

«low sulfidation». На северном участке Купольской жильной системы (рис. 8Б) выявлено аналогичное распределение глинистых минералов. Внешняя зона близ поверхности сопровождается изменениями типа смектит, иллит-смектит, сменяясь ближе к основному рудному телу на иллит, иллит-каолинит. Центральная зона вдоль рудного тела маркируется переходом иллит-каолинит, каолинит. Ядерная часть метасоматических изменений представлена каолинитом, сменяясь на глубине, при отдалении от рудного тела на иллит-каолинит, иллит-хлорит.

Анализ распределения содержаний Au в рудной зоне показывает корреляцию с распределением гидротермально-метасоматических изменений на месторождении Купол. Повышенные содержания золота на месторождении тяготеют к глинистым изменениям типа иллит, иллит-каолинит, иллит-смектит. Проявление или преобладание хлорита в составе может служить маркером нижнего порога промышленных содержаний золота.

Более детальное изучение распределения гидротермально-метасоматических изменений будет способствовать более четкому оконтуриванию зон разно-температурной рудной минерализации и выделению этапов процесса рудообразования на месторождении, которые способны дополнить и развить ранние исследования.

Выявление зональности распределения и взаимосвязи определенных типов метасоматических изменений с содержаниями полезного компонента на этапах поисковых и разведочных работ значительно упрощают и ускоряют дальнейшие этапы геологоразведки. Использование портативных приборов спектроскопии диффузного отражения позволяет максимально оперативно идентифицировать минеральные виды, а также определять состав, кристалличность и уровень метасоматоза, и предоставляет данные для отображения геохимических и геотермальных градиентов в геологических системах. Выявленная связь между гидрослюдистыми ассоциациями минералов и рудной зональностью позволяет более эффективно проводить поисковые работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Волков, А.В. Металлогения вулканогенных поясов и зон активизации: Монография / А.В. Волков, А.А. Сидоров, В.И. Старостин. — М.: МАКС Пресс, 2014. — 356 с.
2. Рассулов, В.А. Оперативная диагностика глинисто-гидрослюдистой минерализации на основе спектрометрии в диапазоне UV-VIS-NIR / В.А. Рассулов, Н.В. Леденёва, А.В. Иоспа // Разведка и охрана недр. — 2018. — № 10. — С. 69–72.
3. Corbett, G.J. Anatomy of porphyry-related Au-Cu-Ag-Mo mineralised systems / G.J. Corbett, // Some exploration implications // Northern Queensland Exploration and Mining 2009 Extended Abstracts, Australian Institute of Geoscientists, Bulletin 49. — P. 33–46.
4. Phoebe, L. Hauff An overview of VIS-NIR-SWIR field spectroscopy as applied to precious metals exploration / Phoebe L. Hauff. — Spectral International Inc. — 2008. — 71 pp.

© Жунёв Н.В., Березнев М.В., Рассулов В.А., 2020

Жунёв Никита Васильевич // zberg26@yandex.ru  
Березнев Михаил Владимирович // bereza-sp@yandex.ru  
Рассулов Виктор Асафович // rassulov@mail.ru

Асмагов И.Х.<sup>1</sup>, Ошурмамадов А.К.<sup>2</sup>, Одинаев Ш.А.<sup>3</sup>  
(1 — Китайский геологический университет, 2 — ФТОО «Central Asia Minerals» в Республике Таджикистан, 3 — МГРИ-РГГРУ)

#### ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГРАНИТОВ НА АКДЖИЛГИНСКОМ РУДНОМ ПОЛЕ (ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ ПАМИР)

*В работе рассмотрены геология, петрохимия, геодинамические условия формирования гранитоидов Базардаринского комплекса. Показано, что Базардаринский комплекс представлен преимущественно осадочно-метаморфическими породами, среди которых в подчиненных количествах встречаются плутонические образования среднего и кислого состава. Практически все рудопроявления серебра локализируются в пределах выходов гранитоидов Базардаринского комплекса. Это также относится к редкометалльно-вольфрам-оловянной формации и другим минеральным образованиям. Породы комплекса являются главными рудовещающими образованиями.*  
**Ключевые слова:** Акджилга, гранит, Базардаринский комплекс, интрузивная порода, Базарык, Базардаринский массив.

Asmatov I.Kh.<sup>1</sup>, Oshurmamadov A.K.<sup>2</sup>, Odinaev Sh.A.<sup>3</sup> (1 — China Geological University, 2 — FTOO «C.A. Minerals», 3 — MGRI-RGGRU)

#### PETROCHEMICAL FEATURES OF GRANITES ON THE AKJILGIN ORE FIELD (SOUTH-EAST PAMIR)

*The work considers geology, petrochemistry, geodynamic conditions for the formation of granitoids of the Bazardara complex. It has been shown that the Bazardara complex is predominantly represented by sedimentary-metamorphic rocks, among which plutonic formations of medium and acid composition are found in subordinate quantities. Almost all silver ore occurrences are localized within the granitoids yields of the Bazardar complex. This also applies to rare-metal-tungsten-tin formation and other mineral formations. The rocks of the complex are the main ore-bearing formations.*  
**Keywords:** Akjilga, Bazardara complex, granite, intrusive rock, Bazarik, Bazardara massif.

