



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Коми научный центр Уральского отделения  
Российской академии наук»  
(ФИЦ Коми НЦ УрО РАН)

РОССИЯСА НАУКА ДА ВЪЛЫС ВЕЛӚДЧАН  
МИНИСТЕРСТВО

«Россияса наукаяс академиялӧн  
Урал юкӧнса Коми наука шӧрин»  
туялан удж нуӧдысь федеральной шӧрин  
Федеральной канму  
сьӧмкуд наука учреждение  
(ТФШ РНА УрЮ Коми НШ)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
д.б.н., член-корр. РАН  
С.В. Дёгтева

«23» октября 2024 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Ивановой Екатерины Сергеевны

«(U,Th)-Ne датирование пирита для определения возраста сульфидной минерализации на примере Тоупугол-Ханмейшорского золоторудного района, Полярный Урал», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности: 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Диссертация Е.С. Ивановой посвящена развитию и апробация метода (U,Th)-Ne датирования пирита для определения возраста сульфидной минерализации на примере рудопроявлений и месторождений золота в Тоупугол-Ханмейшорском районе Полярного Урала.

Актуальность темы диссертации обусловлена тем, что прямое определение возраста рудной минерализации, которая на многочисленных золоторудных и других типах месторождений, представлена сульфидами, затруднено из-за отсутствия надежных минералов-геохронометров. Поэтому возраст минералообразования чаще всего определяется по сопутствующим оруденению минералам-геохронометрам: серициту, полевому шпату, циркону, монациту и другим. Датирование сульфидов, в последнее время и самородного золота, Re-Os методом далеко не всегда дает положительный результат, что связано как с изотопной неоднородностью захваченного Os, так и нарушением этой изотопной системы под влиянием наложенных процессов. В связи с этим совершенствование и разработка новых изотопных методов оценки возраста сульфидной минерализации является актуальным.

Автором ясно сформулированы цель и задачи диссертационных исследований. В основу работы положены материалы, собранные соискателем в ходе полевых исследований в 2018, 2019 и 2021 гг. в северной части Войкарской зоны Полярного Урала, затем изученные минералого-петрографическими и изотопно-геохронологическими методами на современных аналитических приборах и оборудовании.

Во вводных главах достаточно детально описана истории открытия (U,Th)-Ne изотопно-геохронологического метода, охарактеризованы его ядерно-физические основы, указаны изотопно-геохимические ограничения и современная область использования.

Приведены краткие сведения о минералогии пирита и описана (U,Th)-He изотопная система в пирите, включающая – устойчивость радиогенного гелия, формы нахождения урана и тория, влияние газовой-жидких включений. Рассмотрена методика (U,Th)-He датирования пирита, включая особенности пробоподготовки, условия проведения анализа, режим нагрева и химического разложения проб, определение содержания урана и тория, изотопных соотношений, оценку точности аналитических данных.

Значительное место в диссертационной работе занимает характеристика геологического строения Тоупугол-Ханмейшорского рудного района, включая геодинамическую модель формирования Войкарской структурно-формационной зоны, геологическое строение основных рудопоявлений и месторождений: Карьерное, Новогоднее Монто, Петропавловское. Дана минералого-петрографическая характеристика вулканогенных и магматических пород, скарнов, метасоматитов.

Большое внимание уделено пириту как объекту (U,Th)-He датирования. Установлено, что основной примесью в пирите является мышьяк, причем наблюдается его концентрически-зональное распределение в зернах пирита месторождения Новогоднее-Монто и в части зерен рудопоявления Карьерное. Выявлен широкий набор микровключений рудных минералов, преимущественно сульфидов – галенита, сфалерита, халькопирита, а также теллуридов золота и серебра, реже самородного золота. Установлены микровключения предположительно урансодержащих минералов (циркон, ксенотим, монацит, рутил, апатит, титанит), что важно для (U,Th)-He датирования.

Диссертантом выполнен большой объем исследований, касающихся (U,Th)-He датирования пирита, отобранного из различных пород рудопоявлений Карьерное, Новогоднее Монто, Петропавловское, Амфиболитовое. Результаты датирования представлены в виде таблиц и графиков, изохрон. Выявлен широкий диапазон возрастов от 268 до 426 млн лет.

