

УТВЕРЖДАЮ:
Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки
Института геологии и минералогии
им. В.С. Соболева Сибирского
отделения Российской академии
наук,
член корр РАН
Крук Николай Николаевич



_____ 2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН)

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по теме «Распределение элементов группы платины в мантийных ксенолитах кимберлитовой трубки Удачная (Якутия)» выполнена в лаборатории литосферной мантии и алмазных месторождений (№451) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

Во время подготовки диссертации соискатель Ильина Ольга Владимировна работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук в лаборатории литосферной мантии и алмазных месторождений в должности лаборанта, инженера, инженера-исследователя, затем, по настоящее время, в должности младшего научного сотрудника.

В 2013 году Ильина О.В. окончила магистратуру геолого-геофизического факультета Новосибирского государственного университета (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национально исследовательский государственный университет») по специальности «геология». В период 2013-2016 гг. обучалась очно в аспирантуре ИГМ СО РАН по специальности 25.00.09 - «геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Научный руководитель – Агашев Алексей Михайлович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории литосферной мантии и алмазных месторождений (№451) ИГМ СО РАН.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Цель работы: Выявление особенностей распределения элементов группы платины в мантийных ксенолитах различного генезиса кимберлитовой трубки Удачная.

Актуальность исследований и постановка научной проблемы

Литосферная мантия под древними Архейскими кратонами сложена преимущественно перидотитами, и, в меньшей степени, эклогитами и пироксенитами [Соболев, Соболев, 1964; Sobolev, 1977; Boyd et al., 1997, 1998; Kopylova et al., 1999; Griffin et al., 2003; Агашев и др., 2006]. Ксенолиты этих пород, вынесенные на поверхность кимберлитами, являются прямыми источниками о составе и термальном режиме литосферной мантии [Nixon & Boyd, 1973; Griffin et al., 2003; Herzberg & Rudnick, 2012]. Определение химического состава, петрографических характеристик и генезиса перидотитовых ксенолитов из кимберлитов Сибирского кратона были представлены в работах отечественных и зарубежных петрологов [Бобриевич и др., 1959; Sobolev, 1977; Boyd, 1984; Похиленко, 1990; Sobolev et al., 2009; Ziberna et al., 2013]. Трубка Удачная является одним из крупнейших месторождений алмазов в мире [Pokhilenko et al., 1977]. В последнее десятилетие в уникально свежем кимберлите [Kamenetsky et al., 2012; Golovin et al., 2018] из этой трубки было собрано много крупных и исключительно свежих, практически не затронутых процессами вторичных изменений ксенолитов, что дало новый толчок многочисленным исследованиям мантийных пород [Agashev et al., 2013; 2018; Doucet et al., 2012, Ionov et al., 2010; 2017; Pokhilenko, 2018; Шацкий и др., 2020]. Таким образом, несмотря на десятилетия исследований ксенолитов трубки Удачная, их изучение остается актуальным и вызывает большой интерес у петрологов мира.

В последние годы все больше внимания уделяется изучению распределения элементов группы платины (ЭПГ) в породах, так как они являются индикаторами петрогенетических процессов в верхней мантии [Lorand et al., 2013; Aulbach et al., 2016]. Считается, что во время аккреции Земли все ЭПГ были удалены из силикатной части планеты и сконцентрированы в ядре [O'Neill, 1991; Fisher-Godde et al., 2011]. Однако содержания ЭПГ в верхней мантии достигают уровня нескольких частей на миллиард (мг/т) [Palme et al., 2003; Lorand et al., 2008b], что всего на два порядка ниже таковых в хондритовых метеоритах. Наиболее признанной гипотезой повышенного содержания ЭПГ в мантии является «поздняя хондритовая добавка», которая подразумевает привнос метеоритного вещества в силикатную оболочку Земли после формирования ядра [Chou, 1978; Jagoutz et al., 1979; Morgan, 1986; O'Neill, 1991; Schmidt et al., 2000]. Кратонные перидотиты дают возможность оценить фракционирование ЭПГ при очень высоких степенях частичного плавления (30–50 %), несравнимых с таковыми в некротонных перидотитах (<30 %) [Pearson et al., 2004; Walter, 2014]. Данные по ЭПГ и Re-Os системе в равномернозернистых и деформированных перидотитах кимберлитовой трубки Удачная были приведены в работах [Ionov et al., 2015; Pernet-Fisher et al., 2015]. Перидотитовые ксенолиты имеют содержания Os и Ir близкие или чуть выше, чем в примитивной мантии (ПМ). Эти элементы могут концентрироваться в Os-Ir интерметаллических соединениях во время исходного частичного плавления перидотитов. Содержания Pd значительно ниже, чем в ПМ, что может объясняться потерей сульфида, который является главным концентратором этого элемента, при частичном плавлении >20 %. В некоторых перидотитах наблюдается легкое повышение концентраций Pd и Pt, при этом изменяется отношение Pt/Pd. Такая характеристика указывает на метасоматическое преобразование пород [Ionov et al., 2015].

