

УДК 551.2.01

Карстовый морфогенез в приповерхностной зоне сульфатно-карбонатного массива Соколино-Саркаевского месторождения гипса и ангидрита

К.О. Худеньких^а, В.Н. Катаев^б^аООО «Ергач». 617437, Пермский край, Кунгурский район, п. Ергач, ул. Заводская, 10. E-mail: ms002@ergach0.ru^бПермский государственный национальный исследовательский университет. 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15. E-mail: kataev@psu.ru

(Статья поступила в редакцию 20 декабря 2017 г.)

Рассмотрено Соколино-Саркаевское месторождение гипса и ангидрита Кунгурского района Пермского края (разрабатывается с 1928 г.). Описаны геологическое строение месторождения, закарстованность сульфатной полезной толщи. Установлено, что геологические условия Соколино-Саркаевского месторождения полностью подходят под термин «эпикарстовая зона». Изложено понимание процесса образования карстовых форм в эпикарстовой зоне Соколино-Саркаевского месторождения. Данный процесс позволяет оперативно скорректировать и оптимизировать схемы отработки, что в свою очередь улучшает качество добываемого полезного ископаемого.

Ключевые слова: *Соколино-Саркаевское месторождение, геологическое строение, гипс и ангидрит, закарстованность, эпикарстовая зона, карстообразование.*

DOI: 10.17072/psu.geol.17.2.171

Соколино-Саркаевское месторождение гипса и ангидрита разрабатывается с 1928 г. Местонахождение находится в Кунгурском районе Пермского края, в 2,5 км от железнодорожной станции Ергач. Разрабатывает месторождение Общество с ограниченной ответственностью «Ергач» (далее – ООО «Ергач») открытым способом.

В геологическом строении полезной толщи принимают участие сульфатно-карбонатные породы лунежской пачки иренского горизонта кунгурского яруса нижней перми (*mP_{1k}^{ir}*), перекрытые неоген-четвертичными и четвертичными отложениями (рис. 1).

Четвертичные отложения представлены в основном аллювиальными глинами и суглинками, встречаются песчаники. Их подстилают обвальное-карстовые образо-

вания неоген-четвертичного возраста, состоящие из обломков карбонатных пород, перемешанных с глинами и суглинками. Средняя мощность вскрышных пород составляет 20–25 м. Верхняя часть залегающей ниже лунежской пачки представлена гипсами сильнотрещиноватыми и закарстованными. Средняя мощность гипсовой толщи составляет 25 м. Ниже гипсов залегает «переходная зона», которая чаще всего сложена доломитами, нередко с прослоями гипса или его разновидности – селенита, но может быть представлена и гипсоангидритами, которые образовались в результате неполного перехода ангидрита в гипс. Мощность этой зоны колеблется в пределах 1–3 м, но на некоторых участках может достигать почти 10 м. Нижняя часть лунежской пачки представлена ангидритами, крепкими, массивными, сла-

ботрещиноватыми и закарстованными. Средняя мощность ангидритовой толщи составляет 15–20 м.

Добыча полезного ископаемого ведется по трем горизонтам: +150 м, +137 м и +125 м. На горизонте +150 м добывается гипс, на горизонте +137 м – породы переходной зоны, на горизонте +125 м – ангидрит (рис. 1).

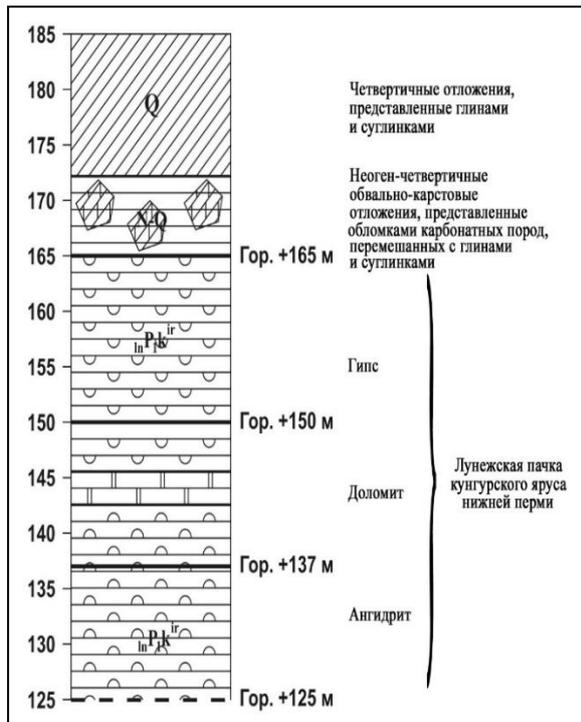


Рис. 1. Геологическое строение Соколино-Саркаевского месторождения

Как уже было отмечено выше, гипсовая толща сильно закарстована. Закарстованность оказывает значительное влияние на качество полезного ископаемого, вносит свои коррективы в способы отработки и в безопасное ведение горных работ в карьере.

