

Кизилов Г.И. Квазистратиформное строение Сарановского хромитового месторождения // Доклады АН СССР. 1987. Т. 296. № 3. С. 682–684.

Краснобаев А.А., Русин А.И., Бушарина С.В., Антонов А.В. Цирконология дунитов Сарановского хромитоносного ультрамафитового комплекса (Средний Урал) // Доклады Академии наук. 2013. Т. 451. № 1. С. 81–86.

Пузик А.Ю., Ибламинов Р.Г., Осовецкий Б.М. Хромшпинели Центрального рудного тела Главного Сарановского месторождения // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения пам. П.Н. Чирвинского. Вып. 20. Пермь, 2017. С. 35–43.

Шагалов Е.С. Термометрия и геохимия карбонатных жил Сарановского месторождения // Минералы: строение, свойства, методы исследования: материалы конференции. Екатеринбург, 2010. С. 360–362.

Чайковский И.И., Кориунов А.А. Новые находки редкоземельных и благороднометалльных минералов на Сарановском месторождении // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения пам. П.Н. Чирвинского. Вып. 17. Пермь, 2014. С. 37–44.

Чащухин И.С., Чередниченко Н.В., Адамович Н.Н. О поведении редких элементов при ранней серпентинизации ультрамафитов // Ежегодник-2011. Труды ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2012. Вып. 159. С. 125–128.

Belousova E.A., Walters S., Griffin W.L., O'Reilly S.Y., Fisher N.I. Apatite as an indicator mineral for mineral exploration: trace-element compositions and their relationship to host rock type // Journal of Geochemical Exploration. 2002. Vol. 76. P. 45–69.

И.Р. Рахимов

Уфимский федеральный исследовательский центр РАН,
Институт геологии, г. Уфа
rigel92@mail.ru

Уникальная Сабантуйская хромитовая палеороссыпь в Южном Предуралье: первые данные о геологии, литологии и минералогии рудоносных отложений

В разрезе пермских отложений в Федоровском районе республики Башкортостан автором обнаружено новое россыпное хромитовое рудопроявление, названное Сабантуйским. Ранее о наличии рудных концентраций детритовых хромшпинелидов в пермских отложениях Южного Предуралья не сообщалось [Рахимов и др., 2020]. Хромитоносный горизонт мощностью около 1 м, представленный слоями хромитолитов (песчаных пород, на 50 % и более сложенных обломками хромшпинелидов [Систематика..., 1998]) мощностью от 1 до 130 мм, локализован в прибрежно-морских песчаниках верхней части разреза на левом берегу руч. Мал. Беркутла. Хромитоносный горизонт находится на глубине 1.0–1.5 м от поверхности и прослежен на расстоянии около 300 м по азимуту ССЗ 350°. В субширотном направлении горизонт имеет «размах» не менее 50 м: более точно установить это без дополнительного вскрытия разреза невозможно. Выше залегают безрудные песчаники и мергелистые известняки. Ниже хромитоносного горизонта залегают также безрудные песчаники и алевролиты. Общая мощность разреза, доступная непосредственному наблюдению, составляет около 20 м.

Указанные породы относятся к белебеевской свите казанского яруса биармийского отдела пермской системы и слагают осадочный чехол юго-восточной части Восточно-Европейской платформы (ВЕП) [Князев, 2011]. В структурно-тектоническом отношении эта часть платформы отвечает Южно-Татарскому своду [Кудаярова и др., 2016]. Общая мощность казанского яруса в пределах изучаемой площади оценивается в 50–100 м [Синицын, Синицына, 1965ф].

Песчаники, вмещающие хромитоносный горизонт, как правило, окрашены в серый цвет (иногда зеленовато- или буровато-серый). Текстура песчаников слоистая, тип слоистости – косо- и пологоволнистый, характеризующийся симметричным характером ряби. Размер обломков, в среднем, составляет 0.3 мм (среднезернистые песчаники), окатанность разная, степень отсортированности хорошая. Цемент карбонатный контактового типа. В составе песчаников, подстилающих хромитоносный горизонт, преобладают обломки пород (83–86 % от общего числа), из которых основная часть приходится на метаморфические (55–68 %), осадочные (31–44 %, из них известняки 3.8–6.1 %, остальное – мергели, алевролиты, аргиллиты) и магматические – вулканыты и габброиды (0.1–0.6 %). Среди обломков метаморфитов преобладают кварциты (>50 %), меньше распространены сланцы (>30 %, среди них кристаллические сланцы, филлиты) и метамагматические породы (<20 %). Согласно этим данным, песчаники классифицируются как кремневые граувакки. Количество обломков кварца составляет 12–15 %, силикатных минералов (амфибол, пироксен, хлорит, гранат) – 1.2–1.9 %, рудных минералов (хромшпинелиды, ильменит, лейкоксен и др.) – 0.0–1.2 %. Песчаники, перекрывающие хромитоносный горизонт, содержат 71–78 % обломков пород, из них 53–63 % метаморфитов, 34–46 % осадочных пород (20–32 % известняков), 0.6–3.3 % магматитов. Количество кварца увеличивается до 11–15 %, силикатных минералов – 6–9 %, рудных минералов – 1.3–11.8 %. В песчаниках, переслаивающихся с хромитолитами (рис.), доля обломков пород снижается до 49–53 %, из которых метаморфитов – 55–66 %, осадочных пород – 32–43 % (36–38 % известняков), магматитов – 1.9–2.7 %. Доля кварца в обломках – 6–8 %, силикатных минералов – 4–6 %, рудных минералов – 34–40 % (преобладают хромшпинелиды).

