

УДК: 550.85

DOI: [10.46698/VNC.2021.65.44.001](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.65.44.001)

Оригинальная статья

Особенности строения и генезиса железорудного месторождения мыса Железный Рог

Е.П. Акпаева , Е.Д. Букреев 

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Россия, 119991,
г. Москва, Ленинские горы, д. 1, e-mail: Elizaveta.Akpaeva@student.msu.ru, Egor.Bukreev@student.msu.ru

Статья поступила: 15.10.2021, после рецензирования: 12.11.2021, принята к публикации: 16.11.2021

Резюме: Статья посвящена железорудному месторождению, представляющему собой пласт оолитовых (бурожелезняковых) руд железа, который выходит на дневную поверхность на мысе Железный Рог на берегу Таманского полуострова. Мыс имеет протяженность 1,3 км с запада на восток и высоту 55 м над уровнем моря. Склон мыса разбит многочисленными трещинами из-за эрозионного воздействия ветра и морской воды, по которым происходит откалывание оползневых тел. **Актуальность работы.** Железорудное месторождение на мысе Железный Рог Таманского полуострова известно с конца 19 века, в настоящее время (с 1984 года) ему присвоен статус памятника природы, из-за чего добыча сырья запрещена на всей охраняемой территории, составляющей 19 га. Однако минералогия, палеонтология и особенности геологии данного месторождения изучены недостаточно. Таким образом, представленная статья призвана в какой-то степени восполнить этот пробел. **Целью проведенных исследований** является выявление особенностей геологического строения, минералогии и генезиса железорудного месторождения на мысе Железный Рог Таманского полуострова. **Методы работы.** Основу работы составляют образцы, отобранные авторами во время полевых работ на мысе Железный Рог с июня по июль 2021 года. При выполнении работы были описаны 15 образцов, а также идентифицированы палеонтологические находки и определен их примерный возраст. **Результаты работ.** Установлено, что бурые железняки залегают в толще серых глин железнорогской свиты (N1-2Zr) и совпадают с ними по возрасту, что подтверждается палеонтологическими находками. В разрезе были найдены только те минералы, в состав которых входит железо: борнит, вивианит, лимонит, халькопирит. В работе проанализированы структурно-текстурные особенности пласта и вмещающих его пород, а также ассоциации найденных минералов, на основании чего сделаны выводы, что данный пласт железных руд относится к хемогенному осадочному типу месторождений, образованному из коллоидных растворов.

Ключевые слова: хемогенное осадочное месторождение, железорудное месторождение, железнорогская свита, кругловская свита, борнит, вивианит, халькопирит, лимонит.

Для цитирования: Акпаева Е.П., Букреев Е.Д. Особенности строения и генезиса железорудного месторождения мыса Железный Рог. *Геология и геофизика Юга России*. 2021. 11(4): 6 -14. DOI: 10.46698/VNC.2021.65.44.001.

DOI: [10.46698/VNC.2021.65.44.001](https://doi.org/10.46698/VNC.2021.65.44.001)

Original paper

Genesis and structure of the iron ore deposit of the Cape Iron Horn

E.P. Akpaeva , E.D. Bukreev 

Lomonosov Moscow State University, 1 Lenin Hills, Moscow 119991, Russian Federation,
e-mail: Elizaveta.Akpaeva@student.msu.ru, Egor.Bukreev@student.msu.ru

Received: 15.10.2021, revised: 12.11.2021, accepted: 16.11.2021

Abstract: The article is devoted to an iron ore deposit, which is a layer of oolitic (brown limestone) iron ores, which comes to the surface during the day at Cape Iron Horn on the shore of the Taman Peninsula. The cape has a length of 1.3 km from west to east and a height of 55 m above sea level. The slope of the cape is broken by numerous cracks due to the erosive effects of wind and sea water, along which landslide bodies are chipping away. **Relevance.** The iron ore deposit at Cape Iron Horn of the Taman Peninsula has been known since the end of the 19th century, currently (since 1984) it has been given the status of a natural monument, which is why the extraction of raw materials is prohibited in the entire protected area of 19 hectares. However, mineralogy, paleontology and features of the geology of this deposit have not been studied enough. Thus, the presented article is intended to fill this gap to some extent. **The Aim of the research** is to identify the features of the geological structure, mineralogy and genesis of the iron ore deposit at Cape Iron Horn of the Taman Peninsula. **Methods.** The work is based on samples selected by the authors during field work at Cape Iron Horn from June to July 2021. During the work, 15 samples were described, as well as paleontological finds were identified and their approximate age was determined. **Results.** It has been established that brown ironstones lie in the thickness of gray clays of the Zheleznogorskaya formation (N1-2 τ) and coincide with them in age, which is confirmed by paleontological findings. Only those minerals containing iron were found in the section: bornite, vivianite, limonite, chalcocopyrite. The paper analyzes the structural and textural features of the formation and its host rocks, as well as the associations of the minerals found, on the basis of which it is concluded that this iron ore formation belongs to the chemogenic sedimentary type of deposits formed from colloidal solutions.