Карстовые формы проявляются как на поверхности гипсовой толщи (погребенные древние карстовые воронки, вскрытые при обнажении кровли гипса), так и внутри нее – заполненные и незаполненные карстовые полости, вскрытые скважинами. Заполненные карстовые полости нередко можно выявить в бортах горизонта +150 м (рис. 2). Это, как правило, участки, на которых полезное ископаемое

отсутствует. Заполненные полости встречаются самых различных форм: цилиндрические, конусообразные, овальные, неправильные и др. Заполнителем являются глыбы и щебень известняка, доломита, мергеля, гипса, перемешанные с суглинками и глинами. Незаполненные полости увидеть гораздо сложнее: отработка полезного ископаемого ведется с помощью взрывных работ, при которых незаполненные полости полностью разрушаются. Но иногда при бульдозерной зачистке кровли гипса такие формы все-таки обнаруживаются (рис. 3), а также вскрываются многочисленные вертикальные карстовые каналы разных диаметров (рис. 4).

Гипсоангидритовая толща луневской пачки безводна: водоносные горизонты в ней отсутствуют, как и в перекрывающей толще вскрышных пород. Вода поступает в массив исключительно за счет инфильтрации с поверхности в теплый период года при снеготаянии и дождевых атмосферных осадках. Проходя сквозь четвертичные породы вскрыши, инфильтрационные воды не теряют своей растворяющей способности или незначительно теряют ее при просачивании сквозь неоген-четвертичные отложения, которые содержат щебень карбонатных пород.

Такие геологические условия полностью подходят под термин «эпикарстовая зона», широко используемый в западной литературе (Bonacci, 1987; Ford, Williams, 1989; Trudgill, 1985; Williams, 1983; Williams, 1985). В русскоязычной литературе этот термин ввел А.Б. Климчук (2009). Эпикарст он определяет как *верхнюю выветрелую и закарстованную зону экспонированных на поверхность карбонатных пород, отличающуюся от нижележащей зоны более высокой и равномерно распределенной пористостью и проницаемостью, удерживающую некоторые динамические запасы вод и регулирующую сток в нижележащей вадозной зоне.*

Применительно к сульфатно-карбонатному массиву карстующихся пород термин «эпикарстовая зона» раскрыл

В.Н. Катаев (2004). В общегеологическом смысле строение эпикарстовой зоны соответствует строению зоны выветривания. В свою очередь зональность выветривания обуславливает гидрогеологические особенности приповерхностной части массива. Распределение инфильтрационных вод происходит следующим образом: часть стока идет на пополнение почвенных влагозапасов и испарение, часть – на инфильтрацию. В подзоне интенсивного

выветривания (тонкого дробления) за счет кольятации трещин элювиальными отложениями водопроницаемость невелика. Водопроницаемость возрастает в подзоне мелкого дробления и достигает максимума в верхней части глыбовой подзоны. Далее, в глубину массива, по мере затухания трещиноватости выветривания водопроницаемость нелинейно уменьшается, сохраняясь высокой лишь вдоль крупных секущих трещин и разломов.



Рис. 2. Заполненная карстовая полость, вскрытая в борту горизонта +150 м

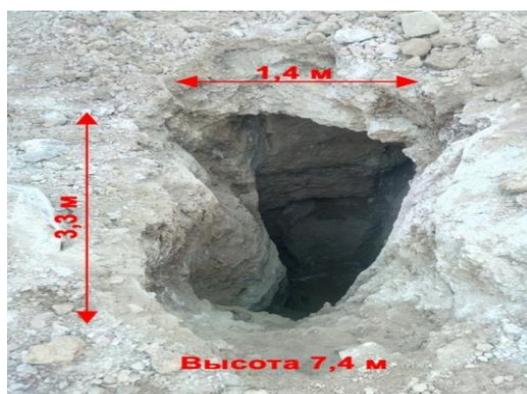


Рис. 3. Незаполненная карстовая полость, вскрытая при бульдозерной зачистке кровли гипсовой толщи



Рис. 4. Вертикальный карстовый канал, вскрытый при бульдозерной зачистке

Таким образом, геологическое строение и гидрогеологические условия полезной толщи и перекрывающих отложений Соколино-Саркаевского месторождения представляют собой эпикарстовую зону –

верхнюю выветрелую и закарстованную поверхность сульфатных пород с равномерно распределенной проницаемостью.

Основываясь на работах К.А. Горбуновой (1985), А.Б. Климчука, Рогожничко-

ва, Ломаева (1981), В.С. Лукина, Ежова (1975), а также на многочисленных наблюдениях, проведенных в карьере, в данной работе предлагается следующее понимание процесса образования карстовых форм в эпикарстовой зоне Соколино-Саркаевского месторождения гипса и ангидрита.

