

УДК [551.263+552.111](571.63)

ПЕРВАЯ НАХОДКА ФЛОГОПИТ-ОЛИВИНОВЫХ ПОРОД (ЛАМПРОИТОВ) В ТАУХИНСКОМ ТЕРРЕЙНЕ СИХОТЭ-АЛИНЯ

© 2012 г. В. Т. Казаченко, С. Н. Лаврик, Е. В. Перевозникова,
В. В. Кононов, П. П. Сафронов

Представлено академиком А.И. Ханчуком 30.01.2012 г.

Поступило 10.02.2012 г.

Флогопит-оливиновые породы Таухинского террейна (Мокрушинская площадь) по классификационным признакам наиболее близки к лампроитам – продуктам глубинного магматизма с необычным (гибридным) химическим составом. Практический и научный интерес к лампроитам определяется их потенциальной алмазонасностью и возможностью получения сведений о геологических процессах, составе и физико-химических условиях различных (в том числе и глубинных) уровней литосферы. Первая находка флогопит-оливиновых пород в Таухинском террейне, обладающих по сравнению с обычными лампроитами уникальными особенностями состава – ультражелезистостью и ультрамарганцовистостью, а также высоким содержанием Pt, Au и Pd, обусловила необходимость изучения геологических условий их залегания, возраста, петрографии, минералогии и генезиса.

Таухинский террейн (рис. 1) является фрагментом неокотской аккреционной призмы, сложенной юрскими и раннемеловыми терригенно-осадочными отложениями. В его олистостромовом комплексе в виде олистолитов и олистоплак присутствуют фрагменты триасовой кремневой формации Сихотэ-Алиня, а также карбон-пермских и триасовых рифовых массивов. Флогопит-оливиновые породы палеогенового возраста (табл. 1) наблюдались в виде дайки метровой мощности на контакте триасовых кремней и раннемеловых песчаников. Они относятся к щелочным ультраосновным и ультражелезистым породам калиевой серии ($K_2O/Na_2O \geq 9$) (табл. 2) и отличаются высоким содержанием Mn. Различия в содержаниях окислов в анализах 1 и 2 (см. табл. 2) связаны с сегрегацией зерен флогопита (неоднородностью пробы, из которой отбиралась навеска для ИСП АС-анализа) и с неравномерной хлоритизацией этого минерала вдоль плоскостей спай-

ности на постмагматической стадии. Содержание K_2O в породе с введением поправки на хлоритизацию флогопита, рассчитанной по среднему (из 26 анализов) составу этого минерала и содержанию Al_2O_3 в породе, первоначально составляло примерно 2.27 мас. %. По содержанию SiO_2 , суммы окислов Fe и составу оливина флогопит-оливиновые породы близки к гортонолитовым дуни-там, от которых отличаются высокой калиево-стью и обогащением летучими компонентами и рассеянными элементами.

Фенокристаллы представлены флогопитом и F-апатитом. Присутствуют, кроме того, крупные бесформенные выделения титаномагнетита и ильменита (рис. 2). Флогопит обогащен Cl (0.03–0.06 ф.е.), Fe, Al и относительно беден Si, место которого (до 0.27 ф.е.) занимает Al. Титаномагнетит содержит (ф.е.) 0.10–0.15 Ti, до 0.04 Al и 0.02 Mg. Ильменит отличается довольно высоким содержанием Mn (0.11–0.20 ф.е.) и низким – Mg (до 0.03 ф.е.). Основная масса имеет микро-, мелкозернистую размерность. Она сложена оливином или оливином и небольшим количеством флогопита, магнетита, ильменита и апатита. Основная масса содержит шестоватые, игольчатые и нитевидные кристаллы циркона (рис. 2), пересекающие границы зерен других минералов. В ней присутствуют маломощные зонки взрывного дробления, выполненные стеклом основного со-

Таблица 1. Возраст флогопит-оливиновых пород Таухинского террейна

Проба	Возраст, млн лет
М-86-31	65 ± 10
М-86-31 а	62 ± 2
М-86-32	65.4 ± 0.8
М-86-32а	63.8 ± 2.3
Средний	64.05 ± 3.8

Примечание. Анализы монофракций флогопита выполнены К–Аг-методом в лаборатории изотопных методов ДВГИ ДВО РАН. Исполнитель С.Ю. Будницкий.

Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Владивосток

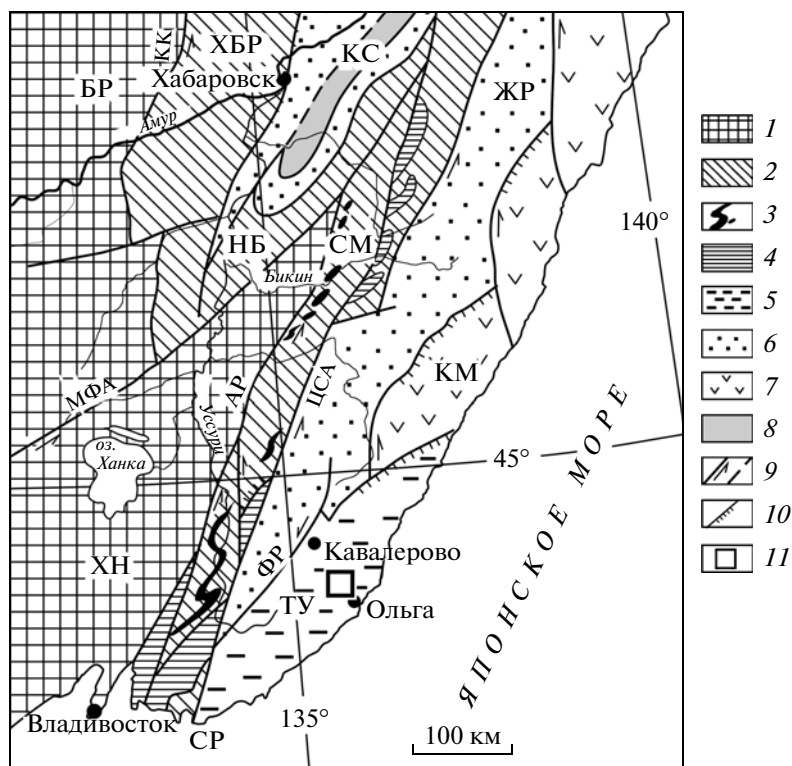


Рис. 1. Положение Мокрушинской площади в Сихотэ-Алине. Тектоническая основа по А.И.Ханчуку [1].

1 – ХН – Ханкайский массив, БР – Буреинский массив; 2 – юрские террейны (фрагменты аккреционных призм); СМ – Самаркинский, НБ – Наданьхада-Бикинский, ХБР – Хабаровский; 3 – калиновские офиолиты (девон); 4 – фрагменты докембрийского–раннепалеозойского континента, включенные в структуры юрской аккреционной призм и испытавшие вместе с ними цикл син- и постаккреционных преобразований (СР – Окраинско-Сергеевский комплекс Самаркинского террейна); 5, 6 – раннемеловые террейны-фрагменты: 5 – неокомской аккреционной призм (ТУ – Таухинский), 6 – приконтинентального спредингового турбидитового бассейна (ЖР – Журавлевско-Амурский), 7 – баррем-альбской островодужной системы (КМ – Кемский), 8 – альбской аккреционной призм (КС – Киселевско-Маноминский); 9 – левые сдвиги, в том числе: кк – Куканский, ар – Арсеньевский, мфа – Мишань-Фушуньский (Алчанский), цса – Центральный Сихотэ-Алинский, фр – Фурмановский; 10 – надвиги; 11 – Мокрушинская площадь.

става, содержащим включения игольчатых кристаллов циркона. Состав основной массы изменяется от почти мономинерального оливинового до флогопит-оливинового с небольшим количеством других минералов.