Keywords: chemogenic sedimentary deposit, iron ore deposit, zheleznogorskaya formation, Kruglovskaya formation, bornite, vivianite, chalcocopyrite, limonite.

For citation: Akpaeva E.P., Bukreev E.D. Genesis and structure of the iron ore deposit of the Cape Iron Horn. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2021. 11(4): 6 -14. DOI: 10.46698/VNC.2021.65.44.001.

Введение

Мыс Железный Рог располагается на южном берегу Таманского полуострова, в 10 км к югу от города Тамань Краснодарского края (45°6'34" с.ш., 36°44'3" в.д.). Мыс имеет протяженность 1,3 км с запада на восток и высоту 55 м над уровнем моря. На верхней площадке мыса растут мелкие и бледные травы, наличие которых Ломоносов в своих работах связывал с железорудными жилами. На склоне мыса и его побережье множество оползневых тел, которые откалываются от мыса в результате эрозионного воздействия ветра и морской воды [Короновский, 2006] (рис. 1).



*Рис. 1. Западный склон мыса Железный Рог /
Fig. 1. The western slope of Cape Iron Horn*

Содержание железа в пласте достаточно высокое, поэтому с 1896 по 1932 гг. рабочие собирали отколовшиеся обломки железорудного пласта и перерабатывали их. В 1984 году мысу Железный Рог был присвоен статус памятника природы, в результате чего добыча была запрещена на всей охраняемой территории (19 га).

Методы исследования

Первоначальная форма изучения геологических процессов – непосредственное наблюдение. В.В. Белоусов справедливо подчёркивал то, что «геолог – прежде всего наблюдатель», что «весь фундамент геологической науки создан именно региональными полевыми исследованиями» [Захаров, 2016]. Объясняется это тем, что многие свойства геологических объектов относятся к макроскопическому уровню организации материи.

Наблюдение всегда сопровождается тщательным описанием объекта. Описание – это отражение данных наблюдения, как бы механическая регистрация наблюдаемых свойств природных объектов. Оно используется при полевом исследовании, когда отбираются образцы и пробы для последующего анализа и исследования, а также фиксируются места и условия их отбора [Назаров, 1982]. В статье мы стремились сделать описание наиболее полным и всеобъемлющим, чтобы специалисты различных геологических наук в дальнейшем могли получить всю интересующую их информацию.

Наблюдение и описание создают эмпирическую основу для дальнейшего исследования – сравнения. Сравнение производилось на основании генетической классификации месторождений полезных ископаемых [Смирнов, 1986; Вахромеев, 1979; Старостин, Игнатов, 2004; Авдонин, 2010; Hamid Mumin et al., 2004], классификации моллюсков [Михайлова и др., 2006; Бетехтин, 2007; Schopf, 1983], классификации минералов [Булах и др., 2008; Wenk, Bulakh, 2003; Ansted et al., 1855].

Материалы были отобраны из западно-северо-западной и из центральной частей мыса, где есть непосредственный доступ к породам пласта бурого железняка и к вмещающим его породам. В восточно-юго-восточной части мыса пласт выходит на дневную поверхность на высоте 45–50 метров, а сам склон мыса разбит трещинами и усыпан крупными оползневыми телами. По этой причине отобрать образцы из восточно-юго-восточной части мыса не представляется возможным.

Для отобранных образцов руд и пород были проведены минералогические и палеонтологические исследования, в результате которых авторами было дано детальное описание 15 образцов.

Результаты работы и их обсуждение

В обнажении наблюдаются отложения неогенового возраста, а именно верхнего миоцена и плиоцена.

Понтический региоярус представлен кругловской свитой ($N_{1-2}kv$). Она сложена светло-серыми, плотными глинами, неясной слоистости, с периодическими линзами, переполненными ракушечным детритом (рис. 2а). В том числе с отпечатками *Paradacnaabichi*, (рис. 2б) по которым была определена принадлежность к свите [Андрусов, 1903].



