

## ОТЗЫВ

на автореферат кандидатской диссертации С.С. Воробей «Метасоматические ассоциации минералов пород кратонной литосферной мантии на примере ксенолитов трубок Мир и Обнажённая, Якутия»

Исследованиям мантийных ксенолитов из кимберлитовых трубок посвящено множество работ. На этом фоне С.С. Воробей нашла интересную тему – изучение многоэтапных метасоматических преобразований мантийных пород в процессе их вывода на поверхность Земли, от глубинных до близповерхностных условий. При этом объектами исследований были ксенолиты двух контрастных по составу и условиям образования трубок, - высокоалмазоносной трубки Мир и неалмазоносной трубки Обнажённая. Это обусловило представительность изучаемого материала.

При изучении минералогии и петрографии ксенолитов С.С. Воробей получила интересные результаты по структурам распада в породообразующих минералах ксенолитов: микрофазы рутила и ильменита в гранате; рутила, ильменита, ортопироксена, шпинелида и апатита в клинопироксене. Их образование справедливо связывается с продвижением ксенолитов в составе кимберлитового материала к поверхности. Диссертантом также исследованы состав и образование келифитовых кайм на гранатах, наличие которых имеет очень важное значение при поисковых работах на алмазы. Показано, что состав келифитовых кайм на гранатах перидотитового, пироксенитового и эклогитового парагенезисов различен. Эта часть работы вносит существенный вклад в изучение мантийного и кимберлитового метасоматоза.

С.С. Воробей изучила распределение РЗЭ в гранатах из различных ассоциаций, и на этом основании выявила два геохимических типа высокотемпературного мантийного метасоматоза: карбонатитовый и силикатный, что подтверждает активное воздействие и просачивание флюидов/расплавов, ещё в глубинах мантии. Эти выводы полностью согласуются с обнаружением в последние годы карбонатов, фосфатов, и других ассоциирующих с ними минералов в качестве включений в алмазах.

Особенно интересно обнаружение С.С. Воробей редких K-Al-Ti фаз в ксенолите гранат-шпинелевого лерцолита из кимберлитовой трубки Обнажённая. Впервые в виде включений в магнезиальном алюмохромите из этого ксенолита идентифицированы редкие фазы K-титанатов - имэнгита, матиасита и фазы, изоструктурной линдквиститу из группы магнетоплюмбита. Эти минералы образуют сростания с минералами как первичной (рутил-флогопит-доломитовой), так и вторичной (серпентин-кальцитовой) ассоциаций, что является результатом воздействия флюида, обогащенного Ti и K. Это свидетельствует о метасоматозе мантийных пород на разных этапах формирования кимберлитовых трубок. Достижением диссертанта следует считать расшифровку на дифрактометре кристаллической структуры минерала, изоструктурного линдквиститу. Эти материалы безусловно следует опубликовать.

Обнаружение редких K-титанатов инициировало постановку экспериментов по кристаллизации имэнгита, матиасита и хромистого прайдерита в системе хромит + ильменит/рутил с флюидом  $H_2O-CO_2-K_2CO_3$  при 5 ГПа и 1200 °С с использованием аппаратуры высокого давления. В результате С.С. Воробей впервые удалось экспериментально воспроизвести при условиях верхней мантии реакции образования с участием калиевого водно-углекислого флюида двух титанатов - прайдерита и имэнгита. Было установлено, что за стабильность этих минералов в мантийных парагенезисах ответственны не столько температура и давление, сколько состав среды, прежде всего, концентрация калия.

На основании полученных данных С.С. Воробей рассчитала оценки глубин формирования пород на разных этапах от верхней мантии до поверхности Земли и составила схему *P-T* истории мантийных ксенолитов как в алмазоносных, так и неалмазоносных кимберлитах. Эти материалы также следовало бы опубликовать.

В своей работа С.С. Воробей использовала комплекс современных методов аналитических исследований: оптическую и сканирующую электронную микроскопию, рентгеноспектральный микроанализ с электронным зондом, ICP- MS с лазерной абляцией, КР- спектроскопию.

По теме диссертации С.С. Воробей опубликовала (в соавторстве) семь статей в высокорейтинговых российских и зарубежных журналах; имеются также интересные дополнительные материалы для опубликования. Она представляла результаты работ в нескольких российских и международных научных конференциях. Таким образом, диссертация С.С. Воробей прошла хорошую апробацию.

Автореферат написан ясно, хорошим языком, с чётким изложением материала.

Судя по автореферату, диссертант выполнила отличное петрографо-минералогическое и экспериментальное исследование мантийных ксенолитов, результатом которого явились интересные данные по составу пород, обнаружение в них редких К-титанатов и их экспериментальное изучение в опытах при высоком давлении, реконструкция полифазного метасоматоза мантийных ксенолитов на разных этапах их продвижения к поверхности Земли. С.С. Воробей при этом показала владение современной аналитической техникой, умение ставить и разрешать интересные научные проблемы. Её работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и Софья Сергеевна Воробей безусловно заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4 «Минералогия, кристаллография, геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Ф.В. Каминский

Главный научный сотрудник ГЕОХИ РАН,

Доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 «Минералогия, петрография»,

Профессор, член-корреспондент РАН

«11» сентября 2023 г.



*Федеральный научный центр геологии и полезных ископаемых  
Институт геологии и геохимии  
ГЕОХИ РАН*