

*Бузмаков Е. И., Цибрик В. И., Рожнов А. А., Серeda В. Я., Радченко Н. М.* Стратиформные железо-марганцевые и полиметаллические месторождения Ушкатынского рудного поля (Центральный Казахстан) // Геология рудных месторождений. 1975. № 1. С. 32–46.

*Варенцов И. М., Веймарн А. Б., Рожнов А. А., Цибрик В. И., Соклова А. Л.* Геохимическая модель формирования марганцевых руд фаменского рифтогенного бассейна Казахстана (главные компоненты, редкие земли, рассеянные элементы) // Литология и полезные ископаемые. 1993. № 3. С. 56–79.

*Калинин В. В.* Комплексные железо-марганцевые и цинк-свинец-баритовые руды месторождений Ушкатынской группы (Центральный Казахстан) // Вулканогенно-осадочные и гидротермальные марганцевые месторождения. М.: Наука, 1985. С. 5–64.

*Каюпова М. М.* Минералогия железных и марганцевых руд Западного Атасу (Центральный Казахстан). Алма-Ата: Наука, 1974.

*Рой С.* Месторождения марганца / пер с англ. Е. Г. Гурвича и др.; под ред. В. Н. Холодова. М.: Мир, 1986. 520 с.

*Рожнов А. А.* Сравнительная характеристика марганцевых месторождений атасуйского и никопольско-чиатурского типов // Геология и геохимия марганца. М.: Наука, 1982. С. 116–121.

***Е. Н. Перова, Н. А. Власенко, О. С. Верещазин***

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург  
perova\_uni@rambler.ru*

### **Арсенаты и ванадаты железо-марганцевого месторождения Жомарт (Центральный Казахстан)**

Совместная локализация марганцевых пород и месторождений полиметаллических руд дает большое разнообразие редких минералов. Сочетание этих двух типов руд проявляется достаточно редко. Наиболее известны месторождения Лонгбан (Швеция) и Стерлинг-Хилл (США), которые послужили местом открытия большого количества новых минералов.

Месторождение Жомарт входит в состав Жайремского рудного узла (Центральный Казахстан), где на небольшом расстоянии друг от друга располагаются стратиформные залежи свинцово-цинковых, баритовых и железо-марганцевых руд. Такое сочетание позволило выделить особый тип комплексных месторождений – атасуйский. В геологическом плане месторождение Жомарт приурочено к северному крылу одноименной синклинали, являющейся частью юго-западного крыла Жаильминского синклинория. Железистые и марганцевые рудные пласты залегают согласно с вмещающими породами кремнисто-карбонатного состава [Рожнов, 1982]. Главными типами руд месторождения являются браунитовые и гаусманитовые, гораздо менее широко развиты яacobитовые породы. Помимо рудных марганцевых минералов, породы содержат также силикатно-карбонатную минерализацию, основными минералами которой являются тефроит, фриделит, родонит, спессартин, а также карбонаты кальцит-родохрозитового ряда.

Минералогия месторождения подробно описана в монографии М. М. Каюповой [1974]. Скрупулезность и точность минералогических исследований, проделанных в конце 60-х–начале 70-х гг. не может не вызвать восхищения. Однако современ-

менные методы минералогических исследований позволяют дополнить список минералов марганцевых руд месторождения Жомарт. Нами уточнена диагностика некоторых редких минералов, а кроме того, впервые для этого месторождения установлены флинкит, ярозевичит, тилазит, свабит, ванадат и пиробелонит. Ниже мы приводим краткое описание редких минералов.

Ранее в составе марганцевых пород месторождения Жомарт были диагностированы два арсената марганца – манганберцилийт ( $\text{NaCa}_2\text{Mn}_2(\text{AsO}_4)_3$ ) и саркинит [Каюпова, 1974]. В изученных нами образцах марганцевых пород были установлены саркинит, флинкит и ярозевичит. Минералы были диагностированы в составе гаусманитовых пород, где встречаются совместно с тефроитом и фриделитом, в виде включений в кутнагорите и родохрозите. В браунитовых рудах встречен только саркинит, где он входит в состав родонит-кутнагоритовых поздних прожилков (рис. а).