Оливин представлен гортонолитом, содержащим 45–49 мол. % железистого минала. В краевых частях оливиновых зерен присутствуют более железистые каемки ($Fe_2SiO_4 = 56–63$ моль). Маг-

нетит беден Ti и совсем не содержит Mg и Al. Ильменит относится к очень богатой Mn (0.38–0.51 ф.е.) и бедной Mg (до 0.02 ф.е.) Nb-содержащей разновидности. В флогопит-оливиновых породах присутствуют шпироподобные тремолитовые обособления (с небольшим количеством апатита и флогопита). Характерны гнезда и прожилки магнетитового (с арсенидами Ni, Co, Fe), ильменит-магнетитового (с выделениями пирротина в ре-

Таблица 2. Химический состав лампроитов Таухинского террейна. Образец М-86-32

Анализ	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ , FeO	P ₂ O ₅	MgO	CaO	MnO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	ппп	Сумма
1	33.85	0.31	1.62	41.45*	0.26	19.09	0.34	2.09	0.08	0.72	н/о	н/о	99.81
2	34.34	0.31	3.18	32.18*	0.26	23.11	0.34	2.26	0.08	1.66			97.72

Примечание. Анализ 1 выполнен методами ИСП АС и гравиметрии, * все железо как трехвалентное. В анализе 2 приведены средние содержания по результатам 25 определений методом площадного сканирования на рентгеноспектральном микроанализаторе; содержания TiO₂, P₂O₅, CaO и Na₂O вследствие того, что они ниже уровня обнаружения прибором, взяты из анализа 1; * все железо как двухвалентное.

