

Еще в 60-х гг. прошлого столетия в ходе государственной гидрогеологической съемки масштаба 1:200000 (Андрианов Г.М., Терещенко С.М., Толстунова Н.Н., Фатхуллин Р.А. и др.) установлено, что закарстованные зоны наиболее часто приурочены к тектоническим нарушениям и литологическим контактам, где целостность карстующегося массива нарушена.

Поверхностные карстопроявления карбонатного карста представлены воронками, колодцами, понорами и провалами.

Наиболее представительны и разнообразны карстовые формы рельефа на Кизило-Уртазымской равнине, где их образование обусловлено развитием карстового процесса преимущественно в кизильских известняках нижнего карбона. Здесь развиты разнообразные по форме воронки с поперечником до 70 м и глубиной до 15 м, а также колодцы, поноры, желоба, борозды. На участках, где известняки выведены на поверхность форма воронок чаше-, большей частью – конусообразная. Там же, где они перекрыты пестроцветными плиоцен-плейстоценовыми рыхлыми образованиями, карстовые формы рельефа исключительно блюдцеобразные.

На Сакмаро-Таналыкской равнине современные проявления карста на поверхности встречаются главным образом в пределах северной части водораздельного пространства Сакмаро-Таналыкского междуречья, где они связаны с карбонатными прослоями зилаирской свиты (D_3-C_1t) и представлены исключительно воронками блюдцеобразной формы и западинами. Поперечник их достигает 200-300 м. Известны на западной окраине Сакмаро-Таналыкской равнине и воронки, связанные с кизильскими известняками (C_1kz). Размеры их невелики (до 30-50 м в поперечнике), больших по площади карстовых полей они не образуют.

В пределах восточных предгорий Южного Урала современные поверхностные карстопроявления обусловлены развитием

карста в известняках и доломитах нижнего карбона. Сосредоточены они здесь главным образом на выровненных межгрядовых долинообразных понижениях. Очень редко встречаются они в пределах самих гряд, где они развиты на участках выхода на поверхность прослоев известняков и доломитов, залегающих среди эффузивов. Наибольшая встречаемость и разнообразие поверхностных карстовых форм в предгорьях восточного склона Южного Урала наблюдается на эрозионных террасах. Здесь они образуют небольшие по площади поля, а располагаясь цепочками – карстовые лога. Поперечник воронок здесь, как правило, не превышает 50 м, а глубина – 10 м. Кроме них здесь нередки колодцы и поноры, в которых происходит частичное или полное поглощение поверхностных водотоков. Так, в бассейне р. Мал. Кизил в подножье хр. Крыкты стекающие с хребта поверхностные воды перехватываются глубокими (8-15 м) понорами в известняках и появляются на поверхности через 1-1,5 км в виде высокодебитных родников с дебитом более 20 л/с [5].

Повсеместно максимальная встречаемость современных карстовых форм рельефа в Зауралье характерна для участков, в пределах которых известняки выведены на поверхность. При этом, более часто воронки встречаются на участках выхода на поверхность толстослоистых известняков, в сравнении с тонкослоистыми. Кроме того, в характере распространения поверхностных карстопроявлений прослежена четкая их линейная вытянутость по простиранию слоев кизильских известняков и вдоль линий дизъюнктивных тектонических нарушений [2]. В наименьшей степени эта закономерность прослеживается на Сакмаро-Таналыкской равнине по воронкам, связанным с карбонатными прослоями в терригенной зилаирской свите, а в наибольшей – в известняках, «зажатых» среди эффузивов силура и девона [3, с. 176].

В целом, интенсивность распространения поверхностных проявлений карбонатного карста, выраженная нами через пораженность территории их проявлениями, отражена ниже на рисунке. При этом определена она не в пределах карстовых полей, как коэффициент закарстованности, а в пределах участков с однородными геолого-гидрогеологическими и геоморфологическими условиями и типами карста. Она [по 6] характеризует суммарную (накопленную) величину изменения геологической среды в результате развития карста за длительный промежуток времени, то есть характеризует общий «вековой» характер развития карста в региональном плане. Пораженность территории карстом выражена нами процентным отношением суммарной площади всех зафиксированных карстовых полей и отдельных поверхностных карстопроявлений к площади участка, в пределах которого они развиты.

