

2. *Геохимия, минералогия и генетические типы месторождений редких элементов. Т. II. Минералогия редких элементов.* — М.: Наука, 1964. — 831 с.
3. *Гусева, Л.В.* Радиационно-гигиенические аспекты проблемы монацитовых песков Приазовья / Л.В. Гусева // Вестник гигиены и эпидемиологии. — Донецк, ДонДМУ. — 2003. — Т. 7. — № 1. — С. 114.
4. *Декусар, В.М.* Анализ потенциальных источников удовлетворения ближайших потребностей в тории с учетом различных возможных сценариев вовлечения тория в ЯЭ России / В.М. Декусар, Б.Я. Зильберман, А.И. Николаев, В.Г. Майоров, М.С. Колесникова. — Препринт ФЭИ. — Обнинск, 2010. — 39 с.
5. *Котова, В.М.* Закономерности формирования и размещения месторождений тория: Автореф. дисс. доктора геол.-мин. наук. — М., 2011. — 48 с.
6. *Лазарева, Е.В.* Нодулярный монацит из россыпей Куларского кряжа (Арктическая Сибирь, Россия) — состав, оценки возраста / Е.В. Лазарева, С.М. Жмодик, А.В. Прокопьев, Н.С. Карманов, А.И. Сергеев // Геология и геофизика. — 2018. — Т. 59. — № 10. — С. 1658–1679.
7. *Мурогов, В.М.* Уран-ториевый топливный цикл — его преимущества и перспектива развития ядерной энергетики на его основе / В.М. Мурогов, А.А. Дубинин, Д.И. Зябленцев и др. — Обнинск, 1995. — 45 с.
8. *Некрасов, И.Я.* Новые данные о минерале из группы монацита — черолита — хуттонита / И.Я. Некрасов // Доклады Академии наук СССР. — Т. 204. — № 4. — 1972. — С. 941 — 943.
9. *Никулин, А.А.* Металлы высоких технологий: тенденции мирового рынка редкоземельных элементов / А.А. Никулин // Проблемы национальной стратегии. — 2014. — №1(22). — С. 134 —152.
10. *Репина, С.А.* Минералогия монацитовых концентратов ОГУ «УралМонацит» / С.А. Репина, В.И. Попова, Л.Ф. Баженова // Уральский минералогический сборник № 15. Научное издание. — Миасс — Екатеринбург: УрО РАН, 2008. — С. 17–26.
11. *Рихванов, Л.П.* Циркон-ильменитовые россыпные месторождения-как потенциальный источник развития Западно-Сибирского региона / Л.П. Рихванов и др. — Кемерово, «Сарс», 2001. — 214 с.
12. *Рихванов, Л.П.* Куларит как разновидность монацита, его признаки и происхождение / Л.П. Рихванов, А.А. Костылева. — RMS DPI. <http://www.minsok/2017-1-182-0> // . — С. 301–303.
13. *Сафьянов, Г.А.* Россыпи монацитовых песков Азовского моря как компонент радиологического риска / Г.А. Сафьянов, И.Н. Бекман, В.С. Кармаза и др. // Вестник МГУ. — Серия 5. — География. — 2008. — № 4. — С. 47 — 52.
14. *Шаманин, И.В.* Торий как энергетический источник и его сырьевая база в России / Шаманин И.В., Рихванов Л.П. // Уран на рубеже веков: природные ресурсы, производство, потребление. Тезисы докладов Международного симпозиума по геологии урана. — М., ВИМС, 2000. — С. 125– 126.
15. *Rosenblum, S.* Mineralogy and occurrence of europium-rich dark monazite / S. Rosenblum, E.L. Mosier. — USGPO, 1983. — №. 1181.

© Рихванов Л.П., Перегудина Е.В., 2020

Рихванов Леонид Петрович // rikhvanov@tpu.ru
 Перегудина Елена Владимировна // pere-elena@mail.ru

УДК 552.3.552.322.552.332 (575.14)

**Ишбаев Х.Д., Косбергенов К.М., Илешов К.М.,
 Утамуродов Э.А. (Институт геологии и геофизики
 им. Х.М. Абдуллаева при Университете геологических
 наук, Ташкент)**

ЛАМПРОФИРОВЫЙ МАГМАТИЗМ ЗАПАДНОГО УЗБЕКИСТАНА

Рассмотрены ареалы распространения и условия локализации средне-основных даек и лампрофиров в пределах рудных полей Западного Узбекистана. Проявления лам-

*профирового магматизма Западного Узбекистана в ассоциации с средне-основными и кислыми дайками подразделены условно на три возрастных группы, составлена корреляционная схема дайковых поясов Нуратинского и Центрального Кызылкума. По наличию ксенолитов и геофизических данных построена модель глубинного строения Нуратинского региона. Обсуждены проблемы существования лампрофировых магм, их самостоятельности, генезис и связь с оруденением. **Ключевые слова:** постколлизийный магматизм, внутриплитный, лампрофир, малые интрузии, дайка, генезис, оруденение, верхняя мантия.*

Ishbaev Kh.D., Kosbergenov K.M., Peshov K.M., Utamuradov E.A. (Institute of Geology and Geophysics named after Kh.M. Abdullaev at the University of Geological Sciences, Tashkent)

LAMPROPHYRE MAGMATISM OF WESTERN UZBEKISTAN

*The distribution areas and localization conditions of medium-basic dikes and lamprophyres within the ore fields of Western Uzbekistan are considered. Manifestations of lamprophyre magmatism in Western Uzbekistan in association with medium-basic and acidic dikes are conditionally divided into three age groups and a correlation diagram of the dyke belts of the Nurata and Central Kyzylkum has been made. Based on the presence of xenoliths and geophysical data, a model of the deep structure of the Nurata region is constructed. The problems of the existence of lamprophyre magmas, their independence, genesis, and the relationship with mineralization are discussed. **Keywords:** post-collisional magmatism, intra plate, lamprophyre, small intrusions, dyke, genesis, mineralization, upper mantle.*

Введение

Западный Узбекистан относится к числу удовлетворительно исследованных в геологическом отношении ареалов Западного Тянь-Шаня и характеризуется широким проявлением магматических образований, которые сформировались в различных геодинамических обстановках: рифтогенной, океанической, коллизийной и внутриплитной. Среди приоритетных направлений геологической науки Республики возросли минералого-петрологические исследования малых интрузий и дайковых образований постколлизийного и внутриплитного этапов, комплексный анализ петрологических и изотопно-геохимических данных с целью оценки характера и масштабов мантийно-корового взаимодействия применительно не только к задачам генезиса и времени становления петрологических объектов, но и к задачам генезиса и условий размещения ассоциированного с этими объектами разнообразного оруденения. Это связано с заметным прогрессом в решении проблемы с применением высокоточных методов анализа горных пород и минералов, их возраста, изотопного состава и разработкой методов оценки модели эволюции литосферы.

