

Основываясь на электроразрядной гипотезе образования диатрем в литосфере, можно полагать (согласно представлениям о «Подземной грозе» А.А. Воробьева и последним работам К.К. Хазановича-Вульфа), что башни в Нью-Йорке оплавившись и осели в результате электроразряда между железным каркасом этих башен и самолётом (искусственным баллидом).

#### Список литературы

1. Кадомцев Б.Б., Рязанов А.И., Что такое синергетика // Природа. – 1983. – № 8. – С. 2-11.
2. Данилов Ю.А. Роль и место синергетики в современной науке // Онтология и эпистемология синергетики. – М.: ИФ РАН, 1997. – С. 7-17.
3. Половцева Г.Ф., Пойзнер Б.И. Синергетика и сопредельные науки / Краткий библиографический указатель. – Томск: Изд-во ТПУ, 1993. – 54 с.
4. Летников Ф.А. Синергетика геологических систем. – Н.: Наука, 1992. – 230 с.
5. Чупрынин В.И. Геофизические автоколебательные системы разрывного типа / Владивостокский гос. университет. – Владивосток, 1984. – 34 с. – Деп. в ВИНТИ 7.08.84, Н709-85.
6. Сальников В.Н. Природно-технологические зоны электромагнитной разгрузки / Труды Межд. научно-техн. шк.-семинара: Концептуальные подходы и гипотезы. – Томск: ТПИ, 1991. – С. 137-179. – Доп. в ВИНТИ 10.12.90, № 776-В91.
7. Воробьев А.А. Равновесие и преобразования видов энергии в недрах. – Томск: Изд-во Томского университета, 1980. – 212 с.
8. Сальников В.Н., Арефьев К.П., Завёрткин С.Д. и др. Самоорганизация физико-химических процессов в диэлектрических природно-технологических средах. – Томск: СТТ, 2006. – 524 с.
9. Дмитриев А.Н. Природные самосветящиеся образования. – Н.: 1998. – 242 с.
10. Хрянина Л.П. Метеоритные кратеры на Земле. – М.: Недра, 1987.
11. Хазанович-Вульф К.К. Диатреморвые шлейфы астроблем или «Болидная модель образования кимберлитовых трубок». – Петрозаводск: Изд-во ГЕОМАСТЕР, 2007. – 272 с.
12. Баласанян С.Ю. Динамическая геоэлектрика. – Н.: Наука, 1990. – 232 с.
13. Ольховатов А.Ю. Об электрофонных явлениях // Физика Земли, 1993. – № 12. – С. 17-21.
14. Потылицына Е.С. Электромагнитный мониторинг геодинамики Алтая-Саянской складчатой области / Сб. трудов Межд. науч. конф. посвящённой 100-летию со дня рождения профессора А.А. Воробьева. – Томск: ТПУ, 2009. – С. 347-351.
15. Завёрткин С.Д., Сальников В.Н., Арефьев К.П. Электромагнитная эмиссия при фазовых переходах в минералах и диэлектрических материалах. – Томск: ТПУ, 2010. – 403 с.
16. Саломатин В.Н. Многолетний опыт применения ЕИЭМПЗ при решении комплекса задач в Украине / Сб. трудов Межд. науч. конф. посвящённой 100-летию со дня рождения профессора А.А. Воробьева. – Томск: ТПУ, 2009. – С. 384-391.

#### ОБНАРУЖЕНИЕ $Yb^{3+}$ В ШЛАКОВЫХ СТЁКЛАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ УРАЛА МЕТОДОМ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА

<sup>1</sup>Потапов Д.С., <sup>2</sup>Мороз Т.Н., <sup>1</sup>Потапов С.С.