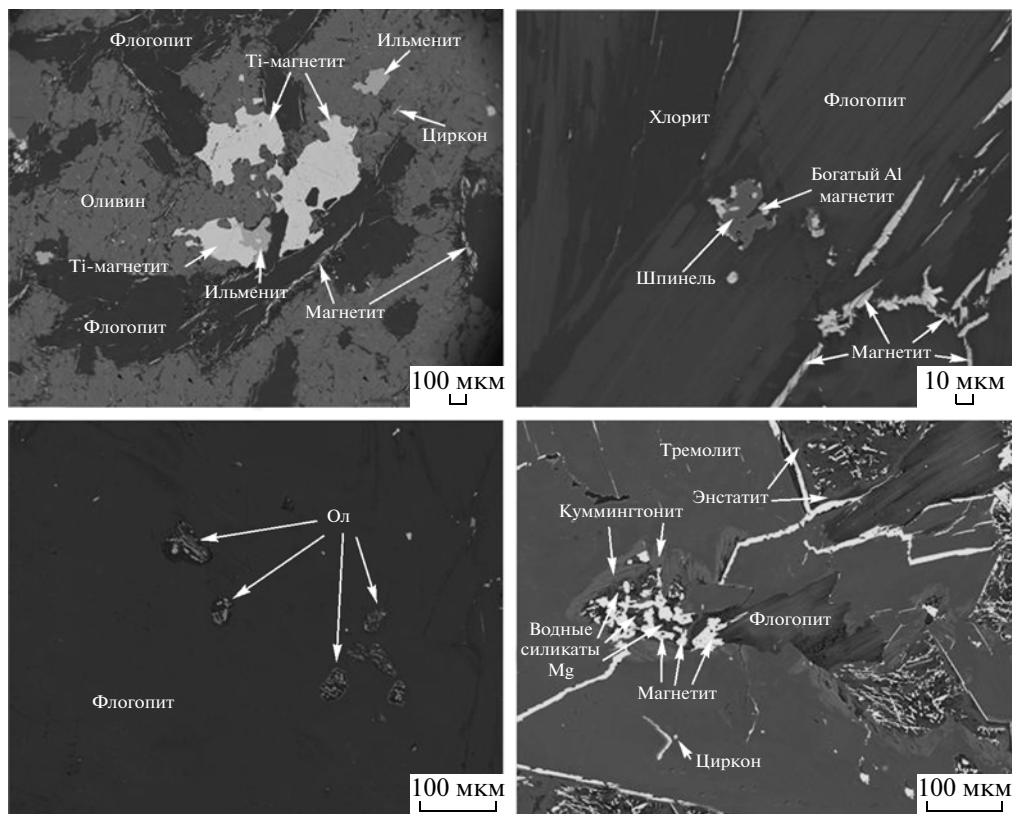


Рис. 2. Особенности строения флогопит-оливиновых пород Таухинского террейна (вид в отраженных электронах). Ол – оплавленные кристаллы преобразованного в серпентин и магнетит оливина.

зультате распада твердого раствора) и пирротинового или магнетит-пирротинового состава. Кроме того, встречаются каплевидные выделения, выполненные магнетитом и обогащенным Ti стеклом (?), состав которого можно представить формулой $(\text{Mg}_{0.88}\text{Ca}_{0.14}\text{Fe}_{0.77}\text{Mn}_{0.18})_{1.97}(\text{SiO}_4)_{1.03} \cdot 0.57(\text{Ti}_{0.83}\text{Al}_{0.17})_{1.00}\text{O}_2$. Структурные особенности таких гнезд, прожилков и выделений свидетельствуют об имевших место случаях раскристаллизации капель или их “выжимок” по трещинам спайности или границам зерен силикатов обогащенного Fe, Ti, Ni, Co сульфидно-оксидного и сульфидно-оксидно-силикатного остаточного расплава (рис. 3). В зернах оливина отмечались остроугольные обломки целиком серпентинизированной породы.

В фенокристаллах флогопита встречаются многочисленные игольчатые и нитевидные включения циркона, оплавленные и разложенные на серпентин и магнетит обломки оливиновых и ферросилитовых зерен, почти целиком резорбированные, нередко оплавленные включения богатого Zn (10–24 ф.е. мол. % ганита) плейонаста (25–48 мол. % герцинита и 27–40 мол. % шпинели) с небольшим количеством (1–11 мол. %) магнетитового минерала, нередко окруженные каемками хлорита. Иногда кристаллы такой шпинели образуют срастания с богатым Al (до 0.28 ф.е.) Ti-

Cr-, V-, и Zn-содержащим магнетитом и включают кристаллы этого минерала. В апатите встречаются включения циркона, скопления призматических кристаллов обогащенного Al и Si эсколаита, заполняющие пустоты растворения кристаллов более раннего, очевидно, хромистого минерала (возможно, шпинели или граната).

В кристаллах тремолита при наблюдении в отраженных электронах видны контуры полностью контаминированных обломочных зерен. Присутствуют, кроме того, включения крупных частично контаминированных кристаллов оливина (?), центральные части которых разложены на серпентин и магнетит, а краевые замещены куммингтонитом (см. рис. 2), а также полуразложенных кристаллов энстатита. В флогопит-оливиновых породах присутствует комплекс минералов, возникших после раскристаллизации расплава в результате изменения этих пород. К ним относятся антигорит, тальк, миннесотаит, сепиолит, девейлит, анкерит, кутнагорит, сидерит, магнетит, брейтгауптит, никелин, хедлейит, кобальгин, цумоит и другие соединения Bi и Te, аурикуприд, купроаурид и палладистое Au, выполняющие межзерновое пространство, трещины спайности в кристаллах флогопита, каемки вокруг зерен магнетита, зонки взрывного дробления и

