НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТОМСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
АДМИНИСТРАЦИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**Природопользование и охрана природы:
Охрана памятников природы,
биологического и ландшафтного
разнообразия Томского Приобья
и других регионов России**

**Материалы IX Всероссийской с международным участием
научно-практической конференции**

Томск, 21–23 апреля 2020 г.

Томск
Издательство Томского государственного университета
2020

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОХИМИЯ ПЕЧИЩЕНСКОЙ ПЛОЩАДИ HYDROGEOLOGY AND HYDROGEOCHEMISTRY OF THE PECHISHCHENSKAYA ZONE

В.О. Шеходанов

V.O. Shekhodanov

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

ООО «ТЦ “Эвенкиягеомониторинг”», г. Красноярск

svo@evgm.ru

Представлено краткое описание Печищенской площади, том числе гидрогеологических условий, а также результаты гидрохимического опробования подземных вод разведываемого медного месторождения. По пробуренным геологическим, гидрогеологическим скважинам и родникам построена карта изогипс на территорию, изучаемую в 2018–2019 гг.

The article provides a brief description of the Pechishchenskaya zone, including hydrogeological conditions, as well as the results of hydrochemical testing of groundwater - a prospected copper deposit. Based on drilled geological, hydrogeological boreholes and springs, a map of isogypsum on this territory, studied in 2018-2019 years, was compiled.

Ключевые слова: Печищенская площадь, поверхность подземных вод, макро- и микроэлементы в подземных водах.

Key words: Pechishchenskaya zone, groundwater surface, macro- and microelements in groundwater.

Актуальность данной статьи обусловлена тем, что площадь изучения с давних времен привлекала внимание наличием оруденения благородными металлами. В Печищенскую площадь входят медные месторождения Печищенское, Раисинское, Михайловское, Козынгольское, Соройское и Сарбагольское и большое количество мелких проявлений и точек минерализации [1]. Считается, что все месторождения, рудопроявления и точки минерализации Печищенской группы располагаются в нижней третьей части нижнего девона, в лавах и туфах кислого состава со значительным объемом туфоконгломератов, туфогравелитов, туфопесчаников и туфоалевролитов. Внедрение гидрогеохимического метода в практику разведочных работ способствует повышению их эффективности, о чем свидетельствует открытие различных по составу рудных месторождений. Значительный объем информации, получаемой гидрогеохимических исследованиях, обуславливает необходимость их проведения, наряду с другими методами комплексных геологических съемок и поисков [2].

Исследования, являющиеся составной частью производимых поисков, выполнены с целью изучения гидрогеологических (ГГ) условий участка. В процессе работ проведены ГГ маршруты с опробованием родников, по ГГ скважинам проведены опытно-фильтрационные работы, по геологическим – замеры уровней подземных вод (ПВ).

Административно площадь работ относится к Шарыповскому району Красноярского края, где развита горнодобывающая промышленность и сельское хозяйство. Район относится к территориям с развитой социальной и транспортной инфраструктурой. Ближайшие населенные пункты к исследуемой территории – сс. Малое Озеро и Большое Озеро, которые находятся на расстоянии в 4,0 и 13,0 км [3]. В орографическом отношении рельеф площади работ представлен мелкогорьем с абсолютными отметками от 400,0 до 650,0 м. Склоны гор частично покрыты таежной растительностью.

Геология. Печищенская площадь находится на стыке Минусинской впадины и Кузнецкого Алатау. Она располагается в юго-западной части крупной Ужурской палеовулканической

структуры девонского возраста с широким развитием девонских осадочно-вулканогенных отложений, перекрытых осадочными отложениями карбона.

Тектоника. Площадь приурочена к зоне сочленения двух структурных комплексов: каледонского северо-западных отрогов Кузнецкого Алатау и герцинского западного обрамления Северо-Минусинской впадины. Эти структурные комплексы резко обособлены друг от друга как по формациям, так и по типу тектонического развития, и подразделяются на два структурных этажа. Для нижнего этажа преобладающим направлением разрывных нарушений (сбросы) является северо-западное. Для верхнего структурного этажа преобладающее направление разломов (сдвиги и надвиги) северо-восточное [4].

Гидросеть района относится к бассейну верховьев р. Чулым. Наиболее крупным водотоком является р. Верх. Печище с притоками [3]. Практически все реки имеют широкую долину с пологим уклоном. Наибольший уровень воды в период таяния снега (май-июнь), временное повышение уровня случается за счет выпадения осадков в июле-августе. Минимальный уровень воды отмечается осенью (октябрь-ноябрь) и зимой.

