DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

УДК (УДК) 552.32.3: 553.41:553.493 (575.1) МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ СИЕНИТОИДНЫХ МАЛЫХ ИНТРУЗИЙ И ДАЕК КУМБЕЛЬ-УГАМСКОЙ ЗОНЫ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ (ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКИЙ РЕГИОН, СРЕДИННЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

METALLOGENIC SPECIALIZATION OF SIENITOID SMALL INTRUSIONS AND DIKES OF THE KUMBEL-UGAM ZONE OF DEPTH FAULTS (CHATKAL-KURAMA REGION, MIDDLE TIAN SHAN)

Мамарозиков У.Д., Суюндикова Г.М., Кирезиди С.В. Mamarozikov U.D., Suyundikova G.M., Kirezidi S.V.

Институт геологии и геофизики имени Х.М. Абдуллева (Ташкент, Узбекистан) Institute of geology and geophysics named after H.M. Abdullaev (Tashkent, Uzbekistan)

‡

‡

‡

İ

‡

** ** **

‡

Аннотация. Приведены геологические, петрографические, минералогические и геохимические сведения, подтверждающие комагматичность сиенитоидных малых интрузий и даек Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов. Специализация сиенитоидов на благородные и редкие металлы изложена на основе результатов микрозондовых исследований форм нахождения, вещественных составов минералов, рудоносных кремнещелочных флюидных микрообособлений и нанокристаллитов в них. Результаты масс-спектрометрического изучения сиенитоидов подтверждают их металлогеническую специализацию на благородные, редкие и редкоземельные металлы.

Ключевые слова: сиениты, кварцевые сиениты, граносиениты, минералы-концентраторы, минералы-носители, рудные элементы, металлогеническая специализация.

Дата принятия к публикации:	04.08.2020
Дата публикации:	25.12.2020

Сведения об авторах:

Мамарозиков Усмонжон Довронович – доктор геолого-минералогических наук, заведующий отделом «Изучение рудообразующих процессов» Института геологии и геофизики имени Х.М. Абдуллаева, Государственный комитет по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан,

e-mail: udmamarozikov@rambler.ru.

Суюндикова Гулчехра Махкамбаевна – научный сотрудник отдела «Изучение рудообразующих процессов» Института геологии и геофизики имени Х.М. Абдуллаева, Государственный комитет по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан, *e-mail: gsuyundikova@rambler.ru*.

Кирезиди Светлана Вадимовна – докторант отдела «Изучение рудообразующих процессов» Института геологии и геофизики имени Х.М. Абдуллаева, Государственный комитет по геологии и минеральным ресурсам Республики Узбекистан, *email: skirezidi@gmail.com.* Abstract. The article describes the geological, petrographic, mineralogical and geochemical data confirming comagmatic nature of syenitoid small intrusions and dikes of the Kumbel-Ugam zone of deep faults. Specialty of syenitoids and related metasomatites and hydrothermalites for precious and rare metals is described on the basis of the results of microprobe analyzes of the forms of occurrence, the material composition of minerals, micro segregations of ore-bearing siliconalkaline fluids and nanocrystallites in them. The results of mass-spectrometric study of syenitoids confirm their metallogenic specialization in noble, rare and rare earth metals.

Keywords: syenites, quartz syenites, granosyenites, minerals-concentrators, minerals-carriers, ore elements, metallogenic specialization.

Date of acceptance for publication:	04.08.2020
Date of publication:	25.12.2020

Authors' information:

Usmonjon D. Mamarozikov – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Department for the study of ore formation processes, Institute of geology and geophysics named after H.M. Abdullaev, State Committee of the Republic of Uzbekistan on Geology and mineral Resources,

e-mail: udmamarozikov@rambler.ru.

Gulchekhra M. Suyundikova – researcher of the Department for the study of ore formation processes, Institute of geology and geophysics named after H.M. Abdullaev, State Committee of the Republic of Uzbekistan on Geology and mineral Resources, *e-mail:* gsuyundikova@rambler.ru.

Svetlana V. Kirezidi – Doctorant of the Department for the study of ore formation processes, Institute of geology and geophysics named after H.M. Abdullaev, State Committee of the Republic of Uzbekistan on Geology and mineral Resources,

e-mail: skirezidi@gmail.com.



1. Введение

DIRECTORY OF OPEN ACCESS

В магматических провинциях сиенитоидный магматизм характеризуется как индикатор, указывающий на постколлизионноанорогенный (внутриплитный) этапа их геодинамического развития [1-4]. В последние десятилетия в ряде регионов мира в сиенитоидах или их фронтальных и апикальных экзоконтактовых частях установлены неизвестные ранее рудные месторождения Fe, Cu, Mo, Au, Ag и платиноидов [1, 4, 6-8].

Внутрплитный Чаткаломагматизм Кураминского региона Срединного Тянь-Шаня наряду с субщелочными габброидами и редкометальными гранитоидами характеризуется развитием магматитов сиенитоидного состава. Последние образовали обширные проявления сиенитоидных малых порфировых интрузий и дайковых полей. Сопряженность этих малых порфировых интрузий и дайковых полей с разнотипными благородными и редкометальными (в том числе редкоземельными) оруденениями данного региона представляет несомненный интерес для создания эмпирических поисковых моделей, основанных на формирование рудогенерующего сиенитоидного магматического расплава и разработке связанных с ним геолого-петрографических, минералого-геохимических критериев поиска рудных и нерудных объектов. Полученные нами новые данные по геолого-петрографическим и минералого-геохимическим особенностям сиенитоидов Кумбель-Угамской зоны глубинных Чаткало-Кураминского региона разломов дают новую информацию об условиях их формировании и закономерностях локализации, приуроченных к ним разнотипных метасоматических и рудных тел.

В докладе академика О.В. Петрова на 33 Международном Геологическом Конгрессе [9], посвященном основным результатам международного проекта по тектонике и металлогении Центральной Азии и прилегающих территорий, отмечается особая роль глубинных тектонических процессов в эволюции литосферы Земли на всех этапах ее развития. Это процессы мантийного апвеллинга, сопряженные с глубокими поперечными расколами континентальной коры складчатых областей, возникновением зон высокого прогрева и декомпрессии, внедрением в кору глубинного мантийного вещества и активным взаимодействием мантийных флюидов с сиалическим веществом коры. Для таких зон характерны локальные ареалы субщелочных и щелочных базальтоидов, трахитов, ультраосновного и основного, карбонатитового, сиенитоидного, редкметального гранитоидного, лампроитового и лампрофирового магматизма.

Деструктивные зоны глубинных разломов имеют важное металлогеническое значение, поскольку в них размещаются крупные месторождения титана, ниобия, циркония, редких земель, кобальта, никеля, золота и серебра с платиноидной нагрузкой, апатита и др.

Генезис этих месторождений связывают с поздними деструктивными постколлизионными и посторогенными обстановками с проявлением внутриплитного магматизма, тектономагматической активизацией и глыбовой тектоники [9].

2. Геологическая позиция, петрографические и петрохимические особенности сиенитоидных малых интрузий и даек

Кумбель-Угамская зона глубинных разломов является важнейшей деструктивной антитяньшанской структурой, разделяющей Чаткальскую и Кураминскую зоны Срединного Тянь-Шаня. Наиболее крупные субпараллельные разломы в зоне - Кумбельский, Джулайсайский Арашанский, Кенкольский и Угамский. Максимальная ширина Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов достигает 25 км, протяженность на отрезке между Северо-Ферганским и Северо-Каржантаускими глубинными разломами – 180 км. Строение зоны разломов кулисообразное. Основные разломы сопровождаются многочисленными мелкими опирающими и сопутствующими разрывами. Падение смесителя на северо-восток под углами 60°-90°, югозападное крыло приподнято. В новейшее время по нему происходили сдвиговые перемещения с амплитудой до 5 км. Зона хо-

рошо прослеживается на аэрофотоснимках и топокартах по вытянутым депрессиям, цепочке седловин и родников.

В пределах Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов сиенитоидные малые интрузивы и дайки участвуют в геологических строениях во многих благородно-редкометалльных рудных полях (Чаркасарское, Чадакское, Актепинское, Ерташское, Ташкескен-Каттаакарское, Тереклинское и др.) и месторождениях урана и молибдена (Ризак и др.), золота и серебра (Пирмираб, Гузаксай, Актепа, Реваште и др.), апатита (Актепа) и флюорита (Суппаташ), размещенные в Кумбель-Угамской зоне глубинных разломов [10]. Но научные исследования по оценке металлогенической специализации этих образований никем специально не проведно.



Рис. 1. Геологическая схема Чатколо-Кураминского региона по Н.П.Лаверову [11] с упрощениями У.Д. Мамарозикова.

На рис. 1 обозначено: 1 - континентальные отложения, межгорные и предгорные молассы, лессовидные суглинки (Pg₃-Q); 2 морские и прибрежно-морские платформенные отложения (J₂ - Pg₃); 3-6- породы позднепалеозойского вулкано-интрузивного комплекса; 3-интрузивные комплексы граносиенит-порфиров, лейкогранит-порфиров, кварцевых порфиров в эндоконтактовых ареолах экструзивных куполов, кольцевых и

полукольцевых разломах, обрамлениях кальдер (Р₂), 4- многофазные субвулканические интрузивы и экструзивные купола аляскитоидных гранитов, аляскитов, риолитов и трахириолитов (Р1); 5- вулканиты кислого состава и красноцветные молассы (Р₁₋₂); 6многофазные интрузивы гранодиоритов, гранодиорит- и гранитов (С2-С3); 7 - вулканиты андизит-дацитового состава (С2-3); 8-9породы основания позднепалеозойского вулкано-интрузивного комплекса; 8- каледонские гранитоиды (S₂-D₁); 9 - терригенные и хемогенные отложения, вулканиты андизитового риолитового состава (S_2 - D_2 и D_3 - C_1); 10 - метоморфические сланцы, доломиты, известняки, вулканиты андезит-дацитового состава (O-S); 11 - альпийские надвиги; 12 региональные (а) и кольцевые разломы (б), 13 - объекты исследования: 1- Чадкакское рудное поле, 2 –Актепинское рудное поле, 3 -Бешкуль-Сардалинское рудное поле, 4 - Ерташское рудное поле.

В пределах Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов определяющие породы внутриплитной сиенитоидной ассоциации – сиенит-порфиры, кварцевые сиенит-порфиры и граносиенит-порфиры выявлены в составе бабайобского (P₁), бабайтаудорского (P₁), чильтенского (P₁) и гузаксайского (P₂) комплексов [2, 4, 12].

Т.Н. Далимов [2] предполагал, что чильтенские сиенит-порфиры и бабайтагские граносиенит-порфиры являются одновозрастными и представляют собой фациальные разновидности. По нему «чильтенские» сиенит-порфиры являются наименее эродированными, в то время как бабайтагские граносиенит-порфиры представляют собой наиболее эродированные части сиенит-порфировых тел, т.е. чильтенские сиенит-порфиры соответствуют субвулканической фации бабайтагских граносиенит-порфиров принадлежащих к фации малых глубин.

Дайки сиенитоидов гузаксайского комплекса, выделенные только в пределах Чадакского рудного поля мы параллелизируем с аналогичными породами чильтенского комплекса, имеющими региональное распространение и далее в тексте их рассматриваем в составе последнего. Сиенитоиды бабайобского комплекса считаем сходными с породами бабайтаудорского комплекса.

DIRECTORY OF OPEN ACCESS

Сиенитоиды бабайобского, бабайтаудорского, чильтенского и гузаксайского комплексов, несомненно, относятся к послекызылнуринским магматическим образованиям, доказательством чему служат многочисленные примеры прорыва ими пород кызылнуринского комплекса (С₃-Р₁) и данные радиологических датировок (276±9 млн. лет, K-Ar, ИГЕМ РАН, [13]).

Граносиениты бабайтаудорского комплекса образуют трещинные штокообразные интрузии внутри Бабайтаудорского лакколита или развиты в его периферии в виде кольцевых даек, иногда малых порфировых интрузий. Наиболее полно изучен петрографический состав сиенитоидных штоков Бешкуль, Айгырбайтал, Джусали и Байназар, где граносиенит-порфиры являются преобладающими. Они представляют собой породы, обладающие большим количеством порфировых выделений красных калиевых полевых шпатов, белых и розовых плагиоклазов, разложенных темноцветных минералов и редких зерен кварца (рис. 2 и 3). Часто наблюдается зональное строение полевых шпатов: ядро их сложено плагиоклазом, а периферийная часть - калиевым полевым шпатом; изредка наблюдается обратная зональность. Количество порфировых выделений в среднем равно 30% объема породы, доходя местами до 40%. В приконтактовых зонах количество порфировых выделений падает до 8-10%.

Тела сиенит-порфиров и кварцевых сиенит-порфиров чильтенсого комплекса с трахидолеритами, гранит-порфирами, онгонитами образуют групповые дайковые пучки, развивающиеся по параллельно-ориентированным трещинам, образуют самостоятельные тела, но иногда наблюдаются в эндоконтактовых частях трахидолеритов, образуя с ними вместе сложные дайки. Контакты между этими породами резкие, а также имеют постепенные переходы. Иногда сиенитоидные дайки чильтенского комплекса формируют радиальные дайки, ориентированные к центрам штокообразных интрузивных тел сиенитоидов. Характерна вытянутая форма штоков по простиранию Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов. Вполне вероятно, что сиенитоидный магматический расплав внедрялся здесь по разлому.