Рис. 2. а) линза с ракушечным детритом в отложениях кругловской свиты, б) отпечаток *Paradacnaabichi* в плотной глине /

Fig. 2. a) lens with shell detritus in the deposits of the Kruglov formation, b) the imprint of *Paradacnaabichi* in dense clay

Киммерийский региоярус. Железнодорожная свита ($N_{1-2}žr$) представлена серыми и коричнево-серыми глинами, с участками ожелезнения охристо-коричневого цвета, с отпечатками *Arcicardiumacardo* (рис. 3) и других двустворок, которые являются характерными для данной свиты [Корсаков и др., 2013].



Рис. 3. Коричнево-серая глина с отпечатками *Arcicardium accardo* /
Fig. 3. Brown-gray clay with *Arcicardium accardo* prints

В толще железнорогских глин прослеживается пласт бурого железняка мощностью около 1 метра (рис. 4). На северо-восточном склоне наблюдаются только глинистые породы светло-голубого, серого цвета моноклиального залегания, то есть происходит постепенное выклинивание железорудного пласта в северо-восточном направлении. Пласт залегает согласно с породами железнорогской свиты, что говорит о его сингенетическом образовании [Авдонин, 2010]. Контакт с вмещающими породами четкий и ровный. Пласт пологопадающий на северо-запад под углом 5 градусов (АзПд333СЗ \angle 5).

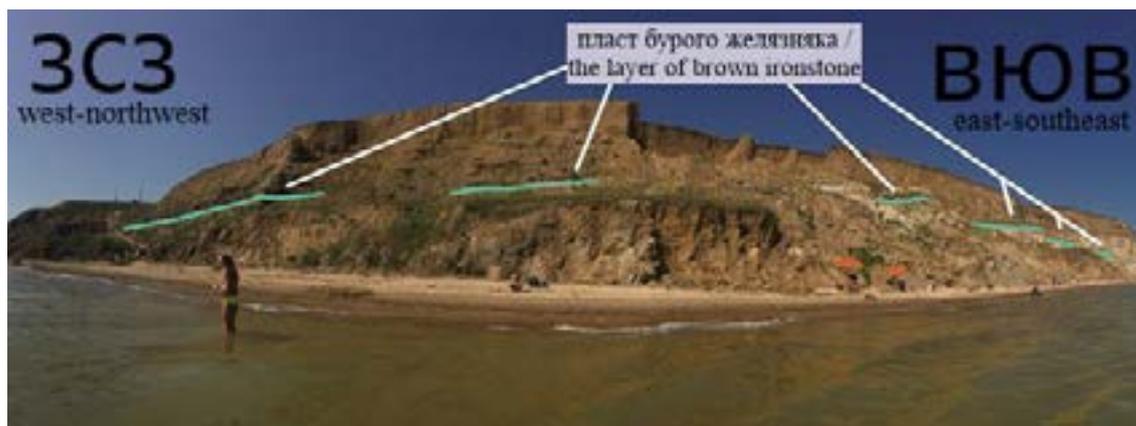


Рис. 4. Пласт бурого железняка в склоне мыса Железный Рог /
Fig. 4. The layer of brown ironstone in the slope of Cape Iron Horn

Кроме этого, были найдены образцы бурого железняка с отпечатками предположительно *Didacnacrasatellata* и *Arcicardiumacardo* (рис. 5), что подтверждает идею об одновременном образовании железорудного пласта и толщи глин [Михайлова, Бондаренко, 2006].



Рис. 5. Бурый железняк с отпечатками а) *Arcicardium accardo*, б, в) *Didacnacrasatellata* /
Fig. 5. Brown ironstone with prints a) *Arcicardium accardo*, b, c) *Didacnacrasatellata*

В юго-западной части обнажения были отобраны образцы оолитового борнита с налетом лимонита на поверхности (рис. 6а). Размер оолитов от 1 мм до 10 мм. Цвет образца коричнево-оранжевый из-за окисления железа, а на свежем сколе цвет от темно-синего до темно-фиолетового, на некоторых образцах присутствует побелость. Спайность несовершенная, излом раковистый. Твердость 2,5-3, хрупкий.

Также присутствуют вкрапления халькопирита золотисто-желтого цвета с пестрой побежалостью (рис. 6б) и кристаллы вивианита темно-синего почти черного цвета [Klein et al., 2013] (рис. 6в).