В центральной и западной частях участка работ имеется болото, протяжённостью вдоль ручья до 3 км и шириной 50–500 м, уходящее на СЗ за пределы участка. Болото, скорее всего, не имеет постоянной связи с ПВ, так как была выявлена большая мощность подстилающих глин. В районе болота выявлено распространение многолетнемерзлых пород. Наличие многолетнемерзлых пород объясняется нахождением р. Верх. Печище в горной долине с сокращённой длительностью светового дня, что создает недостаточное количество солнечного тепла для таяния мерзлоты.

На восточном фланге работ расположено оз. Еловое и группа Тазольских озёр. Размеры озёр 200–400 × 400–1000 м. Озёра расположены на небольшом расстоянии друг от друга и, предположительно, имеют гидрогеологическую связь через ПВ. Дно озёр глинистое и/или песчаное. В центральной части участка работ имеются следы высохшего болота.

Методика работ. Гидрогеологическими исследованиями выполнено первичное изучение основных водоносных горизонтов и комплексов, которые распространены на изучаемой территории. В соответствии с существующими требованиями [5] были пробурены и опробованы 3 скважины непосредственно на участке, а также опробована одна из действующих скважин в с. Малое Озеро. В ходе гидрогеологических маршрутов с учетом дешифрирования космоснимков (рис. 1) выявлены и опробованы места разгрузки ПВ в виде нисходящих родников. В результате произведено обследование с отбором проб 4 скважин (С-22, 1ГГ, С-4Г, С-22Г) и пяти родников (№ 1, 2, 3, 5, 6).

Гидрогеологические условия. В соответствии с принятой схемой гидрогеологического районирования район работ расположен в пределах Саяно-Тувинской ГСО (II порядок), входящей в состав Алтае-Саянской СГСО [6].

Подземные воды трещинно-пластовые, слабо напорные, безнапорные, связаны с разновозрастными породами. Область питания – отроги Саян, Кузнецкого Алатау, местные области – возвышенности, обнаженные участки. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков. В пределах района выделяются следующие водоносные горизонты и комплексы: водоносный четвертичный озерно-болотный горизонт, водоносный нижнекаменноугольный комплекс, водоносный верхнедевонский комплекс, водоносный среднедевонский (бейский) комплекс, водоносный сарагашский и талтаковский среднедевонский терригенный комплекс, водоносная зона открытой трещиноватости нижнего девона. Далее дается описание водоносных горизонтов, к которым относятся опробованные родники и скважины.

● наледи - предположительные места разгрузки подземных вод

Рис. 1. Схема дешифрирования наледей на участке изучаемой площади

Водоносный верхнедевонский терригенный комплекс (D₃) объединяет отложения кохайской и ойдановской свит. Распространен повсеместно в районе работ. Водовмещающие породы – песчаники, алевролиты с прослоями известняков, гравелитов и мергелей. Воды напорные. Водообильность пород в целом умеренная, но неравномерная по площади. Коэффициенты фильтрации (Кф) алевролитов и песчаников от сотых долей до 15–20 м/сут, на глубинах не превышают 1 м/сут. Дебиты скважин от десятых долей литров в секунду до 14,6 л/с при понижении от 1,5 до 28,7 м. Удельные дебиты от 0,3 до 7,0 л/с/м. Вскрытая мощность водовмещающих пород в среднем 100–120 м. Химический состав вод от гидрокарбонатных до гидрокарбонатно-сульфатных и сульфатных натриевых, натриево-магниевых. Сульфатный состав вод и высокая минерализация в ряде случаев определяются наличием гипсов, а также замедленным водообменом в межкуэстовых понижениях.

В 2019 г. опробована водозаборная скважина в с. Малое Озеро. Глубина скважины 75 м, дебит при производстве работ составлял 8 л/с, при понижении 11 м (Нстат = 8 м). Воды по составу сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-магниевые, используются для водоснабжения населенных пунктов, в т. ч. пос. Кулун, с. Малое Озеро, пос. Учум.

Среднедевонский бейский водоносный комплекс (D_{2bs}) в районе работ представлен отложениями бейской свиты, которые слагают возвышенные участки территории. Водовмещающими породами преимущественно являются трещиноватые известняки и песчаники. Мощность водоносного комплекса изменяется от нескольких до 100 метров. Воды в основном безнапорные. Дебиты родников изменяются от сотых долей до 15 л/с, чаще всего встречаются родники с дебитом от 0,7–0,8 до 5 л/с. Родники нисходящего типа.

