

УДК 553.44

Ю.А. Килин, И.И. Минькевич, Г.С. Жуланов
Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г. Пермь

ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ТАЛИЦКОМ УЧАСТКЕ ВКМС

В районах разработки соляных месторождений особую роль занимают воды надсолевого комплекса. Изучение химического состава надсолевых вод, проницаемости горных пород, гидродинамического режима, установление надежных водоупоров является одной из главных задач при оценке возможности эксплуатации месторождения. Геологические, тектонические и гидрогеологические условия Талицкого участка ВКМС сложные. Требуется проведение специальных гидрогеологических исследований в надсолевой толще – опытные откачки, мониторинг за режимом подземных вод, водобалансовые расчеты, моделирование, прогнозирование.

Ключевые слова: Надсолевые воды, Верхнекамское месторождение солей, минерализация, химический состав, опытные откачки.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2023.108

Талицкий участок Верхнекамского месторождения в административном отношении находится в пределах Березниковского городского округа Пермского края Российской Федерации, в 10 км от г. Березники. На территории участка имеются населенные пункты – поселок Железнодорожный, Троицк, Шиши, Большие Комиссары, Шевалдино (рис. 1). Площадь участка составляет 69,56 км². С запада от него расположено шахтное поле рудника БКПРУ-2, обрабатывающего запасы Дурыманского участка, с севера – шахтное поле рудника БКПРУ-4, обрабатывающего запасы Быгельско-Троицкого участка, с юга – Первомайский участок, на востоке – Восточно-Талицкий участок месторождения. На территории Талицкого участка выполнен значительный объем геологосъемочных, гидрогеологических, структурно-геоморфологических, геофизических, аэрогеологических и других работ. Промплощадка Талицкого ГОКа, тяготеющая к южной части шахтного поля, приурочена к северо-западному склону пологого куполовидного Талицкого поднятия [4].

В гидрогеологическом отношении территория относится к восточной окраине Предуральяского артезианского бассейна, характеризующегося платформенными условиями формирования подземных вод.

© Ю.А. Килин, И.И. Минькевич, Г.С. Жуланов, 2023

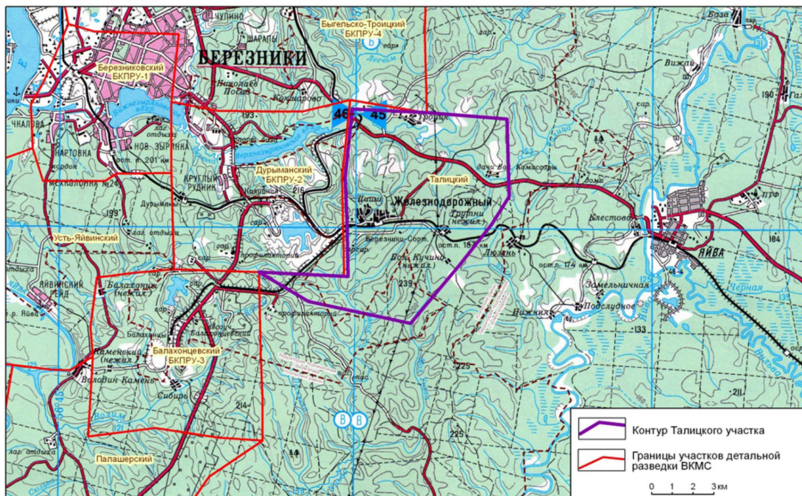


Рис. 1. Схема расположения Талицкого участка ВКМС [3]

На исследуемой территории выделяется два гидродинамических и гидрохимических этажа, разделенных региональным водоупором – соленосной березниковской свитой кунгурского яруса. Нижний этаж не имеет связи с поверхностью и характеризуется застойным режимом. Верхний этаж находится в зоне интенсивного водообмена - это водоносный локально-слабоводоносный четвертичный аллювиальный горизонт, слабоводоносный локально-водоносный шешминский терригенный комплекс и водоносная соликамская терригенно-карбонатная свита (рис. 2).

