

УДК 550.42+550.89+551.21+552.3+552.112+553.212+546.212+549.691

# МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ОКСИДНЫЕ МИНЕРАЛЫ ИЗ СВЯЗУЮЩЕЙ МАССЫ КИМБЕРЛИТОВ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭВОЛЮЦИИ КИМБЕРЛИТОВЫХ РАСПЛАВОВ И ИХ АЛМАЗОНОСНОСТИ

А.В.Бовкун, И.В.Серов, В.К.Гаранин, Г.П.Кудрявцева

Московский Государственный Университет им. М.В.Ломоносова, Геологический факультет, кафедра минералогии

Вестник ОГТТГН РАН № 2(12) 2000, т. 2

URL: [http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dgggms/2-2000/empg\\_99/magm\\_1.htm#begin](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/2-2000/empg_99/magm_1.htm#begin)

© 2000 ОИФЗ РАН, ОГТТГН РАН

Методом электронно-зондового анализа изучен химический и фазовый состав собственно кимберлитовых микрокристаллических оксидных фаз (шпинелидов, ильменита, перовскита др.) из связующей массы кимберлитов более 20 кимберлитовых трубок восьми кимберлитовых полей Якутской алмазоносной провинции.

Установлено, что набор, количественные соотношения, особенности состава и фазовых взаимоотношений этих минералов отражают специфику условий зарождения и характер изменения РТ-условий, окислительного потенциала и химизма кимберлитовой системы на протяжении всего периода ее эволюции. Поэтому, оксидные минералы кимберлитовой матрицы являются важными индикаторами процессов кимберлитобразования, степени дифференцированности кимберлитовой магмы и алмазоносности кимберлитовых пород.

Отличительными особенностями этих минералов являются малые размеры (обычно 20–60 мкм, в целом, менее 100 мкм), преимущественно идиоморфный облик выделений и широкие вариации состава.

Основной эволюционный тренд изменения составов микрокристаллических шпинелидов кимберлитовой матрицы выражается в увеличении содержаний  $Ti^{4+}$ ,  $Fe^{3+}$ , суммарного железа и отношения  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  на фоне падения содержаний  $Cr^{3+}$  и, в меньшей степени,  $Al^{3+}$ , что объясняется кристаллизационной дифференциацией кимберлитовой магмы, в результате которой по мере кристаллизации оливина и пикрохромитов остаточная магма прогрессирующе обогащается окислами титана и железа.

Установлено, что наличие высокохромистых Ti-содержащих микрофенокристаллов пикрохромитов, содержащих более 45 мас.%  $Cr_2O_3$  и менее 7 мас.%  $TiO_2$ , являющихся наиболее ранними фазами кимберлитовой матрицы, образующимися на больших глубинах при РТ-параметрах и окислительном потенциале среды, сопоставимых с образованием мегакристаллов хромшпинелидов, отражает глубину заложения магматических очагов кимберлитовых расплавов и является косвенным показателем потенциальной алмазоносности кимберлитовых пород, поскольку потенциально алмазоносными могут быть лишь те кимберлиты, очаговая часть которых достигала областей стабильной кристаллизации алмаза. Данные пикрохромиты образуют включения в фенокристаллах оливина, ядра зональных выделений и гомогенные зерна в кимберлитовой матрице, составляя от 25 до 65% микрошпинелей связующей массы в кимберлитах всех алмазоносных тел Якутской алмазоносной провинции (трубки Мир, Удачная, Айхал, Нюрбинская, Зарница, Сытыканская и др.). В матрице неалмазоносных кимберлитов и пикритовых пород (трубки Обнаженная, Гренада, Монтичеллитовая, Великан и др.) такие фазы отсутствуют. Следует отметить, что для некоторых наиболее ранних пикрохромитов этой группы (обычно это включения в оливине) наблюдается тренд обогащения хромом при уменьшении содержаний алюминия и магния, предшествующий основному тренду кристаллизации. Возникновение выше названного тренда определяется, главным образом, соосаждением Al- или Mg-содержащих фаз.

