборных сооружений, согласно действующим лицензионным соглашениям. Тем не менее, по имеющимся данным, в подземных водах эксплуатируемого водоносного горизонта, периодически выявляются превышения по минерализации, хлоридам, сульфатам, жесткости, показателям азотной группы и т.д., что обусловлено не только природными особенностями региона, но и влиянием техногенного фактора. Многолетняя интенсивная эксплуатация водозаборов приводит к изменению уровня режима и характера взаимосвязи между отдельными водоносными горизонтами, а также между подземными и поверхностными водами. Область влияния водозаборов может распространяться на значительные расстояния, благодаря чему в нее попадают различные источники загрязнения, и происходит ухудшение качества воды. Подземные воды, имеющие тесную гидравлическую связь с поверхностными водными объектами, — основной наиболее динамичный фактор, определяющий особенности процессов фильтрации и миграции загрязняющих веществ.

Оценка модулей подземных массопотоков главных химических элементов ТКГ (Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^-), основанная на данных о потоках вод и их химическом составе, показала, что их значения в относительно благоприятных экологических условиях (в местах отсутствия промышленных объектов на площади водосбора и спокойном химическом составе) меняются довольно мало (в г/с·км²): Ca^{2+} от 0.091 до 0.171; Mg^{2+} от 0.027 до 0.058; $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ от 0.026 до 0.036; HCO_3^- от 0.337 до 0.692; SO_4^{2-} от 0.051 до 0.095; Cl^- от 0.025 до 0.061, и могут рассматриваться как фоновые показатели.

Сравнительная оценка модулей массопотоков Na^+ и Cl^- в местах складирования различных объектов калийного производства (Na^+ от 4.039 до 20.987 г/с·км²; Cl^- от 7.879 до 33.058 г/с·км²) с их фоновыми значениями позволяет утверждать о значительном техногенном загрязнении пресных подземных вод.

ВЫВОДЫ

Таким образом, гидрогеохимическую обстановку на исследуемой территории необходимо рассматривать, как достаточно сложную. Солевой состав подземных вод в слоистой сложно построенной надсолевой толще пермских отложений

весьма различен и изменяется от пресных до рассолов с минерализацией до 300 г/дм³. Их питание в большей степени происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков и перетекания вод из смежных горизонтов под влиянием разности напоров, а также по зонам повышенной трещиноватости пород, приуроченных к тектонически ослабленным зонам.

В целом, на данной территории установлена следующая закономерность изменения химического состава подземных вод в разрезе. В условиях ненарушенного гидрогеохимического режима в верхней части разреза развиты пресные гидрокарбонатные, реже, гидрокарбонатно-сульфатные, сульфатные воды с минерализацией 0.2–0.7 г/дм³, в средней — солоноватые и соленые сульфатные, сульфатно-натриевые, в нижней (зона сильного засоления) — рассолы от слабых до высокоминерализованных, преимущественно, сульфатно-натриевого и хлоридно-натриевого состава. Изменения солевого состава подземных вод района исследований, обусловлены не только морфоструктурными особенностями рельефа и естественной разгрузкой соленых вод в зону пресных, а также в поверхностные водные объекты, но, чаще, техногенным загрязнением: выбросами, стоками различного характера с действующих промышленных объектов горно-химической, лесотехнической и металлургической промышленности, следствием которых является существенное (в десятки раз) увеличение минерализации в зоне пресных подземных вод, а также различных микрокомпонентов (В, Вг, Ni, Cr, Cd, Sr, Al и др.) со сменой гидрокарбонатного состава на сульфатный, гидрокарбонатно-хлоридный и хлоридный.

Модули подземных массопотоков отдельных химических элементов в подземных водах тесным образом связаны с литологическим составом водовмещающих пород и характером техногенного загрязнения. Модули массопотоков Na^+ и Cl^- терригенно-карбонатной толщи по водосборным участкам при наличии на них объектов техногенного воздействия превышают фоновые значения в сотни и тысячи раз, что может свидетельствовать о существенном техногенном влиянии на пресные воды.

Техногенная нагрузка, оказываемая действующими предприятиями на геологическую среду в настоящее время, при усилении объемов производства будет возрастать и в дальнейшем, что с учетом сложных геолого-гидрогеологических условий может привести к значительному загрязнению пресных питьевых подземных вод, а также

способствовать активизации различных опасных геологических процессов, тем самым усугубить неблагоприятную экологическую ситуацию в районе. В связи с этим, природоохранным органам необходимо усилить контроль за охраной эксплуатируемых пресных подземных вод от загрязнения и истощения, а также рациональным их использованием.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 16-17-00125.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осипов В.И., Мамаев Ю.А., Ястребов А.А. Геохимические особенности развития карста на подработанной территории Верхнекамского месторождения калийных солей в г. Березники Пермского края // *Геоэкология*. 2016. № 3. С. 214–220.
2. Шукова И.В., Ушакова Е.С. Подземные воды Соликамской градопромышленной агломерации //

Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып.2 (22). [Интернет ресурс] <http://elibrary.ru/item.asp?id=18854376>.

REFERENCES

1. Osipov, V.I., Mamaev, Yu.A., Yastrebov, A.A. *Geochemical features of karst development in the undermined area of Verkhnekamskoe potassium salt deposit in Berezniki, Perm krai*. *Geoekologiya*, 2016, no. 3, pp. 214–220 (in Russian).
2. Shchukova, I.V., Ushakova, E.S. *Podzemnye vody Solikamskoi gradopromyshlennoi aglomeratsii* [Groundwater of Solikamsk urban industrial agglomeration]. *Internet vestnik VolgGASU. Ser. Poitematicheskaya*, 2012, issue 2. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18854376>.

HYDROGEOCHEMICAL FEATURES OF GROUNDWATER DISTRIBUTION IN SOLIKAMSK REGION, PERM KRAI

A.A. Yastrebov*, Yu.A. Mamaev*, Yu.K. Ivanov**

**Sergeev Institute of Environmental Geoscience, Russian Academy of Sciences, Ulanskii per., 13, str. 2, Moscow, 101000 Russia. E-mail: yaa-80@mail.ru*

***Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, ul. akademika Vonsovskogo, 15, Yekaterinburg, 620016 Russia.*

E-mail: ivanovuk@igg.uran.ru

The paper scrutinizes the current hydrogeochemical conditions of the above-salt massif in the Solikamsk region located in the northern part of Verkhnekamskoe potassium salt deposit, Perm krai. The complex geological structure in the studied region as well as in the entire territory of Verkhnekamskoe potassium salt deposit located in the centre of Solikamsk depression along with the intense development of mineral resources (including hydrocarbons and groundwater) induce hazardous geological processes (sometimes disastrous) there, above all, surface deformations and collapses. The major collapse that occurred at the undermined territory in 2014 should be noted. In addition, intense technogenic load affects potable groundwater resulting in its pollution and depletion.

Fresh groundwater as the important mineral resource is essential for providing adequate living standards of population. The increasing water consumption along with the spatial variability of groundwater quality in the terrigenous carbonate massif results in the depletion of fresh potable groundwater reserves.

Proceeding from the revealed spatial regularities in the distribution of different chemical types of groundwater in the terrigenous carbonate massif, the authors have performed the preliminary zoning of the studied area by the chemical composition and contamination degree of groundwater. Mass flows of the principal chemical elements in groundwater are assessed in the places of technogenic contamination.

Key words: *groundwater, above-salt massif, mineralization, specific mass flows, technogenesis.*