<sup>1</sup>Институт минералогии УрО РАН, Миасс;

<sup>2</sup>Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, e-mail: spot@ilmeny.ac.ru

В последние годы люминесценция редкоземельных элементов (РЗЭ) широко используется при создании лазерных материалов [14]. Так, ионы иттербия применяются для генерации лазерного излучения в ближнем инфракрасном диапазоне с длиной волны излучения 1,06-1,07 мкм. Поэтому практически значимым может явиться установленное нами на основании спектроскопических исследований наличие  $Yb^{3+}$  в шлаковых стеклах ряда металлургических заводов Урала.

Иттербий, Yb, как и многие редкие элементы, по среднему содержанию в Земной коре находится в количествах, превышающих кларки таких обычных в повседневной жизни металлов, как ртуть, золото, серебро [8, 9]. Поэтому это, по В.И. Смирнову [7], не редкий элемент. Он был открыт в 1878 г. швейцарским химиком Мариньяком как примесь к элементу эрбию. Однако иттербий оказался смесью двух лантаноидов, которые в 1907 г. были разделены химиками Урбеном и независимо от него Ауэром. Вместе с другими РЗЭ Yb содержится в минералах баэстезите, монаците, фергусоните, ксенотиме и др. [9]. Люминесценция

РЗЭ широко используется при создании лазерных материалов. Одним из таких элементов является неодим, Nd, допирование которым алюмо-иттриевого граната привело к созданию целого ряда твердотельных лазеров с излучением в области 1064 и 532 нм. Излучение в ближней ИК области спектра (1064 нм) стало решающим в применении Nd:YAG лазеров в КР спектроскопии, так как при изучении многих материалов, особенно биогенной природы, позволило значительно снизить фоновый сигнал от люминесценции, возникающей при использовании лазеров в видимом диапазоне [1-2, 6, 15-16, 18]. Однако это удается сделать не во всех случаях. Значительная люминесценция присутствует в ряде спектров комбинационного рассеяния света (КР), измеренных с линией 1064 нм Nd:YAG лазера, которая может быть обусловлена органической компонентой и элементами-примесью патогенного образования [6, 10], РЗЭ [3-4], в том числе элементом эрбием в природных гранатах [17]. Исследование стекол Саткинского металлургического завода (СМЗ), отобранных нами в 2004 г., показало, что в КР спектрах ряда образцов проявились интенсивные полосы в анти-Стоксовой области спектра, которые не могли быть объяснены колебательными характеристиками [3-4]. В данной работе методом колебательной КР спектроскопии были исследованы стекловатые шлаки Саткинского металлургического завода (СМЗ) и Челябинского электрометаллургического комбината (ЧЭМК), характеристики которых мы приводим ниже.

Образцы СМЗ (САТ-04-04, САТ-09-04 и САТ-22-04) являются побочными продуктами производства ферромарганца. Главными оксидами этих шлаков являются  $SiO_2$ , CaO, MgO, MnO,  $Al_2O_3$  (табл. 1).

Образец САТ-04-04 черный, массивный стеклоподобный шлак. С поверхности пористый. Нередко в шлаке наблюдаются бурые вкрапления окисленного железа. Данный шлак состоит из стекла – 30%, из кристаллических выделений мелилита – 60% и монтичеллита – 10%. При наблюдении в шлифах мелилит занимает основную массу шлака и представлен крупными скелетными кристаллами. В некоторых зернах отчетливо проявлена спайность. Монтичеллит расположен в промежутках между крупными скелетными кристаллами мелилита в стекловатой матрице. Представлен тоненькими (толщиной 0,02 мм) бесцветными игольчатыми.