Породы плотные, обладают коричневатобурой, красно-бурой, иногда розовато-серой окраской и имеют порфировую, микропорфировую или слабопорфировую (реже афировую, сферолитовую) структуру (рис. 3). В выделениях: таблитчатый плагиоклаз, псевдоморфозы хлорита и кальцита по амфиболу, калиево-натриевый полевой шпат таблитчатой формы, пелитизированый, содержащий пойкилитовые включения измененных пироксена и амфибола.



Рис. 2. Фотографии штуфов пород внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов

Ч-108 — кварцевый сиенит-порфир, Чадак; Ч-111 — трахит, Чадак; Ч-122- мелкозернистый граносиенит, Чадак; АК-61/2 — среднезернистый граносиенит, Актепа; АК-45 измененный граносиенит, переработанный флюидами, Актепа; АК-52 — маломощная сиенитовая дайка в меланогаббро, Актепа. DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS Научно-технический вестник Брянского государственного университета, 2020, №4 Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2020, No.4 DOI: 10.22281/2413-9920-2020-06-04-547-576



Рис. 3. Микрофотографии прозрачных шлифов сиенитоидных даек: а, в, д, е – снимки получены без анализатора, б, г, ж, з – с анализатором.

Основная масса пород скрытокристаллическая, мелкозернистая, гипидиоморфнозернистая, обычно сильно разложенная и состоит из пелитизированных идиоморфных зерен полевого шпата и ксеноморфного кварца в мезостазисе. В меньшем количестве встречаются идиоморфные лейсты плагиоклаза (рис. 3).

В Чадакском рудном поле наряду с дайками сиенит-порфиров и трахитов, нами выявлены дайки сферолитовых трахитов, ассоциирующие с шаровидными дайками трахидолеритов. Их отличительная особенность – наличие радиально-лучистых образований, сложенных кварцем и полевыми шпатами, между которыми располагается вулканическое стекло или микрофельзитовая масса (рис. 4 и 5).







Рис. 5. Микрофотографии прозрачных шлифов дайки сферолитового трахита, Чадакского рудного поля. Шлиф № ЧВ-1

а-е – радиально-лучистые сферолитовые образования, сложенные кварцем и полевыми шпатами, между которыми располагается вулканическое стекло; ж-з – радиальноориентированная кристаллизация полевых шпатов на стенках прожилков гематитсодержащих редкоземельных карбонатов; а, в, ж – снимки получены без анализатора, остальные – с анализатором.



Главная часть выделений (60%) принадлежит обычно идиоморфному калиевому полевому шпату, иногда пертитового строения. Изучение на электронном микроанализаторе (Jeol-8800Rh, Япония) показало близость минерала к анортоклазу. Плагиоклаз кислый (An₁₋₂₃), встречается реже калиевого полевого шпата (37% порфировых выделений) как в виде самостоятельных зерен, так и в виде внутренних частей зональных кристаллов (табл. 1).

Таблица 1

Составы полевых шпатов пород сиенитодных малых интрузий и даек Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, %

№ пробы	n	SiO ₂	Al_2O_3	FeO*	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	BaO	Сумма	An	Ab	Or	Cel
						Пл	агиок	лаз						
09-M24	5	67,53	20,17	0,49	0,01	0,34	11,65	0,15	0	100,34	1,65	97,41	0,94	0
00 1/22	11	64,71	21,65	0,29	0,03	1,34	10,70	0,92	0	99,64	6,71	87,37	5,92	0
09-10122	2	65,75	20,47	0,10	0	0,18	10,21	3,29	0	100,00	0,32	78,13	21,55	0
	3	47,99	25,13	0,18	0,03	25,3	1,25	0,13	0	100,01	85,3	13,6	1,1	0
AK 05	3	57,01	26,66	0,33	0,05	9,56	5,87	0,39	0	99,87	45,2	52,3	2,5	0
AK-05	2	61,15	24,32	0,33	0,02	6,10	7,55	0,54	0	100,01	30,0	66,6	3,4	0
	4	69,09	19,82	0,07	0,02	0,25	10,68	0,02	0	99,95	1,3	98,6	0,1	0
АК-17	3	67,87	19,81	0,29	0,03	0,24	11,72	0,21	0	100,17	0,78	97,99	1,23	0
АК-22	1	68,36	20,05	0,02	0,11	0,02	11,10	0,34	0	100,00	0,09	97,76	2,14	0
АК-26	3	68,43	20,05	0,22	0,02	0,42	10,76	0,03	0	99,93	2,11	97,69	0,19	0
АК-31	4	68,78	19,73	0,43	0,05	0,10	10,51	0,35	0	99,95	0,51	97,16	2,31	0
Ч-14/14	4	66,98	21,53	0,87	0,08	1,37	7,90	1,17	0	99,90	8,03	83,15	8,82	0
Ч-19/14	3	69,55	19,82	0,05	0	0,08	10,37	0,12	0	99,99	0,42	98,76	0,81	0
Ч-23/14	4	66,71	20,20	0,35	0	0,26	12,33	0,17	0	100,02	0,64	97,45	1,03	0
ЧВ-1/14	2	67,62	18,77	0,74	0	0,41	9,59	2,65	0	99,78	3,10	83,28	16,40	0
Анортоклаз														
09-M22	1	56,17	29,50	1,77	0,09	0,32	5,80	6,84	0	100,49	1,84	48,13	50,03	0
$U_{-}1/1/1$	1	53,89	27,56	4,17	0,11	5,12	3,66	5,54	0	100,05	33,65	27,18	39,15	0
1-14/14	1	60,70	24,35	2,05	0,10	1,30	4,73	6,30	0,47	97,95	7,11	46,04	43,83	3,02
						0	ртокл	a 3						
49-M07	3	62,99	19,62	0,03	0	0,02	0,51	17,29	0,02	100,48	0,04	4,29	95,62	0,05
09-M24	6	64,37	18,67	0,27	0	0,01	0,37	16,84	0	100,53	0	1,94	98,06	0
09-M22	11	63,26	19,42	0,12	0,01	0	0,74	16,35	0	99,92	0,09	3,27	96,64	0
АК-03	3	64,94	17,95	0,84	0	1,54	0	14,76	0,05	100,08	5,42	0	94,57	0
АК-17	2	64,22	18,57	0,14	0,05	0,05	0,90	16,35	0,22	100,50	0	0,15	99,79	0,06
АК-22	1	64,84	18,59	0,01	0,17	0,14	0,33	15,92	0	100,00	0,66	2,79	96,55	0
АК-31	2	63,37	18,05	0,86	0,06	0,16	0,28	16,63	0,28	99,89	0,67	2,29	96,91	0,13
Ч-14/14	2	63,41	18,26	0,10	0	0,02	0,59	16,59	1,03	100,00	0	1,74	98,23	1,93
U-19/14	3	63,69	18,08	0,18	0,03	0,33	0,03	17,15	0,25	99,74	0,88	0	98,44	0,68
Ч-23/14	2	65,15	19,37	0,23	0	0,30	1,40	13,41	0,17	100,03	1,48	12,43	85,24	0,83
Ч-29/14	3	63,80	18,39	0,33	0,01	0,12	0,31	17,07	0,24	0	0,88	0,18	97,16	1,78
ЧВ-1/14	1	67,46	17,25	0,29	0	0,26	3,83	11,01	0	100,01	0,84	11,13	88,03	0

Примечание: здесь и далее в тексте и таблицах: FeO* = FeO+Fe₂O₃; n – количества определений; содержания CO₂ и H₂O – не определены; микрозондовые анализы выполнены У.Д.Мамарозиковым на электронном микроанализаторе «Jeol-8800R» (Япония) в ИГиГ Госком геологии РУз; 09-М24 – дайка мелкозернистого граносиенит-аплита в Бешкулсьском штокоподобном теле граносиенит-порфиров; 09-М22 – граносиенит-порфир, Бешкульское





штокоподобное тело; 49-М07 – дайка кварцевого сиенит-порфира (Ерташсайская площадь, Каттаакар); АК-03 и АК-05 –монцониты, Актепинский габбро-монцонит-сиенитовый массив; АК-17, АК-22, АК-26 и АК-31 – дайки трахитов (АК-26 и АК-31), кварцевых сиенитов (АК-22) и граносиенитов (АК-17), Актепинский габбро-монцонит-сиенитовый массив; Ч-14/14, Ч-19/14, Ч-23/14, Ч-29/14 и ЧВ-1 – дайки кварцсодержащих (Ч-14/14, Ч-19/14), кварцевых (Ч-29/14), ортоклазовых (Ч23/14) сиенит-порфиров и сферолитовых трахитов (ЧВ-1) Ча-дакского рудного поля.

Кварц в порфировых выделениях встречается не часто, образуя корродированные зерна.

Темноцветные минералы очень редки и представлены зеленой роговой обманкой, реже биотитом, обычно полностью замещенными хлоритом, карбонатом, эпидотом, магнетитом, а биотит, кроме того, мусковитом (табл. 2). Основная масса породы сложена пелитизированным калиевым полевым шпатом и кварцем, причем последний играет подчиненную роль.

Кроме того, в основной массе присутствуют плагиоклаз, хлорит и рудный минерал. В зоне контакта основная масса имеет микропойкилитовую и фельзитовую структуру. Местами количество кварца в основной массе уменьшается, и порода переходит в кварцевые сиенит-порфиры; иногда количество кварца увеличивается, и порода превращается в гранит-порфиры. Под микроскопом – полностью раскристаллизованная порфировая порода, состоящая в основном, из крупных кристаллов плагиоклаза, размер которых варьирует в пределах от 0,1 до 1,0 мм; редко отмечаются призматические кристаллы роговой обманки и таблички биотита с неправильными очертаниями, размером 1-2 мм, а также кварца, микропертита.

В породе установлены следующие акцессорные минералы: циркон, апатит, флюорит, редкоземельные карбонаты, ортит и другие.

Таблица 2

Составы фемических породообразующих минералов пород малых интрузий и даек Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, %

№ пробы	n	SiO ₂	TiO ₂	Al_2O_3	FeO*	MnO	V_2O_5	Cr ₂ O ₅	MgO	CaO	Na ₂ O	K_2O	Cl	Всего	
						r	Энста	гит							
09-M24	2	53,84	0	9,77	0,84	0	0	5,80	22,38	0,98	0,19	2,67	0,38	96,85	
				•		J	Циопс	ид							
АК-26	3	54,23	0,0	0,80	6,41	0,56	0,08	0	14,29	23,23	0,28	0	0	99,88	
	Авгит														
AV 05	3	52,70	0,13	1,89	19,40	0,75	0,06	0	12,31	12,54	0,04	0,14	0,06	100,02	
AK-03	8	54,26	0,40	1,68	13,64	0,69	0,16	0	16,37	12,56	0,08	0,14	0,05	100,03	
	Амфибол (феррочермакит)														
Ч-14/14	U-14/14 5 38,92 0,07 23,55 12,18 0,32 0,03 0 0,98 23,72 0,18 0,06 0 10														
				•	Ам	фибо.	п (феј	рроэді	инит)			•			
	4	42,41	0,68	7,40	19,60	1,19	0	0	8,00	10,73	2,05	1,23	0,22	93,51	
09-M22				Амфи	бол (я	келези	стая]	рогов	ая обм	анка)				
	1	43,70	0,02	19,78	13,25	0,30	0	0	0	19,46	0,12	0,01	0	96,64	
				Щ	елочн	ой ам	фибол	і (арф	ведсо	нит)					
09-M24	1	32,04	0,21	11,41	46,99	0,07	0	0	0,58	0,11	8,30	0,29	0	100	

DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

№ пробы	n	SiO ₂	TiO_2	Al_2O_3	FeO*	MnO	V_2O_5	Cr_2O_5	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	Всего
							Биоти	ſT						
40 M07	3	36,67	1,63	16,97	27,04	0,55	0	0	4,03	0	0	9,41	0,56	96,84
49-10107	1	28,90	2,07	17,07	31,54	0,54	0	0	3,06	0	0	5,54	0,29	89,01
00 1/24	1	40,61	0,09	18,32	23,11	0,31	1,57	0	0	0,28	0,32	7,30	0	91,91
09-10124	10	37,26	2,08	12,19	19,54	0,74	0	0	11,84	0,09	0,25	8,86	0,27	93,12
АК-03	3	40,12	4,09	14,79	14,95	0,43	0,16	0	15,56	0,20	0,27	8,07	0,16	98,87
81-90	1	36,10	3,26	10,95	17,79	0,25	0	0	13,29	0	0,29	9,37	0,40	91,70
80/90	1	35,24	5,74	12,55	13,33	0,33	0	0	14,10	0	0,50	8,76	0,17	90,72
80a/90	1	35,56	5,06	12,26	13,21	0,15	0	0	14,88	0	0,36	9,32	0,21	91,01
						N	Луско	вит						
09-M24	3	48,98	0,07	30,97	5,11	0,10	0	0	0,87	0,59	0,29	9,70	0	96,68
АК-03	1	49,36	0,03	28,21	4,55	0,09	0,03	0	2,56	0,66	0,42	8,98	0	95,00
АК-17	3	45,98	0,10	26,60	1,48	0,07	0,05	0	2,32	0,34	0,34	8,82	0	86,10

Окончание табл. 2

Примечание: в амфиболах Бешкульского граносиенитового штока: La₂O₃ – 0,66; Ce₂O₃ – 0,62; в Анализы биотитов проб №№ 81-90, 80/90, 80а/90 – по [13]: 81/90 – граносиенит, Актепа; 80/90 и 80а/90 – сиенит, Актепа.