Дайковый магматизм в Западном Узбекистане широко проявлен в пределах рудных полей, продукты которого изучаются с середины 1950-х годов (Абдул-

лаев, 1957; Исох и др., 1975; Баранов и др., 1978; Мушкин, 1979; Клипенштейн и др., 1979; Юдалевич и др., 1984; Мусаев, 1984; Рахматуллаев, 1999; Головкин и др., 1988; Диваев, 1996, 2000; Ахунджанов и др., 1986 и др.). В результате выявлены основные типы даек, выделены щелочно-базальтоидные провинции, дайковые пояса, рои и пучки. Тем не менее, общая систематика даек, состав и возраст, последовательность образования, генезис, рудоносность и особенно, проблема лампрофиров*, их связь с оруденением еще недостаточно изучены.

В последние годы научными сотрудниками Института геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз начато планомерное изучение разнообразных даек и лампрофиров в пределах золоторудных и редкометаллических месторождений (Мурунтау, Амантайтау, Кокпатас, Даугызтау, Сарытау, Зармитан, Марджанбулак, Пистали, Койташ, Лянгар, Сармич, Каракутан, Карнаб и др.), золото-серебряных, оловянных, оловополиметаллических, урановых и флюоритовых месторождений (Кочбулак, Кызылалма, Чадак, Шавкатли, Дукент, Наугарзансай, Наугарзан и др.) Западного Тянь-Шаня. В результате выявлены глубинные ксенолиты и коровые включения, новые типы пород лампрофиров и онгонитов, генетические связи даек лампрофиров с оруденением и др. (Шило, 2008; Р. Ахунджанов и др., 2014; Х.Д. Ишбаев и др., 2016–2020; У.Д. Мамарозиков и др., 2010–2018; М.С. Карабаев и др., 2018; Р.Т. Далимов, 2017–2019; Ф.Б. Каримова и др., 2017–2019 и др.). Исследователи заключают, что в формировании золоторудных и других месторождений особую роль играет дайковый магматизм (спессартит-керсантиты). Месторождения сопровождаются серией разрывных нарушений, контролируемые гипабиссальным магматизмом, метасоматизмом и оруденением.

В Западном Узбекистане постколлизионные средне-основные дайки и лампрофиры распространены крайне неоднородно (рис. 1), которые образуют протяженные пояса, рои и пучки. Последовательность формирования молодых дайковых (лампрофиров) образований региона носит достаточно условный ха-

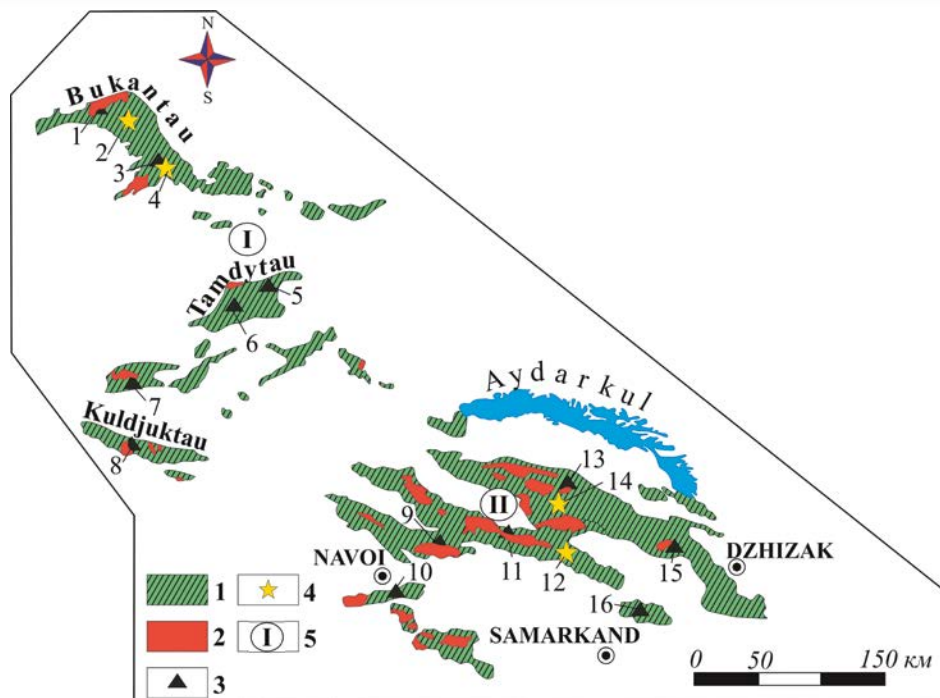


Рис. 1. Схема распространения дайковых образований (лампрофиров) в Западном Узбекистане: 1 — осадочно-метаморфические тощи нижнего палеозоя, 2 — коллизионные гранитоиды карбона-перми, 3 — место широкого развития полевошпатовых лампрофиров, 4 — место обнаружения щелочно-фельдшпатоидных лампрофиров, 5 — дайковые пояса, ареалы (цифры в кружках): **I — Центрально-Кызылкумский:** 1 — Букантауский, 2 — Джиракудук-Коксайский, 3 — Аякаши-Каскыртауский, 4 — Каршохо, 5 — Мурунтауский, 6 — Тамдынский, 7 — Южно-Ауминзинский, 8 — Центрально-Кульджуктауский; **II — Нуратинский:** 9 — Сармичский, 10 — Каракутанский, 11 — Актауский, 12 — Чагатай-Тусунский, 13 — Северо-Нуратинский, 14 — Хаятский, 15 — Койташский, 16 — Марджанбулакский

рактир из-за острого дефицита надежных геохронологических данных (табл. 1). Особенно это касается субщелочных и щелочных базальтоидов, карбонатитов трубок взрыва, которые вполне могут оказаться и более молодыми.