Образец САТ-09-04 массивный плотный кусок шлака зеленого цвета. С поверхности и внутри шлак интенсивно пористый; редко в нем встречаются металловидные сферулы. Шлаковый расплав полностью раскристаллизован и состоит из минералов: мелилита – 35%, ромбического пироксена – 25%, моноклинного пироксена – 25%, форстерита – 10% и рудного минерала – 5%. В шлифах мелилит представлен ксеноморфными бесцветными зернами. Ромбический пироксен выглядит в виде вытянутых игольчатых зерен. В некоторых из них отчетливо проявлена спайность в двух направлениях под углом 84°. Во многих зернах отчетливо проявлены полисинтетические двойники. Моноклинный пироксен в шлифе представлен идиоморфными зернами размером от 0,2 до 0,4 мм. В скрещенных николях он отличается от ромбического пироксена и форстерита тем, что имеет косое погасание под углом 50°. Форстерит бесцветен, имеет форму идиоморфных и гипидиоморфных кристаллов. В скрещенных николях имеет высокие цвета интерференции и прямое погасание. Рудный минерал имеет черный цвет; в скрещенных николях изотропен.

Образец САТ-22-04 представляет собой стеклоподобный массивный шлак серого цвета с включениями белых сферолитовых агрегатов в виде как отдельных крупных выделений, так и мелких их скоплений. Местами шлак пористый, на поверхности наблюдается лимонитизация.

Изученные образцы шлаков Челябинского электрометаллургического комбината (ЧЭМК) являются побочными продуктами производства силикомарганца. Главными оксидами в них являются  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  (табл. 1).

1. Данные микронзондового\* и химического\*\* анализов шлаков Саткинского металлургического завода (САТ) и Челябинского электрометаллургического комбината (ЧЭМК)

Шлаки	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{MnO}$	$\text{MgO}$	$\text{CaO}$	$\text{Na}_2\text{O}$
САТ-04-04**	38,82	9,93	0,3	9,85	38,9	0,65
САТ-09-04**	30,76	19,86	2,00	5,27	39,24	-
САТ-22-04**	52,5	9,52	3,88	13,16	17,98	-
ЧЭМК-3*	45,18	14,29	13,51	1,44	17,44	0,90
Шлаки	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{SnO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\Sigma$
САТ-04-04**	0,52	1,14	-	-	-	100,45
САТ-09-04**	-	-	-	-	-	97,13
САТ-22-04**	2,96	-	0,35	-	-	100,35
ЧЭМК-3*	2,89	-	0,29	0,05	0,49	97,52

Примечание. Анализы выполнены в лаборатории физики минералов и экспериментальной минералогии ИМин УрО РАН (аналитик Е. И. Чурин)\* и в лаборатории минералогии техногенеза и геоэкологии ИМин УрО РАН (аналитик Ю. Ф. Мельникова)\*\*.  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,09$ ;  $\text{SO}_3 = 0,93$ ;  $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 0,02$ ;  $\text{H}_2\text{O} < 0,10$ ;  $\text{ppp} = 1,16$ . Дополнительные сведения: в сумму входят содержание оксида хрома, общая сера, нерастворимый осадок (Н/О). П.п.п. со знаком «+» в сумму не входит.

Макроскопически образец ЧЭМК-3 – шлак зеленого цвета. Стекло частично раскристаллизовано; в нем наблюдаются сферолитовые выделения, которые образуют скопления зерен фиолетово-зеленого цвета размерами менее 1 мм. По данным рентгенофазового анализа сферолиты диагностированы как бустамит  $(\text{Mn,Ca})_3\text{Si}_3\text{O}_9$ . В шлифе в основной массе стекла так же наблюдаются многочисленные сферолитовые

агрегаты размером от 0,01 до 0,05 мм с радиально лучистым строением, которые сложены игольчатыми выделениями бустамита, окрашенного в бурые тона. Так же встречаются округлые обособления размером 1-5 мм, которые характеризуются концентрически зональным строением:

1) центральная часть – представлена розетковидными, метельчатыми сростаниями бустамита, с размером отдельных зерен от 0,01 до 0,1 мм, расположенных относительно друг друга беспорядочно и образующих своеобразную войлочную структуру. В центральной части зерна бесцветны, иногда бледно окрашены в зеленоватые тона;

2) краевая часть – сложена волокнистыми сростаниями того же бустамита, окрашенного в бурые цвета. Более подробно минералогия шлаков ЧЭМК описана нами в работе [5].

