

— приуроченность минерализованных зон к ближней экзоконтактовой зоне геохимически специализированного на вольфрам гранитоидного интрузива;

— наличие мощной и протяженной продольной рудолокализирующей тектонически ослабленной зоны, осложняющей строение троговой структуры;

— широкое распространение на площади глубоко преобразованных метаморфическими процессами осадков матрикса песчано-аргиллитового комплекса олистостромовой толщи, характеризующихся высокой гранулометрической дисперсией, обеспечивающей значительную исходную пористость рудовмещающей среды и являющихся субстратом для формирования рудоносных метасоматитов;

— сложно построенное геохимическое поле, определенное типоморфным комплексом элементов (W — Bi — Cd — Te — Be — Au — Zn — Cu — Sn);

— особенности рудной минерализации, выраженные значительными объемами в минерализованных зонах сульфидов железа (пирротин, мельникит, марказит, пирит); широким распространением группы минералов, встречающихся в рудах в малых количествах (халькопирит, касситерит, сульфосоли) и минералов, образующих микровключения (сфалерит, висмутин, висмут самородный, галенит);

— исследования особых форм внутренних структур пространственно-корреляционных групповых матриц распределения элементов, а также пространственная разобщенность ореолов отдельных рудогенных элементов может свидетельствовать о двух группах геохимических ассоциаций (W-Cu-V—Mo и Mo-V—Cu-Cr-Ni), а наличие надежных корреляционных связей в парах W-Cu, Mo-Cu, W-Mo о возможности их телекопирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буртман, В.С. Тянь-Шань и Высокая Азия: тектоника и геодинамика в палеозое / В.С. Буртман // М.: Геос., 2006. — 325 с.
2. Бородин, Л.С. Петрология и геохимия даек щелочно-ультраосновных пород и кимберлитов / Л.С. Бородин, А.В. Лашин, И.К. Пятенко // М.: Наука, 1976. — 256 с.
3. Даутов, А. Минералого-геохимические критерии условий формирования и потенциальной рудоносности Кошрабадского и Яхтонского интрузивов (Западный Узбекистан): Автореф. дисс. к.г.-м.н. / А. Даутов. — Ташкент: ИГГ АН РУз, 1974. — 46 с.
4. Диваев, Ф.К. Фациально-формационный анализ интрузивных (гранитоидных) образований Западного и Южного Узбекистана в свете их рудоносности за 1980–1984 гг. / Ф.К. Диваев, З.А. Юдалевич. — Фонды ГУП «Гиссаргеология», 1984. — 137 с.
5. Жураев, М.Н. Новые типы вольфрамового оруденения Каратюбе-Чакылкалянского рудного района / М.Н. Жураев, Т.Н. Тураев // Горный вестник Узбекистана. — Навои, 2017. — № 3. — С. 63–67.
6. Кухтиков, М.М. Олистостромы вулканогенно-осадочной формации Гиссаро-Алая и Дарваза / М.М. Кухтиков, И.Н. Черенков // Советская геология. — 1984. — № 3. — С. 24–31.
7. Леонов, М.Г. Олистостромы в структуре складчатых областей / М.Г. Леонов. — М.: Наука, 1984. — 234 с.
8. Отрощенко, В.Д. Геология скарново-шеелитовых формаций и перспективы Каратюбинского вольфрамоносного района / В.Д. Отрощенко, Л.М. Крикунова. — Отчет. Фонды ГУП «Гиссаргеология». — Ташкент, 1974. — 124 с.
9. Раскин, В.Е. Особенности локализации скарново-шеелитового оруденения Каратюбе-Чакылкаляньских гор // Актуальные проблемы геологии, геофизики и металлогении: Республиканская научно-практическая конференция / В.Е. Раскин, М.Н. Жураев. — Ташкент, 2017. — С. 273–276.

10. Рудные месторождения Узбекистана // Под ред. Н.А. Ахмедова. — Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2001. — 611 с.

11. Ушаков, В.Н. Металлогения вольфрама Западного Узбекистана / В.Н. Ушаков. — Ташкент: Фан, 1991. — 182 с.

12. Хамрабаев, И.Х. Важнейшие аспекты современных проблем петрогенезиса и рудогенезиса // Геология и минеральные ресурсы / И.Х. Хамрабаев. — Ташкент, 2000. — № 2. — С. 3–11.

13. Хамрабаев И.Х. и др. Факторы формирования и критерии прогноза вольфрамового оруденения Южного Тянь-Шаня / И.Х. Хамрабаев и др. — Ташкент: Фан, 1984. — 208 с.