Проявления лампрофирового магматизма Западного Узбекистана в ассоциации с средне-основными и кислыми дайками можно подразделить условно на 3 возрастные группы:

1) верхний карбон-нижнепермский (догранитный или дорудный) Южно-Нуратинский и другие дайковые пояса;

2) пермо-триасовый (после гранитный или до-, и внутрирудный) — диабаз-лампрофир-гранитоидный дайковый пояс регионального распространения;

3) триас-юрский (пострудный, внутриплитный) — южнотяньшанский комплекс щелочных базальтоидов, габброидов, карбонатитов и фельдшпатоидных лампрофиров (табл. 1).

Состав даек разнообразный: сферолит-порфиры, лейкогранит-порфиры, кварцевые-порфиры, гранодиорит-порфиры, тоналит-порфиры, плагиопорфиры, гранит-порфиры, сиенодиоритовые и диоритовые порфириты, монцонит-порфиры, микродиориты, фельдшпатоидные и известково-щелочные лампрофиры, диабазы, долериты, карбонатиты, щелочные габброиды и базальтоиды и другие, которые распространены по всему Западному Тянь-Шаню.

* Не следует обсуждать терминологию лампрофиров, так как они подробно освещены в работах Streckeisen, 1979; Foley et al., 1987; Le Maitre et al., 1989, 2002; Rock, 1991; Mitchell, 1994; Wooley et al., 1996; Таппе и др., 2005 и др.

Таблица 1

Схема последовательности формирования продуктов дайкового (лампрофирового) магматизма Западного Узбекистана

Ареалы Период	Центрально-Кызылкумский	Нуратинский
Триас-юра	Южно-Тяньшанский комплекс щелочных базальтоидов, габброидов, карбонатитов и фельдшпатоидных лампрофиров (трубки взрыва и дайки Хаятский, Тусунский, Чагатайский, Джиракудук-Коксайский, Карашохо Аякаши-Каскыртауский и др.). K-Ar, Rb-Sr 150-247 млн лет	
Пермь-триас	Диабаз-лампрофир-гранитоидный дайковый пояс регионального распространения (Северо-Нуратинский (Койташский, Каратауский, Актауский и др.), Центрально-Кульджуктауский и другие дайковые пояса; диабазы, лампрофиры, диоритовые порфиры, гранит-порфиры, кварцевые-порфиры, тоналит-порфиры и др.). Rb-Sr 247 ± 2 млн лет, 256 ± 10 млн лет	
Карбон-пермь	Центрально-Кызылкумский комплекс монцодиорит-лампрофир-гранофировый дайковый пояс (Мурунтауский, Бокалинский и Карашахинский дайковые комплексы). K-Ar, 243-277, Rb-Sr, 285-274 млн лет	Южно-Нуратинский дайковый пояс (Сармичский, Каракутанский, Марджанбулакский и другие, диабазовые порфиры, тоналит-порфиры, диоритовые порфиры, гранодиорит- и гранит-порфиры, лампрофиры и др.). K-Ar, 309-347 млн лет

*некоторые названия дайковых поясов новые, где объединены несколько комплексов или дайковых поясов

Все эти породные ассоциации между собой имеют много общего: взаимопереходы, близкое время образования, одновременное заполнение параллельных трещин; последнее приводит к образованию даек сложного строения и т.п.

В позднем карбоне появляются диабаз-гранофировый комплекс, Южно-Нуратинский и другие дайковые пояса; вслед за ними (в перми) внедряется монцодиорит-лампрофир-гранофировый Центрально-Кызылкумский дайковый пояс. Пермо-триасовый этап характеризуется наличием даек регионального распространения — диабаз-лампрофир-гранитоидный дайковый пояс (Северо-Нуратинский, Центрально-Кульджуктауский и др.).

В конце триаса и начале юры очаги магмообразования углубляются и активно начинают внедряться в Южно-Тяньшанский комплекс щелочных базальтоидов, габброидов и фельдшпатоидных лампрофиров по всему Южному Тянь-Шаню и, возможно, в мелу магматизм завершает Чагатайский трахит-карбонатитовый комплекс.

Особенности состава и широкое развитие дайковых образований почти во всех палеозойских структурно-формационных зонах Западного Тянь-Шаня указывают на то, что в это время, вне прямой зависимости от предистории развития конкретных регионов, консолидированная к началу перми земная кора Западного Тянь-Шаня реагировала на тектономагматические процессы как единое целое. Это обстоятельство объясняет принципиальную однотипность и сквозной характер составов отдельных дайковых комплексов (Южно-Тяньшанский, Кураминский, Центрально-Кульджуктауский и др.) на разных, весьма удаленных друг от друга территориях (юго-западные отроги Гиссарского хребта, горы Кугитанг, Кызылкумский, Ну-

ратинский и Чаткало-Кураминский регионы). Поэтому можно допустить, что пермский внутривулканический магматизм — это отражение формирования крупного Западно-Тяньшанского плюма [3]. Начало его формирования, как считают авторы, приходится на раннепермскую эпоху, а последующие стадии эволюции фиксируются проявлением пермотриасовых, юрских, раннемеловых магматических формаций.