*Саркинит*  $\text{Mn}^{2+}_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$  в образцах встречается в виде небольших (0.1–0.5 см в диаметре) желтых и желтовато-оранжевых пятен на фоне светлых карбонатных минералов. В составе прожилков образует таблитчатые выделения (см. рис. а). Диагностика саркинита подтверждена рентгенометрически. Основными отражениями межплоскостных расстояний для саркинита являются  $d, \text{Å}$  (I): 3.29 (100), 3.01 (40), 3.19 (20), 2.97 (20), 2.80 (30). Химический состав саркинита (табл.) характеризуется непостоянной небольшой примесью кальция.

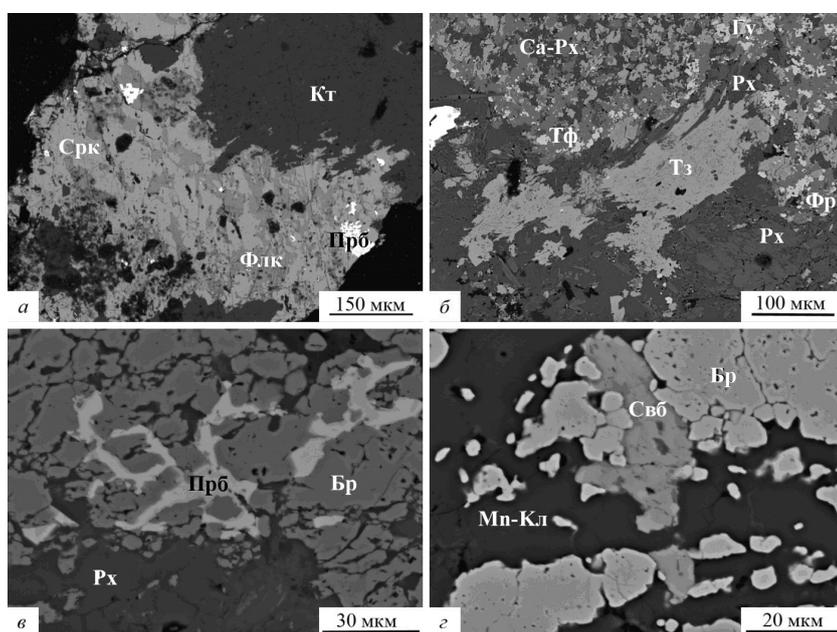


Рис. Редкие минералы марганцевых руд месторождения Жомарт: а) выделения саркинита, флинкита и пиробелонита в кутнагорите из гаусманитовых пород; б) пластинчатые выделения тилазита в родохрозите из якобситовых пород; в) пиробелонит в браунитовой матрице; г) зерно свабита в брауните. Фотографии шлифов в обратно-отраженных электронах.

Бр – браунит, Фр – фриделит, Кт – кутнагорит, Са-Рх – кальциевый родохрозит, Мп-Кл – марганцевый кальцит, Срк – саркинит, Флк – флинкит, Тлз – тилазит, Свб – свабит, Прб – пиробелонит.

Таблица

**Химический состав (мас. %) и коэффициенты  
в кристаллохимической формуле минералов**

Компо- ненты	Саркинит		Флинкит		Ярозевичит		Тилазит		Свабит		Пиробелонит	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	42.30	44.34	29.10	30.10	24.30	25.20	45.22	45.41	30.04	30.65	1.89	1.09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	0.00	0.00	0.77	17.36	16.64	0.00	0.00
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.00	0.79	0.00	0.00	0.63	0.00	0.00	0.00	0.56	21.06	21.80
SiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO <sup>общ</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	3.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.32	20.07	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO <sup>общ</sup>	57.13	54.58	70.13	69.21	62.99	69.53	2.79	0.47	1.72	1.33	18.10	18.28
CaO	0.57	1.08	0.00	0.71	1.48	0.45	24.19	24.85	47.28	47.57	0.00	2.49
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.47	0.00	0.00
PbO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	58.94	56.31
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.78	8.77	2.91	2.71	0.00	0.00
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.19	0.00	0.00
Сумма	100.00	100.00	100.00	100.00	99.96	99.57	100.30	100.34	100.11	100.12	99.99	99.97
O=F <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	3.69	1.23	1.14	0.00	0.00
O=Cl <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.04	0.00	0.00
Сумма	100.00	100.00	100.00	100.00	99.96	99.57	96.65	96.35	98.83	98.94	99.99	99.97
Коэффициенты в кристаллохимической формуле												
As	1.03	1.09	0.91	0.94	0.94	0.98	0.97	0.97	1.71	1.74	0.08	0.04
P	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.02	1.38	1.32	0.00	0.00
V	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.91	0.91
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe <sup>3+</sup>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn <sup>2+</sup>	1.94	1.87	1.88	1.84	2.90	2.97	0.08	0.01	0.14	0.11	1.00	0.98
Mn <sup>3+</sup>	0.00	0.00	1.18	1.18	0.50	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.02	0.00	0.00	0.00	0.10	0.03	0.92	0.94	4.75	4.77	0.00	0.17
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	0.96
F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.98	0.86	0.80	0.00	0.00
Cl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00
ОН	1.00	1.00	4.00	4.00	6.00	6.00	0.01	0.02	0.11	0.17	1.00	1.00
O <sup>2-</sup>	4.04	4.09	4.00	4.00	4.00	4.00	3.97	3.95	12.11	12.10	4.02	4.02