Водоносный локально-слабоводоносный четвертичный аллювиальный горизонт – аQ распространен в прибрежной части реки Яйвы, вероятнее всего в полосе меандрирования русла. Мощность от 2 до 7 м. Представлен сверху песками мощностью 1,5-2,5 м переходящими в базальный горизонт галечников с песком и валунами мощностью до 5 м. Аллювий рек Зырянка, Извер и Талица имеет участки преимущественно глинистого и песчаного состава. Сюда же можно отнести, как потенциально проницаемые породы днепровского горизонта (Изверский маргинальный канал) мощностью более 25-30 м, представленные валунно-галечниковыми отложениями с грубозернистым полимиктовым песком. Аллювий может иметь крайне незначительные коэффициенты фильтрации, о чем свидетельствует существование Семинского пруда, находящегося в области наиболее возвышенной части Березниковского

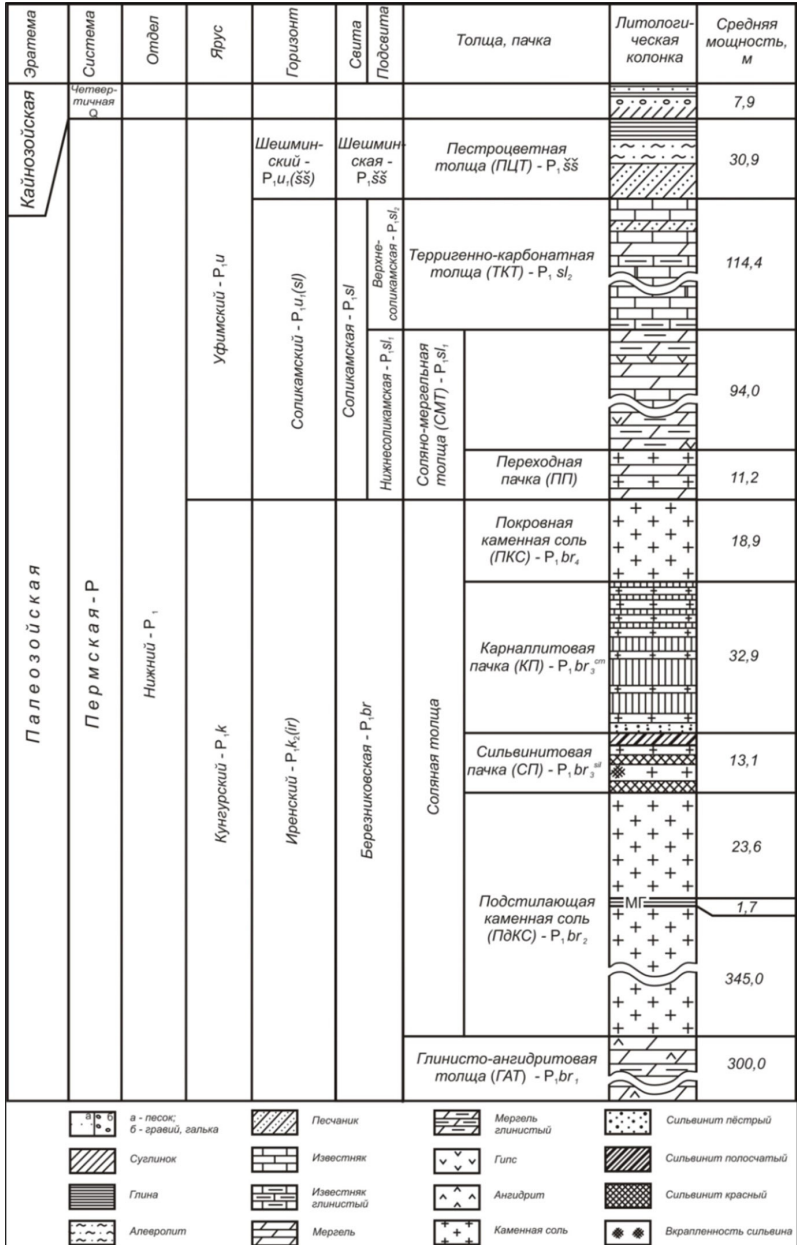


Рис. 2. Сводный стратиграфический разрез Талицкого участка [4]

поднятия и пересечения зон разломов. Овражный аллювий логов, представленный переслаиванием песков, супесей и суглинков мощностью 1-10 м, характеризуется средним коэффициентом фильтрации 0,1 м/сут.

