

Таблица

Химический состав оливина из ультрамафитов Улорского массива

Порода	Дуниты				Гарцбургиты	
	У-1	У-11	У-12/1	У-14	У-9	У-15
MgO	48,88	48,83	49,83	51,02	47,76	48,24
SiO ₂	43,08	42,25	42,92	43,02	42,37	42,53
FeOобщ	7,77	8,55	6,89	5,51	9,61	8,79
NiO	0,31	0,37	0,36	0,43	0,29	0,39
Fa	8,19	7,20	5,71	10,14	8,95	9,27

Примечание: Fa = Fe / (Fe + Mg) * 100 %.

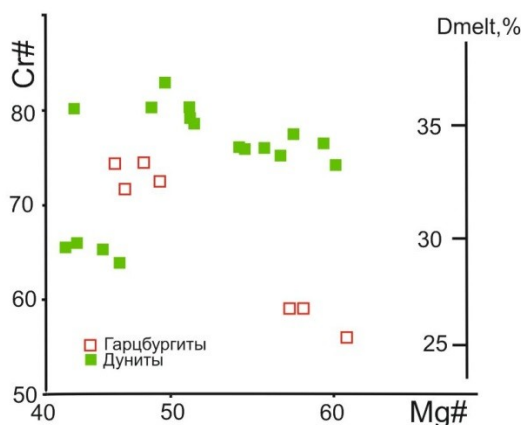


Рис. 2. Соотношение значений параметров (Cr#, Mg#) в акцессорных хромшпинелидах из ультрамафитов Улорского массива.

$$Cr\# = Cr / (Cr + Al) \%, \quad Mg\# = Mg / (Mg + Fe^{2+}) \%, \quad D_{melt} = 0,426 \times Cr\# + 1,538 \%$$

(по методике Ф.П. Леснова [4])

Литература

1. Гоникберг В.Е. Роль сдвиговой тектоники в создании орогенной структуры ранних каледонид Юго-Восточной Тувы // Геотектоника. – 1999. – № 3. – С. 9 – 103.
2. Гончаренко А.И. Деформация и петроструктурная эволюция альпийских гипербазитов. – Томск: Изд-во Томского университета, 1989. – 404 с.
3. Леснов Ф.П., Подлипский М.Ю. Геохимия акцессорных хромшпинелидов из пород Эргакского хромитового гипербазитового массива и условия его формирования (Западный Саян) // Доклады Академии наук. – 2008. – № 422. – С. 660 – 664.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СТРОЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦИРУЮЩИХ ПРОСЛОЕВ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ОСАДОЧНОГО БАСЕЙНА

Е.С. Кондрашова^{1, 2}

Научный руководитель профессор С.И. Арбузов¹

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа, г. Томск, Россия

На территории распространения баженовской свиты в Томской области и Ханты-Мансийском автономном округе обнаружены люминесцирующие в ультрафиолетовом освещении прослои, мощностью от нескольких мм до 15 см. По ранее проведенным исследованиям люминесцирующие прослои имеют разный минеральный состав и отчетливо разделяются на две группы. Изучение прослоев I группы показало, что в минеральном составе преобладают глинистые минералы (до 80 %) – каолинит и смешаннослойные минералы (ССМ) ряда иллит-сметтит. В составе прослоев II группы преобладает кварц (до 90 %) [4, 7]. Химический состав выделенных прослоев был изучен только для образцов I группы.

Целью работы является определение химического состава и геохимических особенностей пород каждой из выделенных ранее групп прослоев и вмещающих их пород с использованием современных методов исследований. Для определения химического состава исследуемых пород применялись методы инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) и масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС). Изучение

минеральных форм элементов, тонкодисперсных и акцессорных минералов и элементов-примесей проводилось на сканирующем электронном микроскопе.

Сравнительный анализ средних содержаний элементов для пород каждой группы и данных о химическом составе пород баженовской свиты (БС), опубликованных в работе Л.П. Рихванова и соавторов [5], приведен на рис. 1.

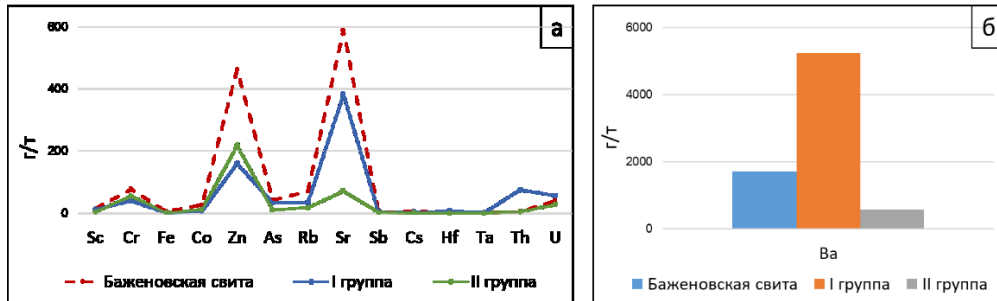


Рис. 1. а – среднее содержание химических элементов в люминесцирующих прослоях и в отложениях баженовской свиты, б – среднее содержание бария в люминесцирующих прослоях и в отложениях баженовской свиты

По результатам сравнительного анализа выделено несколько элементов, для которых отмечено повышенное среднее содержание относительно пород баженовской свиты.