В данной работе приведены результаты исследования четырех типов пород из кимберлитовой трубки Удачная: деформированных перидотитов, равномернозернистых перидотитов, мегакристаллических гарцбургит-дунитов и эклогитов. Минералогическая характеристика, составы изученных пород по главным и рассеянным элементам ранее были представлены в работах [Agashev et al., 2013; 2018; Похиленко и др., 2014; Ильина и др., 2022]. Исследования по содержанию ЭПГ в деформированных и

равномернозернистых перидотитах были представлены в работах [Ильина и др., 2016; 2022]. В диссертации эти данные были дополнены изучением распределения ЭПГ в мегакристаллических гарцбургит-дунитах и эклогитах кимберлитовой трубки Удачная. Стоит отметить, что впервые была сделана попытка интерпретировать генезис глубинных мантийных ксенолитов, используя распределение ЭПГ в валовом составе пород и в минеральных фазах из них. Это стало возможным благодаря уникальной методике изотопного разбавления, которая позволяет работать с малыми навесками образцов и при этом учитывать погрешности неравномерного распределения фаз, содержащих ЭПГ, по образцу.

Наиболее важные научные результаты, полученные соискателем:

В ходе исследований **установлено:**

Большая часть ЭПГ в перидотитах кимберлитовой трубки Удачная находятся в сульфидах и во включениях интерметаллических соединений (5–15 мкм) в оливинах. Оливины содержат ЭПГ всего на 2-3 порядка ниже, чем сульфиды, и на один порядок ниже, чем валовый состав пород. Содержание ЭПГ в оливинах находится в пределах 0,001 хондритовых единиц (х.е.). В то время как содержания ЭПГ в стандартном чистом оливине находятся в пределах 0,00001 х.е.

Было выявлено, что при силикатном метасоматозе деформированных перидотитов кимберлитовой трубки Удачная увеличение количества граната и клинопироксена сопровождается обеднением пород совместимыми ЭПГ и неравномерным обогащением несовместимыми ЭПГ, которое происходит в результате формирования субмикронных сульфидных фаз в межзерновом пространстве.

В равномернозернистых перидотитах кимберлитовой трубки Удачная ЭПГ содержатся во включениях интерметаллических соединений в оливинах. Вариации содержаний Os, Ir, Ru отражают различную исходную степень плавления перидотитов. Сульфиды метасоматического генезиса приурочены к обогащенным палладием образцам. Распределение ЭПГ в эклогитах кимберлитовой трубки Удачная находятся в пределах значений, характерных для MORB-базальтов.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации:

Исследована коллекция 25 мантийных ксенолитов из кимберлитовой трубки Удачная, полученная из фонда лаборатории №451. Автором было изучено более 30 плоскополированных пластинок и шлифов, сделано более 500 фотографий минералов исследованных пород. Проведена подготовка проб для определения в них содержаний ЭПГ методом изотопного разбавления с масс-спектрометрическим окончанием. Пробоподготовка включала в себя обрезку пород и выбор центральной части, чтобы избежать влияния кимберлита на результаты, дробление, отбор навесок зерен сульфидов (0,02 гр) и оливинов (0,02 гр) размером менее 1 мм, изготовление шашек с зёрнами оливинов, хромитов, гранатов, ортопироксенов из гарцбургит-дунитов.