В.Н. Волков и другие [13] на Актепинском рудном поле выделяют две группы сиенитоидов: плутонические и субвулканические (дайковые). Бийназарский и Джусалисайский сиенитоидные тела субвулканического облика и по морфологическим особенностям и составу весьма близки к сиенитоидам Чильтенского штока. Сиенитоиды, участвующие в строении Актепинского массива имеют плутонический облик, которые пространственно тяготеют к интрузивным телам габброидов и по суммарному объему резко уступают ему. Наиболее ранние сиенитоиды этой группы по составу близки к формировавшимся до этого породам поздней фазы габброидного массива. Поэтому при рассмотрении эволюции минерального состава актепинских магматических пород в возрастном ряду от ранней фазы габброидов до поздней фазы сиенитоидов рубеж между этими группами пород незаметен: от начала к концу этого ряда в составе пород плавно нарастает содержание кварца и калишпата. Параллельно с этим убывает и площадь выходов соответствующих пород, сформированных в ходе прогрессирующей кристаллизационной дифференциации субщелочной базитовой магмы. Исходя из этого можно считать, что мелано-, мезо-, лейкократовые габбро, монцогаббро и сиенитоиды, слагающие Актепинский массив, генетически связаны между собой и представляют разные фазы эволюции первичной субщелочной базальтовой магмы [13]. Кроме того, это дает возможность объяснить близость возраста базитовых и сиенитоидных даек, совместное нахождение их в одном поле или встречаемость в строении сложных даек.

По химизму и петрохимическим особенностям сиенитоиды малых интрузий и даек Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов полностью соответствуют друг другу. Они имеют идентичные содержания SiO₂ и охватывают широкий спектр средних (сиениты и кварцсодержащие сиениты), кислых (кварцевые сиениты и граносиениты) пород, характеризующиеся повышенной щелочностью (Na₂O+K₂O – 5,5 – 10 %).

По петрохимическим коэффициентам пермские сиенитоиды Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов относятся к калий-натриевой серии (в малых интрузиях $Na_2O/K_2O - 0,38-1,90$, в среднем – 1,40; в дайках $Na_2O/K_2O - 0,54-1,31$, в среднем – 0,80) и высокоглиноземистому ряду (в малых интрузиях al' – 0,76-4,78, в среднем – 2,86; в дайках al' – 1,13-4,43, в среднем – 2,41) магматических пород.



Значения коэффициентов агпаитности сиенитоидов малых интрузий (Ka - 0,23-0,45, в среднем – 0,35) совпадают с аналогичными коэффициентами сиенитоидных даек (Ka - 0,26-0,61, в среднем – 0,45). Похожую картину можно увидеть при сопоставлении их значений коэффициента фемичности (в малых интрузиях f' – 1,90-16,82; в среднем 9,00; в дайках f' – 3,00-15,27; в среднем – 8,77).

На дискриминационной диаграмме AFM (рис.6, а,б), предложенной Куно и др. [14], можно различить толеитовые и известковощелочные (в том числе щелочные) серии магматических пород. Характер размещения точек пород сиенитоидов малых интрузий и даек Кумбель-Угамской зоны на этой диаграмме одинаковый, т.е. все точки попадают на известково-щелочную область.



Рис. 6 – Размещение пермских малых интрузий (а, в, д) и даек сиенитоидов (б, г, е) Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов на петрохимических диаграммах

Буквы в кружках: а- и б- диаграмма AFM X.Куно [14], для разделения толеитовых и известково-щелочных серий магматических пород, где A=Na₂O+K₂O, F=FeO+Fe₂O₃x0.9,

М=MgO; в- и г- дискриминационная диаграммах А/NK – А/СNК Маниэра и Пиколи [15], где А=Al₂O₃, N=Na₂O, K=K₂O, C=CaO; ди е- дискриминационная диаграмм R₁-R₂ Батчеловор-Боудена [16].

На петрохимической диаграмме A/NK – A/CNK [15] сиенитоидные малые интрузии и дайки размещаются в поле высокоглиноземистых пород (рис. 6, в.г).

Размещение точек пермских малых интрузий и даек сиенитоидов на петрогенетической дискриминационной диаграмме R_1 - R_2 Бачеловор-Боудена [16] указывает на петрогенезис их, который свойственен частично для послеколлизионного, в большинстве случаев внутриплитного развития складчатых областей (рис. 6, д-е).

3. Главные минералы-концентраторы и минералы-носители рудных элементов

Для выявления главных минераловконцентраторов благородных и редких металлов в породах внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов с помощью электронного микроанализатора «Jeol-8800Rh» исследованы формы нахождений и состав около 60 разновидностей акцессорно-рудных минералов и рудоносных флюидных включений (таблицы 3-13).

Самородные металлы и металлические сплавы. В граносиенитах Бешкульского штока были определены металлические сплавы, имеющие алюминий-никелевые и медь-цинковые составы (табл. 3). Микровключения самородного молибдена с незначительными примесями вольфрама (0,47%), рения (0,32%), осмия (1,23%) и серы (0,49%) нами были выявлены в дайках граносиенитаплитов того же интрузива. В кварце граносиенитов Бешкуля выявлено самородное золото, в составе которого присутствуют примеси платиноидов (3,60 %), меди (0,49 %), молибдена (0,50) и ниобия (0,99 %).

Из акцессорных минералов во внутриплитных сиенитоидах Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов самыми распространенными являются оксиды железа и титана. DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

Таблица 3

Результаты микрозондового исследования металлических сплавов граносиенитов Бешкульского массива, %

№ про-	n	Si	Al	Fe	Ni	V	Cr	Cu	Zn	Mo	Pt	Ag	Au	S	
бы															
					Ca	аморо	дный	молиб	ден						
09-M22	2	3,02	0	0,71	0	0	0,68	0	0	93,09	0	0	0	0,49	
	Аl-Ni-вый сплав														
09-M22	1	4,39	41,86	0,21	53,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
						Cu-Z	л-вый	і сплаі	3						
09-M24	1	0,32	0,54	0,24	0	0	0	61,61	37,03	0	0	0	0	0,26	
						Самој	родное	е золот	10						
09-M24	2	0,20	0	0,46	0	0	0	0,49	0	0,50	3,60	0	93,76	0	
_															

Примечание: Кроме вышеприведенных элементов в сплавах присутствуют следующие примеси (в %): в самородном молибдене W -0,47, Re -0,32, Os -1,23; в самородном золоте Nb - 0,99; в Pb-V-Pt - вом сплаве Tl -1,19.

Магнетит и титаномагнетит встречаются во всех разновидностях сиенитоидов (табл. 4). Их мелкие кристаллы, скопления в матрице пород сиенитовых даек, кварцевых сиенит-порфирах и порфировидных граносиенитах малых интрузий наблюдаются в межзерновых пространствах породообразующих минералов (рис. 7), чаще ассоциируя с апатитом.



Рис. 7. Растровый снимок скоплений кристаллов магнетита в межзерновых пространствах породообразующих салических минералов (дайка кварцевого сиенит-порфира, левый приток р. Каттаакар, Ерташская площадь). Ув. 300^X

Магнетиты даек сиенитоидов являются носителями золота, серебра, платиноидов. Это подтверждается определением их примесей в составе магнетитов этих пород. Например, в магнетитах дайки трахита Актепинского рудного поля установлены (в %): Rh - 0,04; Pd - 0,16; Pt - 0,54; в магнетитах даек сиенит-порфиров и сферолитовых трахитов Чадакского рудного поля определены примеси (в %): Au - 0,0n-0,36; $Ag_2O - 0,0n$ -

0,12; Ru_2O_3 –0,0n-0,27; Rh_2O_3 – 0,0n-0,58; Pd –0,0n-0,28.

Ильменит и манганильменит относительно меньше встречаются в сиенитоидах малых интрузиий и даек, чаще образуются титанит или рутил (лейкоксен). Ильменит и манганильменит почти всегда являются носителями ниобия, но наибольшее содержание его определено в манганильмените $(Nb_2O_5 - 0.65\%; Ta_2O_5 - 0.24\%).$





Таблица 4

Результаты микрозондового исследования магнетита, титаномагнетита, ильменита, манганильменита, гематита, рутила и титанита пород внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, %

Номера проб	n	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	Cr ₂ O ₃	CoO	NiO	V ₂ O ₅	MgO	CaO	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	CuO	ZnO	Y ₂ O ₃	Сумма
]	Магнет	ГИТ								
49-M07	1	0,55	0,53	0,16	84,45	0,36	2,12	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0	0	88,31
09-M24	4	6,39	0	2,59	85,19	0	0,13	0	0	0	0	0,31	0	0	0	0	0	94,61
09-M22	8	1,43	0,99	0,51	82,50	0,46	0	0	0	0,19	0	0,15	0	0	0	0	0	86,23
АК-05	3	1,59	0,40	0,15	96,86	0,29	0	0,04	0,06	0,46	0	0,17	0	0	0	0	0	100,02
АК-17	1	5,75	0,52	3,07	89,91	0,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99,25
АК-26	2	0,39	2,05	0	95,32	0,27	0	0	0,25	0	0	0,35	0	0	0	0	0	98,63
АК-31	8	2,11	4,46	0,34	88,32	0,87	0	0,01	0,25	0,19	0	1,09	0	0	0	1,50	0	99,14
Ч-14/14	5	0,74	0,01	0,31	98,15	0,04	0	0,16	0,04	0,15	0	0	0	0	0	0	0	99.60
Ч-19/14	1	0,93	0	0,29	98,53	0,07	0	0	0	0,03	0	0,11	0	0	0	0	0	99.96
Ч-23/14	4	2,84	0,21	0	94,37	0,10	0	0	0	0,10	0	0,34	0	0	0	0	0	97,69
Ч-29/14	6	1,19	0,06	0,07	97,38	0,06	0	0,06	0,12	0,03	0	0,29	0	0	0	0	0	99.26
ЧВ-1/14	3	2,70	0,03	0	96,19	0	0	0	0,15	0,02	0	0	0	0	0	0	0	99,09
								Тита	аномаг	нетит								
49-M07	4	0,39	11,92	0,12	73,54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85,97
АК-03	3	0,79	13,53	0,09	78,25	0,06	0	0,02	0	0,57	0,15	0,19	0	0	0	1,56	4,25	99,46
АК-31	3	1,70	20,50	1,21	72,72	0,76	0	0	0,21	0,60	0	0,63	0	0	0,02	1,44	0	99,79
Ч-19/14	4	31,01	30,19	5,70	1,19	0,08	0	0	0	0,45	0,91	27,53	0,57	0,20	0	0	0	97,83
							Ил	ьменит	, манга	нильм	енит							
49-M07	6	0,07	53,32	0,02	30,38	13,56	0	0	0	0,53	0	0	0,65	0,24	0	0	0	98,77
09-M22	2	0,47	54,16	0,11	39,13	0,50	0	0	0	0	0	3,34	0,07	0	0	0,59	0	98,39
АК-03	1	0,76	56,25	0	39,70	0,43	0	0	0	0	0	0,96	0,59	0,10	0	0	0	100,01
AK-05	5	0,33	46,27	0,15	50,11	2,55	0	0	0	0,18	0	0,34	0,06	0	0	0	0	99,99
AK-26	2	0,20	47,27	0,01	48,20	2,25	0	0	0	1,28	0	0,22	0	0	0	0	0	99,43