Шешминский слабоводоносный локально-водоносный терригенный комплекс имеет ограниченное распространение и слагает, в основном, водораздельные площади (южная и юго-западная части участка). Пестроцветная толща комплекса (ПЦТ) представлена песчаниками, алевролитами, аргиллитами с редкими прослоями известняков. В силу небольшой мощности, распространенных в разрезе глинистых разностей пород комплекс не содержит больших запасов воды. Распространен на междуречье рек Талица и Яйва и в западной части территории. Отсутствует в долине рек Яйва, Уньвы и в верховьях М. Уньвы. Мощность изменяется от 0 до 85 м. Верхняя часть толщи на водоразделах находится в зоне спорадического водонасыщения (зона аэрации). Питание подземных вод происходит преимущественно инфильтрацией атмосферных осадков. Часть воды перетекает в терригенно-карбонатную толщу (ТКТ) на водораздельных пространствах. Воды пресные с минерализацией 0,2-0,4г/дм³, по основным компонентам состава гидрокарбонатно-кальциевые. Коэффициенты фильтрации пород составляют около 1 м/сут, а удельные дебиты скважин чаще не превышают 0,5-1 л/сек. Водопроницаемость толщи резко контрастная по вертикали. Согласно результатам бурения кустовых скважин (июнь-июль 2017 г.) подземные воды шешминского водоносного комплекса вскрыты скважинами №№1/1ц, 3/1ц, 4/1ц, 1н на глубине 12,5-27,5 м.

Водоносная верхнесоликамская терригенно-карбонатная подсвита (соответствует ТКТ) является основным (и единственным) объектом водоснабжения Талицкого ГОКа и представляет мощный продуктивный водоносный горизонт, широко используемый в системе хозяйственного и промышленного водоснабжения Березниковско-Соликамского промузла. Терригенно-карбонатная толща, имеет мощность от 7 до 160 м (минимальна в верховьях р. Талицы, в долине р. Яйва около 60 м, под шешминскими отложениями 120-140 м). Нижняя часть разреза - плитняковый водоносный горизонт (около 50-60 м) - сложен известняками с линзами и прослоями песчаников, алевролитов и мергелей, верхняя часть - преимущественно песчаниками с линзами и прослоями алевролита, известняка и аргиллита. Породы трещиноватые, в отдельных слоях кавернозные. Трещины и каверны частично или полностью заполнены кальцитом, в нижних слоях - гипсом. Питание свита получает почти по всей площади распространения за счет перетекания из вышележащих пород ПЦТ или непосредственно инфильтрации в местах ее

отсутствия. Разгрузка происходит перетеканием в ПЦТ или в аллювий в долинах рек. Отмечается переток вод (поглощение): в скважине №4/1ц с глубины 7,2 м на глубину 10,05 м; в скважине №4/2, уровень появления - 7,3 м, восстановления на уровне 11,05 м. Воды верхнесоликамского комплекса вскрываются повсеместно на глубине 14,7-32,6 м. Степень обводненности пород толщи характеризуется широким разбросом величин удельных дебитов скважин – от долей л/с/м (скважины 102г, 104г, 202, 203) до 13,33 л/с/м (скважина 287) при коэффициенте фильтрации от долей до 37,6 м/сут (скважина 287). По данным откачки из скважины 3дт коэффициент фильтрации составляет 0,53-2,11 м/сут, что значительно ниже среднего значения для этой толщи (8 м/сут), полученного по результатам ранее проведенных исследований. Средние значения коэффициента фильтрации составляют: в долинах рек – 13,3 м/сут, на водоразделах – 0,9 м/сут, в промежуточных областях (на склонах долин) – 3,4 м/сут.

Водоносная нижнесоликамская соляно-мергельная подсвета (СМТ) развита на всей территории исследований и имеет мощность от кровли до соляного зеркала (принимаемого региональным водоупором) от 60 до 110 м. В центральной части территории мощность около 90 м. Толща сложена переслаиванием мергелей с различным содержанием глинистого материала. Некоторые слои являются карбонатными глинами.

Минерализация вод в зависимости от глубины интервала опробования по разным скважинам варьирует от 80 до 300 г/дм³ при хлоридно-натриевом составе, что определяет необходимость использования приведенных напоров для определения направлений движения подземных вод. Среднее значение приведенного напора на территории исследований около 135-140 м, что для центральных частей территории позволяет говорить о перетекании из ТКТ в СМТ. Для верхней части СМТ положение статического уровня изменяется от 1,6 м до 96 м, в большинстве случаев составляя 50-80 м. Величины удельных дебитов скважин изменяются от долей до первых л/с/м при коэффициенте фильтрации от долей до 13,65 м/сут (скважина 287). По данным откачек из скважин 2дт и 3дт коэффициент фильтрации составляет 0,005-0,024 м/сут, что также значительно ниже среднего значения для этой толщи (3,78 м/сут), полученного по результатам ранее проведенных исследований. Подземные воды в зоне активного водообмена, гидрокарбонатно-сульфатные магниевые-кальциевые с минерализацией 0,9 г/дм³. Вниз по разрезу воды становятся хлоридно-сульфатными магниевыми-натриево-кальциевыми, с более высокой минерализацией (до 6,9 г/дм³ – скважина 1017). С глубиной они

сменяются хлоридными рассолами, минерализация которых возрастает по мере приближения к переходной пачке (272,6 г/дм³ – скважина 103г).