В хромитолитах количество зерен рудных минералов от общего числа песчаных обломков достигает 90–100 %, из них до 70 % приходится на хромшпинелиды. Кроме последних, присутствуют ильменит, магнетит, циркон, рутил, лейкоксен. Размер зерен 0.1–0.2 мм. Концентрация Cr_2O_3 в хромитолитах составляет 15.9–17.2 мас. % (согласно производственным требованиям они могут быть отнесены к промышленным рудам с убогим содержанием хрома). В подстилающих хромитоносный горизонт песчаниках содержание Cr_2O_3 составило около 0.06 мас. %, а в надрудных псаммитах – около 2.4 мас. %. Хромшпинелиды значительно варьируют по химическому составу (табл.), отвечая хромпикотиту, алюмохро-

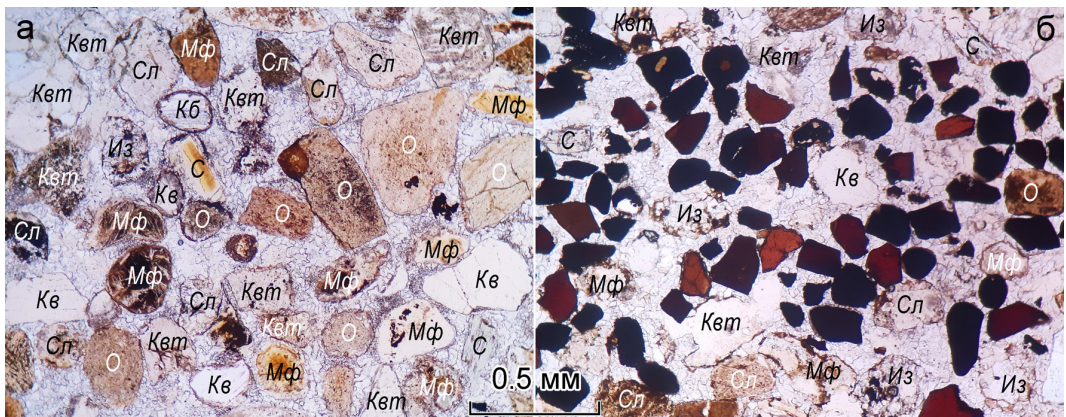


Рис. Микрофотографии песчаников Сабантуйского рудопоявления (проходящий свет): а – безрудная граувакка, б – богатая хромитом граувакка.

Из – известняк, Кб – карбонатный минерал, Кв – кварц, Квт – кварцит, Мф – метаморфиты по магматитам, О – осадочные породы, С – силикатные минералы, Сл – сланцы, хр – хромиты – черные непрозрачные и красные просвечивающие зерна.

**Представительные микронзондовые анализы хромшпинелидов
Сабантуйского рудопоявления (мас. %) [Рахимов и др., 2020]**

№	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	NiO	ZnO	CoO	Total
1	0.27	33.12	0.03	1.21	57.33	1.22	1.43	0.43	0.33	0.08	95.45
2	0.06	56.85	0.12	1.73	35.42	0.56	2.72	0.02	0.23	0.02	97.73
3	0.09	31.28	0.21	34.76	20.01	0.12	12.25	0.12	0.23	0.07	99.15
4	0.22	60.28	0.09	8.64	18.67	0.07	11.08	0.07	0.03	0.05	99.19
5	0.06	52.73	0.21	15.59	20.27	0.14	9.66	0.05	0.17	0.09	98.97
6	0.31	50.72	0.13	17.35	19.51	0.14	10.63	0.08	0.17	0.03	99.07
7	0.04	58.13	0.17	5.52	29.28	0.29	4.61	0.05	0.28	0.11	98.47
8	0	50.17	0.19	21.31	16.6	0.09	11.34	0.06	0.1	0.04	99.88
9	0.06	42.45	0.22	25.8	20.04	0.64	9.62	0.04	0.73	0.11	99.7
10	0.15	49.97	0.26	18.75	19	0.18	10.12	0	0.24	0.02	98.69
11	0.03	22.54	0.12	46.09	13.01	0.09	16.61	0.24	0.13	0.02	98.88
12	0.13	40.05	0.2	22.56	25.52	0.2	9.37	0.12	0.18	0.02	98.35
13	0.05	35.59	0.17	33.21	15.77	0.09	13.12	0.09	0.3	0.09	98.47

Примечание. Анализы выполнены с помощью электронно-зондового микроанализатора CAMECA SX100 в ЦКП «Геоаналитик», ИГТ УрО РАН (аналитик Д.А. Замятин).