Характерно, что фельдшпатоидные лампрофиры являются «носителями» глубинных мантийных ксенолитов (табл. 2), которые были вынесены из верхней мантии и коры регио-

на (Карашохо, Хаятбаши, Тусун). В полевошпатовых лампрофитах ксенолиты глубинных мантийных пород редки или отсутствуют, в некоторых разновидностях типа кампто-спессартитах и диоритовых порфиритах Койташского поля встречаются глубинные коровые ксенолиты — пироксениты, горнблендиты, габбро, чарнокиты, гнейсы, сланцы и ксенокристы гранатов, биотитов, кварца и др. (Койташское рудное поле, Сентябрь-Ухум, Северный Нуратау).

На основании данных табл. 2 мы попытались построить петрологическую модель на примере Нуратинского региона, которая представляет лишь один из возможных вариантов, согласующихся с наблюдаемыми геолого-петрологическими и геофизическими данными (рис. 2). Следует отметить, что мощности отдельных слоев коры границы М проведены в соответствии с наблюдаемыми геофизическими данными различных авторов.

Под Нуратинском регионом обнаружилось несколько зон с пониженными скоростями сейсмических волн, которые обычно связывают с областями повышенной температуры и/или с насыщением флюидами или расплавами. На основе этой информации мы предположили, что под рудным полем имелись как минимум два вертикальных промежуточных магматических очага. Один канал идет с глубины 16–20 км. Вполне возможно, что по нему поступал кислый расплав с последующими остаточными рудными растворами; последние, видимо, образовали сульфидно-редкометалльное оруденение в Койташском рудном поле (рис. 2).

Второй очаг — в выделенном слое на глубине 40–45 км, который подпитывал через систему трещин-даек золото-серебро-полиметаллическое оруденение. Прорыв основной магмы и обогащенного рудного

Таблица 2
Типы включений в лампрофирах Западного Узбекистана

Геодинамическая обстановка	Возраст	Комплекс, вмещающие породы	Ксенолиты	
			Мантийные	Коровые
Внутриплитная	T_2-J_1	Южно-Тяньшанский комплекс щелочных базальтоидов-габброидов и лампрофиров (дайки, трубки взрыва, диатремы) (Северное и Южное Нуратау, Букантау)	Слюдяные перидотиты, оливиниты, дуниты, лерцолиты, верлиты, вебстериты, шпинелевые и оливиновые пироксениты, клинопироксениты, а также ксенокристы оливина, пироксена, флогопита, граната, хромшпинели, алмаза и др.	Серпентиниты, габброиды, горнблендиты, глиммериты, плагиогнейсы, родингиты, двупироксеновые гнейсы, гранат-пироксеновые гнейсы, гранулиты, плагиоклазиты, эклогитоподобные породы, гранитогнейсы, биотитовые плагиогнейсы, кристаллические сланцы, мрамора, кварциты, роговики
Постколлизийная	P_2-T_1	Диабаз-лампрофир-гранитоидный дайковый пояс регионального распространения (Северо-Нуратинский, Центральное-Кульджуктауский, Тамды-Букантауский, и другие дайковые пояса)	Коро-мантийные пироксениты, керсутитовые габбро, горнблендиты, габбронориты и др.	Габброиды, огнейсованные габброиды, анортозиты, долериты, метадиориты, чарнокиты, основные гранулиты, двупироксеновые, гранат-пироксеновые гнейсы, плагиоклазиты, плагиогнейсы, глаукофановые сланцы, кристаллические сланцы, кварциты, роговики, мегакристаллы оливина, пироксена, граната, амфибола, плагиоклаза, биотита и кварца
	C_2-P_1	Южно-Нуратинский дайковый пояс (Сармичский, Каракутанский и другие дайковые комплексы)	Габбро-пироксениты	Метагаббро-диабазы, гранитоиды, метавулканыты, двупироксеновые, гранат-пироксеновые гнейсы, плагиоклазиты, плагиогнейсы, кристаллические сланцы, кварциты, роговики, мегакристаллы пироксена, граната, амфибола, плагиоклаза, биотита и кварца

раствора шел по отмирающему каналу диоритоидов и гранитоидов. Это — область метасоматизированной верхней мантии или так называемая «коромантийная смесь», сложенная основными гранулитами, вебстеритами, клинопироксенитами и керсутитовыми габброидами, при эклогитизации которых высвобождаются золото, олово, вольфрам, цинк, сурьма и др. [7].

Граница между нижней и верхней частью коры проходит в интервале глубин 20–25 км. Нижняя часть коры сложена кислыми гранулитами, биотитовыми гнейсами, а выше — кристаллическими сланцами, кварцитами, роговиками, гранитогнейсовыми телами, графит-дистеновыми кварцитами. В пределах коры на глубинах 4–6 км, 10–15 км и 28–32 км в геофизических полях Центрального Кызылкума и Нуратинском регионах фиксируются высокоскоростные аномалии [3], которые интерпретированы как тела основного состава, сложенные, судя по петрофизическим данным ($\rho=2,7-2,9 \text{ г/см}^3$, $V_p=6,45-6,9 \text{ км/с}$), габбро-норитами, диоритами и плагиогранитами [5].

Верхняя мантия Западного Узбекистана по изученным ксенолитам сложена перидотитами, шпинелевыми лерцолитами, вебстеритами, верлитами, пироксенитами и