Окончание табл. 4

Номера проб	n	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	Cr ₂ O ₃	CoO	NiO	V ₂ O ₅	MgO	CaO	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	CuO	ZnO	Y ₂ O ₃	Сумма
II 14/14	2	3,69	48,17	0,38	28,25	14,18	0	0,07	0,08	0,76	0,29	4,04	0	0	0	0	0	99,91
9-14/14	2	0,63	49,85	0,13	40,21	7,49	0	0	0	0,73	0,06	0,92	0	0	0	0	0	100,02
II 20/14	1	1,67	56,41	0,77	23,45	0,55	0	0	0	1,28	0	2,24	0.14	0	0	1,46	0	87,97
9-29/14	1	0,31	57,67	0,46	38,75	0,75	0	0	0	0,83	0	0,54	0.13	0	0	0,20	0	99,94
									Гемати	IT								
АК-22	4	11,26	0,22	0,68	73,91	0	0	0,02	0	0,08	0,43	1,03	0	0	0,43	0	0	88,39
								Рутил,	ильме	норути	Л							
00 M24	6	0,65	87,31	0,10	2,56	0,01	0	0	0	0,82	0	0,34	5,76	0,21	0	0	0	97,89
09-1124	1	0,68	94,90	0	1,62	0,01	0	0	0	0,62	0	1,09	0,66	0	0	0	0	99,58
АК-17	6	0,72	91,75	0	1,71	0,02	0	0	0	2,36	0	0,12	3,06	0,03	0	0	0	99,77
АК-22	2	1,08	85,27	0	1,39	0,25	0	0	0	1,83	0	0,12	1,99	0,11	0	0	7,74	99,28
АК-31	2	0,36	97,22	0	1,10	0,01	0	0	0,04	0,95	0	0,14	0,14	0,08	0	0,12	0	100,16
II 22/14	1	0,63	83,01	0,06	14,32	0,11	0	0	0	0,53	0	0,15	0	0	0	0	0	98,81
9-23/14	2	1,15	91,60	0,31	2,74	0,05	0	0	0	0,47	0	0,46	0	0	0	0	0	96,78
ЧВ-1/14	3	0,56	95,23	0,10	1,67	0,10	0	0	0	1,39	0	0,22	0,72	0,05	0	0	0	100,04
									Титани	П								
09-M22	8	30,08	30,01	4,11	2,82	0,04	0	0	0	0,28	0	26,64	0,58	0	0	0	0	94,56
АК-05	1	29,91	37,49	2,38	0,40	0,03	0	0	0	0,16	0	29,64	0	0	0	0	0	100,01
A IC 21	4	21,20	20,64	4,37	35,80	0,18	0	0	0,03	0,53	0	16,89	0	0	0	0,39	0	100,03
AK-31	3	32,28	29,91	6,53	1,56	0,03	0	0	0,04	0,66	0	28,79	0	0	0	0,15	0	99,95
Ч-14/14	4	30,37	37,03	2,19	0,98	0,10	0	0,04	0,04	0,71	0,22	28,34	0	0	0	0	0	100,02
Ч-29/14	2	30.61	32.69	4.20	2.14	0.21	0	0	0	0.68	0.45	28.13	0.66	0	0	0	0	99.77

Примечание: рутилы граносиенита Актепинского массива (Ак-17) содержат Sc₂O₃ до 1,70 % (ср. из 3-х анализов 0,28 %); в магнетитах дайки трахита Актепинского рудного поля (проба №АК-26) установлены (в %): Rh – 0,04; Pd – 0.16; Pt – 0.54; в магнетитах даек кварцсодержащего сиенит-порфира (пробы №Ч-14/14 и №Ч-19/14), кварцевого сиенит-порфира (Ч-29/14), ортоклазового сиенит-порфира (проба №Ч-23/14) и сферолитового трахита (проба №ЧВ-1/14) Чадакского рудного поля определены примеси (в %): Au – 0,11; 0,14; 0.36; 0,04; 0,01; Ag₂O – 0,00; 0,12; 0,07; 0,01; 0,05; Ru₂O₃ -0,03; 0,00; 0,04; 0,27; 0,05; Rh₂O₃ – 0,00; 0,00; 0,02; 0,58; 0,04; Pd – 0.05; 0,00; 0,28; 0,00; 0,16; в манган-ильменитах граносиенит-порфиров (проба 09-М24, Бешкульский интрузив) $P_2O_5 - 1,61$; в гематитах кварцевых сиенитов Актепинского массива (АК-22) содержатся (в %): SO₃ – 2,35; 7,11; 4,73; PbO – 14,01; 0,0; 7,00; Ag₂O – 0,0; 0,43; 0,22.



Научно-технический вестник Брянского государственного университета, 2020, №4 Nauchno-tekhnicheskiy vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta, 2020, No.4 DOI: 10.22281/2413-9920-2020-06-04-547-576

Ильмениты граносиенит-порфиров Бешкульского интрузива, дайки кварцевого сиенит-порфира Чадакского поля содержат примеси цинка (соответственно, ZnO – 0,59 % и 0,83 %).

DIRECTORY OF OPEN ACCESS

Рутил во всех разновидностях сиенитоидов малых интрузий и даек является ниобийсодержащим (рис. 8, табл. 5).

В ниобийстых рутилах граносиенитаплита Бешкульского штока определены примеси окислов вольфрама (WO₃ – 0,55 %) и скандия (Sc₂O₃ – 0,41 %).



Рис. 8. Растровый снимок формы выделений ниобийстого рутила в граносиенитах Бешкульского штока. Аншлиф №09-М24. Ув. 60^x

Гематит характеризуется неравномерным распределением в сиенитоидах. Он встречается в виде мелких вкрапленников в купольных и апикальных частях сиенитоидных тел, образуя неправильные кристалльные формы в стенках микропор полевых шпатов, формирование которых связано с дефлюидизацией постмагматического расплава сиенитоидов и циркуляцией рудогенерирующих кремнещелочных флюидов (рис. 9).



Рис. 9. Растровый снимок микропор альбита, стенки которых сложены гематитом, внутренние части заполнены серицитовым агрегатом. Аншлиф № 09-М24, граносиенит Бешкульского штока. Ув. 150^х

Гематиты микропор в граносиенитах Бешкульского интрузива содержат (в %): AuO - 0,21; $Ag_2O - 0,10$; $Ru_2O_3 - 0,05$; $Rh_2O_3 - 0,18$. Гематит наблюдается также в составе кварц-гематит-хлоритовых прожилков в сиенитах и граносиенитах по системе трещин. Состав прожилков изменяется от кварцевогематитовых, карбонатно-гематитовых до монохлоритовых и кварц-хлоритовых.

Свинцовый бисмит установлен в граносиенатах Бешкульского штока. Единичные микровключения его встречаются в кварце и ортоклаз-пертите (рис. 10, табл. 5), в виде порошковатых, землистых агрегатов. Образуется за счет окисления висмутсодержащих сульфидных минералов, на что указывает присутствие в его составе серы (SO₃ - 2,79). Он образует минералогический парагенезис со свинцовым суриком и молибдитом, которые являются вторичными минералами, развивающимися за счет окисления сульфидных минералов в близповерхностных условиях. В составе молибдита установлены примеси серы (SO₃ - 3,12 %), осмия (Os -1,28 %) и рения (0,16 %). Свинцовому сурику, выявленному в граносиенитах Бешкульского штока характерны примеси хрома и фтора (Cr₂O₃ - 3,43 %; F - 7,50 %).



Рис. 10. Растровые снимки формы выделения микровключений свинцового бисмита в кварце и ортоклаз-пертите. Аншлиф №09-М24, граносиенит Бешкульского штока. Ув. 125^х

Циркон среди акцессориев пород сиенитоидных малых интрузий и даек Кумбель-Угамской зоны разломов является более распространенным силикатом-концентратором редких элементов (циркония и гафния), но содержание его в них неравномерно. Отно-

$$\bigcirc \bigcirc \bigcirc \bigcirc$$

сительно часто встречаются дипирамидальные, ромбо-октаэдрические кристаллики циркона, имеющие изометричные, почти овально-округлые очертания в кварцевых сиенитах чильтенского копмплекса Цирконы малых интрузий и даек сиенитодов региона по значению Zr/Hf, набору элементов-примесей идентичны (табл. 6).

Таблица 5

Результаты микрозондового исследования свинцового бисмита и свинцового сурика, молибдита и свинцового касситерита дайки граносиенит-аплита (Бешкульский интрузив), %

n	SiO ₂	Al_2O_3	FeO*	Cr_2O_3	MgO	CuO	PbO	MoO ₃	SnO ₂	Bi ₂ O ₃	SO ₃	F	Сумма	
					(Свині	овый	бисмит	Г					
2	1,53	0,44	0,48	0,36	5,19	0	19,71	0	0	68,28	2,62	0	97,21	
	Свинцовый сурик													
1	1 2,57 0 0 3,43 0 0 82,11 0 3,69 0 0 7,50 99,30													
	Молибдит													
2	0,72	0	0,37	0	0	0	0	94,36	0	0	3,12	0	100,01	
					Св	инцо	вый ка	сситер	ИТ					
2	0,52	0	0	0	0	0,39	23,58	0	75,51	0	0	0	100,00	

Примечание: в молибдите содержатся примеси рения (Re- 0,16 %) и осмия (Os-1,28 %).

Таблица 6

Результаты микрозондового исследования циркона пород внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, %

Номера проб	n	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	CaO	ZrO ₂	HfO ₂	TR_2O_3	ThO ₂	UO ₂	Сумма
40 M07	2	30,75	1,53	4,49	0,16	0,56	55,35	2,16	0	0	0	95,35
49-1010/	3	32,81	0	0,47	0	0	65,63	1,64	0	0	0	100,55
09-M22	7	31,66	0,76	0,51	0	0,13	60,15	4,61	0,03	0,20	0,28	98,33
АК-17	7	32,76	0	0,95	0	0	65,39	0,15	0,13	0,03	0,11	95,52
АК-22	5	33,52	0	0,22	0	0	66,27	0,17		0,01	0	100,19
АК-26	2	32,95	0	0,56	0	0	65,10	0,62	0,08	0,23	0,54	100,08
Ч-23/14	1	30,88	0	1,97	0,03	1,04	61,96	2,45	0	0	0	98,33
Ч-29/14	1	32,96	0,60	0,52	0,01	0	64,30	1,60	0	0	0	99,99

Следующие главные концентраторысиликаты редких и редкоземельных элементов в продуктах внутриплитного сиенитоидмагматизма региона представлены ного сложными силикатами – ортитами и чевкинитами. Они обнаружены в дайках кварцсодержащих сиенит-порфиров Чадакского рудного поля, кварцевых сиенитов Ерташской площади, граносиенит-порфирах Бешкульского интрузива, размещенных в пределах Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов (табл. 7). Микрозондовыми исследованиями в ортитах граносиенитпорфира Бешкульского тела выявлено присутствие фтора (0,7-3,30 %), в ортитах дайки кварцсодержащего сиенит-порфира (проба № Ч-19/14) установлены (в %): F - 1,75; Au – 0,09; Ag₂O – 0,08, а в чевкинитах кварцевых сиенит-порфиров Ерташской площади V₂O₅ – 0,41 %; Na₂O – 1,50 %; PbO – 0,71 %; WO₃ – 1,70 %; Nb₂O₅ – 8,32 %; Ta₂O₅ – 2,05 %; в чевкините граносиенит-аплита Бешкульского интрузива Nb₂O₅ – 1,46 %.



Таблица 7

Результаты микрозондового исследования сложных силикатов редких земель пород внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, %

Номера проб	n	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	CaO	La ₂ O ₃ *	Yb ₂ O ₃ *	TR_2O_3	UO ₂	Сумма
						Орті	ИТ					
	13	29,74	0	13,09	17,11	0,67	10,27	25,75	3,32	29,07	0	99,95
40 1407	23	29,32	0	16,35	13,27	0,66	9,14	28,58	2,49	31,07	0	100,0
49-10107	33	31,88	0	17,33	11,90	0,56	9,70	24,48	2,10	26,58	0	97,95
	9	30,76	0,11	16,10	16,93	0,60	10,63	23,72	2,91	26,63	0	101,8
09-M24	2	29,14	0	12,23	18,20	0,33	9,60	24,33	0	24,33	0	93,29
	6	30,23	1,36	12,94	15,61	1,06	9,88	23,79	0	23,79	0,35	95,22
09-M22	3	31,37	0,43	17,51	12,92	2,28	10,29	21,94	0	21,94	0	96,74
	9	30,61	1,04	14,46	14,72	1,47	10,02	23,17	0	23,17	0,22	95,78
Ч-19/14	4	31,02	0,45	15,30	15,17	0,39	10,93	22,84	1,16	24,00	0,05	97,31
						Чевк	инит					
09-M24	2	27,32	13,25	0,36	10,14	0,40	1,93	39,60	0	39,60	4,32	97,32

Примечание: 13, 23, 33 – соответствующие зоны зонального кристалла ортита; в ортитах граносиенит-порфира Бешкульского тела (проба № 09-М22) присутствует фтор (соответственно в %: 0,7; 3,30; 1,40); в чевкинитах граносиенит-аплита (проба № 09-М24, Бешкуль) Nb₂O₅ – 1,46 %; в ортитах дайки кварцсодержащего сиенит-порфира (проба № Ч19/14) установлены (в %): F – 1,75; Au – 0,09; Ag₂O – 0,08.

В табл. 8 приведены результаты микрозондовых анализов *оксидов и гидрооксидов ниобия, редких земель, тория и урана* внутриплитных сиенитоидов Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов. Минералы представлены ризёритом, иттрокразитом, герасимовскитом, которые относительно чаще встречаются в сиенитоидах Ерташского рудного поля, чем в других проявлениях сиенитоидного магматизма.

Таблица 8

Результаты микрозондового исследования сложных оксидов и гидрооксидов ниобия, редких земель, тория и урана дайках кварцевых сиенитов Ерташского и Чадакского рудных полей, %

Номера проб	n	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MgO	CaO	WO ₃	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	TR_2O_3	ThO	UO ₂	Сумма
	Титанистый колумбит													
Ч-23/14	U-23/14 1 2,52 44,05 0,55 12,80 0 2,65 0 22,78 2,54 0 10,83 1,38 100,10													
	Ризёрит													
49-M07	3	0	1,61	1,38	4,33	0	0,11	1,54	39,83	0,71	13,10	0	0	62,14
	Иттрокразит													
49-M07	2	1,88	45,02	0	3,83	1,92	0,75	0	1,05	0	15,66	0	1,40	71,80
	Герасимовскит													
49-M07	2	3,04	26,79	0	5,42	0	0,60	0	19,87	0,96	5,10	0	0,68	62,48
Патака		• TD					· ·			TO ON 1			dire or	Emmory

Примечание: TR – редкие элементы; ризёрит и иттрокразит даек кварцевых порфиров Ерташсайской площади (49-М-07) содержат примесь (в %) ZrO₂ - 0,55 и 0,11 соответственно.