#### Геологическое положение

Акджилгинское рудное поле расположено в верховьях р. Акджилга, на правом ее борту Юго-Востоchno-го-Памира в южной части Таджикистана вблизи границы с Китаем и Афганистаном (рис. 1). Оруденение Юго-Востоchno-го Памира в разные годы изучалось многими исследователями [1, 2, 3, 9, 11, 16]. В современной структуре район представляет собой купольное поднятие, сформированное в каменноугольно-триасовое время и осложненное в альпийский этап тектономагматической активизации. Породы, слагающие его, образуют единый структурно-формационный

комплекс, залегающий на докембрийском фундаменте, и представлены терригенными, вулканогенными и карбонатными отложениями.

В зоне Юго-Восточного-Памира в составе комплекса выделяются два структурных этажа: нижний — каменноугольный-триасовый и верхний — юрский.

Рушанско-Пшартская зона сложена в основном геосинклинальным комплексом терригенно-карбонатных отложений карбона-перми, близких по составу миогеосинклинальным одновозрастным отложениям зоны Юго-Восточного-Памира. Верхнепермско-триасовые отложения сложены карбонатно-кремнисто-вулканогенной (натровые базальты, мощностью до 1500 м) формацией, аналогичной рифтогенным базальтам зоны Юго-Восточного Памира. В обеих зонах в конце триаса проявилась фаза складчатости, сопровождавшаяся формированием в осевой части зоны Юго-Восточного Памира сероцветной и красноцветной грубой молассы (до 600 м) и образованием в обеих зонах интрузивных массивов высокоглиноземистых калиевых гранитов. Орогенный комплекс характеризуется формированием гранитоидных интрузий и молассов двух этапов. Первый этап — эпигеосинклинальный орогенез, проявился на границе юры и мела.

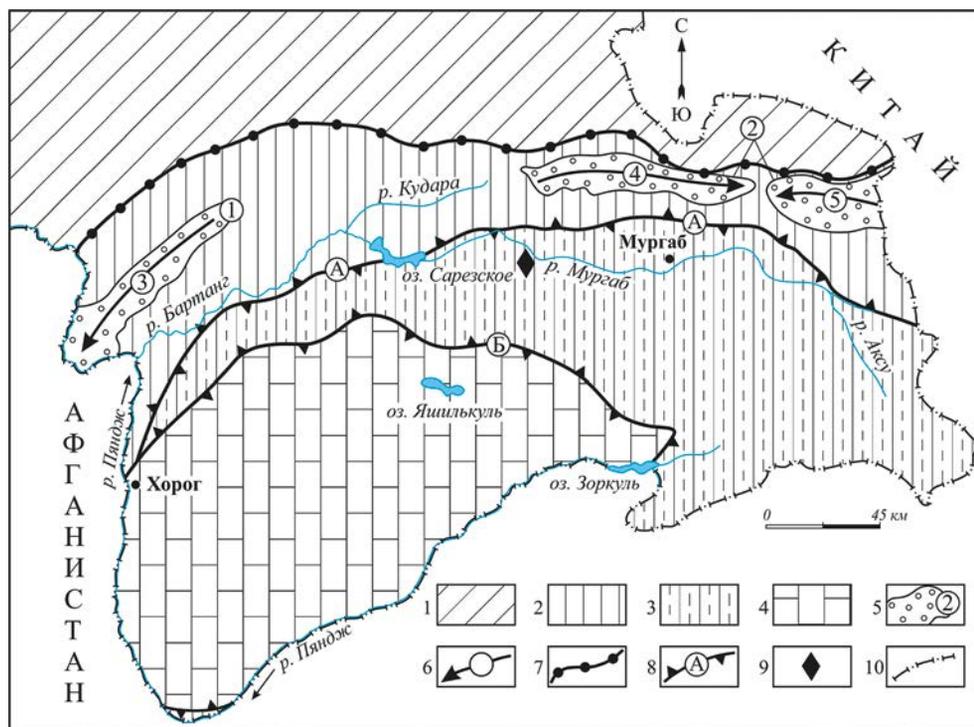
В позднем мелу и палеогене наступил режим стабилизации региона. В зоне Центрального Памира наиболее отчетливо проявлены меловые и красноцветные молассы и небольшие интрузии диоритов и сиенодиоритов, а в зоне Юго-Восточного-Памира сформировались пластообразные тела гранодиоритов, монзонитов и плюмазитовых калиевых гранитов. В сеноне-эоцене в зоне Центрального Памира образовались андезиториолитовые вулканиты, а на Юго-Восточном Памире формировались аляскитовые граниты. Второй этап характеризует эпоху новейшей тектономагматической активизации Памира и Средней Азии в целом [5]. В его геологическом строении принимают участие меловые граниты, занимающие около 70 % всей площади и обрамляющие их песчано-сланцевые и кремнисто-карбонатные отложения триаса. Последние представлены сарыташской, шелибельской и керчинджилгинской свитами. Осадочные породы смяты в узкие изоклинальные складки субмеридионального простирания с крутым падением на запад (70–80°) [4–6].