Рис. 6. а) оолитовый борнит, б) вкрапления халькопирита в борните, в) кристаллы вивианита в борните /

Fig. 6. a) oolitic bornite, b) chalcopyrite inclusions in bornite, c) vivianite crystals in bornite

Там же был найден образец плотной глины в борнитовой и лимонитовой рубашке. Глина серо-зеленого цвета с массивной текстурой. В глине присутствуют прослойки кварцевого песка и остатки раковины головоногого моллюска, замещенные халькопиритом (рис. 7).



Рис. 7. Остатки раковины головоногого моллюска, замещенные халькопиритом, в плотной глине /
Fig. 7. Remains of a cephalopod shell replaced by chalcopyrite in dense clay

Восточнее, ближе к центральной части мыса Железный Рог, был найден сильно выветренный образец глины зеленовато-бежевого цвета (рис. 8). В нем присутствуют жилы вивианита темно-синего цвета. Лучистые кристаллы длиной до 8 мм переливаются стекляннным блеском. На свежем сколе образца минерал имеет занозистый излом и совершенную спайность. Твердость небольшая (около 2 по шкале Мооса), очень хрупкий. Также в образце присутствуют вкрапления землистых шариков вивианита, которые при раскалывании имеют цвет заффри.



*Рис. 8. Выветрелая глина с жилами вивианита /
Fig. 8. Weathered clay with veins of vivianite*

Выводы

Пласт бурого железняка, выходящий на дневную поверхность в районе мыса Железный Рог, залегает в толще серых глин железнорогской свиты и совпадает с ними по возрасту, то есть является сингенетическим, что подтверждается палеонтологическими находками [Богуш и др., 2020]. Мыс Железный Рог представляет собой железорудное месторождение [Богуш и др., 2021]. Данное месторождение бурых железняков является хемогенным классом осадочных месторождений, сформированных из коллоидных растворов, которые являются важным источником промышленных оолитовых (бурожелезняковых) руд железа. Это подтверждают следующие характерные особенности: ассоциация с сероцветными терригенными формациями гумидных климатических зон, заполняющими морские и океанические впадины; фациально-геохимическая и минеральная зональность оруденения относительно береговой линии; пластовая форма тел, оолитовая текстура руд. Пластовая форма рудного тела и его согласное залегание в осадочных толщах железнорогских глин прямо указывает на седиментогенно-диагенетическое происхождение руды. Также присутствует характерное переслаивание рудного слоя, ракушняков и глин. Все найденные минералы имеют в составе железо (борнит, халькопирит, вивианит, лимонит) [Deer et al., 2011], что является признаком большого содержания железа в пласте.

Литература

1. Авдонин В.В., Старостин В.И. Геология полезных ископаемых: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2010. – 384 с.
2. Андрусов Н.И. Геологические исследования на Таманском полуострове. – СПб.: тип. Имп. Акад. наук, 1903. – С. 257–381.
3. Бетехтин А.Г. Курс минералогии: учебное пособие. – М.: КДУ, 2007. – 720 с.
4. Богуш И.А., Рябов Г.В., Черкашин В.И. Генезис и рудоносные структуры Чучкурского месторождения благородных металлов Северного Кавказа. // Геология и Геофизика Юга России. – 2020. – Т. 10. №1. – С. 81–95. DOI: 10.23671/VNC.2019.3.36477

5. Богуш И.А., Рябов Г.В., Бурцев А.А. Колчеданы Северного Кавказа. Перспективы рудоносности Худесского месторождения. // Геология и геофизика Юга России. – 2021. – Т. 11. №3. – С. 6–16. DOI: 10.46698/VNC.2021.80.87.001.
6. Булах А.Г., Кривовичев В.Г., Золотарев А.А. Общая геология: учебник для высш. учеб. заведений. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 – 416 с.
7. Вахромеев С.А. Месторождения полезных ископаемых. – М.: Недра, 1979. – 294 с.
8. Захаров М.С. Методология и методика региональных исследований в инженерной геологии. – СПб.: Лань, 2016. – 96 с.
9. Короновский Н.В. Общая геология: учебник. – М.: КДУ, 2006. – 528 с.
10. Корсаков С.Г., Зарубин В.В., Соколов В.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Издание второе. Серия Кавказская. Лист L-37-XIX, XXV (Тамань). Объяснительная записка. – М.: МФ ВСЕГЕИ, 2013. – 107 с.
11. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.
12. Назаров И.В. Методология геологического исследования. – Новосибирск: Наука, 1982. – 176 с.
13. Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 687 с.
14. Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых. – М.: Академический Проект, Трикста, 2004. – 512 с.
15. Ansted D.T., Tennant. Geology, mineralogy and crystallography: Being a theoretical, practical and descriptive item of inorganic nature. The form and classification of crystals, and a chemical arrangement of minerals. // Houlston and Stoneman, London. – 1855. – 590 p.
16. Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. Rock-forming minerals. Non-silicates. Oxides, hydroxides and sulphides. // Geology Society, London. – 2011. – 920 p.
17. Hamid Mumin A., Anglin C.D., Marshall D. Ore mineral atlas. // Department of Earth Sciences, Newfoundland. – 2004. – 112 p.
18. Klein C., Philpotts A.R. Earth materials. Introduction to mineralogy and petrology. // Cambridge University Press. – 2013. – 1253 p.
19. Schopf I.W. Earth's Earliest Biosphere: its origin and evolution. // New Jersey: Princeton Univ. Pr. – 1983. – 543 p.
20. Wenk H.-R., Bulakh A.G. Minerals. Their constitution and origin. // Cambridge University Press. – 2003. – 671 p.