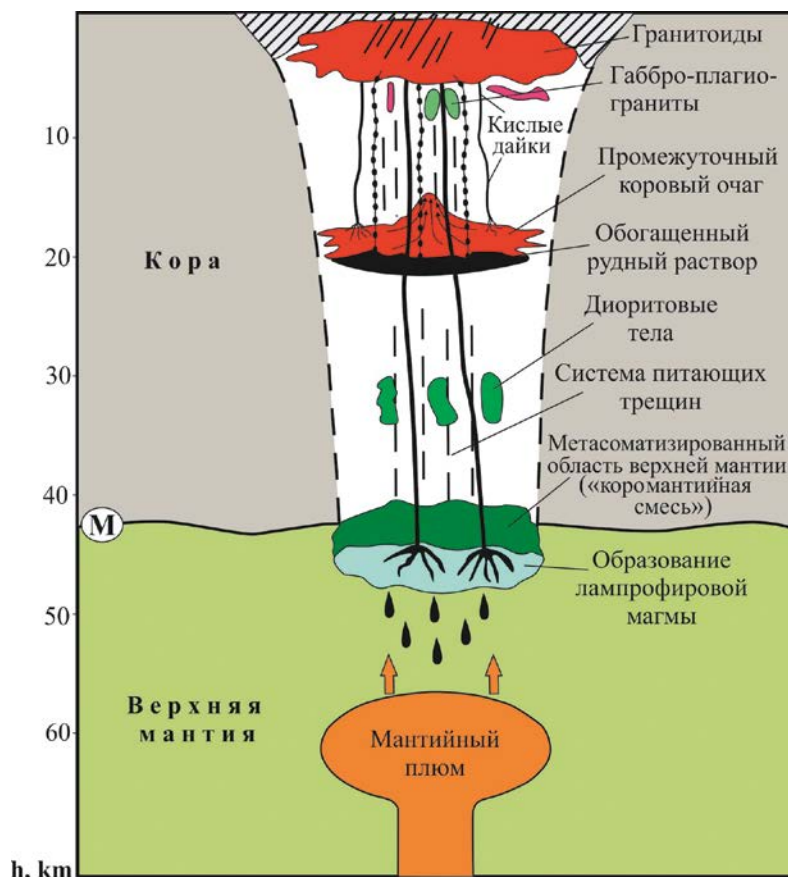


Рис. 2. Петролого-геофизическая модель глубинного строения Нуратинского региона

многочисленными линзообразными телами дунитов, оливинитов, хромитов кумулятивного характера. В основании нижней коры фиксируются тела эцлогитоподобных пород, керсутитовых габбро, габброидизированных пироксенитов и вебстеритов, основных гранулитов, плагиоклазитов, которые выше сменяются глиммеритами, анортозитами, горнблендитами, чарнокитами, плагиогнейсами и двупироксеновыми гнейсами.

Обсуждение

При анализе обширных литературных данных возникли некоторые проблемы, которые требуют своего решения:

1. Хомичев В.Л. [9] считает, что лампрофировые магмы в природе не существуют и невозможны; нет основания рассматривать их как самостоятельные образования. При этом состав их разнообразен и проявляется в виде дайковых форм небольшого размера (Плутоны, 2010. Стр. 58–59).

Во-первых, лампрофировый магматизм — это совокупность гипабиссальных жильных магматических ассоциаций полевошпатовых, фельдшпатоидных и мелилитовых лампрофиров, проявившихся на заключительных стадиях магматических этапов, отличающихся большим минералого-петрографическим разнообразием состава средне-основных и ультраосновных пород субщелочного и щелочного рядов, имеющей между собой взаимопереходы.

Лампрофиры образуют не только дайки, но и некие и штоки небольшого размера. По данным [6] лампрофиры Косьюского и Бобровского рудных полей Среднего Тимана (Россия) образуют крупные поля, сложенные сотнями тел в виде даек и штоков; на Ласасском месторождении Sn-Cu-Pb-Sb-Ag (Карнабское рудное поле, Зирабулакские горы, Узбекистан) лампрофиры представлены силлообразными и дайкообразными телами на участке Дайковый; лампрофиры Алтае-Саянского региона образуют Ербинский нект сечением 190 × 320 м (Кенесбаев Б.К., Васюкова Е.А., 2018); на северном склоне Кураминского хребта камптониты, местами переходящие в мончикиты, образуют три обособленных трубкообразных тела («Алтын-1», «Алтын-2», «Кичик») [5], что однозначно свидетельствует о существовании лампрофировой магмы.

Во-вторых, в пользу самостоятельности дайковых образований свидетельствует наличие глубинных ксенолитов в лампрофирах и высокотемпературный парагенезис минералов (оливин, пироксен, плагиоклаз, роговая обманка, флогопит и др.), выявленный далеко за пределами интрузивных массивов. Состав их устойчив на больших расстояниях, при значительной разнице первичных отношений $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,704\text{--}0,706$ [8, 15] по сравнению с вмещающими гранитоидами — $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,708\text{--}0,715$ [1]. Внедрение таких даек является расколом континентальной литосферы, происхождение которых связано с периферическими магматическими подкоровыми очагами.

Особенности состава и внедрения изученных даек лампрофиров позволяют рассматривать их в качестве

индикаторов зон и центров повышенной эндогенной активности (рудные зоны, пояса), перспективные на полезные ископаемые мантийного происхождения, для части из которых лампрофиры могут выступать в роли носителя. Лампрофиры обладают зональным строением и расслоением, что обусловлено зернистостью и зоной закалывания. Характерны крупные вкрапленники биотита, пироксена, керсутита, полевых шпатов и апатита, размер которых достигает от 3 до 10 см (Ивашенко, 1999, [4]).

В-третьих, наличие ксенолитов и включений ультраосновных и основных пород в фельдшпатоидных лампрофирах Кызылкумо-Нуратинских регионов вынесены из головной части, т.н. мантийного плюма над зоной плавления. Головная часть подобных плюмов пересекает нижнюю кору и достигает в верхней коре до глубин около 20 км [10]. Этот тезис подтверждается тем, что дайки диагностируются как системы подводящих каналов промежуточных коровых очагов в головных частях мантийных суперплюмов и локальных плюмов. Ксенолиты и включения в полевошпатовых лампрофирах Нуратинского региона перехвачены из зоны частичного плавления, выше мантийного плюма, т.н. коромантийные смеси. Это доказывается тем, что состав коровых ксенолитов в обоих типах лампрофиров идентичен (табл. 2).

2. О генетической связи малых интрузий и даек с рудной минерализацией

Дайковые комплексы известково-щелочных и щелочных лампрофиров, представленные такими породами как керсантиты, минетты, камптониты, вогезиты, мончикиты широко проявлены в рудных районах разного металлогенического профиля, где они пространственно ассоциируются с разными типами оруденения, близкого им по возрасту: Sn-W-Mo — сульфидным, Sn-Ag, Ag-Sb, Sb и Sb-Hg, Ag-Ni-Co, Au-As, Ag-Pb-Zn, U-Th и другими (Михалева, 1989; Горячев, 2005; Шило, 2008; Seifert, 2008; Groves et al., 2010, 2016; Васюкова, 2014, 2018; Каримова и др., 2019; Ишбаев и др., 2020 и др.).