© Жураев М.Н., Якубов Ж.Я., Хамдамов С.Р., 2019

Жураев Мехрож Нуриллаевич // j.mexroj@yandex.ru

Якубов Жонибек Яхшибоевич // Yak.jan@yandex.ru

Хамдамов Сухроб Рустамович // 1234.suh@mail.ru

УДК 553.824 (575.3)

Литвиненко А.К.¹, Одинаев Ш.А.¹, Малахов Ф.А.² (1 — МГРИ-РГГРУ, 2 — Геологоразведочная экспедиция по драгоценным и поделочным камням, Таджикистан)

ПЕРВАЯ НАХОДКА СОДАЛИТА И НЕФЕЛИНА НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ЮВЕЛИРНОГО СКАПОЛИТА ЧЕРНОГОРСКОЕ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПАМИР)

*На месторождении ювелирного скаполита Черногорское установлены ранее неизвестные минералы — содалит и нефелин. Исследованы их минеральный состав, физические свойства и химический состав. Среди вмещающих скаполитовую минерализацию пород установлены новые для кукуртского комплекса — гарцбургиты. Представлена оригинальная версия геологического плана месторождения ювелирного скаполита. **Ключевые слова:** Центральный Памир, музкольская серия, сарыджилгинская свита, кукуртский комплекс, месторождение ювелирного скаполита Черногорское, содалит, нефелин, гарцбургиты.*

Litvinenko A.K.¹, Odinaev Sh.A.¹, Malakhov F.A.² (1 — MGRI-RGGRU, 2 — Geological survey expedition on precious and ornamental stones)

THE FIRST FIND OF SODALITE AND NEFELIN AT THE DEPOSIT OF JEWELRY SCAPOLITE MONTENEGRIN (CENTRAL PAMIR)

*A previously unknown minerals sodalite and nepheline have been found on the deposit of the jewel scapolite Montenegrin. Their mineral composition and physical properties are investigated. The chemical composition is given. Among the rocks that contain the scapolite mineralization, new harzburgite have been established for the Kukurt complex. An original version of the geological plan of the jewel scapolite deposit is presented. **Keywords:** Central Pamir, muzkol series, sarydzhilginskaya suite, kukurt complex, scapolite jewelry deposit Montenegrin, sodalite, nepheline, harzburgite.*

Введение

Месторождение Черногорское является редким по генезису камнесамоцветным, промышленным объектом. Его недра специализированы на цветной ювелир-

ный скаполит. В конце 1980-х годов на нем были проведены разведочные работы, а в начале 1990-х — опытно-промышленная отработка (ОПР). На его территории проводились тематические, минералогические и геолого-съемочные работы. В настоящее время оно не эксплуатируется и стоит на балансе Министерства промышленности Республики Таджикистан. Нами в 2015 и 2018 гг. были проведены полевые исследования с изучением структуры и минеральных ассоциаций. С использованием материалов из отчетов экспедиции «Памир-квца самоцветы» был составлен геологический план месторождения. При лабораторных исследованиях были получены новые данные по минералогии и петрографии месторождения, которые позволят уточнить его генезис.

Целью данного исследования является представление нового для месторождения Черногорское и всей музкольской серии минерала содалита и его ассоциации (нефелина, калиевого полевого шпата, гидрогроссуляра и др.), их минералого-петрохимическая характеристика, а также новой для кукуртского комплекса разновидности ультраосновных магматических пород — гарцбургита.

Региональное положение месторождения

Территория месторождения Черногорское расположена в восточной части тектонической зоны Централь-

ного Памира, на территории Музкол-Рангульского антиклинория. Он состоит из двух тектонических блоков: Сарымулинского (на западе) и Шатпутского (на востоке), перекрытых в центральной части палеозой-мезозойскими вулканогенно-осадочными породами. Месторождение находится на юго-западном фланге Шатпутского блока (рис. 1). Музкол-Рангульский на востоке и Ванч-Язгулемский антиклинории на западе являются тектоническими элементами — фундаментом зоны Центрального Памира, претерпевшем главную фазу складчатости в киммерийскую эпоху тектогенеза. Они представляют выходы докембрийского основания [1]. Их шарниры погружаются навстречу друг другу. На месте их наибольшего погружения они перекрыты чехлом палеозой-мезозойских пород (рис. 1). Вещественной основой Музкол-Рангульского антиклинория является музкольская метаморфическая серия раннепротерозойского возраста. Она расчленяется [11] на четыре свиты, снизу-вверх: сассыкскую, белеутинскую, сарыджилгинскую, бурулюкскую. Общей мощностью около 6000 м. Серия претерпела двукратный региональный зональный метаморфизм от высокотемпературной амфиболитовой до зеленосланцевой фаций [2]. Она осложнена тремя магматическими комплексами: двумя докембрийскими — зорбулюкским (гнейсограниты) и кукуртским [7] (лерцоли-

ты, пироксениты, калиевые габброиды, нефелиновые сиениты, шонкиниты, ийолиты, уртиты) и мел-палеогеновым — шатпутским (граниты, пегматиты).