Спектры комбинационного рассеяния вещества шлаковых стекол регистрировались на Фурье-спектрометре фирмы Брукер RFS 100/S с возбуждением линией 1064 нм лазера АИГ:Nd<sup>3+</sup>. При облучении вещества лазерным излучением помимо Релеевского рассеяния с той же частотой, которое отсекается с помощью фильтров, в КР спектрах наблюдается так называемое Рамановское рассеяние, состоящее из суммарных и разностных (Стокс и анти-Стокс) с возбуждающим излучением частот, обусловленных колебаниями молекул. Колебания в анти-Стоксовой области обычно на порядки меньше, чем в Стоксовой. Определяющим условием для регистрации КР-спектра является отсутствие люминесценции объекта, что достигается подбором соответствующего излучения. В то же время известен такой эффект, как возникновение интенсивных полос в анти-Стоксовой области спектра в оксидах РЗЭ при использовании 1064 нм излучения в КР измерениях [3-4, 10-11], что побудило нас к этому исследованию.

КР-спектры при возбуждении в ближней ИК области для образцов СМЗ были в большей или меньшей мере замаскированы люминесцентным фоном (рис. 1; табл. 2).

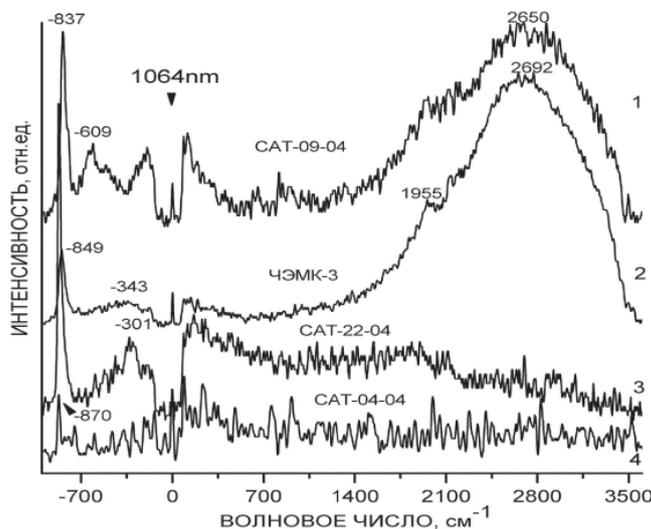


Рис. 1. КР спектры образцов САТ-04-04, САТ-09-04, САТ-22-04 и ЧЭМК-3, зарегистрированные на КР спектрометре с Фурье преобразованием, излучение 1064 нм. Волновые числа даны в Рамановском сдвиге относительно возбуждающей линии

Например, для образцов САТ-04-04, САТ-09-04 и САТ-22-04 была зарегистрирована нехарактерная для колебательных КР спектров интенсивная полоса в анти-Стоксовой части спектра (колебательные частоты симметричны относительно возбуждающей –  $\nu_{\text{вобужд}} \pm \nu_{\text{квд}}$ ) (рис. 1, 2; табл. 2).

На фоне люминесценции линии КР спектров минеральных включений стекол и шлаков СМЗ были мало

интенсивными. Литературный обзор спектроскопической информации показал, что на близкой длине волн 980 нм излучает иттербиевый лазер. Для легированных  $\text{Yb}^{3+}$  стекол  $\text{SiO}_2\text{-PbO-Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$  наблюдалась ИК флуоресценция с максимумом 1010 нм [12]. На базе кристалла титаната висмута  $\text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}$  создан волоконно-оптический сенсор с оптическим контролем чувствительности на частоте 976 нм [13]. Проведен-

2. Положение полос люминесценции в анти-Стоксовой области спектра в  $\text{см}^{-1}$  (абсолютные единицы)  $\text{Yb}^{3+}$  в стеклах СМЗ и ЧЭМК и некоторых оксидах РЗЭ