Среди геологов существует мнение о том, что лампрофиры и средне-основные дайки близки по возрасту к месторождениям золота (например, Vielreicher et al., 2010), но они незначительны по объему и не могли обеспечить большие объемы рудных растворов, необходимых для формирования месторождений того или иного металла. Метасоматизированная субконтинентальная литосферная мантия (SCLM) интерпретируется как источник расплавов и металлов для месторождений золота, но не может отвечать за формирование крупных орогенных месторождений золота на основании отсутствия объемно значимых внедрений даек-лампрофиров из этого источника, что говорит о нехватке достоверных подтверждающих фактов [12]. О возможной роли гранитов и лампрофирового магматизма в формировании минерализации золота и ассоциации золота с такими «необычными» элементами, как вольфрам и уран отмечает Kempe et al. [13].

Это мнение появилось вслед за устным сообщением Н.Б. Вольфсона (1965 г.): «Нет оруденения без малых интрузий и даек, и нет интрузий без оруденения», что подтверждается высказыванием (И.Х. Хамрабаев, 1969) о том, что чем ближе к поверхности образовалось магматическое тело или группа таких тел, тем ближе к ним располагаются рудные формации, т.е. происходит пространственное совмещение субвулканических или гипабиссальных магматических пород и рудных тел. И.Х. Хамрабаев придерживался мнения о генетической связи оруденения с конкретными интрузиями и происхождением рудообразующих растворов на месте из данной магматической камеры. В работе М. Штемпрока и Т. Сейферта (2011) отмечено, что лампрофиры в районах редких металлов свидетельствуют о доступности верхней коры для мантийных продуктов во время минерализации и, возможно, было влияние мантийных расплавов или мантийных флюидов на дифференциацию гранитных расплавов в нижней коре. По мнению Н.В. Ушакова (1999) до- и постгранитоидные дайковые образования золото-редкометалльных месторождений Сарытау и Саутбай (Центральные Кызылкумы) характеризуют их полихронность, которая отражает длительность магматической активности и сквозной характер рудоподводящих структур: догранитоидные дайки в блоках сопряжения с вольфрамоносными очагами служат каналами для миграции вольфрама; пострудные дайки зонально распределяются вокруг глубоководных интрузивов (15–20 км). Большинство лампрофировых даек в складчатых областях Египта, Алтая-Саяна, Южного Тянь-Шаня (Койташ) и другие обогащены рудными элементами, что говорит о важной роли лампрофиров в качестве источника тепла, которое привело к мобилизации U, P3Э и некоторых металлов — Zn, W, Pb, Ag, Ni, Au и Cu (Ибрагим и др., 2006, 2007, 2010; Васюкова, 2014; Ишбаев и др., 2018–2020 и др.).

Выделяются три точки зрения в вопросе о генетической связи между дайками и золото-кварцевыми рудами [2]:

«...1. Дайковые расплавы были источником флюидов на ранних стадиях формирования РМС с последующим вовлечением метеорных и метаморфических вод в процессе рудоотложения. 2. Специфические дайковые расплавы формировали флюидно-магматические системы, и все источники флюидов и металлов связаны с этими расплавами — дериватами глубинных очагов гранитоидных магм, образующих вертикальные апофизы батолитовых интрузивов. 3. Дайки в составе гранитоидных ассоциаций и золотоносные флюиды являются продуктами единых региональных плутоно-метаморфических систем коллизионных зон».

3. Генезис лампрофиров

Наиболее информативным для оценки условий формирования даек, включая флюидный режим, является амфибол — главный породообразующий минерал средне-основных даек и лампрофиров. Ам-

фибол обычно имеет повышенное содержание TiO_2 , Na_2O и K_2O и соответствует керсутиту и паргаситу, которые характерны для щелочной среды. Петрографические данные свидетельствуют, что роговые обманки формировались на разных стадиях эволюции щелочно-базитового (лампрофирового) расплава. Ранние кристаллы отвечают парагенезису интрателлурических (протокристаллических) вкрапленников и кристаллизовались совместно с клинопироксеном. Другие отвечают раннему этапу кристаллизации в самой дайке и находятся в основной массе в парагенезисе с плагиоклазом и калиевым полевым шпатом. В связи с этим особенности состава роговой обманки несут важную информацию о характере эволюции составов расплавов и флюидном режиме при их кристаллизации.

Кристаллическая решетка амфиболов, куда входят редкие и редкоземельные элементы в широком диапазоне Р-Т параметров позволяет рассматривать ее как один из главных минералов, определяющих геохимический фон лампрофировых даек, производных различных коро-мантийных субстратов (И.А. Готтман, 2014). Керсутит, как главный минерал лампрофиров — это единственный среди породообразующих минералов, соответствующий по составу природным расплавам щелочно-базальтового состава (Йодер, Тилли, 1965). Наличие водной фазы (керсутит и биотит) может указывать на примитивный расплав, который может быть получен из метасоматизированной мантии в зоне перехода «мантия-кора» или «коромантийная смесь» (керсутитсодержащая габбро-пироксенитовая), где слагаются керсутитовые габбро, пироксениты и др. (Мушкин, 1979).

По данным [11] ...«Достигнув глубоких зон магматических камер, трещины меняли режим эволюции расплава. Резкое снижение давления сопровождалось подъемом расплава, который заполнял трещины. В ходе эволюции магмы, протекавшей при устойчивом термодинамическом режиме в глубинных зонах литосферы, происходит отщепление кремния от силикатного расплава. Механизмом отщепления кремния от магмы являются электромагнитные поля и свойства кремния». При активной полимеризации кремнекислородных соединений происходит расслоенный магматический комплекс — лампрофировый расплав и кварцевый расплав (Шило, 2008).