Цель исследования: 1) определить взаимоотношение серебряного оруденения Акджилгинского рудного поля с различными типами гранитных массивов; 2) изучить условия формирования гранитоидного магматизма Базардаринского комплекса.

#### Геологическое строение и вещественный состав рудного поля

Основная масса интрузивных пород представлена среднезернистыми порфировидными двуслюдяными гранитами 3 фазы и в меньшем количестве мелкозернистыми биотитовыми 4 фазы. Последние представлены небольшими выходами среди среднезернистых гранитов и имеют с ними интрузивные контакты. Контакт гранитов с вмещающими породами преимущественно ровный, слабоволнистый.

В структурном отношении рассматриваемая территория представляет собой купольное поднятие, сформированное в каменноугольно-триасовое время и осложненное в альпийский этап тектономагматической активизацией. Породы, слагающие его, образуют единый структурно-формационный комплекс, залегающий на докембрийском фундаменте и



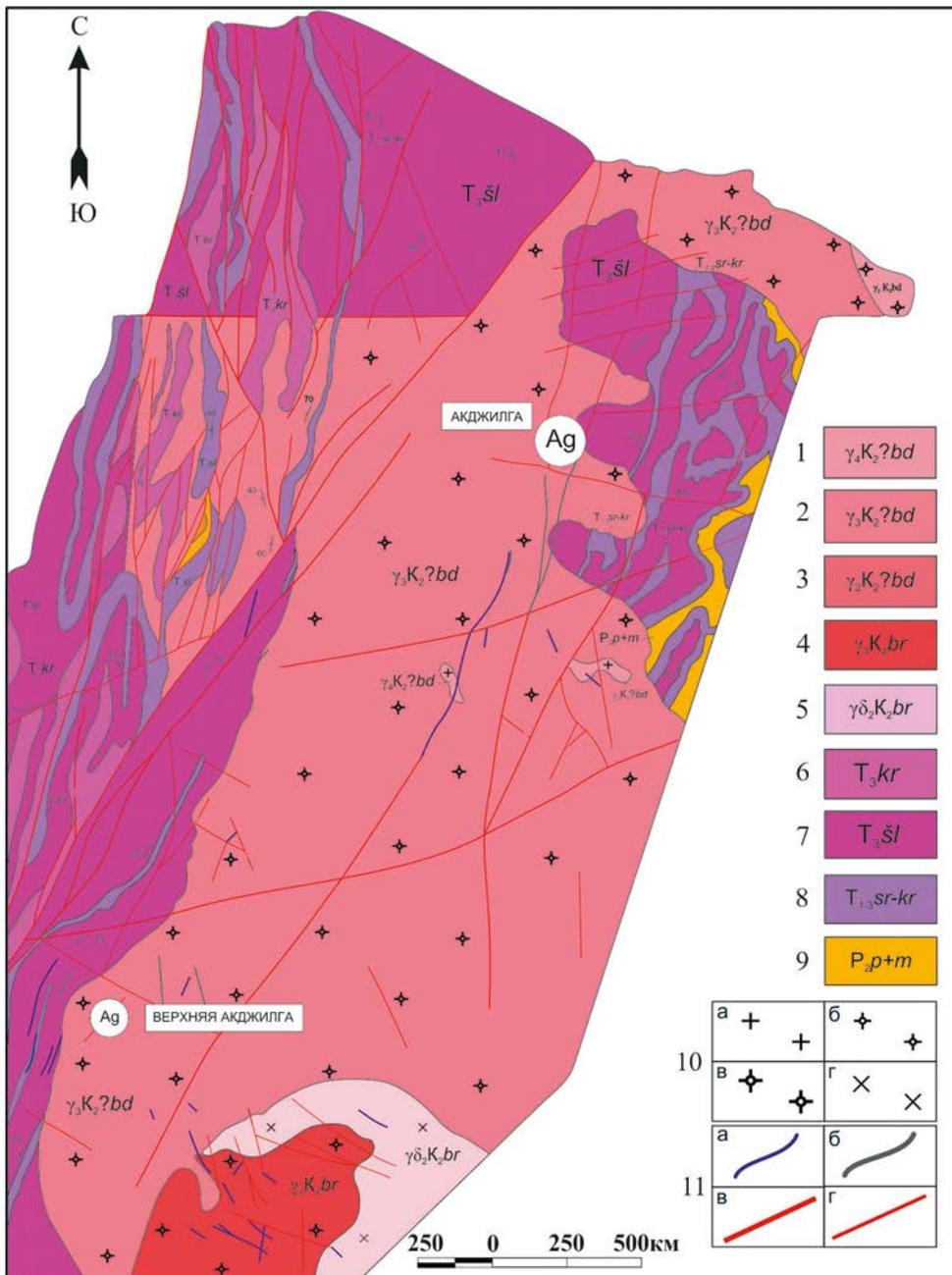
**Рис. 1. Положение Акджилгинского рудного поля в тектонической структуре Памира по [9]:** 1 — герцинская Северопамирская складчатая система; 2–4 — тектонические зоны в киммерийской складчатой системе Южного Памира; 2 — Центральный Памир; 3 — Юго-Восточный Памир; 4 — Юго-Западный Памир; 5 — фундамент Центрального Памира, цифры в кружках (1–2) метаморфические серии: 1 — шипадская; 2 — музкользская; 6 — антиклинории, стрелка указывает на направление погружения шарнира; 3 — Ванч-Язгулемский; 4–5 — Музкол-Ранкульский; 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 — Акджилгинский; 10 — государственная граница Республики Таджикистан на юге и западе проходит по р. Пяндж — верхнему течению р. Аму-Дарья