Научная новизна и практическая значимость:

1. На материале мантийных ксенолитов кимберлитовой трубки Удачная впервые были измерены содержания ЭПГ в минеральных фазах и в породах в целом и определена взаимосвязь распределения ЭПГ с метасоматическими процессами. Установлено, что большая часть ЭПГ в перидотитах кимберлитовой трубки Удачная находятся в сульфидах и во вкраплениях интерметаллических соединений (5–15 мкм) в оливинах. Оливины содержат ЭПГ всего на 2-3 порядка ниже, чем сульфиды, и на один порядок ниже, чем валовый состав пород.
2. Установлено, что в двух эклогитах сульфиды имеют содержание ЭПГ на 2-3 порядка выше такового в валовом составе пород. Формы спектров ЭПГ, нормированных на хондрит, в сульфидах и содержащих их породах схожи. Сульфиды только в одном образце эклогита показывают пониженное содержание ЭПГ по отношению к валовому составу пород. Это, возможно, объясняется тем, что сульфиды в этом образце являются немагматическими, а вторичными, образующимися в приповерхностных условиях.
3. В эклогитах содержание ЭПГ соответствует составам ЭПГ в базальтах срединных океанических хребтов (MORB). Это является дополнительным аргументом в пользу того, что данные эклогиты образовались в результате субдукции океанической коры в мантию.
4. Установлено, что в деформированных перидотитах во время силикатного метасоматоза и увеличения количеств граната и клинопироксена происходит уменьшение содержаний тугоплавких ЭПГ. Концентрации легкоплавких ЭПГ в деформированных перидотитах увеличивались в результате формирования субмикронных сульфидных фаз в межзерновом пространстве пород. В равномернозернистых перидотитах и гарцбургит-дунитах ЭПГ содержатся в виде включений интерметаллических соединений в оливинах.

На сегодняшний день существует небольшое количество работ по исследованию распределения ЭПГ в мантийных перидотитах из кимберлитовых трубок, но всего несколько из них посвящены изучению распределения ЭПГ в уникально свежих мантийных ксенолитах трубки Удачная [Ionov et al., 2015; Pernet-Fisher et al., 2015, 2019]. Полученные нами результаты внесут определенный вклад в изучение состава и эволюции литосферной мантии под древними архейскими кратонами.

Соответствие диссертации специальности, по которой она рекомендуется к защите:

Диссертационная работа Ильиной О.В. представляет собой законченную научную работу, в которой решены задачи, имеющие существенное значение для развития геохимии и изучения состава и эволюции литосферной мантии под древними Архейскими кратонами. **Работа соответствует специальности 25.00.09 по геолого-минералогическим наукам в следующем разделе: 13.** Изучение химического состава природного вещества в геологических и связанных с ними системах (земной коре, глубинных геосферах Земли, гидросфере, атмосфере, техносфере, внеземных объектах, живом веществе) и процессах, исследование состояния, форм нахождения, закономерностей распространенности и поведения (распределения, концентрирования, фракционирования) химических элементов и их изотопов.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем:

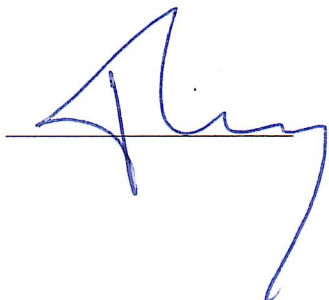
Основные научные результаты и материалы диссертационного исследования полно изложены в научных публикациях соискателя Ильиной О.В. (с соавторами). По теме диссертации опубликовано 2 работы, которые включены в перечень списка ВАК.

Основные публикации соискателя, в которых опубликованы материалы диссертации (статьи в журналах списка ВАК):

- 1) Ильина О.В., Тычков Н.С., Агашев А.М., Головин А.В., Изох А.Э., Козьменко О.А., академик РАН Похиленко Н.П. Распределение элементов группы платины в деформированных лерцолитах трубки Удачная (Якутия) // Доклады Академии Наук, 2016, т. 467, № 6, с. 694-697.
- 2) Ильина О.В., Агашев А.М., Похиленко Л.Н., Кожемякина Е.А., Похиленко Н.П. Сравнительная минералого-геохимическая характеристика и состав элементов группы платины деформированных и зернистых перидотитов трубки Удачная-Восточная (Якутия) // Геология и Геофизика, 2022, № 9, с. 1-19.

Диссертация **«Распределение элементов группы платины в мантийных перидотитах кимберлитовой трубки Удачная (Якутия)»** Ильиной Ольги Владимировны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 - «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Заключение принято на расширенном заседании лаборатории литосферной мантии и алмазных месторождений (№451). Присутствовали на заседании 18 человек (из них: 9 д.г.-м.н., 5 к.г.-м.н.).



Заключение оформил:

Тычков Николай Сергеевич
Кандидат геолого-минералогических наук
Заведующий лабораторией
Лаборатория литосферной мантии и
алмазных месторождений (№451) ИГМ СО
РАН