Вмещают месторождение Черногорское метаморфические породы сарыджилгинской свиты. Она отличается обилием (до 50 %) мраморов доломитового и кальцитового состава, мощностью до 50–200 м, переслаивающихся с амфиболпироксеновыми и скаполитовыми кальцифирами, гнейсами, сланцами и кварцитами. В разрезе свиты присутствуют также ортоамфиболиты, магнезиальные и известковые скарны. Сланцы имеют двуслюдяной, биотитовый, гранат-биотитовый, гранат-дистен-биотитовый, гранат-дистеновый и биотит-скаполитовый состав. На месторождении они не установлены.

Сарыджилгинская свита, как и вся музкольская серия специализирована на камнесамоцветное кристалло-

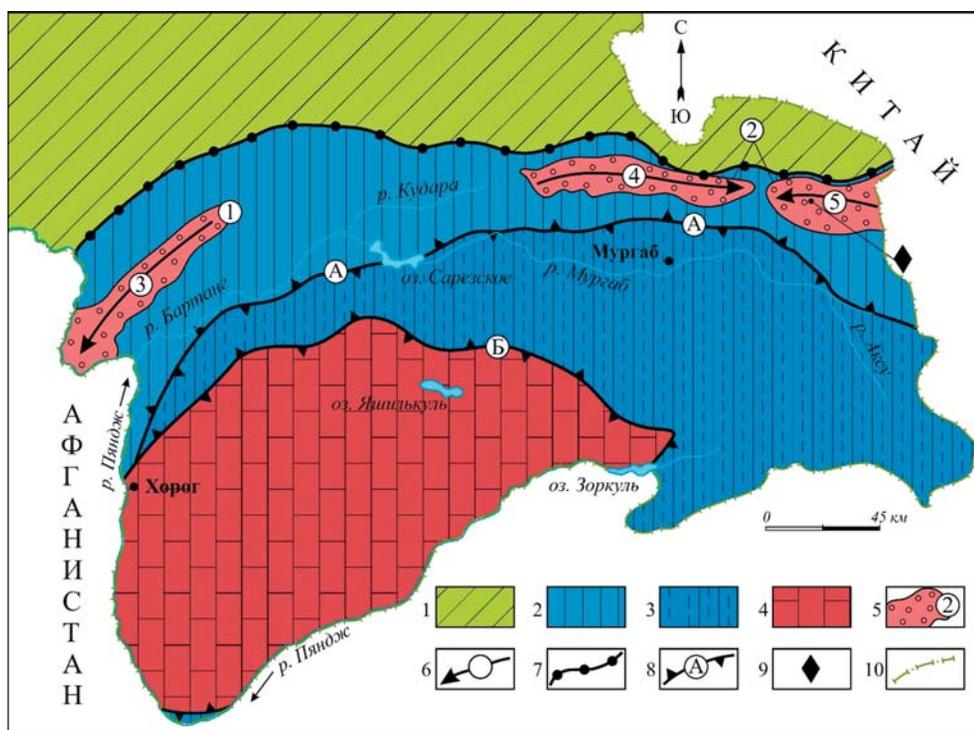


Рис. 1. Положение месторождения скаполита Черногорское в тектонической структуре Памира. Тектоническая схема Б.П. Бархатова (1963) с небольшими изменениями и дополнениями авторов: 1 — герцинская Северопамирская складчатая система; 2–4 — тектонические зоны в киммерийской складчатой системе Южного Памира: 2 — Центральный Памир, 3 — Юго-Восточный Памир, 4 — Юго-Западный Памир; 5 — фундамент Центрального Памира, цифры в кружках (1–2) метаморфические серии: 1 — шипадская, 2 — музкольская; 6 — антиклинория, стрелка указывает направление погружения шарнира; 3 — Ванч-Язгулемский, 4–5 — Музкол-Рангульский: 4 — Сарымулинская и 5 — Шатпутская антиклинали; 7 — разлом между складчатыми системами — Ванч-Акбайтальский; 8 — разломы между тектоническими зонами (А, Б): А — Рушанско-Пшартский, Б — Гунт-Аличурский; 9 — месторождение Черногорское; 10 — государственная граница Республики Таджикистан на юге и западе проходит по реке Пяндж — верхнему течению р. Аму-Дарья