CAT-04-04	CAT-09-04	CAT-22-04	ЧЭМК-3	$\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Yb}$	$\text{Gd}_2\text{O}_3:\text{Yb}$	$\text{Lu}_2\text{O}_3:\text{Yb}$	$\text{CeO}_2:\text{Yb}$	$\text{Ga}_2\text{O}_3:\text{Yb}$
Данная работа				[10]				
10				10515w	10479 w	10454w	10454w	
10268	10235	10266	10247	10239 s	10239s	10241s	10349 w	10238 s
				10119w	10138w	10138w	10284 w	9974 m
	10007			9882 w	9901 w	10161w	10161w	
		9702	9742	9704 m	9684 s	9684 s	10082 w	9682 m
							9710 w	
							9611 w	

Примечание: S – сильная, m – средняя, w – слабая по интенсивности полосы.

ное исследование методом КР-спектроскопии с возбуждением 1064 нм излучением синтетических  $\text{Y}_2\text{O}_3$  и оксидов лантаноидов  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Nd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Lu}_2\text{O}_3$  показало наличие характерных максимумов люминесценции в ближней ИК-области в анти-Стоксовой области спектра [10, 11], а для образцов  $\text{Dy}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ho}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Er}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Tm}_2\text{O}_3$  – в Стоксовой области спектра [10]. Анализ спектров поглощения этих соединений в ближней ИК области позволил объяснить полученные при съемке КР спектров эффекты [10, 11]. Полосы  $\text{Yb}_2\text{O}_3$  в анти-Стоксовой области характеризуют эмиссию в результате релаксации в основном электронное состояние после поглощения 1064 нм излучения, тогда как поглощение в Стоксовой области не очень ясно. В случае  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  возможен механизм усиления КР спектра [10]. Полосы других оксидов в анти-Стоксовой области по оптическим данным не могут быть объяснены поглощением 1064 нм излучения [11]. Допирование ионов иттербия в оксиды РЗЭ позволило однозначно отнести полосы в области около  $-840$ ,  $-886 \text{ см}^{-1}$  (в единицах Рамановского сдвига) к  $5-1$  электронному переходу  $\text{Yb}^{3+}$ . В этих же оксидах, недопированных  $\text{Yb}^{3+}$ , так же зафиксированы подобные полосы, что объясняется большей чувствительностью используемого метода регистрации к ионам иттербия, которые присутствуют в небольшом количестве в оксидах РЗЭ [11].

соответственно, и  $-848 \text{ см}^{-1}$  в образце ЧЭМК-3 можно объяснить анти-Стоксовой люминесценцией  $\text{Yb}^{3+}$ . Наличие других РЗЭ в количествах порядка г/т в исследуемых образцах, особенно в образцах CAT-09-04 и ЧЭМК-3, где наблюдаются интенсивные полосы в Стоксовой области спектра порядка  $2550-2900 \text{ см}^{-1}$ , характерные для ионов эрбия, не исключается [10, 17].

Таким образом, при регистрации КР спектров с использованием ИК излучения 1064 нм в образцах стекол СМЗ и ЧЭМК зафиксированы полосы люминесценции в анти-Стоксовой области, которые позволяют диагностировать ионы 3-х валентного иттербия в исследуемых образцах.

Авторы благодарят сотрудника Института катализа СО РАН (г. Новосибирск) Юрия Чесалова за помощь в регистрации КР спектров.