Исходя из характера распространения поверхностных карстопроявлений в равнинном Зауралье, наибольшая пораженность ими наблюдается в пределах Кизило-Уртазымской равнины вдоль Кизильского разлома. Обычно она составляет не более 5% при 1–1,5 воронках на 1 км². Лишь на единичных участках она достигает 10–17 и даже 38%. На Сакмаро-Таналыкской равнине степень пораженности поверхностными карстопроявлениями меньше. Наивысшие коэффициенты пораженности воронками здесь наблюдаются на пологоволнистых частях водораздельных пространств и пологих склонах, где они составляют обычно 1–3% при 1–3,5 воронках на 1 км².

Очень редко они достигают здесь 5–7%, когда в пересчете на 1 км² площади участка насчитывается до 3–4 воронок. Наименьшая пораженность поверхностными карстопроявлениями в Башкирском Зауралье наблюдается в пределах грядово-мелкосопочных предгорий и не превышает обычно 2% и только на отдельных участках может дости-

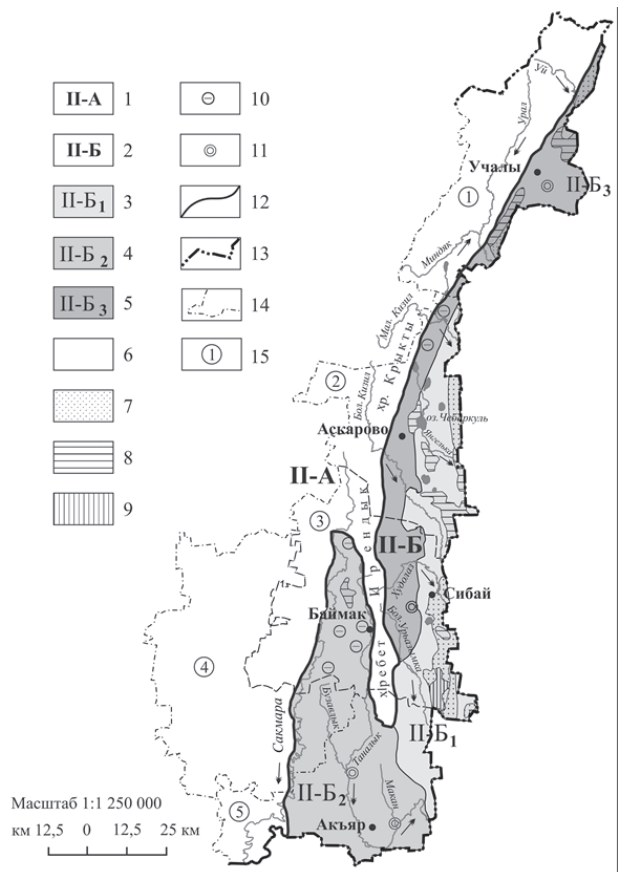


Рис. Пораженность территории Башкирского Зауралья поверхностными карстопроявлениями

Условные обозначения: Типы карста: 1 – горный карст в сильно дислоцированных образованиях Урала; 2 – равнинный карст в складчато-глыбовых отложениях Зауралья. Равнинный и предгорный карст в пределах: 3 – Кизило-Уртазымской и 4 – Сакмаро-Таналыкской равнин; 5 – грядово-мелкосопочных предгорий восточного склона Урала. Пораженность: 6 – 0%; 7 – менее 1%; 8 – 1-5%; 9 – 5-15%. Локальные проявления карста: 10 – карбонатного; 11 – сульфидного. Границы: 12 – типов карста; 13 – Республики Башкортостан; 14 – муниципальных районов. 15 – номера муниципальных районов: 1 – Учалинский; 2 – Абзелиловский; 3 – Баймакский; 4 – Зилаирский; 5 – Хайбуллинский

гать 6-13, очень редко 22% при 15,7 воронках на 1 км².