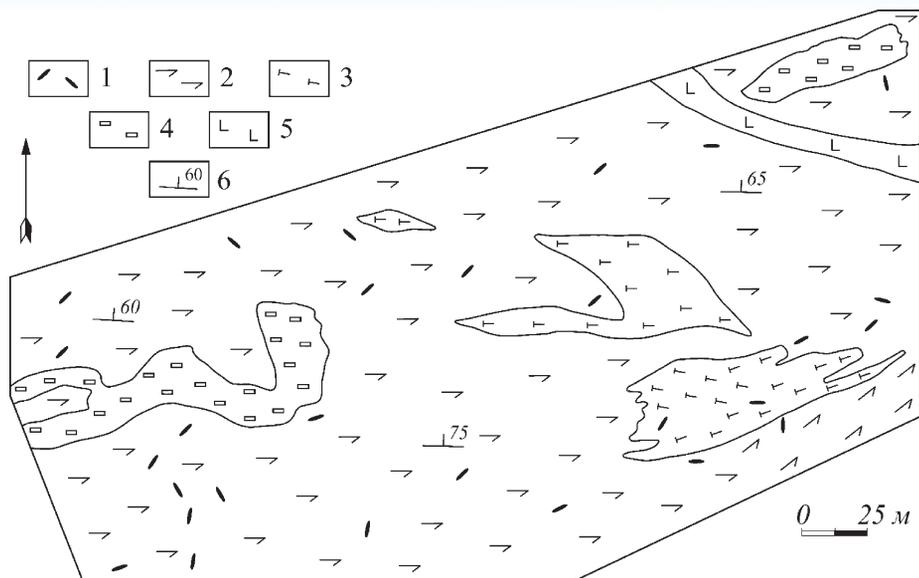


Рис. 2. Геологический план месторождения Черногорское: 1 — линзы с ювелирным скаполитом; 2 — амфиболиты; 3 — альбититы бедные темноцветными минералами. 4 — альбититы обогащенные темноцветными минералами; 5 — гарцбургиты; 6 — элементы залегания

сырье. В ее пределах находятся крупные месторождения двух тектоно-метаморфических циклов [9]. Для первого докембрийского характерны месторождения рубина (Снежное, Надежда и др.), кордиерита (Жамяла и др.), альмандина (Альмандиновое). Для второго альпийского: месторождения топаза, аквамарина, турмалина и др. (Мика, Дорожный и др.), скаполита в редкометалльных пегматитах (Леденцы, Перевальное и др.) и скаполита в альбититах (Черногорское) [10]. Таким образом, можно констатировать, что район месторождения Черногорское представляет древнее полигенное геологическое образование.

Геологическое строение

Площадь месторождения составляет $360 \times 110-180$ м (рис. 2). Вмещающие породы представлены двумя типами, имеющими субширотное простирание с падением на север под углами $60-75^\circ$. Они разделяются по цвету, определяющему их минеральный состав и генезис, на темные и светлые.

В первом типе диагностируется две генетические группы: магматическая и метасоматическая.

Первая группа пород выявлена нами в северо-восточной части месторождения (рис. 2). Они имеют черный цвет. Мощность около 10 и протяженность более 50 м. В шлифах выявляется порфиридная структура. Порфиридные кристаллы представлены неизменным, слегка удлиненным оливином от 0,1 до 5 мм. Оливин состоит из 78 % форстерита и 22 % фаялита. По периферии зерен оливина наблюдаются ромбический пироксен с железистостью 20 %. Он состоит на 80 % из энстатита и 20 % ферросилита. Среди серпентина встречаются чешуйки биотита (железистость 13 %). Высокое содержание оливина в описываемой породе (более 50 %) позволяет отнести ее к гарцбургиту (табл. 1), который ранее не был известен в музкольской серии. Измеренная плотность породы составляет $3,29 \text{ г/см}^3$.

Вторая группа представлена также черной, участками мезократовой породой, слегка пористой, с варьи-

Таблица 1

Химические составы вмещающих пород месторождения Черногорское, в масс. %

Нп.п. Оксиды	Номера проб								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Темные породы						Светлые породы		
SiO ₂	45.55	43.6	46.79	39.40	38.41	41.54	46.12	47.19	47.71
TiO ₂	0.73	2.6	1.36	3.77	3.48	3.98	1.39	1.42	1.40
Al ₂ O ₃	6.66	7.3	13.08	14.94	9.84	19.02	17.56	18.55	18.71
Fe ₂ O ₃	14.02	12.46	11.14	14.87	20.82	8.26	1.92	1.38	1.35
MnO	0.16	0.17	0.04	0.19	0.16	0.21	0.05	0.03	0.03
MgO	26.15	16.1	6.30	7.44	8.91	2.37	3.12	1.87	1.68
CaO	4.17	11.9	11.31	14.85	11.36	10.73	13.98	14.08	13.97
Na ₂ O	1.42	1.9	7.18	2.75	2.20	4.86	6.19	6.71	6.67
K ₂ O	0.27	1.2	0.17	0.37	1.54	2.45	1.76	0.95	0.83
P ₂ O ₅	0.21	0.34	0.41	0.74	0.66	0.52	0.29	0.60	0.69
Cr ₂ O ₃	0.11	—	1.26	—	1.64	<0.001	—	—	—
V ₂ O ₃	0.21	—	0.57	—	—	0.01	—	—	—
S	0.04	—	0.56	0.02	0.14	0.13	0.03	0.03	0.03
Cl	0.35	—	0.16	0.35	0.37	0.45	—	—	—
Sr	0.01	—	0.02	0.18	0.06	0.53	0.03	0.03	0.03
Zr	0.01	—	0.01	0.03	0.03	0.09	0.01	0.01	0.01
Cu	0.01	—	0.04	0.01	0.05	0.002	—	—	—
П.п.п.	—	—	—	—	—	4.01	7.53	7.13	6.89
Сумма	100.08	97.57	100.40	99.91	99.67	99.16	99.98	99.98	100.00

Примечание. В 1 и 5 породах также установлены Zn по 0.02; в 1 и 6 — Ba соответственно 0.03 и 0.09; в 1 и 4 — Co соответственно 0.02 и 0.04; в 1 и 6 — Ni соответственно 0.07 и 0.25 масс.%. Анализы пород выполнены в ЦЛАВ ГЕОХИ РАН И.А. Рощиной рентгенофлуоресцентным методом. 2 — лерцолиты по [6]. Порода под номером 6 представлена на рис. 3 а.

