

Отзыв научного руководителя
на соискателя ученой степени кандидата химических наук
Червяковскую Марию Владимировну и ее диссертационную работу
«Определение микроэлементного и изотопного (U-Pb, Lu-Hf) состава
природных полигенных (полихронных) зерен циркона ЛА-ИСП-МС-
методом» по специальности 1.4.2. – Аналитическая химия

Червяковская Мария Владимировна закончила Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина» по специальности 240601 Химическая технология материалов современной энергетики, а впоследствии – очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук по специальности 25.00.05 – Минералогия, кристаллография, в настоящее время она работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории физических и химических методов исследования ФГБУН Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН

Предмет диссертационной работы Червяковской М.В. составляет разработка ЛА-ИСП-МС-методик определения микроэлементного состава и изотопных отношений $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$, $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$, $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ в природных цирконах и их апробация на представительной выборке зерен минерала из различных геологических объектов Урала, Русской платформы и Якутии (внутрилабораторных образцов сравнения). В качестве последних выбраны магматические гомогенные цирконы без признаков вторичных изменений и метаморфические полигенные (полихронные), осложненные вторичными преобразованиями. Первая группа представлена цирконами из кимберлитов и алмазоносных россыпей Якутии; вторая – цирконами из ряда метаморфических пород Урала и Русской платформы.

Минералого-геохимические особенности последних изучены недостаточно, имеются достаточно противоречивые данные, анализ U-Pb-, Lu-Hf-изотопных систем и датировки зерен ранее не проводились. Минералогические, химические и физические свойства магматических цирконов из кимберлитов анализировались рядом авторов; была показана уникальность их физико-химических характеристик; однако анализ U-Pb-, Lu-Hf-изотопных систем и датировки зерен ранее не проводились или проводились не систематически, т.е. актуальность подобных исследований с минералого-геохимической точки зрения сохраняется и сегодня.

В качестве основного экспериментального аналитического метода в диссертационной работе использована ИСП-масс-спектрометрия с лазерной абляцией проб. В настоящее время она широко используется в науках о Земле как метод для определения *in situ* элементного и изотопного состава твердых минеральных проб. Метод обладает высокой чувствительностью, точностью и локальностью и не содержит трудоемкие и длительные этапы разложения вещества пробы, что открывает большие перспективы для его использования в абсолютной геохронологии, для анализа микроэлементного состава и Lu-Hf-, U-Pb-изотопных систем в цирконе. В качестве вспомогательных использована спектроскопия комбинационного рассеяния света, катодолюминесценция и электронно-зондовый микроанализ. Эти методики также характеризуются локальностью до 1 мкм и высокой чувствительностью не только к составу минерала, но и к особенностям дефектности его структуры и состояния химической связи.

За время обучения в аспирантуре в 2014-2018 гг. и последующей работы в институте Червяковской М.В. разработаны ЛА-ИСП-МС-методики определения состава примесей от Li до U с содержанием выше 0.1 ppm с локальностью до 25 мкм, а также изотопных отношений $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, $^{208}\text{Pb}/^{232}\text{Th}$, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ и $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$, $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ с локальностью 25-50 мкм для природных полигенных (полихронных) зерен циркона на основе использования МС Neptune Plus и NexION 300S и ЛА-приставки NWR 213. Выполнена

апробация методик на серии международных образцов сравнения циркона, а также на значимой выборке природных образцов циркона, различающихся генезисом, возрастом, составом, степенью радиационной деструкции - авторационной дозы, условиями посткристаллизационной эволюции (уровнем метаморфических преобразований), текстурой зерен (от гомогенных до существенно неоднородных, зональных) и др. Автором показано, что практически все исследованные образцы могут быть проанализированы с использованием предложенных методик, причем авторационное повреждение циркона не является обязательным условием изменения пробы с нарушением ее изотопной системы: степень дискордантности возрастных данных не коррелирует со степенью радиационной деструкции проб. Определен диапазон изменения свойств минерала, в рамках которых корректно применение развитых методик. В разделе диссертации, посвященном апробации и подтверждению правильности разработанных ЛА-ИСП-МС-методик для определения микроэлементного состава и изотопных отношений в серии проб циркона реализована следующая схема их экспериментального исследования: анализ внутренней текстуры (строения) зерен, их метамиктного состояния, исследование микроэлементного состава, оценка пригодности отдельных зон зерна для датировок, ЛА-ИСП-МС-исследование U-Pb- и Lu-Hf-изотопного состава выделенных зон, их датирование; реконструкция истории формирования минерала. Критерием корректности и правильности полученных аналитических данных было их удовлетворительное согласие с представлениями об исследованном геологическом объекте, а также с аналогичными данными, полученными в мировых сертифицированных лабораториях.

За время обучения в аспирантуре и работы в ФГБУН Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН Червяковская М.В. проявила себя как творческий, инициативный, самостоятельный исследователь, способный ставить и решать актуальные научные задачи на мировом уровне. Диссертационная работа Червяковской М.В. прошла апробацию на целом ряде

совещаний: результаты исследований докладывались автором на российских и международных конференциях. По теме диссертации опубликована серия статей в научных журналах, а также коллективная монография.

Диссертационная работа «Определение микроэлементного и изотопного (U-Pb, Lu-Hf) состава природных полигенных (полихронных) зерен циркона ЛА-ИСП-МС-методом» Червяковской Марии Владимировны отвечает всем требованиям, предъявленным к кандидатским диссертациям; соискатель заслуживает ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. – Аналитическая химия.

Научный руководитель – Вотяков Сергей Леонидович, академик РАН, главный научный сотрудник лаборатории физических и химических методов исследования ФГБУН Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук, доктор геолого-минералогических наук

620016, Екатеринбург,
ул. Академика Вонсовского, 15,
телефон: 287-90-13,
e-mail: vsl.yndx@yandex.ru.

30.08.2022 г.

С.Л. Вотяков