Погребенные карстовые формы обнаруживаются на глубинах до 200-300 м [3, с. 176]. В современном рельефе они выражены блюдцеобразными воронками и западинами, которые наибольшее распространение получили на Кизило-Уртазымской равнине. Связаны они в основном с известняками янгельской, уртазымской, кизильской и бе-

резовских свит карбона и развиты вдоль крупных тектонических разломов. Поперечник их колеблется от 10-30 до 500-800 м, при глубине не более 5 м. При этом чем крупнее поперечник воронок и западин, тем четче ворожено их плоское, часто заболоченное днище. Буровыми скважинами, заложенными в этих понижениях рельефа Восточно-Орской геологоразведочной партией (П.И. Ноздрин и др., 1962 г.), выявлены карстовые депрессии, заполненные рыхлыми кайнозойскими осадками мощностью от 5 до 60 м. То есть подобные блюдцеобразные воронки и западины в равнинном Зауралье представляют собой современные проявления погребенного карста.

Погребенный карст имеется в бассейнах рек Янгельки, Бол. Кизила, Бол. и Мал. Уртазымки, Сосновки и ряде других мест. Так, в долинах рек Янгельки и Бол. Кизила установлены подземные полости амплитудой до 40 м [2]. В большинстве случаев они заполнены остаточными продуктами растворения известняков и плиоцен-плейстоценовыми образованиями. Наличие погребенных отрицательных форм карста, выполненных кайнозойскими образованиями, свидетельствует о древнем его развитии, что неоднократно подчеркивалось почти всеми исследователями.

Современные подземные проявления карста представлены нишами, гротами и пещерами. Крупные доступные для непосредственного исследования карстовые полости в равнинном Зауралье в пределах РБ не известны. На сегодня пока зафиксировано наличие двух небольших пещер по рр. Бол. Кизил и Худолаз. Пещера в долине р. Бол. Кизил представляет собой постепенно суживающийся коридор длиной 7 м шириной и высотой на входе 1,0 и 1,5 м соответственно. В долине р. Худолаз протяженность пещеры составляет 12 м, при почти круглом поперечном сечении диаметром 2 м.

Подводя итог характеристике карбонатного карста Башкирского Зауралья необхо-

димо особо подчеркнуть, что современные и древние карстопроявления способствуют трансформации поверхностного стока в подземный, концентрации последнего по отдельным зонам или каналам, а затем разгрузке подземных вод в долинах рек виде карстовых родников дебитом до 40–50 л/с. [2]. То есть карст оказывает существенное влияние на гидрогеологические условия, что во многом определяет характер распределения подземных вод по территории.

Сульфидный карст в равнинном Зауралье развит локально. Геологи уже давно обратили внимание на наличие отрицательных форм рельефа над сульфидными рудными телами, обусловленными их выщелачиванием. В отчетах по геологической съемке можно найти немало фактов о их наличии в восточном Башкортостане. Между тем карстоведы до недавнего времени сульфидный карст на территории РБ не выделяли.

Наиболее полное обоснование выделения сульфидного карста, как одного из самостоятельного литологического типа карста, на наш взгляд, было дано В.А. Гаряиновым [7, с. 50–127], которым рудный карст определен не как процесс локализации рудного вещества в ранее образовавшихся карстовых пустотах, и не как карст в известняках, вмещающих тела сульфидных руд, а как карст в самих рудных телах. При этом он совершенно справедливо использовал термин «сульфидный карст», который обозначает (по аналогии с сульфатным, карбонатным и т.п.) состав карстующихся пород [8]. Этот термин и его толкование В.А. Гаряинова принимается и автором настоящей статьи.