Таблица 2
Химический состав содалита и его минеральной ассоциации

№п.п. Окс.	Номера проб									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Содалит				Нефелин	Калишпат	Плагиоклаз			
SiO ₂	37.11	37.55	38.31	38.38	45.19	63.76	62.87	67.88	67.26	62.58
TiO ₂	—	0.03	—	0.01	0.01	—	—	0.02	0.01	0.05
Al ₂ O ₃	33.82	33.8	33.91	33.57	33.67	18.52	19.61	21.12	21.64	24.14
FeO	0.01	0.01	0.15	0.04	0.08	0.04	0.07	0.05	0.06	0.16
MgO	0.04	—	0.01	—	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01
CaO	0.14	0.1	0.13	0.07	0.14	—	0.61	0.68	1.54	4.98
Na ₂ O	26.04	24.23	22.64	22.6	18.99	0.58	1.16	11.46	11.13	9.16
K ₂ O	0.09	0.1	0.07	0.03	0.18	15.9	13.95	0.22	0.23	0.14
Cr ₂ O ₃	0.02	0.01	0.04	0.09	—	0.03	—	0.03	—	0.05
P ₂ O ₅	0.16	0.23	0.42	0.28	0.11	0.33	0.38	н.о.	0.27	0.41
Cl	6.67	6.5	6.66	6.54	0.54	—	—	н.о.	0.01	0.02
F	0.14	—	—	—	0.05	0.21	0.17	—	0.07	—
CoO	—	0.02	0.05	—	0.02	0.02	0.01	н.о.	0.02	0.01
NiO	—	—	0.06	—	—	—	0.01	0.01	0.06	0.06
Σ	104.23	102.59	102.43	101.66	99.02	99.46	98.86	101.52	102.32	101.78

Примечание. В содалите № 4, калиевом полевым шпате № 6, плагиоклазе № 9, 10 установлены MnO от 0.01 до 0.05 масс. %. Анализы выполнены в ГЕОХИ РАН Н.Н. Кононковой методом микро-рентгеноспектрального анализа на приборе «Самеса» SX 100 в режиме съемки 15 kV, 30 нА.

рующей плотностью 3,13–3,20 г/см³. Роговая обманка является главным минералом. Он образует длинно-призматические кристаллы длиной до 8 мм, плеохроирующие от изумрудно-зеленого до светло-зеленого цвета, 2V = –60°. Химический состав позволяет отнести его к гастингситу.

Вторым по значению следует флогопит — до 5 мм в поперечнике. Его количество доходит до 20 %. Третий — плагиоклаз, в состав которого входит от 5 до 11 % анортита. Редко наблюдается калиевый полевой шпат (табл. 2).

По химическому составу эта группа соответствует ультраосновным магматическим породам (табл. 1). Породы этой формации могут быть рассмотрены в качестве метасоматически измененного компонента кукуртского комплекса и определены ортоамфиболитами.

Второй тип пород представлен светлыми разновидностями, занимающими секущее положение среди черных амфиболитов. Главным минералом является кислый плагиоклаз (0–5 % анортита) до 95 % объема породы. В его интерстициях отмечаются редкие скопления скаполита. В альбититах наблюдаются включения рутила, титанита, флогопита, кальцита, доломита, роговой обманки и калишпата. Химический состав представлен в табл. 1.

Линзы с ювелирным скаполитом в количестве 28 тел равномерно размещены по всему месторождению. Они имеют линзовидную форму, их тела имеют длину 5–8 м и мощность до 1–2 м, средняя — 0,3 (рис. 2). Контакты с вмещающими породами резкие и секущие. На фоне субширотного простирания и крутого северного падения вмещающих пород линзы ориентированы по-разному (рис. 2). Каждое тело пред-

ставляет самостоятельную скаполитовую залежь. Расстояние между линзами составляет от 4 до 35 м.

Скаполитовые линзы имеют концентрически-зональное строение: в центре — одна или несколько полостей. Их стенки сложены шестоватым агрегатом скаполита, постепенно переходящим в альбититы, которые с резкими, секущими контактами граничат с амфиболитами. Зона шестоватого скаполита сформирована кристаллами длиной от 3 до 20 см. Друзовидные агрегаты кристаллов скаполита разбиты густой сетью трещин. На гранях призмы скаполита, в небольших кавернах растворения (до 0,5 см) наблюдаются таблитчатые бесцветные агрегаты клевеландита.