миту, хромиту, феррихромиту. Встречаются как однородные, так и зональные кристаллы. Зональность, выраженная в наличии четкого ядра и внешней каймы, более характерна для окатанных зерен. Однородным зернам и реликтовым участкам зональных зерен соответствуют низкие содержания Fe³⁺ и примесных элементов, из которых лишь в редких случаях отмечается присутствие Ti (до 0.34 мас. %), Zn (до 0.46 мас. %), V (до 0.48 мас. %). В кайме зональных зерен с увеличением концентрации FeO_{общ.} происходит небольшой рост содержаний Ti, Mn, Ni. Анализ состава, проведенный при помощи классификационных диаграмм, указывает на офиолитовое происхождение хромшпинелидов, которые полностью перекрываются с составами хромшпинелидов из массивов Крака [Рахимов и др., 2020].

Наличие хромитовой россыпи в отложениях осадочного чехла ВЕП подразумевает, что при ее формировании существовал хромитсодержащий источник, степень удаленности которого от бассейна осадконакопления ограничивается рядом признаков. Слабая окатанность и высокая концентрация хромшпинелидов свидетельствуют о том, что Сабантуйская палеороссыпь более сходна с россыпями ближнего сноса [Лаломов и др., 2021]. Однако наиболее близкий потенциальный источник для Сабантуйской россыпи – массивы Крака – удалены более чем на 200 км. В фондовой и опубликованной литературе отсутствуют какие-либо сведения о площадной распространенности хромитовых залежей в отложениях рассматриваемого региона и о непосредственной близости источников хромшпинелидов, а также сведения об аномалиях в строении осадочного слоя земной коры (например, тектонические нарушения, интрузии). Возможное объяснение феномену существования данной хромитовой россыпи может быть дано, исходя из шарьяжной модели формирования гипербазитовых массивов Урала [Казанцева и др., 1971].

Таким образом, решение проблемы источника сноса изучаемой палеороссыпи может представлять очень большое значение для реконструкции тектономагматических событий в Южном Предуралье в среднепермское время. Не исключено, что этот вопрос может касаться и проблемы источников меди для многочисленных гипергенных месторождений медистых песчаников Предуралья [Салихов и др., 2010].

Работа выполнена за счет средств гранта Президента РФ (проект № МК-857.2021.1.5) и при частичной финансовой поддержке государственного задания ИГ УФИЦ РАН (тема № 0246-2019-0080).

Литература

Казанцева Т.Т., Камалетдинов М.А., Гафаров Р.А. Об аллохтонном залегании гипербазитовых массивов Крака на Южном Урале // Геотектоника. 1971. № 1. С. 96–102.

Князев Ю.Г. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000 листа N-40 (третье поколение). СПб: ВСЕГЕИ, 2011.

Кудаярова А.Р., Рыкус М.В., Душин А.С. Седиментационные модели и промысловые свойства верхнетурнейских карбонатных отложений Южно-Татарского свода платформенной Башкирии // Нефтегазовое дело. 2016. Т. 14. № 1. С. 20–29.

Лаломов А.В., Рахимов И.Р., Григорьева А.В., Зайлямов Ш.Р. Хромиконосность пермско-юрских отложений Волго-Уральского бассейна // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чт. пам. П.Н. Чирвинского: сб. науч. статей. Вып. 24. Пермь, 2021. С. 113–119.

Рахимов И.Р., Савельев Д.Е., Холоднов В.В., Замятин Д.А. Уникальная Сабантуйская хромитовая палеороссыпь в осадочном чехле Восточно-Европейской платформы // Геология рудных месторождений. 2020. Т. 62. № 6. С. 568–573.

Салихов Д.Н., Масленников В.В., Серавкин И.Б., Беликова Г.И., Галиуллин Б.Г., Никонов В.Н. Полезные ископаемые Республики Башкортостан (руды меди, цинка, свинца). Уфа: Гилем, 2010. 376 с.

Синицын И.М., Синицына Г.И. Объяснительная записка к геологической карте СССР масштаба 1:200000, Лист № 40-XXVI. Т. 1. Уфа: БТГУ, 1965. 170 л.

Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов / *Шванов В.Н., Фролов В.Т., Сергеева Э.И. и др.* СПб: Недра, 1998. 352 с.

А.В. Лаломов, А.А. Бочнева

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии РАН, г. Москва
lalomov@mail.ru*

Численное прогнозирование потенциала россыпей на основе формализации факторов россыпеобразования на примере лопаритовых россыпей Ловозерского массива, Кольский полуостров

Редкие металлы (в число которых входят и редкоземельные) являются основой развития современных инновационных технологий. Прогнозирование месторождений редких металлов возможно только на основе комплексного анализа всей совокупности россыпеобразующих факторов, объединенных в геолого-генетических моделях месторождений, использующих количественные оценки. В условиях нерентабельности экстенсивного развития промышленной базы необходима разработка новых технологий для решения геологических задач. В число таких направлений входит «переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта» [Указ..., 2016].

Для создания таких методик необходимо детально проанализировать данные по эволюции россыпеобразующих формаций в различных литогенетических, вещественных, геолого-