Среди минералов-носителей и минераловконцентраторов редких и редкоземельных элементов в сиенитоидах особое место занимают фосфорсодержащие минералы и собственно фосфаты (табл. 9).

Таблица 9

Результаты микрозондового исследования фосфорсодержащих и собственно фосфатных минералов пород внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, %

Номера проб	n	SiO ₂	FeO*	MgO	CaO	P_2O_5	Cl	F	Y_2O_3	TR ₂ O ₃	ThO ₂	Сумма
					Α	патит						
	1	0	0,85	0	54,96	42,25	0	0	0	2,84	0	100,90
49-M07	3	0,61	0,39	0,07	53,57	40,18	0,01	0	0,11	5,00	0	99,94
	1	5,70	1,90	0	40,33	30,33	0	0	0,22	6,43	12,27	97,18
	4	0,72	0,47	0	53,25	40,78	0	0	0	4,54	0	99,76
00 1422	1	0,24	1,05	0	53,76	41,13	0	0	0	3,30	0	99,48
09-14122	2	0	0,34	0	52,37	38,11	0	0	0	0,69	0	91,51
	4	0,24	0,41	0	51,64	37,46	0	0	0	2,84	0	92,59
АК-05	3	0,20	0,51	0	54,93	40,97	1,76	0	0	1,69	0	100,06
АК-17	3	0	0,33	0	52,41	42,81	0,24	0	1,26	2,84	0	99,89
АК-26	4	0	0,26	0	52,28	42,39	1,21	0	0,34	3,57	0	100,04
Ч-14/14	3	0,38	0,27	0,03	50,02	41,09	0,40	0	0	1,76	0,03	93,98
					Фт	орапат	ИТ					
Ч-19/14	1	0,43	0,62	0	43,79	34,90	0	18,95	1,33	0	0	100,02
Ч-23/14	3	0,57	0,22	0	40,18	33,35	0	25,25	0	0,46	0	100,03
Ч-29/14	3	0,96	0,32	0	40,47	32,26	0	23,47	0	2,60	0	100,08
ЧВ-1/14	1	9,75	1,20	0	35,43	30,38	0,04	21,26	0	0,87	0	98,93
					Μ	онаци	Г					
09-M24	2	0,69	0,17	0	0,14	26,82	0,15	0	0	69,18	3,23	100,38
АК-22	2	0	0	0	0,29	26,90	0	0	0	64,95	0	98,60
					Бр	оитоли	Т	•				
09-M22	1	33,26	1,68	0	0,72	17,46	0	0	0	37,58	9,49	100,19
		Раб	дофани	т и ег	о высок	окарб	онатн	ая раз	новид	цность		
40 107	4	0	1,28	0	0,22	43,90	0,02	0	3,43	14,15	0	63,00
49-1110/	1	0	1,31	0	0	61,60	0	0	0	18,70	0	81,61

Апатит. В сиенитоидах малых интрузий они распространены сравнительно слабее, чем в дайках сиенитоидов, несмотря на то, что они самые обычные и наиболее часто встречающиеся акцессорные минералы магматитов. В сиенитоидных малых интрузиях они преимущественно являются хлорсодержащими и носителями иттрия и редких земель на ранних стадиях кристаллизации фосфатов до появления сложных фторфосфатов редких земель и титана.

Монацит очень типичный акцессорный минерал для сиенитоидов малых порфировых

интрузий и ассоциирующих с ним даек. Он и приведенные в таблице 10 сложные *редкоземельные фторфосфаты итрия, титана и циркония,* характерны для кварцевых сиенитов и граносиенитов, т.е. более поздним дифференциатам сиенитоидного расплава, бедных кальцием с низким содержанием пятиокиси фосфора и повышенными содержаниями фтора, суммы редких земель, что, обычно, приводит к выделению монацита и фторфосфата вместо апатита. Наряду с этими редкоземельными минералами фосфатов магматического генезиса встречаются агрегаты мелких зерен



монацита вместе с рабдофанитом др., в метасоматитах и кварц-гематит-хлоритовых жилах.

Бритолит. Этот водный фосфорсодержащий редкоземельный силикат, также, как и предыдущие минералы, характерен для сиенитоидов, в частности, Бешкульского штока граносиенитов. Он кристаллизовался одним из первых и сингенетичен с цирконом. Размер кристаллов <0,05 мм. Меньшие по размерам кристаллы сильно разрушены.

Карбонаты и фторкарбонаты (в том числе гидрокарбонаты) являются главными носителями и концентраторами редкоземельных элементов в породах пермских малых интрузий и даек сиенитоидов и связанных с ними метасоматитах и рудах. В этих образованиях главные носители редкоземельных элементов представлены кальцитом, фторсодержащим кальцийгидрокарбонатом, фторсодержащим манган-кальцитом, анкеритом, основные концентраторы – кальцинкит и синхизит и его титанистая разновидность и лантанит (табл. 9).

Таблица 9

Номера проб	n	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO*	MnO	MgO	CaO	F	Y ₂ O ₃	TR_2O_3	ThO ₂	Сум- ма
						Кал	ьцит						
09-M24	3	0	0,84	0	0,17	1,13	0,03	51,29	1,51	0	0,84	0	55,81
ЧВ-1/14	1	0,17	0	0,09	1,71	0	0	55,33	4,15	0	1,05	0	62,70
						Анке	рит						
АК-03	6	0,12	0	0	10,89	1,36	10,82	26,17	0	0	2,73	0	54,82
АК-03	1	1,52	0	0	22,87	1,50	1,05	52,01	0	0,35	0	0	79,30
Фторсодержащий манган-кальцит													
49-M07	2	0	0	0	1,72	5,01	0,22	49,93	4,45	0	2,30	0	63,63
					ŀ	Кальци	нкит						
49-M07	2	4,22	0	1,26	0,76	0,06	0	15,76	0	0,33	52,09	0	74,48
09-M22	1	0	0	0	0	0	0	16,10	0	0	52,99	0	69,09
ЧВ-1/14	1	17,50	1,71	1,85	0	0	0	16,43	0	1,80	39,58	0	78.87
			Ti-RI	Е Е-ф то	ркарб	онат –	титан	истый	синхи	ІЗИТ			
09-M24	1	0,36	12,11	0	7,78	0	0	8,75	0	0	34,82	0	63,82
07-112-4	2	0,81	15,24	0	1,85	0	0	11,50	4,68	0	39,66	0	73,74
		-				Синхи	изит						
09-M22	2	6,72	0,11	0,98	8,72	0	0,08	12,33	6,62	0	34,72	0,38	70,28
АК-17	4	0,22	0	0	0,09	0	0	14,74	1,33	0,52	41,12	0,85	58,87
Ч-23/14	6	0,26	0,02	0,02	0,55	0	0	10,23	7,04	0	35,10	1,19	54.41
ЧВ-1/14	6	3,64	0,06	1,32	1,65	0	0	17,97	3,43	1,74	49,36	0	79.17
						Ланта	нит						
Ч-19/14	2	0,17	0	0,04	0,20	0	0	87,66	10,34	1,58	0	0	100,0
Ч-23/14	2	0,22	0	0	0,08	0,05	0,06	65,32	33,35	0	0,88	0	99,93

Результаты микрозондового исследования карбонатов и фторкарбонатов пород внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, %

Примечание: в Ti-REE-карбонате граносиенит-аплита (проба № 09-М-24, Бешкуль) присутствует Nb₂O₅ – 0,91%, в его фтористых разновидностях (проба № 09-М-24, Бешкуль) ZnO₂ – 0,59%; синхизит ортоклазового сиенит-порфира (проба № Ч23/14) содержит (в %): P₂O₅ -0,05; Ag₂O – 0,06; в кальцинкитах и синхизитах дайки сферолитовых трахитов (проба № ЧВ-1/14) установлены (в %): Au – 0,12; 0,20; Ag₂O – 0,00; 0,21; Pd – 0,21; 0,02.



DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS

В дайках сферолитовых трахитах Чадакского рудного поля также определен фторкарбонат редкоземельных элементов – синхизит, криптокристаллы которого образуют удлиненные скопления согласно внутреннему радиально-лучитому строению сферолитов или составляют стенки микропор в них (рис. 11).



Рис.11. Растровые снимки форм нахождений синхизита в дайке сферолитового трахита (проба № ЧВ-1/14) Чадакского рудного поля: а - и б – удлиненные скопления криптокристаллов синхизита согласные внутреннему радиально-лучестому строению сферолитов; в – синхизит (белое)-гематитовые (серое) составляющие стенки микропор

В свою очередь карбонаты и фторкорбанаты (в том числе гидрокарбонаты) являются минералами-носителями некоторых благородных и редких металлов. Например, в титанистом синхизите граносиенит-аплита (проба № 09-М-24, Бешкуль) присутствует Nb₂O₅ – 0,91%, в его фтористых разновидностях (проба № 09М-24, Бешкуль) ZnO₂ – 0,59%. В кальцинкитах и синхизитах дайки сферолитовых трахитов (проба № ЧВ-1/14) присутствую примеси золота, серебра и платиноидов, соответственно: Au – 0,12 %; 0,20 %; Ag₂O – 0,0%; 0,21 %; Pd – 0,21%; 0,02%.

Сульфиды и сульфосоли. В породах внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов сульфидные минералы встречаются неравномерно, сильно рассеяны. Основная часть сульфидных минералов сконцентрирована в сиенитоидных дайках. Среди них преобладает пирит, меньше развит халькопирит, и редко галенит и висмутин (табл. 10).

Таблица 10

Номера проб	n	Fe	Mn	Co	Ni	S	Ag	Cu	Zn	Mo	Re	ЭПГ	TR	
					Х	Калькоі	пирит							
49-M07	49-M07 2 34,17 0 0 33,58 0 26,55 0 0 3,35 1,35 2,26													
						Пир	ИТ							
49-M07	2	43,24	0,13	0	0	50,27	0	0	0	0	1,49	2,77	2,10	
АК-17	7	41,20	0	0	0,12	44,42	0,35	0	0,14	8,60	0	4,42	0,87	
A IC 22	3	42,73	0	0	0,14	41,62	0,25	0	0	7,23	0	0,73	1,01	
AK-22	4	44,12		0	0,14	54,70	0,03	0	0,10	0	0	0	0,67	
АК-26	1	56,49	0	0,08	0,19	34,65	0	0	0	0	0	0,15	0,50	
						Галег	нит							
09-M22	1	0,20	0	0	0	13,82	0	0,08	0	0	0	0	0	
09-M22	1	0	0	0	0	12,72	0	0	0	6,18	0	0	0	

Результаты микрозондового исследования сульфидов пород внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, %

В пирите и халькопирите дайки кварцевого сиенит-порфира Каттаакара (Ерташская площадь) микрозондовым анализом установлены относительно значительные содержания рения, платиноидов и редких земель (%, в пирите Re – 1,49; ЭПГ – 2,77; TR– 2,11; халькопирите Re – 3,35; ЭПГ - 1,35; TR – 1,53). В единичных зернах галенита граносиенитов Бешкульского штока присутствует молибден (Мо – 6,18 %). В пиритах сиенитоидов Актепинского рудного поля содержания примеси серебра и платиноидов достигают до 0,35 % и 4,42 % соответственно. Кроме того, они являются носителями никеля (Ni – 0,12-0,19 %) и редких земель (TR – 0,50-1,01 %), в редких



случаях, молибдена (Мо – 7,23-8,60 %) и цинка (Zn – 0,10-0,14 %).

Кремнещелочные флюиды и нанокристаллы в них. Р.И. Конеевым было предложено считать наноминералом «... минеральный вид или разновидность размерами менее 100 мкм, особенности состава, структуры и свойства которых определяются размерными эффектами. В наномасштабах могут кристаллизоваться наноминералы с нетрадиционной кристаллографией, допускающей симметрию 5, 7 порядков (фуллерены). Возникает кристаллохимия соединений, не существующих в масштабной форме, появляются минеральные виды с «запрещенными» сочетаниями элементов» [17].

Микроскопическим и электронно-микрозондовым исследованиями в дайках кварцевых сиенит-порфиров и сферолитовых трахитов нами установлены рудогенерирующие кремнистые, кремнещелочно-фторидные и кремнещелочно-хлоридные флюидные микрообособления, содержащие сахаровидные и радиально-лучистые нанокристаллы (рис. 12, табл. 11).



Рис. 12. Растровый снимок кремнещелочного флюидного микрообособления с нанокристаллами в дайках кварцевого сиенитпорфира (а) и сферолитового трахита (б): а – аншлиф № Ал-1/14, Курташ, юго-западный фланг Кызылалмасайского рудного поля; б – аншлиф № ЧВ-1/14, месторождение Пирмираб, Чадакское рудное поле

К выявлению роли магматогенных рудогенерирующих флюидов в формировании и локализации комплексного благородно-редкометалльного оруденения посвящены многочисленные работы [18-23]. Согласно им, отделение рудного вещества начинается с момента зарождения магматических расплавов. Его перенос вверх и концентрирование внутри расплава осуществляются главным образом с помощью механизма пенной флотации, которая способствует насыщению металлами газовожидких, газовых и жидких отделяющихся флюидов, превращая их в реально рудонесущие и потенциально рудогенерирующие.