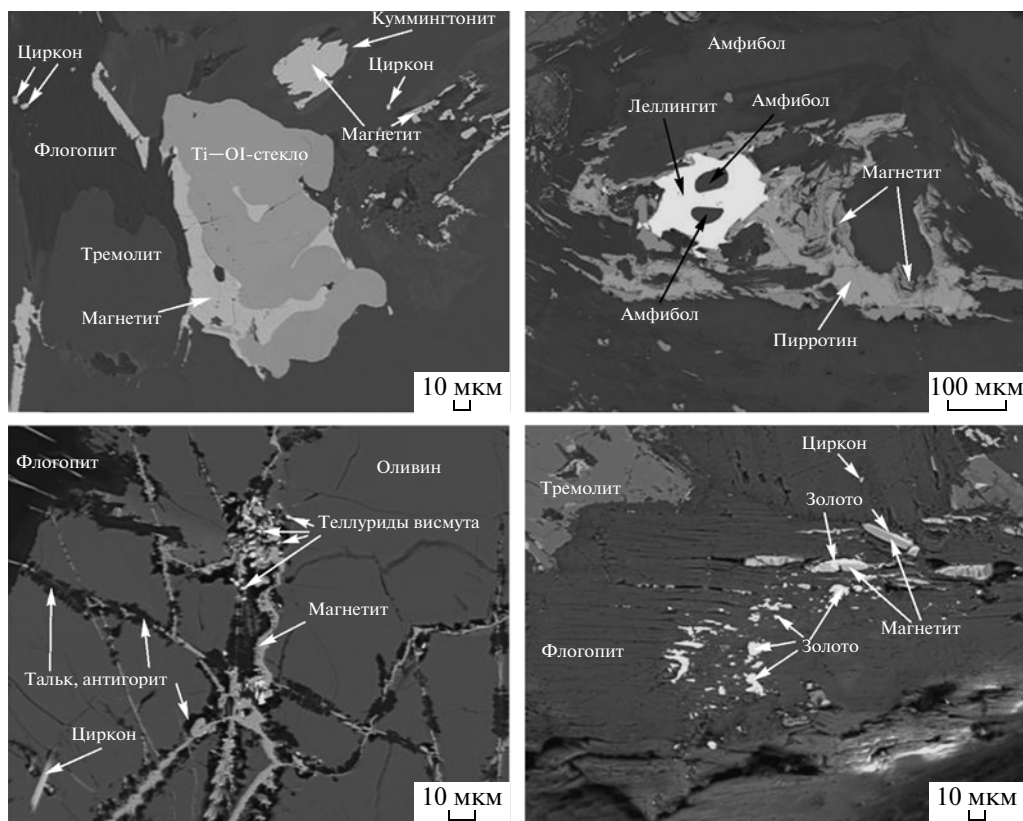


Рис. 3. Продукты кристаллизации остаточного расплава и эпигенетические минералы в флогопит-оливиновых породах Таухинского террейна (вид в отраженных электронах). Ti–Ol-стекло — стекло(?) состава $(Mg_{0.88}Ca_{0.14}Fe_{0.77}Mn_{0.18})_{1.97}(SiO_4)_{1.03} \cdot 0.57(Ti_{0.83}Al_{0.17})_{1.00}O_2$.

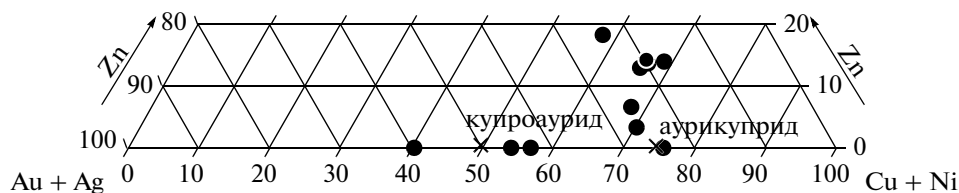


Рис. 4. Особенности состава “медистого золота” из флогопит-оливиновых пород Таухинского террейна. Крестиками показаны теоретические составы аурикуприда и купроаурида.

прожилки в породе (рис. 3). Аурикуприд представлен необычной, богатой Zn (до 12.65 мас. %) Ni-содержащей (до 1.28 мас. %) разновидностью (табл. 3), в которой Zn изоморфно замещает Cu (рис. 4). Флогопит-оливиновые породы по результатам анализа одной пробы атомно-абсорбционным методом содержат (г/т) 0.68 Au, 1.86 Pt и 0.01 Pd.