На поверхности сульфидный карст представлен округлыми и эллипсовидными блюдце-, очень редко чашеобразными западинами и воронками. Поперечник их колеблется от нескольких метров до десятков и первых сотен метров, а глубина – от 0,5 до 1–2 м. Плоское дно этих воронок часто заболочено или занято водой. Широко они развиты на рудном

поле Юбилейного месторождения, особенно в районе третьей залежи, выходящей на поверхность палеозойского фундамента под юрскими отложениями. Распространены они также в южной части Западно-Подольского участка сульфидной минерализации, в Маканско-Петропавловской тектонической зоне в бассейне р. Макан и на Бузавлык-Таналыксом междуречье. Как указывают М.Ш. Биков и Ю.В. Александров (1978 г.), существовали они и над Бурибайским медно-колчеданном месторождении. В целом, по имеющимся сведениям, воронки, обусловленные развитием сульфидного карста, известны практически на всех месторождениях Южного Урала, на которых рудные залежи выходят на поверхность палеозойского фундамента и подвержены гипергенным изменениям.

По генезису поверхностные проявления сульфидного карста являются просадочными и суффозионными, образовавшимися над рудными телами, которые были подвержены выщелачиванию, что признается практически всеми исследователями.

Карстоопасность. За базовые показатели оценки карстоопасности, в соответствии с последними разработками Института геоэкологии РАН, взяты пораженность территории поверхностными карстопоявлениями и современная активность возникновения новых карстовых форм [9].

По собранным нами данным, имеющимся в архивных, фондовых и опубликованных источниках за последние 70 лет, образование новых карстовых провалов и воронок в Башкирском Зауралье не фиксировалось. Прямого отрицательного воздействия на населенные пункты и другие социально-экономические объекты современной карст не оказывает.

Учитывая интенсивность распространения карстовых форм в регионе, площади с пораженностью поверхностными карстопоявлениями менее 1%, 1–5% и 5–15% отнесены нами соответственно к территориям: потенциально опасным, малоопасным

и умеренно опасным. Умеренно опасные в карстовом отношении участки невелики по площади (см. рис). То есть основная часть равнинного Башкирского Зауралья в соответствии с распространением карстующихся пород по степени карстоопасности относится к неопасной.

Карст и полезные ископаемые. В равнинном Зауралье Башкортостана карст, как и на других закарстованных территориях, способствует формированию месторождений полезных ископаемых.

Анализ данных государственного кадастра месторождений свидетельствует, что с карстом связан ряд месторождений общераспространенных полезных ископаемых.

Так, по правобережью р. Худолаз в 4 км восточнее г. Сибай в древней карстовой западине, образованной в кизильских известняках и заполненной элювиально-делювиальными глинисто-суглинистыми плейстоценовыми отложениями (погребенный карст) разведано Сибайское месторождение кирпичных глин с утвержденными запасами по категориям $A+B+C_1$ 7252 тыс. м³ и C_2 12962 тыс. м³.

Есть свидетельства о приуроченности к карстовым «ловушкам» месторождений россыпного золота. В Башкирском Зауралье известна россыпь золота «Пещерский Лог» [10], связанная с погребенным карстом в известняках кизильской свиты нижнего карбона. Россыпь находится в одноименном логу, расположенном на левом склоне долины р. Янгельки на границе с Челябинской областью. Она разрабатывалась до 1917 года с содержанием золота до 1–3 г/м³ на пласт [11, с. 162, 199].

С карстом связаны также месторождения подземных вод. Самым крупным на сегодня месторождением подземных вод в рассматриваемом регионе является Кизильское месторождение трещинно-карстовых вод (водоносный горизонт D_3-C_2). Зайцевский участок этого месторождения (основная его часть) расположена в МР Абзелиловский район РБ.

Участок был разведан для водоснабжения г. Магнитогорска. Запасы его утверждены в объеме 75 тыс. м³/сут. (протокол Роснедра от 25.12.2014 № 538.), в настоящее время он находится в госрезерве.