представлены терригенными, вулканогенными и карбонатными отложениями [7].

Акджилгинские серебряные проявления представлены преимущественно осадочно-метаморфическими породами, среди которых в подчиненных количествах встречаются plutонические породы среднего и кислого составов (рис. 2).

Граниты базардаринского комплекса ( $K_2?bd$ ) на площади рудного поля представлены двумя изолированными выходами в долине р. Базарык. Первый — Базардаринский массив в экзоконтакте основного, с рядом небольших куполовидных выходов, неравномерно вскрытых эрозией и второй — Акджилгинский массив. В целом Базардаринская интрузия внедрена в центральной части крупной антиклинорной структуры, вскрытой эрозией лишь в апикальной части. По своей

форме интрузия представляет небольшой слабо эродированный батолит с погружающимися под осадочную раму контактами. Углы падения контактов меняются в пределах  $5-70^\circ$ , преобладают пологие в среднем около  $15^\circ$ . Контакты ровные, в большинстве случаев без заливов и апофизов. Интрузия является резко секущей по отношению к складчатым структурам пермо-триасовых отложений, участки с согласным залеганием крайне редки. Известково-кремнистые породы пермо-триаса на контакте с гранитами обычно скарнированы. Скарны гранат-эпидотовые с вкрапленностью сульфидов, реже волостонитовые везувиановые. Песчано-сланцевые толщи макроскопически не изменены. В эндоконтактовых зонах граниты альбитизированы, особенно в области пологих контактов и куполовидных выступов, способствующих интенсивной метасо-



**Рис. 2. Геологическая карта Акджилгинского рудного поля по материалу М.Ю. Дыщюка:** 2-3 — базардаринский комплекс: 1 — четвертая фаза, мелко-среднезернистые биотитовые граниты; 2 — третья фаза, мелко-среднезернистые порфировластовые граниты; 3 — вторая фаза, мелко-среднезернистые до крупнозернистых порфировидные двуслюдяные граниты; 4-5 — базарыкский комплекс: 4 — третья фаза, мелко-среднезернистые порфировидные биотитовые гранодиориты; 5 — вторая фаза, мелко-среднезернистые порфировидные биотитовые гранодиориты; 6 — керчинджилгинская свита, глинистые сланцы с прослоями песчаников. В нижней части пачки слоистых песчаников, прослоенных алевролитами; 7 — шелибельская свита, глинистые сланцы с единичными прослоями песчаников и алевролитов; 8 — сарыташская и караташская свиты нерасчлененные Окраинной зоны Юго-Восточного Памира. Черные известняки, в верхах переслаивание кремней с известняками; 9 — Памирский-Мургабский горизонты нерасчлененные. Известняки, кремни, кремнистые известняки; 10 — мелко и среднезернистые, граниты: а) мелкозернистые граниты; б) среднезернистые граниты; в) порфировидные граниты; г) мелко-среднезернистые гранодиориты; 11 — а) кварцевые жилы; б) сидеритовые жилы; разрывные нарушения: в) главные; г) второстепенные

магматической проработке [10]. В пределах рудного поля граниты Базардаринского комплекса представлены образованиями трех фаз: второй —  $\gamma_2^? K_2bd$ , третьей —  $\gamma_3^? K_2bd$ , четвертой —  $\gamma_4^? K_2bd$ .

Образования первой фазы представлены мелкозернистыми равномернозернистыми биотитовыми гранодиоритами-гранитами. В пределах поля не фиксируются.

Граниты второй фазы слагают основной объем интрузивных образований, они представлены крупнозернистыми с постепенными переходами к среднезернистым биотит-мусковитовым разностям, в большинстве случаев неравномерно зернистым до слабо порфиоровидным лейкократовым гранитам. В Базардаринском массиве преобладают крупнозернистые разности, в Акджилгинском — среднезернистые.

Прикровлевающая фация представлена среднезернистыми мусковитами грейзенизированными лейкократовыми гранитами. Среди пород данной фазы очень широко проявлены процессы аутометасоматоза, из которых преобладающее развитие получили альбитизация и грейзенизация.