Наряду с флогопит-оливиновыми породами на Мокрушинской площади распространены субвулканические или жерловые фации высокотитанистых слюдястых и авгитовых лампрофиров, сиенитов, а также карбонатитоподобных пород. Поэтому имеются основания полагать, что

флогопит-оливиновые породы являются составной частью дифференцированного магматического комплекса. Их возраст (палеоцен) соответствует времени завершения формирования Восточно-Сихотэ-Алинского вулканоплутонического пояса (маастрихт) в условиях субдукционного геодинамического режима и начала тектонических процессов, приведших в конечном итоге к раскрытию Японского моря. Последние протекали в режиме трансформной континентальной окраины [1]. С этим геотектоническим режимом связывают образование в Сихотэ-Алине рифтогенных впадин субширотного и северо-западного простирания и продуктов кисло-

Таблица 3. Состав “медистого” и палладистого золота (мас. %) из флогопит-оливиновых пород Таухинского террейна

Проба	Ni	Cu	Zn	Ag	Au	Pd	Сумма
М-86-32		45.67	2.26	1.92	50.14		99.99
	0.24	43.94	4.4	2.21	48.4		99.19
		50.16	10.52		39.32		100
	1.27	48.8	10.55	0.87	38.47		99.96
	0.56	46	10.48	1.85	40.61		99.5
	1.28	50.45	10	0.84	37.44		100.01
		45.37	9.18		45.45		100
		46.7	8.73		44.57		100
		39.16	12.65	2.3	45.89		100
		50.69		1.71	47.61		100.01
	0.4	43.48	7.73	4	43.73		99.34
		19.7		11.06	69.23		99.99
		31.07		5.33	63.59		99.99
	1.06	46.11	10.13	1.05	41.64		99.99
	1.01	45.38	9.9	1.04	42.69		100.02
1.25	46.44	9.98	0.79	41.49		99.95	
М-86-31					98.14	1.86	100
					98.13	1.87	100
					97.19	2.81	100
		28.52		4.32	67.11		99.95

Примечание. Анализы выполнены в ДВГИ ДВО РАН на микроанализаторе JXA8100 с тремя волновыми спектрометрами и энергодисперсионным спектрометром INCAx-sight по принятой в этой организации методике.

го, бимодального и высокоглиноземистого базальтового вулканизма Хасано-Амурского ареала (конец палеоцена–миоцен).

Таким образом, проявление глубинного лампроитового магматизма в Таухинском террейне фиксирует смену субдукционного геодинамического режима режимом трансформной континентальной окраины. Аномально высокое для магматических пород содержание Fe и Mn в флогопит-оливиновых породах и обогащение их Au, Pt и Pd наводит на мысль о возможном участии в образовании магматического расплава субдуцированной в раннем мелу части триасовых металлоносных осадков, являющихся продуктами размыва латеритной апоофиолитовой коры выветривания островов [2]. Их метаморфизованные аналоги (марганцево-силикатные и кремнисто-родохрозитовые породы, силикатно-магнетитовые руды и яшмы) широко распространены в олистостромовом комплексе Таухинского террейна [3].

Работа выполнена при поддержке Президиума ДВО РАН (проект 12–1–П27–03).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России / Под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. С. 1–572.
2. Казаченко В.Т., Первозникова Е.В. Контактво-метаморфизованные металлоносные осадки триасовой кремневой формации Сихотэ-Алиня и скарны Ольгинского и Дальнегорского рудных районов Приморья: сравнительная геохимия и генезис. Минеральные индикаторы литогенеза. Материалы Российского совещания с международным участием (Сыктывкар, 14–17 марта 2011 г.). Сыктывкар: Геопринт, 2011. С. 298–301.
3. Казаченко В.Т., Мирошниченко Н.В., Первозникова Е.В., Карабцов А.А. // ДАН. 2009. Т. 425. № 5. С. 651–655.