Поведение рудного вещества, отделившегося от магматического силикатного расплава, может быть двояким: в одном случае при кристаллизации расплава оно образует обособленные рудные скопления внутри него, в другом - выносится за пределы расплава и формирует рудные тела уже вне материнской среды. Отделение рудной фазы первоначально выражается в возникновении рассеянных рудогенерирующего мельчайших капель флюидного микрообособления. Далее этими же пузырьками газо-жидкого флюида рудные компоненты транспортируются в верхние части магматического резервуара, а затем и за его пределы. Исходя из этого мы предполагаем связь золото-серебряных рудных объектов с платиноидной нагрузкой с сиенитоидными малыми интрузиями и дайками, которые интенсивно развиты в их пределах серебряных и золото-серебрянных объектов, размещенных в Кумбель-Угамской зоне глубинных разломов и насыщенных рудогенерирующими кремнещелочно-хлоридными флюидными микрообособлениями. Они характеризуются значительными концентрациями серебра и платиноидов в хлорсодержащем кремнещелочном флюиде. Сахаровидные нанокристаллиты, содержащиеся в них характеризуются также высокими концентрациями золота, серебра и платиноидов. В дайках кварцевых сиенит-порфиров Чадакского рудного поля выявлены кремнещелочно-хлоридные микрообособления, содержащие золото (Au - 0,07 %), серебро (Ag₂O -0,16 %) и платиноиды (0,50 %). Сахаровидрадиально-лучистые нанокристаллы ные, кремнещелочно-хлоридных микрообособлений, определенные в дайках сферолитовых трахитов этого поля отличаются специализацией на золото, серебро и платиниоиды (%, Au – 0,12; Ag₂O – 1,33; платиноиды – 3,44).





Таблица 11

Результаты микрозондового исследования кремнистых и кремнещелочных флюидных микробособлений с нанокристаллами пород внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, %

Номера проб	n	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	F	SO ₃	CuO	PbO	ZnO	SnO ₂	MoO ₃	Rh ₂ O ₃	Pt	Ag ₂ O	Au
								đ	Элюи д	ные м	икроо	бособ	бления	Я								
09M-24	1	37,03	6,42	8,07	18,92	1,78	10,97	1,63	0,88	0,31	0,01	1,74	0	0,15	0	0,98	0	0	0	0	0	0
	3	89,13	0,78	1,80	0,09	0	0,78	0,22	0,71	0,40	0,14	0	0,33	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0
09M-24	1	42,67	0,28	16,25	3,39	0	9,94	1,28	3,72	2,93	0	0	3,76	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	13,93	0	0	0	0	0	0,90	0	0	0	5,24	0	0	39,81	0	40,13	0	0	0	0	0
Ч-29/14	2	60,66	0	16,95	0,69	0,04	0	1,14	10,82	4,31	2,00	0	0	0	0	0	0	0	0,30	0,20	0,16	0,07
							Нано	крист	аллы	во фли	оиднь	ых ми	крооб	особл	ениях							
U_29/1 4	1	54,58	0	15,85	0,10	0	0	0,22	3,69	20,19	5,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,18
1 20/14	1	59,28	0	17,31	0,50	0	0	0,58	8,16	9,23	4,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ЧВ-1/14	2	25,93	0	6,54	0,75	0,13	0	0,73	7,43	36,51	22,18	0	0	0,24	0	0,21	0	1,36	3,44	0	1,33	0,12

В нанокристаллах наблюдается прямая параэлементная корреляция калия с золотом и платиноидами, т.е. чем больше содержание калия в них, тем больше повышается и концентрация последних. Хлорсодержащие кремнещелочные флюидные микрообособления в сиенитоидах имеют ярко выраженную положительную специализацию на золото, серебро и платиноиды, а фторсодержащие – редкие и редкоземельные металлы.



4. Геохимическая специализация сиенитоидных малых интрузий и даек

DIRECTORY OF OPEN ACCESS

Изучение геохимии элементов в породах малых порфировых интрузий и дайковых образований внутриплитной сиенитоидной ассоциации, развитых в пределах Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов региона выполнено путем сопоставления содержаний, которые были определены ІСР-массспектрометрическим методом с кларками и интерпретацией их на диаграммах (рис. 12 и 13). По содержанию благородных, редких и цветных металлов в породе они имеют положительную геохимическую корреляцию, но в некоторых случаях обладают незначительными отличиями, которые не влияют на общую тенденцию специализации сиенитоидных малых интрузий и даек.

Малые интрузивы и дайки сиенитоидов характеризуются повышенными содержаниями урана и тория. Максимальное содержание урана в первых из них достигает до 39 г/т, а тория 60 г/т, когда в сиенитовых дайках их содержания не превышают соответственно 10,6 г/т, 36,2 г/т, которые тоже являются вышекларковыми. Дайки граносиенитаплитов, секущие Бешкульский шток граносиенитов имеют также, как и породы материнского интрузива, повышенные содержания этих металлов (U -20 г/т, Th -90 г/т).

Самые высокие содержания циркония установлены в дайках сферолитовых трахитов Чадака (Zr- 430 г/т), трахитов Актепы (Zr – 300 г/т). Содержание циркония в граносиенитах Бешкульского и Актепинского рудных полей достигает до 170-190 г/т.

Олово в сиенитоидах малых интрузий и дайках рассеяно неравномерно. В породах обоих фациальных типов содержание его изменяется от низкокларковых значений до пятикратно превышающих их кларковые значения. Самые высокие концентрации олова выявлены в дайках сиенит-порфиров Чадакского рудного поля, содержащих вкрапленность гематита (Sn – 300 г/т) и в сферолитовых трахитах (Sn – 210 г/т).

Ниобий-танталлоносность боле отчетливо выражена в породах малых интрузий, чем в дайках внутриплитной сиенитоидной асссоциации, максимальное суммарное содержание их в первых составляет 62 г/т, а в дайках – 48 г/т.

В сиенитоидах обоих фациальных типов повышены содержания молибдена и вольфрама (Кк, в малых интрузивах Мо – 1,27-10,91,0, в среднем – 4,15; W – 0,92-5,92, в среднем – 5,33; в дайках Мо – 0,91-10,91, в среднем 2,92; W – 0,96-17,69, в среднем 8,25).

Сиенитоиды малых интрузий и даек Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов также характеризуются высокими и весьма высокими концентрациями селена, сурьмы и теллура, которые обычно являются попутными элементами минералов-концентраторов или носителей золота и серебра, т.е. элементами-индикаторами при поиске золото-серебрянного оруденения с платиноидной нагрузкой.

Породы внутриплитной сиенитоидной ассоциации являются потенциально золотоносными и сереброносными. Концентрация серебра и золота в них превышает кларк этих элементов в земной коре (Кк, в малых интрузивах Ag – 3-17, Au – 1,5-51, в дайках Ag – 2-16, Au – 2-58). Максимальное содержание серебра в граносиенитах малых порфировых интрузий достигает 0,85 г/т, золота – 0,1 г/т, а в сиенитовых дайках Ag – 350 г/т, Au – 0,25 г/т.

Исследуемые магматические породы характеризуются часто нижекларковыми, редко околокларковыми содержаниями меди. Высокие концентрации цинка определены в дайках кварцевых сиенит-порфиров Ерташского и трахитов Актепинского рудных полей (соответственно 1131 г/т и 690 г/т). Содержание свинца в сиенитоидах обоих комплексов неравномерное (в малых интрузивах 12-900 г/т; в дайках 2,9-1200 г/т).

Суммарные количества иттрия, скандия и редкоземельных элементов в сиенитоидах Актепинского массива достигают до 470 г/т, трахитах Актепинского рудного поля – 230-293 г/т, сферолитовых трахитах Чадакского рудного поля – 478 г/т.



Таблица 12

Элементы	1	09M24	Бл57/14	АК-03	АК-16	АК-22	АК-34	АК-35	АК-43
Р	930	Н.д.	330	10000	730	530	1700	1100	377
Rb	150	340	360	74	300	270	160	180	182
Cs	3,7	10	11	2	7,8	8,5	2,8	3,7	8,82
Ba	650	21	270	930	1100	1200	1400	1400	761
Sr	340	8,8	55	970	93	84	370	200	17,2
Be	3,8	11	8,1	1,60	3,6	4,3	4,7	4,7	2,77
Th	13	53	60,0	6	61	43	34	35	6,92
U	2,5	12	39,0	1,8	16	7,1	9,2	7,9	0,025
Sn	2,5	0,4	10,0	2,0	3,4	3,4	3,7	3,6	1,27
Zr	170	170	100,0	76	190	170	120	150	89,1
Hf	1	4,2	4,30	2,30	6,2	6	3,8	4,5	2,89
Nb	20	53	46,0	18	14	22	36	24	11,8
Та	2,5	8,7	4,90	0,93	1,5	2,3	2,4	1,9	1,11
Мо	1,1	12	2,20	1,4	8,6	3,2	7,8	1,3	4,53
W	1,3	6,1	4,30	1,2	2,9	31	2,2	7,7	2,64
Ag	0,07	0,2	0,40	0,85	0,71	1,2	0,58	0,69	0,201
Au	0,0043	0,1	0,005	0,04	0,05	0,22	0,056	0,06	0,05
Cu	47	11	5,4	76	7,9	30	13	9,5	1,85
Zn	83	40	55,0	240	27	110	50	74	13,4
Pb	16	120	36,0	27	22	900	31	62	10,5
Bi	0,009	1,2	0,61	0,25	0,61	4,9	1,5	2,5	0,098
Sc	0,009	1,4	2,6	24,0	3,7	4,5	7,7	6,6	1,99
Y	29	10	34,0	38	24	17	25	22	3,24
La	29	8,7	51,0	74	58	34	57	36	21,2
Ce	70	22	77,0	180	96	92	100	70	37,6
Pr	9	1,4	16,0	20	12	8,4	12	8,7	3,33
Nd	37	5,2	35,0	83	42	28	44	30	10,3
Sm	8	1,9	6,40	15	7	5,1	7,7	5,4	1,51
Eu	1,3	0,074	0,51	3,3	1,2	0,88	1,7	1,30	0,156
Gd	8	1,5	5,70	13	6,2	4,5	6,9	4,8	1,0
Tb	4,3	0,36	0,88	1,6	0,88	0,68	0,95	0,71	0,124
Dy	5	2,3	5,80	8,6	5,2	4,1	5,1	3,9	0,52
Но	1,7	0,6	1,20	1,4	0,94	0,72	0,97	0,81	0,114
Er	3,3	2,1	3,80	3,6	2,6	2,2	2,7	2,3	0,292
Tm	0,27	0,45	0,64	0,45	0,42	0,34	0,39	0,36	0,066
Yb	0,33	3,4	4,80	2,9	3,2	2,6	2,7	2,5	0,498
Lu	0,08	0,37	0,74	0,37	0,47	0,40	0,39	0,38	0,069

Результаты ICP-масс-спектрометрического исследования пород пермских малых порфировых интрузий сиенитоидов Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, г/т





Окончание табл. 1	2
-------------------	---

Элементы	1	АК-45	АК-47	АК-49	АК-58	ГВ-02	ГВ-03	ГВ-04	ГВ-20
Р	930	239	5948	209	292	150	140	430	140
Rb	150	163	1,31	255	164	240	310	27	190
Cs	3,7	5,58	0,43	19,7	5,76	2,4	3	0,95	2,5
Ba	650	711,4	9,68	76,4	89,8	590	57	170	960
Sr	340	16,4	21,1	6,5	11,4	27	12	140	310
Be	3,8	1,6	1,45	2,09	1,17	2,0	5,7	24,0	2,70
Th	13	12,8	8,20	7,55	8,31	11,0	29,0	1,2	22,0
U	2,5	0,039	0,09	0,055	0,053	8,6	9,2	0,98	4,0
Sn	2,5	2,38	1,32	8,08	5,18	7,9	2,8	2,1	4,6
Zr	170	86,3	30,6	96,7	63,1	140,0	62,0	30,0	100,0
Hf	1	2,51	1,07	3,59	2,23	6,2	3,1	1,1	4,2
Nb	20	10,4	8,15	20,2	13,1	36,0	62,0	1,9	27,0
Та	2,5	0,943	0,781	1,59	0,577	2,8	5,9	0,16	2,0
Мо	1,1	3,88	2,45	2,74	4,21	5,5	3,0	1,2	2,0
W	1,3	1,82	7,24	2,35	95,21	5,6	6,8	21,0	3,0
Ag	0,07	0,543	1,01	0,484	0,214	0,42	0,37	0,29	0,73
Au	0,0043	0,05	0,05	0,05	0,05	0,012	0,011	0,009	0,005
Cu	47	1,71	2,98	3,45	2,01	9,70	38	210	560
Zn	83	16,7	19,1	67,6	34,4	9,20	17,0	89,0	79,0
Pb	16	10,7	3,68	16,6	11,2	14,0	35,0	8,7	12,0
Bi	0,009	0,224	0,594	0,534	0,422	1,0	0,78	0,25	0,53
Sc	0,009	5,76	3,47	1,30	1,68	0,52	0,88	62,0	4,50
Y	29	5,03	9,22	10,2	8,45	12,0	22,0	13,0	7,40
La	29	14,0	41,1	9,44	22,2	6,4	13,0	5,6	8,1
Ce	70	19,6	65,7	15,7	42,9	10,0	20,0	14,0	12,0
Pr	9	1,74	9,03	1,90	4,24	1,5	3,9	2,3	1,9
Nd	37	5,8	30,3	7,26	16,1	5,1	12,0	11,0	5,9
Sm	8	0,83	3,86	1,15	2,92	1,4	3,1	3,2	1,1
Eu	1,3	0,277	0,52	0,173	0,361	0,1	0,17	0,89	1,3
Gd	8	0,875	2,99	1,30	2,51	1,8	2,9	3,2	1,0
Tb	4,3	0,126	0,337	0,229	0,320	0,38	0,55	0,51	0,17
Dy	5	0,78	1,65	1,64	1,62	2,60	3,8	3,3	1,3
Ho	1,7	0,192	0,275	0,336	0,260	0,49	0,76	0,63	0,28
Er	3,3	0,475	0,762	1,03	0,704	1,5	2,5	1,6	0,95
Tm	0,27	0,129	0,107	0,147	0,134	0,24	0,46	0,22	0,15
Yb	0,33	0,836	0,631	1,26	0,810	1,7	3,5	1,4	1,1
Lu	0,08	0,106	0,110	0,174	0,115	0,24	0,53	0,18	0,18