Альбитизированные граниты имеют обычно постепенный, но четкий характер контактов с среднекрупнозернистыми; углы падения, как правило, пологие —  $10-20^\circ$ , часто они находятся в последних в виде маломощных (первые метры до  $20-30$  м) зон, контролируемых трещиноватостью. Наибольшим развитием альбитизированные граниты пользуются в Базардаринском массиве по долине р. Базарык. Залегают они в основном в виде линзовидных, пластообразных тел среди гранитов второй фазы и приурочены к субмеридиональным тектонически ослабленным зонам. Эти породы представляют собой мелко-среднезернистые лейкократовые, часто сахаровидные мусковитовые; крайне редко, мусковит-биотитовые разности. В соответствии с характером проявления аутометасоматических процессов наблюдаются разности от слабо альбитизированных пород до мономинеральных и биминеральных продуктов полевошпатового метасоматоза.

Макроскопически среднекрупнозернистые граниты второй фазы представлены светло-серыми, часто со слабым желтоватым оттенком, породами. Размер зерен колеблется от  $0,5$  до  $2,0$  см, в среднем около  $0,5$  см. Порфиоровидные выделения калишпата имеют размеры  $0,5 \times 1,0-1,0 \times 2,0$  см, иногда  $1,5 \times 3,0$  см (рис. 3а, б, в).

Минералогический состав: кварц  $25-35$  %, калиевый полевой шпат  $20-50$  %, плагиоклаз  $15-40$  %, биотит  $1-12$  %. Акцессорные минералы: циркон, апатит, монацит, сфен, флюорит, андалузит, топаз. Вторичные — мусковит, серицит, хлорит, лейкоксен, гидрокислы железа.

Петрохимические особенности магматических пород Базардаринского комплекса описаны по данным химических анализов 28 проб из надрудной толщи, которые представлены крупнозернистыми гранитами II фазы (10 проб), мелкозернистыми порфиоровидными гранитами III фазы (14 проб), мелкозернистыми



**Рис. 3. Штуфы из различных фаз образования гранитов Базардаринского комплекса: а) — крупнозернистые граниты II фазы; б) — порфиоровидные граниты III фазы; в) — мелкозернистые биотитовые граниты IV фазы**

биотитовыми гранитами IV фазы (4 пробы). В таблице приведены средний химический состав, их числовые характеристики по А.Н. Заварицкому [8].

По петрохимическим особенностям мелового гранитоидного магматизма Базардаринского комплекса

выделяются разновидности от крупнозернистых, порфировидных, мелкозернистых биотитовых гранитов до разностей близких по составу к породам с незначительной (умеренной?) и повышенной калиево-натриевой щелочностью [12]. Они отличаются нормальной глиноземистостью, магнизиальностью и преобладанием среди щелочей калия над натрием (при близком их соотношении) (таблица).

Крупнозернистые граниты II фазы содержат повышенное количество  $\text{SiO}_2$  — 74,23–76,18 %, а содержание щелочей в них варьирует от 6,88 до 8,06 %. На классификационной диаграмме TAS [14] ( $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ )- $\text{SiO}_2$  они расположены в поле гранитов на границе субщелочных областей (рис. 4а).

#### Средний химический состав Базардаринских гранитоидов на Акджилгинском рудном поле

Оксиды	II (10)	III (14)	IV (4)
$\text{SiO}_2$	75,61	74,52	75,02
$\text{TiO}_2$	0,13	0,12	0,12
$\text{Al}_2\text{O}_3$	12,33	13,49	13,03
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	2,05	1,91	2,12
$\text{FeO}$	1,6	1,56	1,73
$\text{MnO}$	0,05	0,05	0,05
$\text{MgO}$	0,19	0,18	0,17
$\text{CaO}$	0,83	1,06	0,98
$\text{Na}_2\text{O}$	3,16	3,37	3,30
$\text{K}_2\text{O}$	4,34	4,32	4,42
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,09	0,1	0,1
П.п.п	0,89	0,85	0,75
Сумма	101,27	101,53	101,79
$\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$	7,5	7,69	7,72
$\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$	1,37	1,28	1,33
<b>Числовые характеристики по А.Н. Заварицкому</b>			
S	82,80	81,97	82,40
a	12,76	13,25	13,15
b	3,64	3,63	3,52
c	0,80	1,23	1,09
Q	39,28	36,12	37,23
m'	8,0	8,7	—
s'	48,8	46,4	54,2
c'	—	—	—
a'	—	47,0	—
$\varphi$	4,7	4,5	4,9
t	0,10	0,10	0,10
n	52,3	54,2	53,2
a/c	18,5	11,7	12,7

Примечание. Анализы выполнены силикатным методом аналитиком Зокировым О.Р. в лаборатории Главного управления геологии при Правительстве Республики Таджикистан

Порфировидные граниты III фазы кислого состава довольно близки по химизму, выделяются более широкими вариациями состава; к примеру, по содержанию  $\text{SiO}_2$  (73,20–75,68 %) и суммы щелочей (7,32–8,98 %) фигуративные точки состава пород располагаются на диаграмме ( $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ )- $\text{SiO}_2$  в области субщелочных гранитов (рис. 4а).