#### Список литературы

1. Мороз Т.Н. Кристаллохимические особенности слюнных камней // Кристаллогенез и минералогия. – СПб, 2001. – С. 259-260.
2. Мороз Т.Н., Костровский В.Г., Пальчик Н.А. Анализ минеральной и органической составляющих в мочевых камнях по данным Фурье спектроскопии комбинационного рассеяния света // Минералогия техногенеза-2004. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2004. – С. 93-104.
3. Мороз Т.Н., Костровский В.Г., Потапов С.С. Спектроскопические особенности техногенных шлаков Саткинского металлургического завода в инфракрасном диапазоне // Уральский минералогический сборник № 13. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. – С. 282-300.
4. Мороз Т.Н., Костровский В.Г., Потапов С.С. Колебательные спектры и люминесценция в ближней инфракрасной области техногенных стекловатых шлаков Саткинского металлургического завода // Шестые Всероссийские научные чтения памяти ильменского минералога В.О. Полякова. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2005. – С. 62-68.
5. Потапов Д.С., Потапов С.С. Минералогия шлаков производства феррохрома Челябинского электрометаллургического комбината // Научный журнал «Успехи современного естествознания». – М.: Российская Академия Естествознания, 2010. – № 8. – С. 23-25.
6. Потапов С.С., Паршина Н.В., Мороз Т.Н., Лютоев В.П. Кварц – редкий минерал в мочевых камнях // Кварц. Кремнезем: Материалы Международного семинара. – Сыктывкар: Геопринт, 2004. – С. 295-300.
7. Смирнов В.И. Рудные месторождения СССР за 50 лет Советской власти // Геология рудных месторождений. – 1967. – Т. 9, № 5. – С. 3-19.
8. Солодов Н.А. Минералогия литофильных редких металлов. – М.: Недра, 1978. – 175 с.
9. Химическая энциклопедия / под ред. И.Л. Кнунянц. – М.: Советская энциклопедия, 1990. – Т. 2. – 671 с.
10. Biljan T., Roncevic S., Meic Z. and Kovac K. Non-vibrational features in NIR FT-Raman spectra of lanthanide sesquioxides // Chem. Phys. Letters. – 2004. – Vol. 395, Iss. 4-6. – P. 246-252.
11. Biljan T., Roncevic S., Meic Z., Jurcic K., and Mestrovic E.  $\text{Yb}^{3+}$  as an origin of the strong anti-Stokes luminescence in NIR FT-Raman spectra of some lanthanide sesquioxides // Spectrochim. Acta. Part A. – 2006. – Vol. 63. – P. 501-505.
12. Dai N.L., Hu L., Chen W., Boulon G., Yang J., Dai S., Lu P. Spectroscopic and fluorescence behaviors of  $\text{Yb}^{3+}$ -doped  $\text{SiO}_2\text{-PbO-Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$  glass // J. Luminescence. – 2005. – Vol. 113, Iss. 3-4. – P. 221-228.
13. Filippov V.N., Starodumov A.N., Barmenkov Y.O., Makarov V.V. Fiber-Optic Voltage Sensor Based on  $\text{Bi}12\text{TiO}_{20}$  crystal // Applied Optics. – 2000. – Vol. 39, № 9. – P. 1389-1393.
14. Liu G., Jacquier B. Spectroscopic properties of rare earths in optical materials. Edit. – Hardcover. London: Springer, 2005.
15. Moroz T., Kostrovskii V., Foronova I. Raman spectroscopy study of some Quaternary mammals of the Kuznetsk Basin (South-Western Siberia) // International conference on the application of Raman Spectroscopy in Art and Archaeology. Ghent (Belgium). – September 3-6, 2003.