Шестоватые скаполиты с волнистым, постепенным контактом переходят в гранулированные, массивные альбититы. Кристаллы скаполита длинными осями ориентированы к центру пустот. В линзах без пустот они размещаются хаотично.

Минералогические особенности содалита и нефелина

Содалит и нефелин обнаружены во второй группе пород с мезократовой окраской (рис. 3 а). Петрохимический состав ее представлен в табл. 1. Содалит диагностирован в шлифах, образцы для которых отобраны по всей площади месторождения. Из десяти шлифов содалит можно наблюдать только в одном. Чаще всего он наблюдается в образцах, отобранных из центральной части месторождения, во втором карьере (рис. 2). Вмещают минерал амфиболиты. В их светлых участках, сложенных альбитом, установлен серый ближе к темному содалит (рис. 3 а). По цвету и блеску он похож на плагиоклаз и скаполит, содержащие обильные включения. Его размеры не превышают 1,5 см в поперечнике. Полученные нами межплоскостные расстояния имеют следующие значения: 6.71(35), 3.97(15), 3.63(100), 2.81(10), 2.57(17), 2.37(20), 1.99(7), 1.89(10). В шлифах содалит контактирует с нефелином, альбитом, мелкими зернами граната, роговой обманкой, титанитом и кальцитом (рис. 3 б, в, г). Вблизи содалита с нефелином (за пределами шлифов) наблюдается калиевый полевой шпат (табл. 2). Химический состав изученного содалита отличается более высоким на 1–1,5 масс. % содержанием Na₂O (табл. 2), чем приведенных в справочниках [3]. Нефелин ранее не был известен на месторождении. Его межплоскостные расстояния имеют следующие значения: 4.99(40), 4.19(50), 3.85(50), 3.25(70), 3.01(100), 2.89(70), 2.57(25), 1.94(20). Рентге-

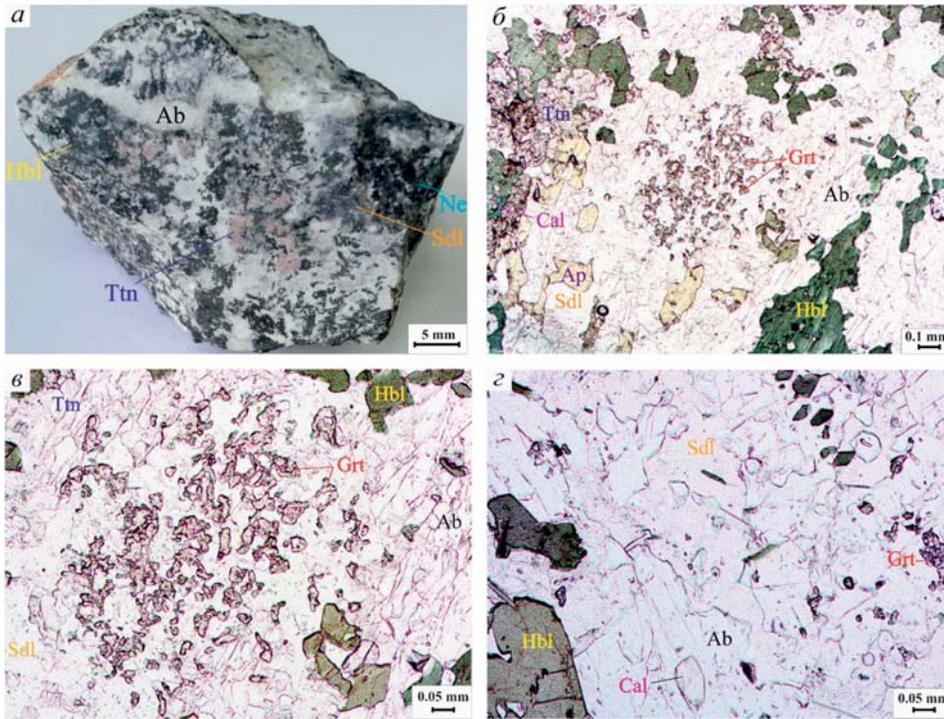


Рис. 3. Содалит и нефелин в штуфе (а), размером 7 см в поперечнике и в шлифах (б, в, г). Сокращения минералов: Ab — альбит; Ap — апатит; Cal — кальцит; Grt — гранат; Ne — нефелин; Sdl — содалит; Ttn — титанит; Hbl — роговая обманка

нофазовый анализ выполнен во МГРИ А.В. Федоровым. По химическому составу в нем на 1,5–3 масс. % больше натрия, чем в нефелинах, описанных в работе [3]. Исследуемый нефелин, в отличие от нефелина из габброидов [4], не содержит калий и кальций, но в нем более чем на 3 % выше количество натрия (табл. 2).