Мелкозернистые биотитовые граниты IV фазы на диаграмме ( $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ )- $\text{SiO}_2$  расположены на границе областей гранитоидов повышенной щелочности (рис. 4а). Мелкозернистые биотитовые граниты-III неоднородны при содержании  $\text{SiO}_2$  (74,66–75,40 %), сумма щелочей варьирует в пределах от 7,62–8,09 %. Но эти неоднородности, по мнению А.Г. Владимирова и др., укладываются в рамки единого генетического

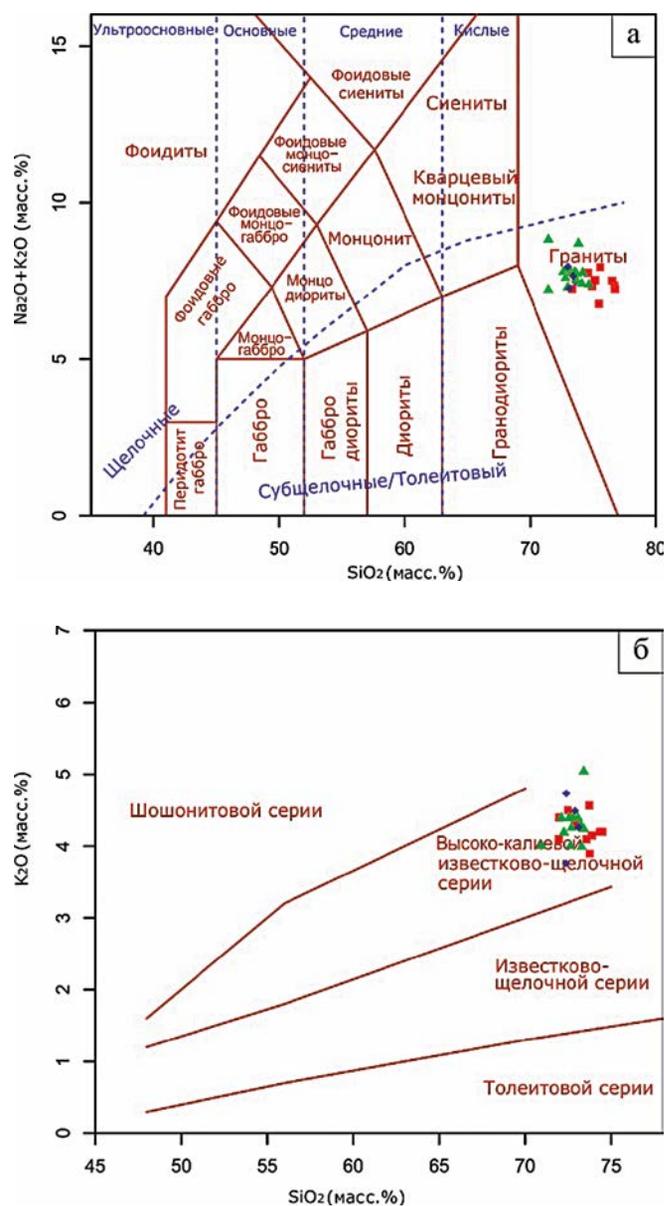
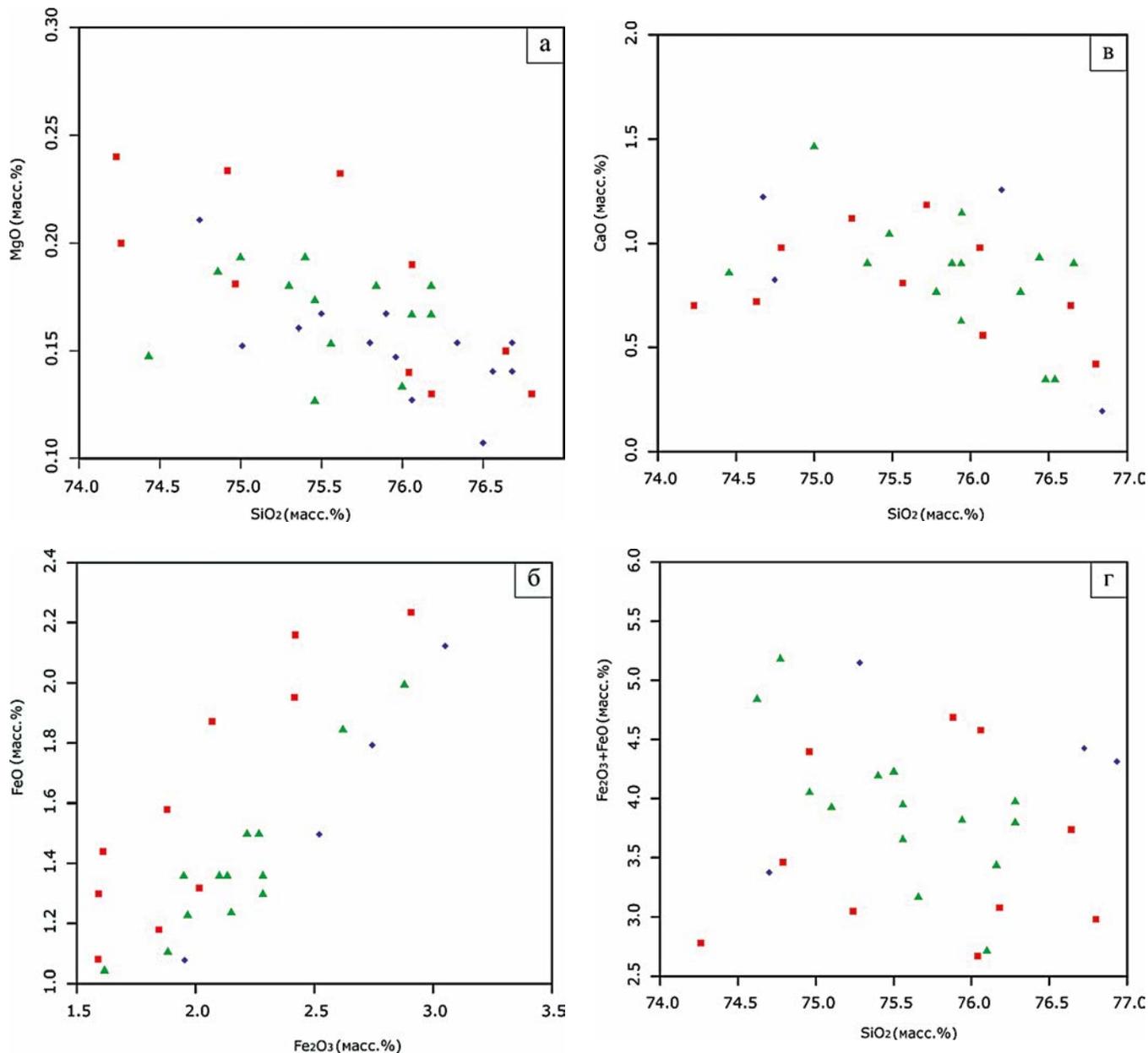