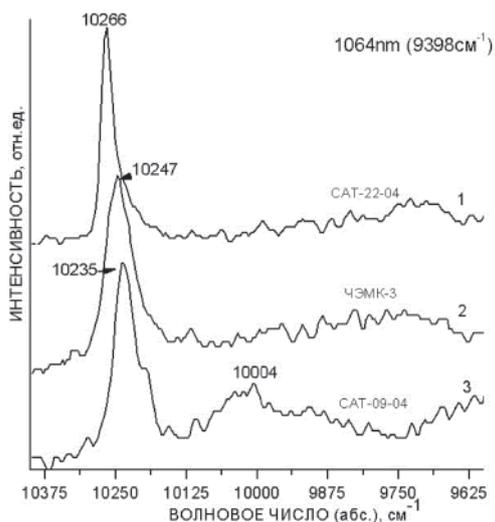


Рис. 2. Фрагменты КР спектров в анти-Стоксовой области образцов CAT-09-04, CAT-22-04 и ЧЭМК-3, зарегистрированные на спектрометре с Фурье преобразованием, излучение 1064 нм. Волновые числа даны в абсолютных единицах

Наличие полос  $-870$ ,  $-837$ ,  $-868 \text{ см}^{-1}$  в изученных нами образцах CAT-04-04, CAT-09-04 и CAT-22-04,

16. Moroz T. N., Palchik N. A. Raman and infrared spectroscopic identification of phosphate-type of human pathological biomineral formations // Books of abstracts. 9th European Conference on the Spectroscopy of Biological Molecules. – September 8-13, 2001. – Prague, Czech Republic. – P. 124.

17. Moroz T., Ragozin A., Salikhov D., Belikova G., Puchkov V., Kagi H. Micro-Raman spectra of ugrandite garnet // Spectrochim. Acta. Part A. – 2009. – Vol. 73. – P. 436-439.

18. Zelentsov E.L., Moroz T.N., Kolmogorov Yu.P., Tolmachev V.E. et al. The elemental SRXRF analysis and mineral composition of human salivary stones // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. A. – 2001. – Vol. 470. – P. 417-421.

**ПОРОДЫ КИМБЕРЛИТ-ОРЕНДИТ-ЛАМПРОИТОВОЙ СЕРИИ В КАРБОНАТИВНОМ КОМПЛЕКСЕ КОНТОЗЕРО**

Пуха В.В., Петровский М.Н.

МГТУ, ЕТФ, ГИ КНЦ РАН, Anatumity,  
e-mail: puha.vyacheslav@mail.ru

Контозёрский карбонатитовый комплекс расположен на территории Кольского полуострова, на удалении 60 км в северо-восточном направлении от Ловозёрского плутона. Контозёрская структура представляет собой палеозойскую палеовулканическую кальдеру обрушения диаметром 8 км, в которой сохранилась осадочно-вулканогенная толща мощностью около 2000 м (рис. 1) [6]. В разрезе этой толщи

преобладают пирокластические породы и лавы сильно недосыщенных кремнезёмом нефелин- и мелилитит-содержащих пород. В верхней части разреза толщи распространены пирокластические и эффузивные карбонатиты. В центральной части палеокальдеры расположена трубка взрыва, которая примыкает с севера к жерловому аппарату. Трубка взрыва сложена щелочными пикритовыми порфиритами, оливин-флогопитовыми пикритами и их автобрекчиями, а также карбонатитами жерловой фации. Впервые о присутствии здесь кимберлитов упоминает А.С. Попов, ссылаясь на химический состав пород [5]. Во всех последующих публикациях среди пород, слагающих трубку взрыва Контозёрского комплекса кимберлиты не упоминались.

Нами проведено петрохимическое изучение пород, представленных в трубке взрыва. Использовались химические анализы пород по фондовому керновому материалу из скважины 7 (разрез на рис. 2), а также образцов пород, отобранных с поверхности в районе расположения трубки взрыва в ходе полевых работ 2006 г. Кроме того, использовались фондовые данные химических анализов пород [6]. Точки отбора анализировавшихся образцов и мест расположения скважин указаны на рис. 1.