По результатам опробования в 2018-2019 гг. воды по химическому составу пресные с минерализацией до 0,56 г/дм³, гидрокарбонатные кальциевые и магниевые с общей жесткостью от 4 до 6 °Ж. Для водоснабжения не используются.

Водоносный сарагашский и талтаковский среднедевонский терригенный комплекс (D_{2sr+tl}) распространен повсеместно, изучен на глубину до 115 м. Включает обводненные отложения аскизской, илеморовской свит, верхнечулымской и кожиковской толщ. Водовмещающие породы представлены песчаниками с прослоями алевролитов, аргиллитов, конгломератов. В среднем вскрытая мощность – 60–75 м. Кровля представлена водопроницаемыми песча-

никами, реже плотными аргиллитами и алевролитами. Воды безнапорные на крыльях мульд и напорные по мере погружения к центральным частям мульд. Величина напора скважин достигает 107 м.

Статические уровни на глубине до 46,9 м. Водообильность крайне низкая, что связано с плохой водоотдачей пород. Дебит скважин от сотых до 4,7 л/с при понижении уровня от 3 до 39 м. Воды в верхней части комплекса пресные, гидрокарбонатные, с минерализацией до 0,75 г/дм³. С глубиной минерализация увеличивается до 2,6 г/дм³, состав воды меняется на сульфатно-гидрокарбонатный и сульфатный. По результатам гидрогеологического опробования скважин (С-4 и С-22) и родника № 3 в 2018–2019 гг. воды гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные, смешанные по катионам, с минерализацией 0,49–0,75 г/дм³. Разгрузка происходит за пределами района работ в виде родников.

На участке пробурено 3 ГГ скважины. По результатам ОФР было установлено, что параметры соответствуют характеристикам комплексов на всей территории работ. Дебиты составляют от 0,5–1,0 л/с, при понижениях от 1,3 до 3,0 м, удельные дебиты 0,2–0,8 л/с/м. Коэффициент водопроницаемости составляет в среднем от 30,2 до 89,3 м³/сут.

Водоносная ниже-среднедевонская зона открытой трещиноватости (D₁₋₂bk) характеризуется по единичным родникам и скважинам. Водосодержащими являются трещиноватые песчаники, диабазы, порфириды. Выходы подземных вод отмечены на абсолютных отметках 429–447 м. Дебиты скважин от 2–3 до 10,6 л/с при понижениях уровня от 3,3 до 10 м. Дебиты родников 0,3–3,0 л/с. Кф порфиритов в зависимости от степени их трещиноватости, по расчетным данным, колеблется от 1–2 до 15,1 м/сут. Воды гидрокарбонатные, смешанные по катионам, с минерализацией не более 0,3 г/дм³. Жесткость составляет в среднем 5 °Ж, рН близка к нейтральной. Опробованный в 2019 г. родник № 5 на данную водоносную зону имеет гидрокарбонатный кальциево-магниевый состав и минерализацию 0,4 г/дм³. Жесткость составила 5,2 °Ж [7].

Химический состав подземных вод. По химическому составу воды представляют собой типичные воды выщелачивания. По величине минерализации, не превышающей 0,1–0,7 г/дм³, воды района относятся к пресным. По химическому составу ПВ месторождения гидрокарбонатные, редко сульфатно-гидрокарбонатные кальциевые и кальциево-магниевые. Химический состав ПВ месторождения в целом сравним с поверхностными водами. На территории поисковой площади рН 7,4–7,7, общая жесткость не превышает 6,0 °Ж, за исключением родника № 6, где жесткость составляет 7,13 °Ж. Содержание микрокомпонентов не превышает установленных норм, за исключением повышенного содержания ионов железа до 0,68 мг/дм³ в родниках № 2 и 3. В пробах воды родника № 1 обнаружено повышенное содержание стронция до 19 мг/дм³. В скважинах, где проводились ОФР и опробование, наблюдается повышенное содержание железа до 2,91 мг/дм³ (таблица).

Построение карты изогипс. После бурения всех скважин были произведены единовременные замеры статических уровней и переведены в абсолютные уровни для построения карты изогипс на исследуемой площади. Также для построения карты использованы абсолютные отметки выходов родников обследованных в процессе работ. Карта гидроизогипс (рис. 2), составленная для выявления характера поверхности зеркала подземных вод, показывает, что в целом направление движения подземных вод согласуется с падением абсолютных отметок рельефа и с региональными закономерностями. Падение уровня подземных вод происходит с запада на восток, за исключением локального подъема в скважине № 4Г, при этом западная часть обрамляется областью питания – восточным склоном Кузнецкого Алатау, а к востоку расположена основная зона разгрузки.