Рис. 4. а — классификационная диаграмма  $\text{SiO}_2$  — ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) TAS [14] и б — диаграмма  $\text{K}_2\text{O}$  —  $\text{SiO}_2$  [15]: ■ — крупнозернистый гранит II фазы; ▲ — порфировидные граниты III фазы, ◆ — мелкозернистые биотитовые граниты IV фазы



**Рис. 5. Вариационные диаграммы Харкера, петрогенные оксиды — кремнезем для пород гранитов Базардаринского комплекса:** ■ — крупнозернистые граниты II фазы; ▲ — порфировидные граниты III фазы, ◆ — мелкозернистые биотитовые граниты IV фазы

типа гранита [6]. Граниты имеют повышенную калиево–натриевую щелочность при обычном преобладании калия над натрием.

Граниты II–IV фаз на диаграмме  $K_2O - SiO_2$  [15] в основном локализируются в поле высоко-известково-щелочной серии (рис. 4б).

На анализированных диаграммах вышеперечисленные породы имеют значительные области перекрытия. В целом кислые граниты представлены более калиевыми разновидностями. На вариационных диаграммах Харкера видны основные закономерности составов гранитоидов Базардаринского комплекса. Они более железистые ( $FeO-Fe_2O_3$ ) и стадия окисленности железа в них выше (рис. 5а). Высокая железистость гранитов, образующих маломощные тела, может быть так-

же связана с ассимиляцией вещества гранитов. Кроме того, вероятно более значима могла быть кристаллизационная дифференциация (рис. 5б).

Содержание  $CaO (Fe_2O_3+FeO)$  последовательно уменьшается в отдельном ряду гранитов по мере увеличения количества  $SiO_2$  (рис. 5 в, г). По содержанию  $MgO$  граниты являются более магниальными, фигуративные точки их образуют выделенные тенденции (рис. 5а).

#### Выводы

Результаты исследований показали, что серебряное оруденение пространственно связано с гранитами Базардаринского массива. Проведенные петрохимические исследования позволили выявить ореолы развития разнородных магматических образований и

расчленив их на соответствующие фазы. Для подавляющего большинства выделенных фаз впервые дана комплексная петрохимическая характеристика. Геохимические особенности рудного района связаны с глубинными процессами внутриплитного магматизма, в результате которых были сформированы гранитоидные магматические породы, осложненные глубинными разломами, контролирующими серебро-ртутную минерализацию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов, Г.С. Перспективы промышленной флюоритоносности Памира // Доклады АН Тадж. ССР / Г.С. Аверьянов, Ф.Ш. Искандаров. — 1985. — Т. 28. — № 9. — С. 528–531.
2. Аверьянов, Г.С. Геология оловорудных районов и месторождений Памирской оловоносной области // Геология оловорудных районов и месторождений Памирской оловоносной области / Г.С. Аверьянов, А.Б. Павловский. — М.: Наука, 1986. — С. 103–110.
3. Афиногенова, Л.Н. Основные черты эндогенной металлогении Южного Памира / Л.Н. Афиногенова. — Душанбе: Дониш, 1979. — 133 с.
4. Борисенко, А.С. Серебро-сурьмяная рудная формация / А.С. Борисенко, Г.Г. Павлова, А.А. Оболенский. — Новосибирск: Наука, 1992. — 188 с.
5. Буданов, В.И. Основные черты истории развития магматизма Памира. В кн.: Материалы по геологии Памира, Вып. 2 / В.И. Буданов. — Душанбе, 1964. — С. 174–194.
6. Владимиров, А.Г. Позднемезозойский магматизм Южного Памира // Гранитоидный магматизм и оруденение Базардаринского горно-рудного района (ЮВ Памир) / А.Г. Владимиров, Р.Т. Беляева, В.А. Пономарчук. — Новосибирск: Изд-во ИГиГ СО АН СССР. — 1990. — 19 с.
7. Ефремова, С.В. Петрохимические методы исследования горных пород. Справочное пособие / С.В. Ефремова, К.Г. Стафеев. — М.: Недра, 1985. — 511 с.