Породы БС характеризуются повышенной радиоактивностью. Изучение содержания и распределения радиоактивных элементов, таких как уран и торий, в породах БС проводилось с 60-х-70-х годов рядом исследователей (И.Н. Плуманым, Н.П. Запываловым, В.М. Гавшиным, В.А. Бобровым, Ф.Г. Гурари, М.Ю. Зубковым и др.). В исследуемых прослоях содержание урана в среднем составляет 56,6 г/т (для прослоев I группы) и 28,4 г/т (для прослоев II группы). Содержания урана в целом не противоречат данным о его содержании в породах БС. Согласно [5] диапазон содержаний урана в породах БС составляет 2,37...171 г/т. В исследуемых прослоях повышенные содержания урана приурочены к минеральным включениям фосфатно-кальциевого состава.

Диапазон содержания тория в исследуемых образцах для прослоев I группы составляет 45...91 г/т, для II группы – 1...5 г/т. Содержание тория в глинистых прослоях I группы в несколько раз превышает средние значения для пород баженовской свиты [5] и кларка для глинистых сланцев (10 г/т согласно [1]). Торий может поступать в бассейн осадконакопления с обломочной примесью речного стока, а также как компонент вулканогенного пирокластического материала, что, вероятно, и обуславливает его повышенное содержание в исследуемых образцах. При этом, в прослоях II группы уровни его накопления не превышают средних значений для пород БС. Это может быть связано с минеральным составом отложений. Так, по данным Ю.Н. Занина, повышенные содержания тория характерны для пород с преобладанием глинистого материала над кремнистым [3].

Для изученных отложений характерно повышенное содержание бария (диапазон значений 284...22372 г/т, среднее содержание для I группы 5245 г/т, для II группы – 586 г/т) (рис. 2 б). Наибольшие значения отмечены в глинистых прослоях I группы. Значительные концентрации бария в баженовских отложениях отмечались многими исследователями. По данным J. Dumond [9] барий высвобождается из некромассы фитопланктона и мигрирует в составе растворов, а затем осаждается в субокисных условиях. Имеются данные о вулканической природе бария в черносланцевых отложениях [8].

Анализ редкоземельных элементов (РЗЭ) проводился по результатам ИСП-МС. Средние содержания редкоземельных элементов в исследуемых люминесцирующих прослоях и вмещающих их пород, нормированные на хондрит [6], приведены на графике (рис. 2 а).

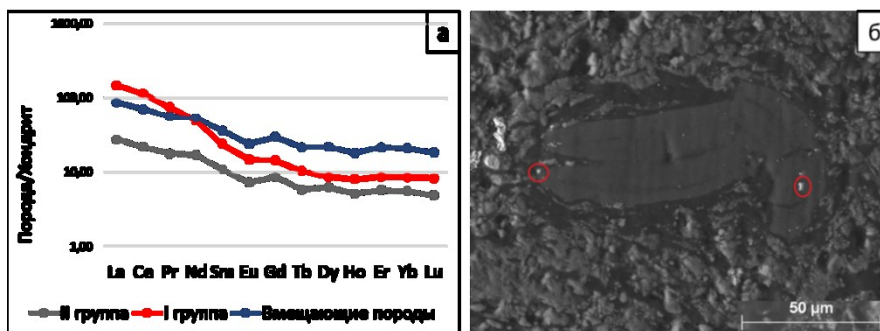


Рис. 2. а – нормированные кривые распределения РЗЭ в люминесцирующих прослоях и во вмещающих их породах. Нормировано на хондрит; б – микровключение фосфата с РЗЭ в кремнево-фосфатно-кальциевом минеральном агрегате

Среднее содержание РЗЭ в основных типах пород баженовской свиты колеблется от 83 до 175 г/т, что близко к среднему их значению в черных сланцах (131,5 г/т). В изучаемых прослоях средние содержания РЗЭ составляют 208 г/т (для I группы) и 30,7 г/т (для II группы). Предполагается, что такое различие в содержаниях элементов обусловлено минеральным составом: повышенные концентрации РЗЭ приурочены к глинистым по составу прослоям, обогащенным фосфатным детритом [2].