Результаты химических анализов проб воды (выборочные элементы)

Точка наблюдения	pH	Жесткость, °Ж	Fe	Zn	Cu	Sr	Формула Курлова
			мг/дм ³				
ПДК [8]	6–9	7,0	0,3	1,0	1,0	7,0	–
Родник № 1 (2018 г.)	7,8	5,75	<0,05	0,0061	0,0156	19,0	$M\ 0,47 \frac{HCO_3\ 82SO_4\ 8}{Ca58Mg35K + Na7}$
Родник № 1 (2019 г.)	7,6	5,88	0,1	0,25	0,007	18,1	$M\ 0,56 \frac{HCO_3\ 74SO_4\ 16}{Ca43Mg36K + Na21}$
Родник № 2	7,8	4,8	0,68	–	–	–	$M0,4 \frac{HCO_3\ 77SO_4\ 11Cl5CO_3\ 6}{Ca47Mg37K + Na10}$
Родник № 3	7,8	5,8	0,68	–	–	–	$M0,54 \frac{HCO_3\ 74SO_4\ 18}{Ca59Mg23K + Na16}$
Скв. № 22	7,4	5,8	<0,05	0,77	0,0047	3,52	$M0,55 \frac{HCO_3\ 61SO_4\ 28CO_3\ 6}{Mg40Ca37K + Na23}$
Скв. № 1ГГ (22.09.19)	7,6	6	<0,05	0,013	0,0017	5,82	$M\ 0,49 \frac{HCO_3\ 74SO_4\ 20}{Mg45Ca43Na + K11}$
Родник № 5	7,4	5,2	<0,05	<0,005	0,042	2,06	$M0,4 \frac{HCO_3\ 81SO_4\ 8Cl5CO_3\ 5}{Mg49Ca47}$
Родник № 6	7,3	7,13	<0,05	<0,005	0,033	2,08	$M\ 0,55 \frac{HCO_3\ 76SO_4\ 33}{Mg47Ca46Na + K\ 7}$
Скв. № С-4Г	7	5,2	2,91	–	–	–	$M0,51 \frac{HCO_3\ 76SO_4\ 17}{Ca49Mg29Na + K\ 20}$
Скв. № 1ГГ (08.10.19)	7,1	5,9	0,56	–	–	–	$M\ 0,49 \frac{HCO_3\ 74SO_4\ 20}{Mg45Ca43Na + K11}$
Скв. № С-22Г	7,4	4,6	1,15	–	–	–	$M\ 0,75 \frac{HCO_3\ 57SO_4\ 33Cl7}{Na + K53Mg24Ca22}$

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения, превышающие ПДК для подземных вод.

Рис. 2. Карта-схема исследуемого участка Печищенской площади

Выводы. Таким образом, природные показатели подземных вод изучаемой территории, в основном удовлетворяют критериям качества даже для питьевых источников. Превышения ПДК, отмеченные в роднике № 1 по Sr, в родниках 2, 3 и скважинах 4Г, 1ГГ и 22Г – по Fe имеют природное происхождение. Направление движения подземных вод согласуется с падением абсолютных отметок рельефа, а также с региональными закономерностями. На данном этапе работ точкам опробования не были установлены гидрогеохимические аномалии.

Литература

1. Охалкин Н.А. Геол. отчет Печищенской ПРП за 1950–51 гг. Красноярск, 1952.
2. Удотов П.А. и др. Методическое руководство по гидрогеохимическим поискам рудных месторождений. М. : Недра, 1973. 184 с.
3. Энциклопедия Красноярского края. URL: <http://my.krskstate.ru/sharypovskiy-rayon/>
4. Марков В.Н. и др. Отчет по геологическому доизучению масштаба 1:50 000 Горячегогорской площади в северной части Кузнецкого Алатау на листах N-45-22-B, Г; N-45-34-A, Б, В, Г; N-45-35-A, Б, Г за 1979–1983 гг. 474 с, 105 л. граф.прил.
5. ГОСТ Р51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб воды. М. : Изд-во стандартов, 2000.
6. Пугач С.Л., Коваленко И.А. и др. Карта гидрогеологического районирования территории РФ масштаба 1:2 500 000. ФГУПП «Гидроспецгеология», 2011.
7. Поладько М.Ф. Объяснительная записка к гидрогеологической карте СССР листа №-45-XII масштаба 1:200 000. М., 1969.
8. Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.1315-03 (с изменениями на 13 июля 2017 года).