8. Заварицкий, А.Н. Изверженные горные породы / А.Н. Заварицкий. — М.: Изд. АН СССР, 1961. — 479 с.
9. Литвиненко, А.К. Геология Черногорского месторождения ювелирного скаполита на Центральном Памире (Таджикистан) / Геология рудных месторождений / А.К. Литвиненко, С.Б. Моисеева, Ш.А. Одинаев, В.А. Утенков. — Т. 61. — № 5. — М.: Наука, 2019. — С. 96–108.
10. Магматические горные породы. Классификация, номенклатура, петрография. Ч. 1. — М.: Наука, 1983. — 366 с.
11. Павлова, Г.Г. Минеральный состав и стадийность формирования серебро-сурьмяного оруденения Ақджилгинского рудного поля (ЮВ Памир) // Гранитоидный магматизм и оруденение Базардаринского горно-рудного района (ЮВ Памир) / Г.Г. Павлова, Н.К. Морцев, А.С. Борисенко и др. — Новосибирск: Изд-во ИГиГ СО АН СССР, 1990. — С. 124–159.
12. Шило, Н.А. В сб.: Проблемы геохимии эндогенных процессов / Н.А. Шило. — Новосибирск: Наука, 1977. — 110 с.
13. Borisenko, A.S. Silver deposits of the Pamir — region, Tajikistan: metallogeny, mineralogy and genesis // International Geology Review / A.S. Borisenko, G.G. Pavlova, A.A. Borovikov et al. — 2000. — V.42 (8). — P. 702–723.
14. Le Bas, M.J. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkalisilica diagram // J. Petrology / M.J. Le Bas, R.W. Le Maotre, A. Streckeisen, B. Zanettin. — 1986. — V. 27. — P. 745–750.
15. Peccerillo, A. Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey // Contrib. Mineral. Petrol / A. Peccerillo, S.R. Taylor. — 1976. — V. 58. — № 1. — P. 63–81.
16. Vladimirov, A.G., Borisenko A.S., Rudnev S.N. et al. Ore-bearing granite plutons of the Southern Pamir, Tajikistan // Kremenetsky A., Lehmann B., Seltmann R. (eds.) Ore-bearing granites of Russia and adjacent countries. — Moscow: IMGRE Press, 2000. — P. 331–348.

© Асमतов И.Х., Ошурмамадов А.К., Одинаев Ш.А., 2020

Асमतов Икhtiёр Хабибулоевич // ikhtiyor.asmatov.91@mail.ru  
Ошурмамадов Алишер Киргизович // vulcanite@bk.ru  
Одинаев Шарифджон Ахтамжонович // sharif.geolog@mail.ru

## ГЕОФИЗИКА

УДК 550.839 + 550.8.05

Бабаянц П.С., Контарович О.Р., Трусов А.А. (АО «ГНПП «Аэрогеофизика»)

### СОВРЕМЕННЫЕ АЭРОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОГНОЗЕ, ПОИСКАХ И ОЦЕНКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Обсуждается роль современных аэрогеофизических технологий при выполнении современных прогнозно-поисковых работ. Рассмотрены современные модификации аэрогеофизических методов и направления их развития, особенности использования аэрогеофизических технологий на разных стадиях прогнозно-поисковых работ. Проанализированы современные подходы к геофизическому моделированию и комплексной интерпретации данных. **Ключевые слова:** современные аэрогеофизические технологии; прогноз, поиски и оценка; моделирование; комплексная интерпретация.

Babayants P.S., Kontarovich O.R., Trusov A.A. (Aerogeophisica) MODERN AIRBORNE GEOPHYSICAL TECHNOLOGIES FOR FORECASTING, PROSPECTING AND EVALUATION OF DEPOSITS OF SOLID MINERALS

*The role of modern airborne geophysical technologies in forecasting and searching for deposits is discussed. Modern modifications of airborne geophysical methods and their development prospects are considered, as well as features of using airborne geophysical technologies at different stages of geological prospecting. Modern approaches to geophysical modeling and complex data interpretation are analyzed. **Keywords:** modern airborne geophysical technologies; forecast, search and evaluation; modeling; complex interpretation.*

#### Введение

Использование аэрогеофизических методов и технологий прочно вошло в практику геологоразведочных работ практически сразу, как только первые опыты измерения физических полей Земли с борта летательного аппарата дали положительный результат — с середины прошлого века. Конечно результаты таких