По результатам проведенных геолого-геофизических работ в пределах Талицкого участка выделено 10 одиночных разломов и две локальные зоны – Зырянская и Сибирская. К этим двум зонам приурочены повышенные зоны водообильности. Первый приурочен к линейной Зырянской трещиноватой зоне широтного простирания. Здесь находятся крупные по дебиту родники (род. 1584 – Q = 15,0 л/с, 1533 – Q = 20 л/с, 1536 – Q = 50 л/с). Второй участок находится в бассейне левых притоков р. Талица и р. Извер. Эта зона характеризуется повышенной неотектонической активностью, которая проявляется в высокой вертикальной и горизонтальной расчлененности рельефа. Она занимает восточную часть аномальной зоны, выделенной на прилегающей с запада площади. Здесь на площади 12-15 км² расположена серия родников с дебитом от 1-2 до 20-50 л/с; средний дебит родников 6-7 л/с.

С учетом общих гидрогеологических закономерностей отмечается, что водообильность соликамской водоносной свиты выше в северной части участка, чем в южной. Это можно объяснить лучшими условиями питания свиты благодаря меньшей площади перекрывающих шешминских отложений, повышенной трещиноватостью водовмещающих пород.

Отложения соляной толщи безводны, при проходке и опробовании скважин в породах соляной толщи признаков обводненности пород не зафиксировано.

Исходя из особенностей геологического строения, гидрогеологических условий в надсолевом водоносном комплексе прослеживаются три вертикальные гидрохимические зоны. В верхней части разреза преобладают воды HCO₃-Ca гидрохимической фации. Она характерна для водоносных горизонтов пёстроцветной (ПЦТ) и терригенно-карбонатной (ТКТ) толщ. Ниже находится зона более минерализованных вод SO₄-Ca состава, приуроченная к соляно-мергельной толще (СМТ), в нижней части которой заключены Cl-Na рассолы. При разработке Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей наибольшее значение имеют воды, приуроченные к кровле соляной залежи. Это естественные карстовые рассолы, формирующиеся в результате выщелачивания слабominерализованными водами покровной каменной соли. В зависимости от степени насыщения NaCl минерализация их достигает 300 г/дм³ и более. Они в небольших количествах содержат Br, V и свободный сероводород. На участках разведочных скважин и шахтных стволов, вскрывших покровную каменную соль, возможен контакт

надсолевых Cl-Na рассолов с калийно-магниевыми (карналлитовыми) пластами. В этом случае в составе рассола резко возрастает содержание калия и магния. Особенно в районе города Соликамска, где глубина залегания карналлитовой толщи гораздо меньше, чем в Березниках [2].

Внутрисолевые воды встречены при проходке шахтных стволов. Истечение рассолов происходит как из отдельных замкнутых полостей в виде выбросов жидкости с газом, так и из глинистых прослоек путём капельного выделения или увлажнения соляных масс. Рассолы отличаются повышенной минерализацией, большим удельным весом, обогащены хлористыми кальцием и бромидами. Все они относятся к хлоридному типу (по М.Г. Валяшко) и имеют солёность до 320 г/кг и более [2]. Анализ данных растворов (по данным Г.В. Бельтюкова) показал, что они относятся к седиментационным в той или иной мере метаморфизованным рассолам [1]. Изменения в составе первичных рассолов выразились в потере сульфат-иона и Mg, частичной заменой последнего на Ca и увеличении содержания иона хлора. Наиболее чётко приток рассола фиксируется при бурении веерных шпуров и подземных скважин, дренирующих рассолы из пересекаемых глинистых прослоек в сильвинитовой породе.

По химическому составу межсолевые рассолы седиментационного происхождения представляют предельно крепкие сильно метаморфизованные хлоридные кальциевые и натриево-калиево-кальциево-магниевые рассолы с повышенным содержанием брома (Br), бора (B), лития (Li) и других элементов (табл.).

То есть межсолевые рассолы коренным образом отличаются по химическому, газовому составу от надсолевых, а также межсолевых рассолов инфильтрационного происхождения.