По результатам электронно-микроскопического анализа в исследуемых прослоях выявлены микроминеральные фазы различного состава, распределение которых в основной минеральной массе неравномерное. В прослоях обеих групп было отмечено большое количество минеральных включений, связанных с серой, вероятно, представляющих сульфиды (соединения с Fe, Zn) и сульфаты (соединения с Ba, реже со Sr).

Отмечены минеральные агрегаты кальцево-фосфатно-кремнистого состава, содержащие уран, которые, предположительно, связаны с остатками органического материала. Выявлены включения фосфатов редкоземельных элементов (предположительно, монацит), содержащие La, Pr, Nd, Sm, Nd и Th (рис. 2 б), а также фосфаты кальция. Следует отметить, что в прослоях II группы фосфатные включения встречаются реже, также это относится к микровключениям с Ba.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно заключить, что повышенные концентрации некоторых химических элементов в аномально люминесцирующих прослоях непосредственно связаны с особенностями формирования их минерального состава. Повышенные концентрации урана обусловлены высоким содержанием органического вещества в период накопления осадка. Высокие содержания тория, предположительно, связаны с примесью вулканогенного пирокластического материала. Аномальные концентрации бария могут быть связаны с высоким содержанием органического вещества в бассейне в период осадконакопления, а также с присутствием вулканогенного пирокластического материала. Повышенные содержания редкоземельных элементов отмечаются только в составе прослоев I группы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90008.

Литература

1. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // Геохимия. – 2003. – № 7. – С. 785 – 792.
2. Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г., Красавчиков В.О. Редкоземельные элементы в баженовской свите Западно-Сибирского осадочного бассейна // Литосфера. – 2011. – № 6. – С. 38 – 54.
3. Занин Ю.Н., Замирайлова А.Г., Эдер В.Г. Уран, торий и калий в черных сланцах баженовской свиты Западно-Сибирского морского бассейна // Литология и полезные ископаемые. – 2016. – № 1. – С. 82 – 94.
4. Кондрашова Е.С., Шалдыбин М.В. Комплексные исследования аномально люминесцирующих прослоев баженовской свиты Западно-Сибирского осадочного бассейна // Материалы Всероссийской молодежной научной конференции с участием иностранных ученых / ИНГ СО РАН – Новосибирск. 2019. – С. 289 – 292.
5. Рихванов Л.П., Усольцев Д.Г. и др. Минералого-геохимические особенности баженовской свиты Западно Сибири по данным ядерно-физических и электронно-микроскопических методов исследований // Известия Томского политехнического университета. – 2015. – Т. 326. – № 1. – С. 50 – 63.
6. The composition of the Earth / W.F. McDonough, S.-s. Sun // Chemical Geology. – 1995. – V. 120. – pp. 223 – 253.
7. Шалдыбин М.В., Крупская В.В., и др. Петрография и минералогия глин аномально люминесцирующих прослоев баженовской свиты Западно-Сибирского осадочного бассейна // Нефтяное хозяйство. – 2018. – № 2. – С. 36 – 40.
8. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). – Сыктывкар: Геопринт, 2011. – 742 с.
9. Dymond J., Suess E., Lyle M. Barium in deep-sea sediment: a geochemical proxy for paleoproductivity // Paleoceanography. – 1992. – V. 7. – № 2. – P. 163 – 181.

ПЛАСТИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ ДУНИТОВ ТАРЛАШКИНСКОГО МАССИВА (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ТЫВА)

А.В. Кулагина

Научный руководитель профессор А.И. Чернышов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Объектом изучения является Тарлашкинский ультрамафитовый массив. Он является фрагментом Южно-Тувинского офиолитового пояса, который структурно приурочен к Агардагской шовной зоне разделяющей Сангиленский докембрийский срединный массив и раннекаледонскую Восточно-Таннуольскую складчатую область [1]. Тарлашкинский массив сложен главным образом дунитами.

Целью настоящего петрографического исследования является количественная оценка степени пластического деформирования дунитов Тарлашкинского массива.

Среди дунитов Тарлашкинского массива нами установлены четыре микроструктурных типа: протогранулярный, порфирокластовый, порфиroleйстовый, мозаичный (рис.), которые образовались в результате наложенных пластических деформаций посредством внутрикристаллического, трансляционного скольжения и синтетектонической рекристаллизации. Количественная оценка степени деформации в выделенных типах отражается в удельной протяженности зёрен оливина и степени их ориентации, определенных по методике С.А. Салтыкова [2].

Протогранулярный тип характеризуется значительными размерами зёрен оливина – до 8 мм и более. Зерна оливина имеют субизометричную форму. В них в незначительной степени проявлены признаки пластического