На основе полученных данных сделан вывод о многостадийности развития рудномагматических систем, что, по мнению автора, связано с особенностями геодинамики и эволюцией геологических событий в палеозойской истории Полярного Урала, включая островодужный магматизм, аккрецию островной дуги и коллизионные процессы. Обоснован колчеданный этап минералообразования -  $424 \pm 6$  млн лет и выделен относительно молодой этап пермского возраста -  $293 \pm 4$  млн лет.

Научное и, в значительной степени, научно-методологическое значение исследований соискателя заключается в развитии и усовершенствовании (U,Th)-He метода определения возраста сульфидной минерализации по пириту - минералу широко распространенному и характерному для многих рудных месторождений. В связи с этим

открываются новые возможности для эволюционно-генетических построений в области минералогии и геологии рудных месторождений. С использованием данного метода автором впервые проведено геохронологическое датирование пирита из различных пород и руд Тоупугол-Ханмейшорского рудного района Полярного Урала, выделены этапы и стадии минералообразования.

Результаты исследований имеют практическое значение и представляют интерес в отношении оценки перспектив золотоносности Тоупугол-Ханмейшорского рудного района. Усовершенствованный автором метод (U,Th)-He изотопного датирования по пириту может широко использоваться при проведении как научно-исследовательских, так и прогнозно-поисковых работ в других рудных регионах и районах.

К представленной диссертационной работе и соискателю имеются следующие замечания и вопросы.

1. Как, все-таки, влияет на корректность изотопных датировок присутствие в пирите включений различных уран- и торийсодержащих минералов, которые по времени образования могут быть существенно отличны от пирита?

2. Было бы уместным привести более полную характеристику рудной минерализации изученных рудопроявлений и месторождений с указанием взаимоотношений пирита с другими минералами.

3. В главе 6 под названием «Химический состав пирита» указывается, что в виде микровключений в пирите присутствуют не только сульфиды (галенит, сфалерит, редко арсенопирит), но и широкий набор теллуридов золота и серебра (гессит, петцит), самородное золото (Au, Ag), к тому же встречается и мышьяковистый пирит с концентрически-зональным распределением примеси мышьяка. Однако в главе нет ни одной таблицы с химическими составами этих минералов и пирита, подтверждающими их диагностику.

4. При обсуждении результатов изотопного датирования пирита наряду с общими геодинамическими представлениями можно было бы уделить большее внимание обоснованию и конкретизации связи рудообразования с теми или иными геологическими процессами и привлечь результаты более ранних исследований. Какова роль процессов регионального метаморфизма в формировании рудной минерализации?

Высказанные замечания и пожелания не умаляют достоинств диссертационной работы. Защищаемые положения и выводы отражают ее суть и достаточно обоснованы. Результаты исследований имеют научное и практическое значение. Основные положения диссертации опубликованы в ряде научных журналов, апробированы на научных конференциях и совещаниях всероссийского и международного уровня.

Представленная диссертация соответствует паспорту научной специальности 1.6.4. «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» согласно номенклатуре научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 №118), соответствует требованиям, установленным пунктами 9-14 «Положения о присуждении научных степеней» и требованиям, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 11.09.2021) и требованиям, установленным Приказом «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» от 19.11.2021 №11181/1 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», а ее автор Иванова Екатерина Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Отзыв заслушан и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании Ученого совета ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН 22 октября 2024 г, протокол № 8.

Майорова Татьяна Петровна  
кандидат геолого-минералогических наук  
старший научный сотрудник лаборатории минералогии  
Института геологии имени академика Н.П. Юшкина Федерального исследовательского центра Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

Я, Майорова Татьяна Петровна, даю согласие на включение моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

« 22 » октября 2024 г.

 Т.П. Майорова

Подпись *Майорова Т.П.*  
удостоверяю.  
и.о. Ведущий документовед  
ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН  
*Молодцова О.А.*  
«22» октябре 2024



Кузнецов Сергей Карпович  
доктор геолого-минералогических наук  
главный научный сотрудник,  
заведующий лабораторией минералогии Института геологии имени академика Н.П. Юшкина Федерального исследовательского центра Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

Я, Кузнецов Сергей Карпович, даю согласие на включение моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку

« 22 » октября 2024 г.

 С.К. Кузнецов

Подпись *Кузнецов С.К.*  
удостоверяю.  
и.о. Ведущий документовед  
ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН  
*Молодцова О.А.*  
«22» октябре 2024