Н.В. Котов с соавторами, изучавшие золоторудные месторождения Центральных Кызылкумов (Амантайтау, Даугызтау и др.), где не выявлены интрузивные массивы, считают (Котов и др., 1991), что сначала реализовывался гранитоидный магматизм как результат плавления переходного слоя от сиалического к базальтовому, образовывались дайки лампрофиров, и только затем вскрывался очаг гидротермальных растворов.

Постколлизионные процессы формировали сеть глубинных разломов, по которым внедрили лампроитовые расплавы. Причем быстрый подъем таких вылавок, без существенного геохимического обмена

с вмещающими породами, приводил к формированию лампроитов, а более медленный, с образованием промежуточных камер, дифференциацией, коровой ассимиляцией обеспечил проявление лампрофирового магматизма — керсантиты, минетты, мончикиты, камптониты (Прыбавкин и др., 2003).

Различие в химическом составе лампрофиров (включая изотопы Sr и Nd), вероятно, является следствием загрязнения первичной магмы материалом земной коры во время подъема магмы, что отмечают практически все исследователи (Spišák et. al., 2018 и др.).

Х.М. Абдуллаев (1954–1957) считает, что доступ базальтовой магмы в верхние слои земной коры прекращается до наступления дайкового этапа, т.е. возникшая гранитная магма служит пластическим экраном как для глубоких разломов, развивающихся сверху вниз, так и для базальтовой магмы, стремящейся подняться в верхние части земной коры. Это объясняет причину ассоциации главной массы основных, средних и лампрофировых даек с гранитоидными интрузиями и является фундаментальным заключением.

Ассоциации средне-основных даек и лампрофиров с кислыми дайками объясняются разным уровнем магматических очагов, которые внедряются вслед за гранитоидами по ослабленным зонам трещин и разломов. Кислые дайки являются выжимками остаточной магмы верхнего периферического очага, тогда как более основные дайки — продукты частичного плавления продуктов верхней мантии.

Истощение литосферы во время постколлизии и посторогенного расширения вызвало частичное плавление обогащенных мантийных доменов, приводящее к периодическим импульсам калийно-ультращелочного магматизма. Дайки лампрофиров являются частью этого магматизма и проявляют значительную химическую и минералогическую неоднородность, включающую амфиболовые лампрофировые, слюдяные лампрофировые и лампроиты [14].

В соответствии с геобарометрическими оценками минимальная глубина плавления полевошпатовых лампрофиров равна 44,5–56 км при 13,5–17 кбар (Веа и др., 1999), для фельдшпатоидных лампрофиров (камптониты, мончикиты) 60–80 км, т.е. в области верхней субконтинентальной литосферной мантии (Haggerty, 1995). Эти данные практически согласуются с данными И.В. Мушкина (1979) и Х.Д. Ишбаева (2016).

Основные выводы

1. Лампрофировый магматизм — это совокупность гипабиссальных жильных магматических ассоциаций полевошпатовых, фельдшпатоидных и мелилитовых лампрофиров, проявившихся в заключительных стадиях магматических этапов, отличающихся большим минералого-петрографическим разнообразием состава средне-основных и ультраосновных пород субщелочного и щелочного рядов, имеющих между собой взаимопереходы.

2. Самостоятельность лампрофиров обусловлена наличием глубинных ксенолитов, что подтверждает высокотемпературный парагенезис минералов (оли-

вин, пироксен, плагиоклаз, роговая обманка, флогопит и др.), локализованных в зонах глубинных разломов в пределах гранитоидных интрузивов, и на удалении от них, при этом их состав устойчив на больших расстояниях при значительной разнице первичных отношений изотопов стронция.

3. Фраза, высказанная исследователями-производственниками «Нет оруденения без малых интрузий и даек и нет интрузий без оруденения», подтверждается металлогеническим профилем лампрофиров — Sn-W-Mo-сульфидным, Sn-Ag, Ag-Sb, Sb и Sb-Hg, Ag-Ni-Co, Au-As, Ag-Pb-Zn, P3Э, U-Th и др.

4. В природе существуют лампрофировые магмы. Очаги магнообразования в соответствии с геобарометрическими оценками РТ-условий находятся в интервалах глубины 44–80 км. Лампрофировые дайки, силлы, трубки взрыва, нежки и штоки небольших размеров. Они являются носителями информации об очагах магнообразования и рудообразования, которые внедряются в эшелонизированном виде поочередно на место формирования месторождений твердых полезных ископаемых.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ПЗ-20170920151 Министерства инновационного развития Республики Узбекистан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахунджанов, Р. Петрогенезис потенциально рудоносных интрузивов Узбекистана / Р. Ахунджанов, У.Д. Мамарозиков, А.И. Усманов, С.С. Сайдыганиев, С.О. Зенкова, Ф.Б. Каримова. — Т.: Фан, 2014. — 352 с.
2. Горячев, Н.А. Дайки и золотое оруденение: генетическая и парагенетическая ассоциация? / Н.А. Горячев // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2005. — № 1. — С. 36–43.
3. Далимов, Т.Н. Бельтау-Кураминская активная окраина и ее проблемы / Рудно-магматические системы орогенных областей / Матер. науч. конф., посвященной 90-летию И.Х. Хамрабаева / Т.Н. Далимов, Х.Д. Ишбаев, О.П. Мордвинцев. — Ташкент: ИГиГ АН РУЗ, 2010. — С. 20–36.
4. Ишбаев, Х.Д. Лампрофировые и оруденение Койташского рудного поля (Южный Тянь-Шань) / Х.Д. Ишбаев, А.Х. Шукуров, К.М. Косбергенов // Литосфера. — 2020. — Т. 20. — № 2. — С. 231–253.
5. Ишбаев, Х.Д. Ксенолиты и гомеогенные включения в магматических образованиях (на примере Кызылкумо-Кураминского окраинно-континентального вулканического пояса) / Х.Д. Ишбаев. — Т.: ГП «НИИМР», 2016. — 176 с.
6. Макеев, А.Б. Возраст лампрофиров среднего Тимана: первые Rb-Sr данные / А.Б. Макеев, В.Л. Андреичев, Н.И. Брянчанинова // Докл. РАН. — 2009. — Т. 426. — № 1. — С. 94–97.
7. Мушкин, И.В. Петрология верхней мантии Южного Тянь-Шаня / И.В. Мушкин. — Ташкент: Фан, 1979. — 136 с.
8. Хамрабаев, И.Х. Геохронология магматических и рудных образований в Койташском рудном поле (Северный Нуратау, Западный Узбекистан) / И.Х. Хамрабаев, С.С. Сайдыганиев, Ф.А. Аскараров, П.Т. Азимов // Узбекский геологический журнал. — 1993. — № 4. — С. 13–18.
9. Хомичев, В.Л. Плутоны — дайки — оруденение / В.Л. Хомичев. — Новосибирск: Сибирский научно-исследовательский институт геологии геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), 2010. — 243 с.
10. Шарков, Е.В. Роль мантийных плюмов в тектонике раннего докембрия восточной части Балтийского щита / Е.В. Шарков, О.А. Богатиков, И.С. Красивская // Геотектоника. — 2000. — № 2. — С. 3–25.
11. Шило, Н.А. Физика рудогенеза / Н.А. Шило // Вестник МГУ, Серия 4, Геология. — 2008. — № 4. — С. 3–10.
12. Groves, D The giant Jiaodong gold province: The key to a unified model for orogenic gold deposits? / D. Groves, M. Santosh // Geoscience Frontiers, 2016. — 7 (3). — P. 409–417.