Выводы.

1. Гидрохимический состав подземных вод Талицкого участка ВКМС имеет нормальный гидрохимический разрез – сверху вниз растёт минерализация, химический состав меняется с $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ на $\text{SO}_4\text{-Ca}$ и Cl-Na состав.

2. На площади распространения соликамской терригенно-карбонатной свиты установлены два участка, характеризующихся высокой водообильностью. Первый приурочен к линейной Зырянской трещиноватой зоне широтного простирания. Второй участок расположен в бассейне левых притоков р. Талица и р. Извер. На этих участках отмечается крупные по дебиту родники до 50 л/с и более мощная зона пресных вод.

3. Химический состав межсолевых рассолов имеет хлоридно-кальциевый и натриево-калиево-кальциево-магниевый состав,

надсолевые воды имеют хлоридного натриевого, что является основой для проведения гидромониторинга при добыче калийных солей. Появление Cl-Na рассолов в горных выработках свидетельствует о нарушении соляного зеркала (водоупора).

4. Соляное зеркало (водоупор) вскрывается на глубинах 250 м, мощность зеркала до 20 м.

Таблица

Состав внутрисолевых рассолов Верхнекамского месторождения

| № п/п | Состав, г/дм ³ | | | | | | ρ г/см ³ |
|---------|---------------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|------------------------|
| | NaCl | KCl | MgCl ₂ | CaCl ₂ | CaSO ₄ | ∑ солей | |
| БПКРУ-1 | | | | | | | |
| 1 | 47,7 | 55,6 | 164,7 | 113,6 | 0,3 | 381,9 | 1,276 |
| 2 | 38,9 | 46,7 | 210,4 | 104,9 | 0,3 | 401,2 | 1,294 |
| 3 | 37,4 | 49,1 | 200,8 | 101,2 | отс. | 388,6 | 1,280 |
| 4 | 42,5 | 41,8 | 197,9 | 62,3 | 0,3 | 344,8 | 1,275 |
| БПКРУ-2 | | | | | | | |
| 5 | 35,3 | 31,8 | 223,8 | 108,0 | отс. | 398,9 | 1,292 |
| 6 | 29,0 | 35,1 | 229,8 | 109,9 | 0,1 | 403,9 | 1,292 |
| 7 | 89,3 | 57,2 | 97,5 | 111,4 | 0,2 | 355,6 | 1,258 |
| СПКРУ-1 | | | | | | | |
| 8 | 57,8 | 53,3 | 175,0 | 89,0 | отс. | 375,1 | 1,270 |

Библиографический список

Опубликованная литература

1. *Бельтюков Г. В.* Инженерно-геологические процессы, возникающие при разработке соляных залежей // Вестник Перм. ун-та. 1999. Геология. Вып. 5. С. 217-222.

2. *Минькевич И. И., Килин Ю.А.* Типы подземных вод соляных месторождений (на примере Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей). Матер. XXIII Совец. по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с международ. участием. Институт земной коры СО РАН. Иркутск, 2021. С. 203-207.

Фондовая литература

3. *Кудряшов А. И., Баяндина Э. О. и др.* Изучение материалов бурения и разработка исходных геологических данных для составления ТЭО постоянных разведочных кондиций Талицкого участка Верхнекамского месторождения. Отчет ООО «НПФ «Геопроект», Пермь, 2011.

4. *Савченко В. В., Кацемба Д. И. и др.* Строительство горно-обогатительного комплекса (ГОКа) на Талицком участке Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей. Исходные данные на проектирование. Геологическая часть. Отчет ОАО «Белгорхимпром», Минск, 2012.

PECULIARITIES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE
SOLIKAMSK AQUIFER AT THE TALITSKY SITE OF THE VKMS

Yu.A. Kilin, I.I. Minkevich, G.S. Zhulanov

e-mail: iks-org@mail.ru.

Annotation. In the areas of development of salt deposits, a special role is played by the waters of the salt complex. The study of the chemical composition of above-salt waters, the permeability of rocks, the hydrodynamic regime, the establishment of reliable water barriers is one of the main tasks in assessing the possibility of exploitation of the deposit. The geological, tectonic and hydrogeological conditions of the Talitsky section of the VKMS are complex. It is required to conduct special hydrogeological studies in the salt column-experimental pumping, monitoring of the groundwater regime, water balance calculations, modeling, forecasting.

Keywords: Above-salt waters, Verkhnekamskoye salt deposit, mineralization, chemical composition, experimental pumping.