В равнинном Зауралье в пределах Республики Башкортостан разведан еще ряд месторождений трещинно-карстовых вод, предназначенных для хозяйственно-питьевого водоснабжения (Большекизильское, Уральское, Юлбарисовское и др.).

Необходимо также отметить, что по мнению В.А. Гаряинова, наличие поверхностных проявлений сульфидного карста могут служить признаком для поисков медно-колчеданных месторождений [7, 183–195].

Заключение. Из всех известных типов карста Башкортостана по составу карстующихся пород в Башкирском Зауралье доминирует карбонатный карст, сульфидный карст имеет подчиненное значение и развит локально.

В соответствии с распространением карстующихся пород, наибольшее развитие карбонатный карст получил на Кизило-Уртазымской равнине в известняках кизильской свиты нижнего карбона, наименьшее – на Сакмаро-Таналыкской, где он связан с карбонатными прослоями зилаирской свиты верхнедевонского-нижнекаменноугольного возраста.

Наибольшая закарстованность приурочена к тектоническим нарушениям и литологическим контактам, то есть к зонам, где целостность карстующегося массива нарушена, которая выступает определяющим фактором развития карста и распространяем его форм.

Главной особенностью равнинного карста рассматриваемой территории является преобладание древних погребенных карстопоявлений над современными формами, что свидетельствует о более активном развитии карста в геологическом прошлом – в мезо-кайнозойский этап геологического развития территории.

С инженерно-геологической точки зрения карст, несомненно, выступает как отрицательный процесс, затрудняющий освоения площадей для строительства. Установленные пространственные закономерности интенсивности его распространения и активности развития позволяют говорить о малой карстоопасности территории Башкирского Зауралья.

В то же время карст имеет и положительное значение, так как он способствует формированию месторождений полезных ископаемых, особенно месторождений подземных вод – одного из самого ценного полезного ископаемого для жизнедеятельности человека.

ЛИТЕРАТУРА

- Смирнов А.И. Генетические типы и формы рельефа // Атлас Республики Башкортостан. Уфа: Правительство Республики Башкортостан, 2005. С. 65.
- Мартин, В.И. Карст. Гидрогеология СССР, т. XV. Башкирская АССР. М.: Недра, 1972. С. 77–91.
- Карст Башкортостана / Абдрахманов Р.Ф., Мартин В.И., Попов В.Г., Рождественский А.П., Смирнов А.И., Травкин А.И. Уфа: Информреклама, 2002. 384 с.
- Тимофеев Д.А., Дублянский В.Н., Кикнадзе Т.З. Терминология карста. М.: Наука, 1991. 259 с.
- Соловьев А.И. Карстовые явления на восточном склоне Южного Урала // Региональное карстование. М.: МОИП, 1958. С. 39–47.
- Шеко А.И., Лехатинов А.М., Максимов М.М. Количественная оценка интенсивности проявления экзогенных геологических процессов при инженерно-геологической съемке. Труды ВСЕГИНГЕО, вып. 3. М., 1971. С. 89–95.
- Гаряинов В.А. Экзогенные структуры и их поисковое значение. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1980. 208 с.
- Смирнов, А.И. Сульфидный карст как самостоятельный литологический тип карста на Южном Урале // Мат-лы V респ. геол. конф. «Геология, полезные ископаемые и проблемы экологии Башкортостана», Т. 2. Уфа, 2003, С. 135–137.
- Смирнов А.И. Карстоопасность Южного Урала и Предуралья (принципы и опыт оценки) // Мат-лы регион. научно-практ. конф. «Геоло-

- гия и полезные ископаемые западного Урала». Пермь, 2009. С. 296–298.
10. Казаков П.В. Погребенный заполненный карст и особенности формирования или разубоживания в нем месторождений полезных ископаемых (на примере Северного, Южного Урала и Приуралья) // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов АН РБ. Уфа, 2017. № 24. С. 65–69.
11. Казаков П.В., Салихов Д.Н. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (россыпное золото). Часть 2. Уфа: Гилем, 2017. 288 с.