Инфильтрационные воды поступают в массив, проходят толщу вскрышных по-

род и оказываются на кровле гипса (рис. 5,А). Вода продолжает движение по кровле гипсовой толщи по ее падению. На поверхности гипса имеются выходы многочисленных субвертикальных и субгоризонтальных трещин как залеченных, так и открытых. Вода движется до первых встретившихся ей на пути трещин, в которые начинает просачиваться (рис. 5, Б).

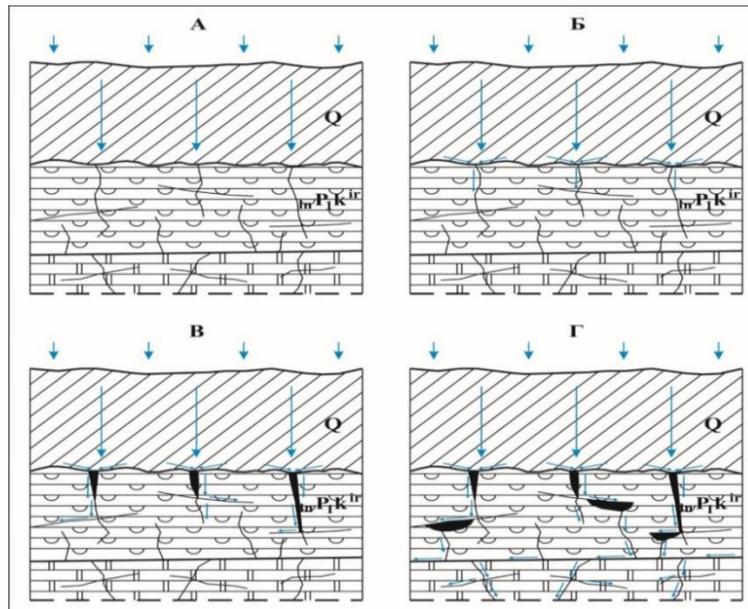


Рис. 5. Схема образования карстовых форм в эпикарстовой зоне Соколино-Саркаевского месторождения гипса и ангидрита

Просачиваясь в субвертикальные трещины, вода растворяет их стенки, в результате чего происходит постепенное увеличение размеров. В конечном итоге образуются вертикальные карстовые каналы (рис. 4, 5,В), по которым происходит интенсивное поступление инфильтрационных вод в гипсовую толщу. Максимальный диаметр устья такого канала, зафиксированный в кровле гипса Саркаевского карьера, составляет 0,5 м, но не исключаются и большие размеры.

Внутри гипсовой толщи снижается интенсивность трещиноватости, уменьшается водопроницаемость пород и замедляется скорость нисходящего движения воды, поэтому сток приобретает преимущественно горизонтальную направленность. Вода движется по субгоризонтальным трещинам (рис. 5,В), постепенно увеличи-

вая их за счет растворения, в результате чего формируются карстовые полости (рис. 5,Г), через которые происходит дальнейшая разгрузка воды в массив. На данной стадии в таких полостях и субгоризонтальных трещинах может формироваться подвешенный эпикарстовый водоносный горизонт (Катаев, 2004).

Пройдя всю мощность гипсовой толщи, вода оказывается на кровле «переходной зоны» и продолжает двигаться по ее падению в поисках субвертикальных трещин, по которым она продолжает свое движение в направлении ангидрита. Проходя сквозь толщу ангидритов, вода устремляется далее вниз в направлении подстилающей тнойской карбонатной пачки или разгружается в бортах горизонта +125 м (рис. 6).



Рис. 6. Разгрузка инфильтрационных вод в борту горизонта +125 м

Следует обратить внимание на то, что карстовые полости в ангидритах лунезжской пачки встречаются крайне редко. В Саркаевском карьере зафиксированы единичные случаи, когда карстовая форма «прорезала» лунезжскую пачку на всю ее мощность. Вероятно, это происходит в местах, сильно ослабленных в результате геолого-тектонических процессов. Вода, пройдя толщу гипса, в значительной степени утрачивает свою растворяющую способность. Поэтому в образовании карстовых форм в «переходной зоне» и ангидритовой толще основную роль играют не химические процессы, а скорее, физические.

В заключение необходимо отметить, что понимание сути процесса образования карстовых форм в значительной степени облегчает работу сотрудников геолого-маркшейдерского отдела ООО «Ергач», помогает оперативно выявлять и ликвидировать опасные зоны, что способствует повышению уровня безопасности в карьере. Своевременное выявление заполненных карстовых форм позволяет оперативно скорректировать и оптимизировать схемы отработки, что в свою очередь повышает качество добываемого полезного ископаемого, а также, в некоторых случаях, сокращает затраты на добычу.