References

1. Avdonin V.V., Starostin V.I. Geology of minerals. A textbook for university students. Moscow. Academiya, 2010. 384 p. (In Russ.)
2. Andrusov N.I. Geological research on the Taman Peninsula. Saint Petersburg. Imp. Akad. nauk, 1903. pp. 257–381. (In Russ.)
3. Betekhtin A.G. Mineralogy course: textbook. Moscow. KDU, 2007. 720 p. (In Russ.)
4. Bogush I.A., Ryabov G.V., Cherkashin V.I. Genesis and ore-bearing structures of the Chuchukur noble metals deposits of the North Caucasus. Geology and Geophysics of

Russian South. 2020. Vol. 10. No. 1. pp. 81–95. DOI: 10.23671/VNC.2019.3.36477 (In Russ.)

5. Bogush I.A., Ryabov G.V., Burtsev A.A. Pyritic deposits of North Caucasus. Prospects of minerality of Hudes deposit. *Geology and Geophysics of Russian South*. 2021. Vol. 11. No. 3. pp. 6–16. DOI: 10.46698/VNC.2021.80.87.001. (In Russ.)

6. Bulakh A.G., Krivovichev V.G., Zolotarev A.A. General geology: a textbook for university students. 4th revised ed. Moscow. *Academiya*, 2008 416 p. (In Russ.)

7. Vakhromeev S.A. Mineral deposits. Moscow. *Nedra*, 1979. 294 p. (In Russ.)

8. Zakharov M.S. Methodology and technique of regional explorations in engineering geology. Saint Petersburg. *Lan*, 2016. 96 p. (In Russ.)

9. Koronovskiy N.V. General Geology. Textbook. Moscow. *KDU*, 2006. 528 p. (In Russ.)

10. Korsakov S.G., Zarubin V.V., Sokolov V.V. et al. State geological map of the Russian Federation. Scale 1: 200000. Second edition. Caucasian series. Sheet L-37-XIX, XXV (Taman). Explanatory letter. Moscow. *MF VSEGEI*, 2013. 107 p. (In Russ.)

11. Mikhailova I.A., Bondarenko O.B. Paleontology. 2nd revised ed. Textbook. Moscow. *MSU*, 2006. 592 p. (In Russ.)

12. Nazarov I.V. Geological research methodology. *Novosibirsk. Nauka*, 1982. 176 p. (In Russ.)

13. Smirnov V.I. Geology of minerals. Moscow. *Nedra*, 1986. 687 p. (In Russ.)

14. Starostin V.I., Ignatov P.A. Geology of minerals. Moscow. *Academic Project, Triksta*, 2004. 512 p. (In Russ.)

15. Ansted D.T., Tennant. *Geology, mineralogy and crystallography: Being a theoretical, practical and descriptive treatise of inorganic nature. The form and classification of crystals, and a chemical arrangement of minerals.* Houlston and Stoneman, London. 1855. 590 p.

16. Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. *Rock-forming minerals. Non-silicates. Oxides, hydroxides and sulphides.* *Geology Society*, London. 2011. 920 p.

17. Hamid Mumin A., Anglin C.D., Marshall D. *Ore mineral atlas.* Department of Earth Sciences, Newfoundland. 2004. 112 p.

18. Klein C., Philpotts A.R. *Earth materials. Introduction to mineralogy and petrology.* Cambridge University Press. 2013. 1253 p.

19. Schopf I.W. *Earth's Earliest Biosphere: its origin and evolution.* New Jersey. Princeton Univ. Pr. 1983. 543 p.

20. Wenk H.-R., Bulakh A.G. *Minerals. Their constitution and origin.* Cambridge University Press. 2003. 671 p.