Примечание: 1 - здесь и в далее таблицах кларк элемента в земной коре по А.П.Виноградову [24]; 09М24, Бл-57/14 - граносиенит-порфиры Бешкульского интрузива; АК-03, АК-16, АК-22, АК-34, АК-35, АК-43, АК-45, АК-47, АК-49, АК-58 – породы Актепинского массива: АК-03, АК-34 и АК-35 – монцониты; АК-16 – сиенит-порфир; АК-22 – кварцевый сиенит-порфир, АК-43, АК-45, АК-47, АК-49; АК-58 – измененные граносиениты; ГВ-02, ГВ-03, ГВ-04 и ГВ-20 – кварцевые сиенит-порфиры Алычалыкского массива.





Таблица 13

Элементы	1	10M07	49M07	51M07	09M22	АК26	AK31	АК40	ЧB1	Ч1/14	Ч2	Ч3
Р	930	151	410	2000	Н.д.	2800	2600	2700	210	320	120	97
Rb	150	230	130	61	400	8,5	240	260	227	4,2	140	43
Cs	3,7	4,59	1,7	5,2	29	3	3	11	3,51	0,12	1,6	0,4
Ba	650	92,1	2900	880	330	54	1100	970	41	82	640	200
Sr	340	13,6	1100	560	110	850	190	130	35,5	43	84	45
Be	3,8	2,64	4,5	1,5	12	7,9	4,9	5,2	3,77	1,2	1,30	1,6
Th	13	36,2	29	8,3	90	22	13	11	24,1	4,1	24	15
U	2,5	10,6	4,4	3,6	20	3	3,3	5,4	9,05	3,8	3,6	2
Sn	2,5	2,47	0,74	2,2	1,8	4,4	2,6	2	5,21	210	2,1	1,9
Zr	170	74	160	26,0	180	140	300	290	430	30	66	38
Hf	1	3,03	2,9	1,0	3,6	3,4	7,1	7	0,17	1	2,8	1,7
Nb	20	22,5	40	8,9	57	43	24	24	32,2	5	7	3,8
Та	2,5	1,73	4	0,39	9,3	5,2	1,5	1,3	2,0	0,42	1,1	0,59
Мо	1,1	1,35	3,6	1,0	5,5	1,7	1,6	3	2,13	6,3	1	1,9
W	1,3	22,2	1,8	2,9	3,1	5	69	8,1	23	530	2,4	2,9
Ag	0,07	0,18	0,8	0,33	0,3	350	1,1	1,1	0,74	0,11	0,22	0,15
Au	0,0043	0,05	0,25	0,016	0,21	0,09	0,07	0,05	0,05	0,013	0,012	0,014
Cu	47	415	9,2	90	8,1	15	39	34	16,7	3	7,1	4,7
Zn	83	1131	51	110	71	59	690	560	31,7	5,9	13	8,5
Pb	16	7,78	54	34	140	8,1	1200	44	32,2	2,9	8,7	3,4
Bi	0,009	0,237	0,5	0,33	1,1	1,1	7,4	1,5	0,241	0,47	0,11	0,24
Sc	10	1,95	4,7	10,0	4,5	16	12	15	1,68	7,0	0,92	0,86
Y	29	3,44	33	8,8	39	18	31	32	91,2	4,2	7,4	3,5
La	29	17,7	45	19	44	33	47	49	152	30	21	13
Ce	70	19,1	81	41	83	76	100	94	113	50	30	20
Pr	9	5,08	6	4,7	5,9	8,5	12	13	15,6	4,7	4,4	2,8
Nd	37	17,6	25	17	24	32	46	52	57,8	13	14	9,3
Sm	8	4,22	8	3,4	7,2	5,3	8,3	9,7	11,3	2,0	2,6	1,7
Eu	1,3	0,28	1,11	0,86	0,65	1,1	2,4	2,4	0,15	0,2	0,48	0,26
Gd	8	3,73	5,9	3,0	5,1	4,6	7,4	8,3	9,63	2	2,2	1,4
Tb	4,3	0,58	1,2	0,39	1	0,62	1	1,2	1,53	0,23	0,3	0,18
Dy	5	3,87	6,3	2,1	5,5	3,3	5,8	6,6	9,43	1,2	1,8	1
Но	1,7	0,74	1,5	0,37	1,4	0,63	1,2	1,3	1,83	0,22	0,34	0,18
Er	3,3	2,2	4,3	1,0	4,5	1,8	3,1	3,6	5,23	0,67	1,1	0,55
Tm	0,27	0,34	0,9	0,14	1	0,29	0,44	0,53	0,84	0,1	0,18	0,09
Yb	0,33	2,63	6,4	0,88	6,9	2,1	3	3,4	5,84	0,7	1,4	0,7
Lu	0,08	0,34	0,54	0,11	0,81	0,36	0,45	0,55	0,79	0,1	0,22	0,11

Результаты ICP-масс-спектрометрического исследования пермских сиенитодных даек Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, г/т



Окончание табл. 13

Элементы	1	Ч19	Ч29	Ч60	Ч10	Ч11	Ч49	Ч56	Ч68	Ч110	Ч111
Р	930	180	240	119	110	180	213	235	243	138	140
Rb	150	140	120	123	1,2	28	19,7	3,48	5,64	224	215
Cs	3,7	1,7	1,2	1,37	0,09	1,5	0,676	0,303	0,46	10,0	5,69
Ba	650	1000	820	363	37	87	18,5	16,5	20,0	352	1051
Sr	340	47	47	39,2	6,7	100	130	14,5	18,9	204	286
Be	3,8	2,2	2,8	3,36	3,1	8,6	4,82	4,92	1,45	3,16	2,51
Th	13	6,8	26	30,25	0,17	2,8	8,13	1,09	1,32	22,8	4,63
U	2,5	5	4,1	4,56	24	5,0	2,52	9,64	17,2	21,8	3,98
Sn	2,5	5,3	4,9	6,58	300	31	5,85	8,74	2,03	1,84	2,27
Zr	170	170	200	125	1,4	12	20,6	3,68	5,61	75,6	61,7
Hf	1	5,6	6,1	4,78	0,06	0,57	0,71	0,11	0,19	2,61	2,29
Nb	20	26	27	33	0,71	3,3	8,71	1,17	1,43	15,8	13,4
Та	2,5	1,8	2	2,31	0,03	0,25	0,5	0,09	0,125	1,31	1,35
Мо	1,1	0,98	2,5	3,6	25	18	1,92	31,3	79	5,16	2,19
W	1,3	2,2	1,8	3,82	1900	280	5,24	259	7,65	1,25	1,64
Ag	0,07	0,63	0,09	0,804	0,03	0,11	0,098	0,455	2,32	0,246	0,767
Au	0,0043	0,01	0,01	0,05	0,016	0,014	0,07	0,05	0,067	0,05	0,05
Cu	47	5,9	4,5	17,5	1,6	3,4	8,64	36,9	415	10,4	7,75
Zn	83	25	28	19,3	10	44	11,4	70,4	1131	58,7	180
Pb	16	45	73	46,4	13	9,8	7,09	217	221	31	74,4
Bi	0,009	0,6	401	0,208	0,69	0,73	0,765	2867	10200	0,141	1,75
Sc	10	1,2	1,4	1,95	8,8	1,8	1,59	1,19	1,12	2,02	2,24
Y	29	13	28	14,4	11	17	26,4	2,56	3,44	16,2	28
La	29	22	40	45,6	2	10	27	2,01	1,81	30,2	26,5
Ce	70	38	70	90,9	2,8	20	64,7	2,31	2,92	50,42	44,9
Pr	9	4,6	13	10,1	0,76	2,2	6,76	0,47	0,46	5,46	5,05
Nd	37	15	32	34,3	3,3	8,1	26,7	1,49	1,62	20,6	17,9
Sm	8	2,9	6,2	5,67	1,3	2	6,09	0,34	0,42	2,7	2,6
Eu	1,3	0,5	0,76	0,215	0,16	0,87	0,463	0,078	0,10	0,404	0,593
Gd	8	2,7	5,5	4,92	1,5	2,3	5,43	0,39	0,52	2,96	3,73
Tb	4,3	0,4	0,85	0,573	0,3	0,43	0,80	0,07	0,083	0,394	0,686
Dy	5	2,6	5,3	3,08	2,3	3,2	4,2	0,406	0,614	2,39	4,17
Но	1,7	0,51	1	0,593	0,46	0,62	0,825	0,078	0,122	0,492	0,802
Er	3,3	1,6	3,1	1,88	1,4	1,8	2,53	0,235	0,369	1,60	2,27
Tm	0,27	0,25	0,48	0,315	0,21	0,27	0,38	0,036	0,051	0,262	0,315
Yb	0,33	1,7	3,2	2,26	1,4	1,7	2,77	0,253	0,523	1,55	1,94
Lu	0,08	0,25	0,5	0,356	0,22	0,23	0,45	0,044	0,056	0,348	0,424

Примечание: 49М-07, 51М-07 – кварцевый сиенит-порфир, Ерташсай, 09М-22 граносиенит-аплит, Бешкуль; АК-26, АК-31, АК-40 – трахит, Актепа; ЧВ1 – дайка сферолитового трахита, Ч1/14, Ч24, Ч3, Ч19, Ч29– дайки сиенит-пофиров и связанные с ними гематитовые (Ч10 и Ч11), кварц-карбонатные (Ч49 и Ч56), кварцгематитовые (Ч58) жилы, Ч110 – эндоконтакт и Ч11 – центральный часть дайки трахита, Чадакское рудное поле.



Более основные дайки сиенитоидов характеризуются кларковыми, даже нижекларковыми содержаниями иттрия, скандия и редких земель. Аналогичный характер их распределения наблюдается и в сиенитоидах малых интрузий. Даже в одном штокоподобном теле наблюдается неравномерное распределение этих элементов. Например, в более глубоких зонах Бешкульского граносиенитового штока суммарное содержание их почти в три раза ниже кларка (62 г/т), когда в купольной части штока они имеют вышекларковые значения (246 г/т).

На рис. 13 приведены спайдер-диаграммы, на которых сопоставлены нормированные к примитивной мантии спектры распределения некоторых индикаторных элементов в граносиенит-порфирах Бешкульского и Актепинского интрузивов, в дайках сиенитпорфиров, кварцевых сиенит-порфиров, трахитов и сферолитовых трахитов Ерташского

Актепинского и Чадакского дайковых полей. Сопоставление максимумов и минимумов распределений элементов в граносиенитах штокообразных трещинных интрузивов, секущих кислые вулканиты Бабайтаудора и размещенных в пределах Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов, с дайками сиенит-порфиров и кварцевых сиенит-порфиров дайковых полей, приуроченных к этой зоне, показали ярко выраженную положительную геохимическую корреляцию элементов в них. Сходные или близкие спектры распределения элементов повторяются и на спайдер-диаграммах сиенитов и кварцевых сиенитов с дайками трахитов и сферолитовых трахитов в Чадакском поле. Для дайки сферолитового трахита характерны незначительные отклонения бариевого и гафниевого минимумов и максимумов, которые не влияют на общую геохимическую картину.



Рис. 13. Спайдер-диаграммы распределения элементов-примесей в породах внутриплитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамсксой зоны глубинных разломов

Спектры распределения РЗЭ в малых порфировых интрузиях и дайках внутри-

плитной сиенитоидной ассоциации Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов указы-



вают на неравномерные содержания РЗЭ при значительном преобладании легких лантаноидов над тяжелыми (La/Yb).