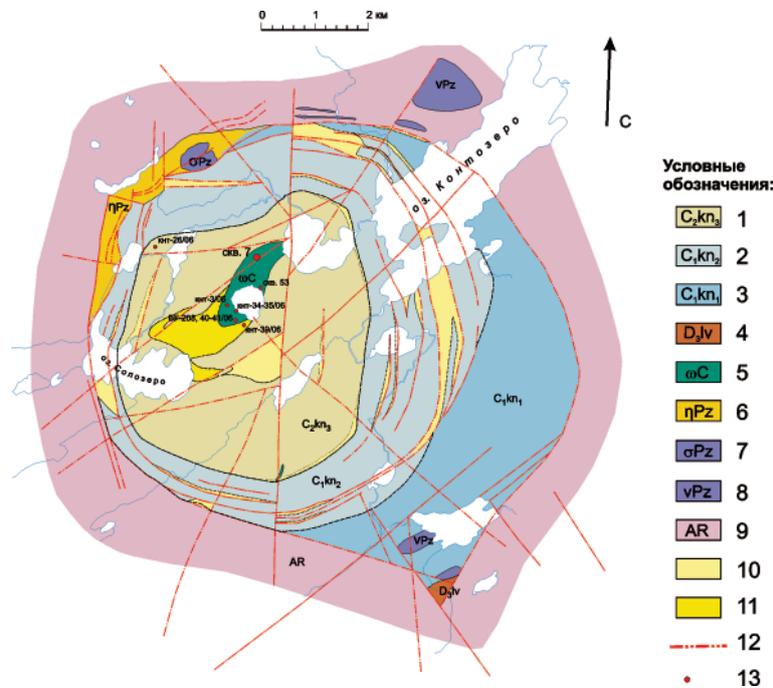


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Контозёрской палеокальдеры (составлена по материалам Л.Г. Сапрыкиной). Вулканогенные и осадочно-вулканогенные палеозойские образования (1-4): контозёрской серии (1-3): 1 – карбонатно-терригенная (карбонатитовая) толща, 2 – вулканогенная (мелилититовая) толща, 3 – терригенно-вулканогенная (авититовая) толща; ловозёрской серии – 4. Интрузивные и субвулканические образования палеозоя: 5 – поле развития щелочных пикритовых порфириров, слоистых пикритов, карбонатитов и камафоритов трубки взрыва; 6 – нефелиновые сиениты, пуласкиты, малиниты; 7 – якупирангиты, мельтейситы, ийолиты, турьяиты; 8 – клинопикросениты, габбропикросениты. Архейские образования центральнокольского комплекса (9): биотитовые и гранатовые гнейсы, гнейсо-граниты, мигматиты. Метасоматиты цеолит-анкеритовые, альбит-цеолит-анкеритовые, доломит-анкеритовые – 10. Жерловые фации – 11. Разрывные нарушения установленные по геологическим и геофизическим данным, а также предполагаемые – 12. Точки отбора образцов и расположения скважин – 13.

Данные химических анализов приведены в табл. 1 в виде мас.% оксидов и миналов, полученных при петрохимическом пересчёте по алгоритму CIPWD [2].

Расположение точек отбора анализировавшихся образцов керна скважины №7 показано на рис. 2.

Согласно петрохимическому пересчёту содержание карбонатов (сс + mc) в породах трубки взрыва колеблется в интервале 12-55 мас.%. Анализ 11, в котором карбонаты практически отсутствуют, соответствует образцу Кнт-26/06 щелочного пикрита, отобранному не из поля развития пород трубки взрыва; однако петрохимическая характеристика этой поро-

ды близка к породам трубки. Анализ 3 соответствует образцу 678 к автобрекчии карбонатизированного слоистого пикрита с содержанием карбонатной составляющей 93 мас.%. Соотношение карбонатной, алюмосиликатной и оксидно-фосфатной частей в мас.% изображены на тройной диаграмме Дубровского М.И. [3].

Большинство пород соответствует оливин-нормативной группе по степени насыщенности кремнезёмом и щелочному ряду. Некоторые породы характеризуются преобладанием К над Al, что выражается в отсутствии Са и Na нормативных алюмосиликатов в составе.