По данным гомогенизации [4] нефелин в данном регионе образовался при температуре 530–320 °С и давлении 1,5–1,1 кбар. Термодинамические условия образования содалита, вероятно, должны лежать ниже данных параметров. Его генезис обусловлен замещением нефелина, которому способствовали хлорсодержащие растворы. Их участие отражено в составе содалита (табл. 2).

Калий в рассматриваемой ассоциации концентрируется в роговой обманке (до 2,4 масс. %), которая является главным минералом и в биотите (второй по значению) — до 9,2 масс. %. Основным минералом калия — калиевый полевой шпат

представлен в незначительном количестве. В нем установлена изоморфная примесь Cr_2O_3 — 0,03, P_2O_5 — 0,38, CoO — 0,02 и NiO — 0,01 масс. % (табл. 2). Повышенное содержание K_2O в минералах отражено в химическом составе породы до 2,45 масс. % (табл. 1, № 6).

Гранат наблюдается в виде очень мелких (меньше 0,05 мм) неправильной формы зерен внутри альбита и содалита. По составу он соответствует гидрогроссуляру (табл. 3). По-видимому, он представляет реликты крупных порфириобластов, замещаемых альбитом и содалитом (рис. 3 б, в, г).

Важным минералом является альбит, который замещает темные минералы. В нем заметное количество составляет апатит и небольшое количество кальцит. В них содержится в заметных количествах фтор соответственно 5,8

и 0,35 масс. % (табл. 3). Во всех участках месторождения присутствуют минералы титана: либо титанит (рис. 3 а, б), либо рутил, который характерен для альбититов.

Таблица 3
Химический состав породообразующих минералов

Неп.п. Окс.	Номера проб									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Hbl		Chl	Cal	Scp		Ap	Grt	Bt	
SiO_2	38.03	38.29	36.41	0.11	57.55	56.25	0,35	41.16	34.53	33.9
TiO_2	0.81	0.98	0.01	—	—	0.01	—	—	1.96	1.97
Al_2O_3	17.09	16.74	30.88	—	24.01	24.39	0.04	35.79	18.39	18.45
FeO	23.84	24.29	0.06	0.5	0.07	0.12	0.05	—	22.49	23.2
MnO	0.54	0.56	—	0.17	0.04	—	0.08	0.01	0.48	0.46
MgO	7	6.69	0.02	0.12	—	0.03	0.02	—	10.69	10.43
CaO	10.18	9.94	10.73	59.54	5.46	6.07	54.08	13.31	0.05	0.05
Na_2O	3.07	3.12	9.79	0.01	10.79	10.12	0.02	0.99	0.21	0.24
K_2O	2.23	2.4	0.06	0.03	0.91	0.94	0.01	0.05	9.25	8.72
Cr_2O_3	0.02	0.11	0.08	—	0.06	—	0.01	—	0.01	0.03
P_2O_5	0.11	0.11	0.29	0.09	0.14	0.12	40.96	0.18	0.29	0.2
Cl	0.08	0.08	0.01	—	2.89	2.89	0.03	—	0.01	0.03
F	0.1	0.27	—	0.35	0.22	0.09	5.81	0.05	0.03	0.05
CoO	0.04	0.05	0.05	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04
NiO	0.03	0.03	0.04	0.07	0.04	0.03	—	0.03	0.06	0.08
Σ	103.26	103.65	88.42	61	102.18	101.62	101.5	91.6	98.41	97.77

Примечание. Сокращения минералов: Hbl — роговая обманка. Chl — хлорит. Cal — кальцит. Scp — скаполит. Ap — апатит. Grt — гранат. Bt — биотит. Анализы выполнены в ГЕОХИ РАН Н.Н. Кононковой методом микрорентгеноспектрального анализа на приборе «Самес» SX 100 в режиме съемки 15 кV, 30 нА.

Нужно отметить, что содалит и нефелин приурочены к лейкократовым участкам амфиболитов, которые обрамляются темноцветной роговой обманкой, близкой по составу к гастингситу, и биотитом (табл. 3). Последний минерал обнаружен в данной ассоциации. Можно констатировать, что на месторождении присутствуют два вида темных слюд: флогопит и биотит. Здесь же установлены агрегаты грязно-зеленого хлорита в форме сферических кристаллов до 3 мм в диаметре. Они не содержат ни магния, ни железа и имеют высокие содержания натрия, до 9,8 масс. % (табл. 3).