13. *Kempe, U.* The Muruntau gold deposit (Uzbekistan) e A unique ancient hydrothermal system in the southern Tien Shan /U. Kempe, T. Graupner, R. Seltmann, H. Boorder, A. Dolgoplova, M.E. Zeylmans // *Geoscience Frontiers*, 2016. 7. — 495–528.
14. *Soder, C.G.* Post-collisional Potassic–Ultrapotassic Magmatism of the Variscan Orogen: Implications for Mantle Metasomatism during Continental Subduction /C.G. Soder, R. Romer // *Journal of Petrology*. — 2018. — Vol. 59. — No. 6. — P. 1007–1034.
15. *Stern, C.R.* Olivine-hornblende-lamprophyre dikes from Quebrada los Sapos, El Teniente, Central Chile (34°S): implications for the temporal

geochemical evolution of the Andean subarc mantle /C.R. Stern, R. Floody, D. Espiñeira /*Andean Geology* formerly *Revista Geológica de Chile*, 2011. 38 (1). — P. 1–22.

© Коллектив авторов, 2020

Ишбаев Халбай Джангирович // halbay@mail.ru
Косбергенов Куатбай Мауленберген улы // qosbergenov93@mail.ru
Илешов Куанышбек Муратович // kuanish@mail.ru
Утамуродов Элбек Алимжонович // best_gold91@mail.ru

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 528.02

Борейша Е.В. (ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»)

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КАРСТОВОГО ПРОВАЛА

*В статье рассматриваются результаты топографической съемки, выполненной стандартным методом, при котором видимая для съемки часть составила только 3 % от всей поверхности, и результаты съемки с использованием вынесенного на противоположную бровку обрыва, дистанционно наклоняемого с безопасной позиции помощником наблюдателя, двухзеркального отражателя. Данный отражатель дает возможность получать координаты точек визированием вниз с углом наклона более 90°, что позволило снять 100 % внутренней поверхности карстовой шахты. Описывается методика работы, представлены схемы устройства и съемки внутренней поверхности карстового провала. Даны формулы вычисления координат. Представлены для сравнения два рисунка с горизонталями, полученными путем прямой съемки объекта тахеометром и съемки с преломлением луча двухзеркальным отражателем. **Ключевые слова:** топографическая съемка, тахеометр, двухзеркальный отражатель, координаты точек, карстовый провал.*

Boreysha E.V. (MGCU)

TOPOGRAPHIC SURVEY OF KARST DIP INNER SURFACE

This article discusses the results of a topographic survey performed by the standard method, in which the part visible for the survey was only 30% of the entire surface, and the results of the survey using a two mirror reflector on the opposite edge, remotely tilted from a safe position by an assistant observer, a two-mirror reflector. This reflector makes it possible to obtain the coordinates of the points by looking down with an inclination angle of more than 90°, which made it possible to remove 100% of the inner surface of the karst mine. The methodology of work

*is described, device diagrams and surveys of the inner surface of the karst mine are presented. The formulas for calculating coordinates are given. For comparison, two figures with contour lines obtained by direct survey of an object with a total station and shooting with a beam refraction of two mirror reflectors are presented. **Keywords:** topographic survey, tachometer, two mirror reflector, coordinates of points, karst failure.*

Введение

Документирование посредством крупномасштабной (1:500 или 1:200) топографической съемки таких объектов, как внутренняя поверхность карстового провала, необходимо выполнять как для оценки последующего развития карстового процесса данного образования, так и для интерпретации инженерно-геофизических изысканий на прилегающей территории. Согласно работе [5], п. 10.40 «Геодезические наблюдения в районах развития карста при инженерно-геодезических изысканиях проводятся с целью определения количественных характеристик величин смещений земной поверхности и деформаций толщи горных пород, распространения проявлений карста, обоснования прогноза развития карста и оценки степени опасности деформаций для зданий и сооружений, устойчивости территории относительно оседаний и провалов, а также проектирования инженерной защиты и оценки эффективности выполнения защитных мероприятий».

Проблемами изучения карста и его распространением интересуются геологи, гидрогеологи, геоморфологи, гидрологи, физико-географы, ландшафтоведы, инженеры-проектировщики, строители и многие специалисты других областей знания [6].

Топографическая основа для ГИС-систем является важнейшей составляющей, на которую может накладываться любой изучаемый процесс или объект, и само существование ГИС-Карст обусловлено наличием топографической основы, как элемента создаваемого электронного географического пространства [1].

Основываясь на вышеприведенных данных, можно сделать заключение о целесообразности проведения специальных топографических съемок проявившихся карстовых образований. Однако при анализе литературных источников в работе [4] было выявлено, что