*Флинкит* Mn<sup>2+</sup><sub>2</sub>Mn<sup>3+</sup>(AsO<sub>4</sub>)(ОН)<sub>4</sub> определен по соотношению основных химических компонентов. Встречается в виде небольших (менее 100 мкм) чешуйчатых включений в саркините (см. рис. а). Химический состав приведен в таблице.

*Ярозевичит*  $Mn^{3+}Mn^{2+}_3(AsO_4)(OH)_6$  обнаружен в единичных зернах в виде включений в тефроите, развивающемся по якобситу. Размер выделений ярозевичита не превышает 3 мкм. Диагностика минерала проведена по соотношению основных химических компонентов. Химический состав отмечен постоянной примесью железа (см. табл.).

*Тилазит*  $CaMg(AsO_4)F$  встречается в составе браунитовых руд в ассоциации с тефроитом и фриделитом в виде включений в карбонатах (рис. б). Диагностирован по соотношению основных химических компонентов. Результаты химического анализа показывают небольшую примесь фосфора и постоянную примесь марганца (см. табл.).

*Свабит*  $Ca_5(AsO_4)_3F$  относится к группе апатита, обнаружен в составе браунитовых и якобитовых пород, где встречается в виде мелких включений в брауните и якобите (рис. г), а также в составе родонит-спессартин-кальцитовых агрегатов, где представлен многочисленными мелкими (20–30 мкм) зернами. Химический состав характеризуется высоким содержанием фосфора и примесью марганца.

Таким образом, начатые нами в 2016 г. исследования позволяют надеяться на дальнейшие находки редких минералов в марганцевых рудах месторождения Жомарт, и тем самым приближают его к таким всемирно известным минералогическим памятникам природы как месторождения Лонгбан и Стерлинг-Хилл. Наши исследования в этом направлении будут продолжены.

*Работы проведены с использованием аналитических возможностей ресурсных центров СПбГУ «Рентгенодифракционные методы исследования», «Микроскопии и микроанализа» и «Геомодель». Исследования поддержаны РФФИ (проект № 16-05-00227). Полевой выезд финансировался РФФИ (проект № 16-17-10076).*

## Литература

*Каюпова М. М.* Минералогия железных и марганцевых руд Западного Атасу (Центральный Казахстан). Алма-Ата: Наука, 1974.

*Рожнов А. А.* Сравнительная характеристика марганцевых месторождений атасуйского и никопольско-чиатурского типов // Геология и геохимия марганца. М.: Наука, 1982. С. 116–121.

***В. А. Токарева, В. С. Кузнецов***

*Воронежский государственный университет, г. Воронеж  
vikaczech@gmail.com*

## Акцессорные минералы углеродистых сланцев Рыльской рифтогенной структуры КМА

На территории Воронежского кристаллического массива углеродсодержащие породы встречаются в составе докембрийских метаморфических комплексов различного возраста. Максимального развития они достигают в оскольской серии нижнего протерозоя, которая перекрывает железорудную курскую серию. Состав и строение оскольской серии характеризуются ритмичной, неоднократно повторяющейся сменой конгломератов, гравелитов и метапесчаников, переходящих к верхам разреза в карбонатно-сланцевые сланцы с горизонтами амфиболитов, метаморфизованных доломитов и известняков, широким развитием углеродсодержащих пород и вулканитов.