Выводы

В музольской серии обнаружен новый щелочной минерал содалит, составляющий ассоциацию с нефелином, альбитом, калиевым полевым шпатом, а также присутствие двух темных слюд: биотита и флогопита. Эта ассоциация подтверждает участие в образовании месторождения высокощелочных магматических пород. Их реликты установлены. Территория месторождения скаполита Черногорское осложнена новой для кукуртского комплекса ультраосновной породой — гарцбургитом. Эта порода вместе с реликтами высокощелочных пород свидетельствует, что предыдущие представления о его генезисе [5, 6, 8] могут быть пересмотрены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бархатов, Б.П. Тектоника Памира / Б.П. Бархатов. — Л.: ЛГУ, 1963. — 241 с.
2. Буданова, К.Т. Метаморфические формации Таджикистана / К.Т. Буданова. — Душанбе: Дониш, 1991. — 336 с.
3. Дир, У.А. Породообразующие минералы / У.А. Дир, Р.А. Хауи, Дж. Зусман. — М.: Мир, 1966. — Т. 4. — 479 с.
4. Дмитриев, Э.А. Физико-химические условия образования нефелина в габброидных породах Восточного Памира / Э.А. Дмитриев, Г.А. Злобин // Докл. АН Тадж. ССР. — 1976. — Т. XIX. — С. 38–42.
5. Дмитриев, Э.А. Минералогия ювелирных скаполитов Восточного Памира / Э.А. Дмитриев, А.М. Скригитиль // Докл. АН Тадж. ССР. — 1982. — Т. XXV. — № 10. — С. 612–614.
6. Дюфур, М.С. Метасоматиты кукуртского месторождения ювелирных скаполитов (Восточный Памир) / М.С. Дюфур, М.С. Порицкий, Н.В. Котов // Геология и геофизика. — 1994. — Т. 35. — № 2. — С. 91–95.
7. Дмитриев, Э.А. Кукуртский комплекс / Э.А. Дмитриев // Петрология и геохимия магматических формаций Памира и Гиссаро-Алая — 1978. — С. 84–87.
8. Курилин, Е.Н. Скаполит месторождения Кукурт / Е.Н. Курилин // Геология, поиски и разведка месторождений цветных камней Таджикистана. — Душанбе, 1987. — С. 32–34.
9. Литвиненко, А.К. Нуристан-Южнопамирская провинция докембрийских самоцветов / А.К. Литвиненко // Геология рудных месторождений. — 2004. — Т. 46. — № 4. — С. 305–312.
10. Литвиненко, А.К. Минерагения драгоценных камней Нуристан-Южнопамирской провинции / А.К. Литвиненко // Berlin. Palmarium academic publishing. — 290 с.
11. Расчленение стратифицированных и интрузивных образований Таджикистана. — Душанбе: Дониш, 1976. — 207 с.

© Литвиненко А.К., Одинаев Ш.А., Малахов Ф.А., 2019

Литвиненко Андрей Кимович // ak11954@yandex.ru
Одинаев Шарифджон Ахтамжонович // sharif.geolog@mail.ru
Малахов Фируз Абдуллохонович // malahov75@mail.ru

ГЕОФИЗИКА

УДК: 550.832.5

Миносьянц А.Р.¹, Солодов И.Н.², Гурулев Е.А.³ (1 — АО «Русбурмаш», 2 — АО «Атомредметзолото», 3 — АО «Хиагда»)

ПРИМЕНЕНИЕ КАРОТАЖА МГНОВЕННЫХ НЕЙТРОНОВ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ОСВОЕНИЯ УРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕТОДОМ СПВ

Приводится описание новой модификации аппаратно-методического комплекса каротажа мгновенных нейтронов деления (АМК КНД-М в модификации АИНК-49), превосходящего по ряду параметров зарубежные аналоги. Приведены примеры использования данного ядерно-геофизического метода для изучения радиологических и рудных (С, m, mC) параметров на залежи В1 месторождения Вершинное на стадии вскрытия запасов технологическими скважинами и стадии отработки залежей X3 и X5 месторождения Хиагдинское. На стадии горно-подготовительных работ АИНК-49 позволяет уточнить параметры урановых руд, установленные на стадии разведки, а в период отработки рудных залежей предоставляет возможность оценить количество остаточного и переотложенного урана в рудоносном горизонте. **Ключе-**

вые слова: скважинное подземное выщелачивание (СПВ), скважина, гамма-каротаж, геологическое опробование, каротаж мгновенных нейтронов деления, импульсный нейтрон-нейтронный каротаж.

Minosyantz A.R.¹, Solodov I.N.², Gurulev E.A.³ (1 — Rusburmash, 2 — Atomredmedzoloto, 3 — Khiagda)

APPLICATION OF INSTANTANEOUS FISSION NEUTRON LOGGING AT DIFFERENT STAGES OF ISL URANIUM MINING

A description of a new modification of apparatus-and-method complex of instantaneous fission neutron logging (AMC KND-M in AINK-49 modification) which exceeds foreign analogues in a number of parameters is given. Examples of application of this nuclear-geophysical method for studying radiological and ore (C, m, mC) parameters on the B1 deposit of the Vershinnoye field at the stage of technological wells drilling and on the X3 and X5 deposits of the Khiagdin-skoe field at the development stage are considered. At the stage of mining preparatory work, AINK-49 allows to clarify the parameters of uranium ores established at the exploration stage, and at the stage of ore deposits development it provides an opportunity to estimate the amount of residual and re-deposited uranium in the ore-bearing horizon. **Keywords:** in