Библиографический список

- Горбунова К.А.* Карстование. Вопросы типологии и морфологии карста: учеб. пособие по спецкурсу / Перм. гос. ун-т. Пермь, 1985. 88 с.
- Катаев В.Н.* Основы структурного карстования: учеб. пособие по спецкурсу / Перм. гос. ун-т. Пермь, 2004. 109 с.
- Климчук А.Б.* Эпикарст: гидрогеология, морфогенез и эволюция. Симферополь: Сонат, 2009. 112 с.
- Климчук А.Б., Рогожников В.Я., Ломаев А.А.* Карст массива Кырктау (Зеравшанский хребет, Тянь-Шань): Препринт/ Ин-т геол. наук АН УССР. Киев, 1981. 54 с.
- Лукин В.С., Ежов Ю.А.* Карст и строительство в районе г. Кунгура. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1975. 118 с.
- Vonacsi O.* Karst Hydrology with special reference to the Dinaric Karst / Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo, Springer-Verlag, 1987. 184 p.
- Ford D., Williams P.* Karst Geomorphology and hydrology. London, 1989. 601 p.
- Trudgill S.* Limestone Geomorphology. 8 Geomorphology Texts. К.М. Clayton (ed.). London & New York / Longman, 1985. 196 p.
- Williams P.W.* The role of the subcutaneous zone in karst hydrology // Journal of hydrology. 1983. Vol. 61. P. 45-67.
- Williams P.W.* Subcutaneous hydrology and the development of doline and cocpfit karst // Z. Geomorph. 1985. Vol. 29(4). P. 463-482.

Karst Morphogenesis in the Near-Surface Zone of the Sulphate-Carbonate Massif of the Sokolino-Sarkayevskoe Gypsum and Anhydrite Field

K.O. Khudenkikh^a, V.N. Kataev^b

^aYergach LLC. 10 Zavodskaya Str., Kungur district, Perm krai 617437, Russia

E-mail: ms002@ergach0.ru

^bPerm State University, 15 Bukireva Str., Perm 614990, Russia

E-mail: kataev@psu.ru

The gypsum and anhydrite Sokolino-Saraevskoe field located in the Kungur district of the Perm region has been developed since 1928. The geological structure of the field, and cavernous porosity of sulfate economic beds were studied. It is established that geological conditions of Sokolino-Saraevskoe field matches well the term "epikarst zone". The understanding of the karst forms formation process in an epikarst zone of the Sokolino-Sarkaevskoe field is presented. Obtained information allows correcting and optimizing the quarry mining planning that improves the quality of the extracted raw material.

Key words: *Sokolino-Sarkaevskoe field; geological structure; gypsum and anhydrite; cavernous porosity; epikarst zone; karstification.*

References

- Gorbunova K.A.* 1985. Karstovedenie. Voprosy tipologii i morfologii karsta. [Karst science. Problems of typology and morphology of karst]. PGU, Perm, p.88. (inRussian)
- Kataev V.N.* 2004. Osnovy strukturnogo karstovedeniya [Fundamentals of structural karstology]. PGU, Perm, p.109. (inRussian)
- Klimchouk A.B.* 2009. Epikarst: gidrogeologiya, morfogenez i evolyutsiya [Epikarst: hydrogeology, morphogenesis, and evolution]. Sonat, Simferopol, p. 112. (inRussian)
- Klimchouk A.B., Rogozhnikov V.Ya., Lomaev A.A.* 1981. Karst massiva Kyrktau (Zeravshanskiy khrebet Tyan-Shan) [Karst of the massif Kyrktau (Zeravshanskiy Ridge, Tien Shan)]. Institute geologicheskikh nauk AN SSSR, Kiev, p.54. (inRussian)
- Lukin V.S., Ezhov Yu.A.* 1975. Karst i stroitelstvo v rayone g. Kungura [Karst and construction near the city of Kungur]. Permskoe knizhnoe izdatelstvo, Perm, p. 118. (inRussian)
- Bonacci O.* 1987. Karst Hydrology with special reference to the Dinaric Karst. Berlin-Heidelberg-New York-London-Paris-Tokyo, Springer-Verlag, p. 184.
- Ford D., Williams P.* 1989. Karst Geomorphology and hydrology. London, p.601.
- Trudgill S.* 1985. Limestone Geomorphology. Geomorphology Texts. Book 8, K.M. Clayton (Ed.). London & New York, Longman, p. 196.
- Williams P.W.* 1983. The role of the subcutaneous zone in karst hydrology. Journal of hydrology. 61:45-67.
- Williams P.W.* 1985. Subcutaneous hydrology and the development of doline and cocpita karst. Z. Geomorph. 29(4): 463-482.