Известно, что реальная алмазоносность кимберлитовых пород может существенно отличаться от потенциальной вследствие частичного или даже полного окисления и растворения находящихся в расплаве алмазов при длительном перемещении этих расплавов к поверхности. Индикатором динамики подъема кимберлитовых расплавов к поверхности, характера изменения РТ-условий и степени нарастания окислительного потенциала среды в этот период являются протяженность и полнота кристаллизационных трендов шпинелидов. Признаком заметного снижения первичной алмазоносности являются полные шпинелевые тренды кристаллизации, включающие среднехромистые ульвешпинели и титаномagnetиты широкого спектра составов (от высокопримесных до Mg-содержащих), свидетельствующие о достаточно длительной истории становления кимберлитовых тел в условиях постепенного снижения Т и Р и прогрессирующего увеличения активности кислорода, что крайне неблагоприятно для сохранности алмаза (например, некоторые фазы внедрения кимберлитов трубок Сытыканская, Юбилейная и др.) В свою очередь, неполные кристаллизационные тренды шпинелидов являются показателем малой дифференцированности кимберлитовой магмы, скачкообразного изменения РТ-параметров и окислительного потенциала минералообразующей среды при доставке кимберлита наверх, а значит – и высокой реальной алмазоносности кимберлитовых пород, ярким примером чему являются кимберлиты трубок Нюрбинская, Ботуобинская, Мир и др.

Выявлено, что набор и состав оксидных минералов связующей массы тесно связан с общей магнезиальностью кимберлитовых пород и составом глубинных мантийных ксенолитов. Так в связующей массе высокомагнезиальных кимберлитов с предельно низким содержанием в тяжелой фракции минералов глубинных ильменитовых пород, широко развиты шпинелиды, тогда как ильменит практически полностью отсутствует. При этом, для высокоалмазоносных кимберлитов этой серии (тр. Айхал, Ботуобинская и др.) тренд кристаллизации шпинелидов начинается с широко распространенных высокохромистых Ti-содержащих пикрохромитов с исключительно высоким для хромшпинелей из матрицы якутских кимберлитов содержанием хрома (57–58,8 мас.% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2–2,7 мас.% TiO<sub>2</sub>).

Для слагающих большинство кимберлитовых тел провинции магнезиально-железистых кимберлитов, в тяжелой фракции которых широко распространены как шпинелиды, так и ильменит, выявлено существование двух равноправных трендов – шпинелевого и ильменитового. При этом, для высокоалмазоносных кимберлитов (тр. Мир, Удачная, Сытыканская и др.) шпинелевый тренд начинается с высокохромистых пикрохромитов содержащих не более 49–55 мас.% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Неалмазоносные железисто-титанистые кимберлиты (тр. Моркока) с крайне низким содержанием в тяжелой фракции хромшпинелидов при повышенном содержании ильменита характеризуются наличием только ильменитового тренда, причем преобладающей разностью является марганцовистый ильменит.

Состав микрокристаллического ильменита связующей массы, в целом, эволюционирует от высокохромистых пикроильменитов с повышенным содержанием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, характерных для высокотемпературных генераций в направлении уменьшения магнезиальности и содержания Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и увеличения железистости и марганцовистости образующихся фаз.

Установлено, что все алмазоносные кимберлиты магнезиально-железистой серии характеризуются наличием значительного количества микрокристаллического хромистого пикроильменита, содержащего более 40 мол.% MgTiO<sub>3</sub>, менее 4 мол.% MnTiO<sub>3</sub> и 1–6,5 мас.% Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, образующего однородные зерна, ядра зональных выделений, реже – включения в фенокристаллах оливина, при весьма малом содержании марганцовистых и железистых разностей, которые, в свою очередь, характерны для убого- и неалмазоносных тел.

Выявлено, что оксидные минералы кимберлитовой матрицы отражают эволюцию кимберлитов различных фаз внедрения в сложнопостроенных трубках, а также обладают типоморфными особенностями для кимберлитов различных районов и полей ЯАП. Связующая масса кимберлитов центральных полей Якутской провинции характеризуется широким развитием высокохромистых пикрохромитов и хромистых пикроильменитов с повышенным содержанием гематитовой составляющей, что является показателем большей глубинности их очагов по сравнению с окраинными районами провинции, где шпинелиды представлены менее хромистыми, более титанистыми разностями, а среди ильменитов резко преобладают низкомагнезиальные марганцовистые и железистые разности.

На основе статистической обработки полученных аналитических данных (более 1000 анализов) по методике кластерного анализа предложены химико-генетические классификации шпинелидов и ильменитов из связующей массы кимберлитовых пород Якутской алмазоносной провинции с определенными диапазонами составов этих минералов для кимберлитов различной продуктивности.