REFERENCES

1. Smirnov A.I. Geneticheskie tipy i formy relyefa [Genetic types and forms of relief]. Atlas Respubliki Bashkortostan [Atlas of the Republic of Bashkortostan]. Ufa, Government of the Republic of Bashkortostan, 2005, p. 65. (In Russian).
2. Martin V.I. Karst. Hidrogeologiya SSSR [Karst. Hydrogeology of the USSR]. The Bashkir Autonomous Soviet Socialist Republic, vol. 15, Moscow, Nedra, 1972, pp. 77–91. (In Russian).
3. Karst Bashkortostana [Karst of Bashkortostan]. R.F. Abdrakhmanov, V.I. Martin, V.G. Popov, A.P. Rozhdestvensky, A.I., Smirnov, A.I., Travkin, (eds). Ufa, Informreklama, 2002. 384 p. (In Russian).
4. Timofeev D.A., Dublyansky V.N., Kiknadze T.Z. Terminologiya karsta [Karst terminology]. Moscow, Nauka, 1991. 259 p. (In Russian).
5. Solovyev A.I. Karstovye yavleniya na vostochnom sklone Yuzhnogo Urala [Karst phenomena on the eastern slope of the South Urals]. Regionalnyy karst [Regional karst]. Moscow, MOIP, 1958, pp. 39–47. (In Russian).
6. Sheko A.I., Lekhtinen A.M., Maksimov M.M. Kolichestvennaya otsenka intensivnosti proyavleniya ekzogennykh geologicheskikh protsessov pri inzhenerno-geologicheskoy syemke [Quantification of the intensity of exogenous geological processes in engineering-geological survey]. Proceedings VSEGINGEO, vol. 3, Moscow, 1971, pp. 89–95. (In Russian).
7. Garyainov V.A. Ekzogennyye struktury i ikh poiskovoe znachenie [Exogenous structures and their search value]. Saratov, izdatelstvo Saratovskogo universiteta, 1980. 208 p. (In Russian).
8. Smirnov A.I. Sulfidnyy karst kak samostoyatelnyy litologicheskyy tip karsta na Yuzhnom Urale [Sulfide karst as an independent lithological type of karst in the South Urals]. Proceedings of the 5th Republican Geological Conferences "Geology, Minerals and Environmental Problems of Bashkortostan". Vol. 2. Ufa, 2003, pp. 135–137. (In Russian).
9. Smirnov A.I. Karstoopasnost Yuzhnogo Urala i Preduralya (printsipy i opyt otsenki) [Karst hazards in the South Urals and Cis-Urals (principles and evaluation experience)]. Proceedings of the Regional Science & Research Conference "Geology and Minerals of the West Urals". Perm, 2009, pp. 296–298. (In Russian).
10. Kazakov P.V. Pogrebennyy zapolnenny karst i osobennosti formirovaniya ili razubozhivaniya v nem mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh (na primere Severnogo, Yuzhnogo Urala i Priuralya) [Buried filled karst and features of formation or dilution of mineral deposits in it (a case study of the North and South Urals and Cis-Urals)]. Geologiya. Izvestiya Otdeleniya nauk o Zemle i prirodnnykh resursov AN RB – Geology. Bulletin of the Department of Earth Sciences and Natural Resources of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. Ufa, 2017, no. 24, pp. 65–69. (In Russian).
11. Kazakov P.V., Salikhov D.N. Poleznye iskopaemye Respubliki Bashkortostan (rossypnoe zoloto) [Mineral resources of the Republic of Bashkortostan (placer gold)]. Part 2. Ufa: Gilem, 2017. 288 p. (In Russian).

Работа выполнена по теме «Опасные геологические процессы на Южном Урале и Предуралье» № 0246-2019-0086.