DIRECTORY OF OPEN ACCESS

Максимальное обеднение Eu характерно дайкам сферолитовых трахитов Чадакского дайкового поля, содержащим высокие концентрации редких земель, а также дайкам сиенит-порфиров Ерташского поля и граносиенитам Бешкульского интрузива. Для кварцевых сиенитов и граносиенитов Актепинского интрузива и ассоциирующих с ним сиенитовых даек характерны спектры РЗЭ со слабо или умеренно выраженными отрицательными Еu-аномалиями (рис. 14).



Рис. 14. Распределение редкоземельных элементов в сиенитоидных малых интрузиях и дайках Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов

5. Выводы

Приведены геологические, петрографические, минералогические и геохимические сведения, подтверждающие комагматичность сиенитоидных малых интрузий и даек Кумбель-Угамской зоны глубинных разломов. Они металлогенически специализированы на олово, ниобий, тантал, цирконий, редкие земли, золото, серебро. В кварцах граносиенитпорфиров выявлены микровключения самородного золота с примесями платиноидов, меди и молибдена. Минералы-концентраторы редких и редкоземельных элементов в сиенитоидах представлены их силикатами (циркон, ортит, чевкинит, бритолит), оксидами (касситерит, колумбит, самарскит, фергюсонит, ризёрит, торит, ураноторит), фосфатами (апатит, фторапатит, ксенотим, монацит, редко рабдофанит, чёрчит), карбонатами (калькинцит, синхизит, лантанит).



DIRECTORY OF Hayung

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

Список литературы

1. Багдасаров Ю.А., Гусев Г.С., Гущин А.В., Межеловский Н.В., Морозов А.Ф. Металлогения магматических комплексов внутриплитовых геодинамических обстановок. М.: ГЕОС. 2001. 640 с.

2. Далимов Т.Н., Ганиев И.Н. Эволюция и типы магматизма Западного Тянь-Шаня. Ташкент: Университет. 2010. 227 с.

3. Короновский Н.В., Демина Л.И. Магматизм как индикатор геодинамических обстановок. М.: МГУ. 2011. 234 с.

4. Мамарозиков У.Д. Состояние изученности проблемы внутриплиного магматизма Срединного Тянь-Шаня // Геология и минеральные ресурсы. № 1. 2017. С.19-29.

5. Barr D.A., Fox B.E., Northcote, K.E., Preto, V.A. The Alkaline Suite Porphyry Deposits // Porphyry Deposits of the Canadian Cordillera, Sutherland Brown. Canadian Institute of Mining and Metallurgy. Special V. 15. 1976. P. 359-367.

6. Cameron E.M. Alkaline magmatism at Kirkland Lake, Ontario // Geological Survey of Canada, Paper 90-1C, 1990. – P. 261-269.

7. Nie Feng-Jun, Wu Cheng-Yu. Gold deposits related to alkaline igneous rocks in North China Craton, People's Republic of China // Global Tectonics and Metallogeny. 1998. Vol. 6. P. 159-171.

8. Pirajno F., Santosh M. Rifting, intraplate magmatism, mineral systems and mantle dynamics in central-east Eurasia: An overview // Ore Geology Reviews. 2014. Vol. 63. P. 265-295.

9. Петров О.В. Тектоника и металлогения Центральной Азии и прилегающих территорий. Санкт-Петербург, ВСЕГЕИ. 2008. 32 с.

10. Рудные месторождения Узбекистана // Отв. ред. И.М. Голованов. Ташкент: ИМР. 2001. 660 с.

11. Лаверов Н.П., Величкин В.И., Власов Б.П. Урановые и молибден-урановые месторождения в областях развития континентального внутрикорового магматизма: геология, геодинамические и физикохимические условия формирования. М.: ИФЗ РАН, ИГЕМ РАН. 2012. 320 с.

12. Далимов Р.Т. Геология даек Чадакско-

References

1. Bagdasarov Yu. A., Gusev G.S., Gushchin A.V., Mezhelevskiy N.V., Mororzov A.F. *Metallogeniya magmaticheskikh kompleksov vnutriplitovykh geodinamicheskih obstanovok* [Metallogeny of magmatic complexes of intraplate geodynamic conditions.]. Moskow, GEOS, 2001. 640 p. (In Russian)

2. Dalimov T.N., Ganiyev I.N. *Evolitsiya i tipy magmatisma Zapadnogo Tyan-Shanya* [Evolution and types of magmatism of the Western Tien Shan]. Tashkent, Universitet, 2010. 226 p. (In Russian)

3. Koronovskiy N. B., Demina L.I. Magmatizm kak indicator geodinamicheskikh obstanovok [Magmatism as an indicator of geodynamic conditions]. Moskow, MGU, 2011. 234 p. (In Russian)

4. Mamarozikov U.D. Sostoyaniye problemy izuchennosti vnutriplitnogo magmatizma Srednjgo Tiyan-Shana [State of of problem of knowledge intraplate magmatism ore content of the Middle Tien-Shan]. Geologiya va mineralniye resursy, 2017, No 1, 2017, pp. 19-29. (In Russian)

5 Barr D.A., Fox B.E., Northcote, K.E., Preto, V.A. The Alkaline Suite Porphyry Deposits. *Porphyry Deposits of the Canadian Cordillera, Sutherland Brown. Canadian Institute of Mining and Metallurgy*, 1976, Special Vol. 15, pp. 359-367.

6. Cameron E.M. Alkaline magmatism at Kirkland Lake, Ontario. *Geological Survey of Canada, Paper 90-1C*, 1990, pp. 261-269.

7. Nie Feng-Jun, Wu Cheng-Yu. Gold deposits related to alkaline igneous rocks in North China Craton, People's Republic of China. *Global Tectonics and Metallogeny*, 1998, Vol. 6, pp. 159-171.

8. Pirajno F., Santosh M. Rifting, intraplate magmatism, mineral systems and mantle dynamics in central-east Eurasia: An overview. *Ore Geology Reviews*, 2014, Vol. 63, pp. 265-295.

9. Petrov O.V. Tektonika I metallogeniya Tsentralnoy Azii i prilegayushchikh territoriy [Tectonics and metallogeny of Central Asia and adjacent territories]. Sankt-Peterburg, VSEGEI, 2008. 32 p. (In Russian)

10, Rudniye mestorozhdeniya Uzbekistana



‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

İ

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

го грабена // Автореферат дис. ... канд. геолого-минеролог. наук. Ташкент. 1993. 24 с.

DIRECTORY OF OPEN ACCESS

13. Волков В.Н., Лебедев В.А., Гольцман Ю.В., Аклелянц М.М., Голубев В.Н., Баирова Э.Д. Магматические формации и оруденение Актепинского рудного поля (Кураминский хребет, Узбекистан): последовательность образования и изотопный возраст // Геология рудных месторождений. 1999. Том 41. № 3. С. 266-280.

14. Kuno H., Hess H. Differentiation of basalt magmas // Basalts: The Poldervaart treatise on rocks of basaltic composition. N.Y.: Interscience, 1968. Vol. 2. P. 623–688.

15. Maniar, P. D. & Piccoli, P. M. Tectonic discriminations diagrams of granitoids // Geological Society of America Bulletin. 1989. Vol. 101. P. 635–643.

16. Batchelor, R. A. & Bowden, P. (1985). Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters // Chemical Geology. 1985. Vol. 48. P. 43–55.

17. Конеев Р.И. Наноминералогия золота эпитермальных месторождений Чаткало-Кураминского региона (Узбекистан). СПб: DELTA. 2006. 220 с.

18. Brimhall G.H., Crerar D.A. Ore fluids: magmatic to supergene. // Reviews in mineralogy. 1987. Part 17. P. 235-321.

19. Roeder E. Natural occurrence and significance of fluids indicating high pressure and high temperature. In: Chemistry and geochemistry of solutions at high temperature and pressure. N.Y. 1981. No. 4. P. 9-35.

20. Борисенко А.С., Боровик А.А., Житова Л.М., Павлова Г.Г. Состав магматогенных флюидов, факторы их геохимической специализации и металлоносности // Геология и геофизика. 2006. Том 47. №12. С. 1308-1325.

21. Возняк Д.К., Квасница В.Н. Необычные включения минералообразующие среды – включения раскристаллизованного солевого расплава // Геохимия. 1988. №11. С. 1661-1665.

22. Мамарозиков У.Д. Рудогенерирующие флюидные микрообособления во внутриплитных магматических и постмагматических образованиях месторождений Аu-Ag Восточного Узбекистана // Материалы [Ore deposits of Uzbekistan]. Responsible ed. Golovanov I.M. Tashkent, IMR, 2001. 660 p. (In Russian)

11. Laverov H.P., Velichkin V.I., Vlasov molibden-uranoviye B.P. Uranoviye Ι mestorozhdeniya v oblastyakh razvitiya kontinentalnogo vnutrikorovogo magmatizma: geologiya, geodinamicheskiye i fizikokhimicheskiye usloviya formirovaniya [Uranium and molybdenum-uranium deposits in the of development of continental areas intracrustal magmatism: geology, geodynamic and physicochemical conditions of formation]. Moskow, IFZ RAN, IGEM RAN, 2012. 320 p. (In Russian)

12. Dalimov R.T. Geologiya dayek Chadakskogo grabena [Geology of dikes of the Chadak graben]. Avtoreferat of Diss. Cand. Sci. Tashkent. 1993. 24 p. (In Russian)

13. Volkov V.N., Lebedev V.A., Gol'tsman Yu.V., Arakelyants M.M., Golubev V.N., Bairova E.D. Magmatic associations and ore mineralization of the Aktepe ore field (Kuraminsk ridge, Uzbekistan): formation sequence and isotope age. *Geology of ore deposits*, 1999, Vol. 41, No 3, pp. 238-251. (In Russian)

14. Kuno H. Differentiation of basalt magmas. Basalts: The Poldervaart treatise on rocks of basaltic composition. N.Y, Intersience, 1968, Vol. 2, pp. 623.

15. Maniar, P. D. & Piccoli, P. M. Tectonic discriminations diagrams of granitoids. *Geological Society of America Bulletin*, 1989, Vol. 101, pp. 635–643.

16. Batchelor R.A., Bowden P. Petrogenetic interpretation of rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, 1985, No. 48, pp. 43-55.

17. Koneev R.I. Nanomineralogiya zolota epitermalnikh mestorozhdeniy Chatkalo-Kuraminskogo regiona (Uzbekistan) [Nanomineralogy of gold in the epithermal deposits of Chatkal-Kurama region (Uzbekistan)]. Sankt-Peterburg, DELTA, 2006. 220 p. (In Russian)

18. Brimhall G.H., Crerar D.A. Ore fluids: magmatic to supergene. *Reviews in mineralogy*, 1987, Part 17, pp. 235-321.

19. Roeder E. Natural occurrence and sig-



‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

++ ++ ++

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡ ‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

‡

XVII Всероссийской конференции по термобарогеохимии. Улан-Удэ, ГИН СО РАН. 2016. С. 97-100.

23. Рябчиков И.Д., Хамилтон Д.Л. О возможности отделения концентрированных хлоридных растворов в ходе кристаллизации кислых магм // Доклады АН СССР. 1971. Том 197. №4. С. 933-936.

24. Виноградов А.П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. 1962. № 7. С. 555-571.

nificance of fluids indicating high pressure and high temperature. *In: Chemistry and geochemistry of solutions at high temperature and pressure,* N.Y., 1981, No 4, pp. 9-35.

20 Borisenko A.S., Borovikov A.A., Zhitova L.M., and Pavljva G.G. Composition of magmatogene fluids and factors determing their geochemisty and metal contents. *Russian Geology and Geophysics*, 2006, Vol. 47, No. 12, pp. 1308-1325. (In Russian)

21. Voznyak D.K., Kvasnitsa V.N. Neobichniye vklucheniya mineraloobrazuyushchiye sredi – vklucheniya raskristallizovannogo solevogo rasplava [Unusual inclusions mineral-forming media - inclusions of crystallized salt melt]. *Geokhimiya*, 1998, No. 11, pp. 1661-1665. (In Russian)

Mamarozikov 22. U.D. fluyudniye Rudogeneriyushchiye mikroobosobleniya vo vnutriplitnikh magmaticeskikh i postmagmaticeskikh mestorozhdeniy obrazovaniyakh Au-Ag Vostochnogo Uzbekistana [Ore-generating fluid micro-segregations in intraplate magmatic and post-magmatic formations of Au-Ag deposits of East Uzbekistan]. Materiyaly XVII Vserossiyskogo konferersii po termobarogeokhimii.Ulan-Ude, GIN SO RAN, 2016, pp. 97-100. (In Russian)

23. Ryabchikov I.D., Khamilton D.L. O vozmozhnosti otdeleniya konsentrirovannykh khloridnykh rastvorov v khode kristallizatsii kislykh magm [On the possibility of separating concentrated chloride solutions during crystallization of acidic magmas]. *Doklady AN SSSR*, 1971, Vol. 197, No 4, pp. 933-936. (In Russian)

24. Vinogradov A.P. Sredniye soderzhaniya khimicheskikh elementov vglavnikh tipakh izverzhennikh porod zemnoy kory [The average contents of chemical elements in the main types of igneous rocks of the earth's crust]. *Geokhimiya*, 1962, No. 7, pp. 555-571. (In Russian)

