

УТВЕРЖДАЮ:

Директор Института наук о Земле СПбГУ

 / Чистяков К.В. /

« 20 » 12 \_\_\_\_\_ 2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

### **Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа Ивановой Е.С. направлена на развитие методов прямого изотопного датирования рудообразующих процессов. Определение возраста сульфидной минерализации имеет важное геолого-поисковое значение, но является сложной изотопно-геохимической задачей ввиду частого отсутствия надежных минералов-геохронометров.

В работе Е.С. Ивановой рассматривается новый подход для датирования сульфидной минерализации – (U,Th)-He датирование пирита. В основе такого подхода лежит недавно обнаруженная высокая термическая сохранность радиогенного гелия в этом минерале. Учитывая, что пирит встречается в большинстве рудных месторождений, развитие методов определения возраста по этому минералу имеет большую геологическую значимость.

В качестве объекта исследования выбран золоторудный Тоупугол-Ханмейшорский рудный район, в пределах которого известен ряд золоторудных объектов, в том числе и самое крупное на Полярном Урале месторождение золота – Петропавловское. Территория обладает большим потенциалом выявления новых промышленных объектов, поэтому установление временных закономерностей образования сульфидной минерализации в районе исследования имеет прямую научно-практическую значимость.

### **Обоснованность и достоверность результатов исследований**

Результаты, представленные в работе, основываются на фактическом материале, отобранном автором в ходе полевых работ в северной части Войкарской зоны (Полярный Урал). Определение минерального состава и структурно-текстурных особенностей

вулканогенных и гидротермально-метасоматических пород было осуществлено в шлифах в проходящем свете с использованием методов оптической микроскопии (92 шт., СПбГУ). Исследования химического состава пирита (110 зерен) в полированных шайбах выполнены на сканирующем электронном микроскопе (РЦ «Геомодель», СПбГУ). Измерения содержаний радиогенного гелия проведено на высокочувствительном масс-спектрометре МСУ-Г-01-М в ИГГД РАН (50 проб). Надежность аналитических измерений <sup>4</sup>He контролировалась использованием сертифицированных стандартов (апатит Durango, платина Santiago River). Измерение содержаний урана и тория в этих зернах пирита выполнено методом изотопного разбавления на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой ELEMENT XR в ГЕОХИ РАН. Полный химический бланк процедуры (фоновые концентрации U и Th) определялись по пустым кварцевым ампулам. Определение Re-Os возраста выполнено в лаборатории Jamstec (Япония).

#### **Научная новизна проведённых исследований и полученных результатов**

В работе на примере золоторудной минерализации в Тоупугол-Ханмейшорском рудном районе показаны возможности определение возраста пирита (U,Th)-He методом. Основываясь на результатах детального изучения источников радиогенного гелия в пирите, усовершенствована методика отбора и подготовки образцов, а также внесены изменения в протокол химического разложения при проведении (U,Th)-He датирования.

Впервые приводятся данные по систематическому определению (U,Th)-He возраста пирита из разных типов проявлений сульфидной минерализации в пределах одного рудного узла. Получены оригинальные данные по возрасту пирита из Au-порфирового месторождения Петропавловское, Au-Fe-скарнового месторождение Новогоднее-Монто и золоторудное проявление Карьерное, расположенного во фланге Новогодненского рудного поля. Полученные данные позволили выделить новые временные этапы минерализации в районе исследований.

#### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Проведенные исследования вносят вклад в развитие методов датирования рудообразующих процессов. Разработанный подход, в отличие от других методов изотопной геохронологии, которые используются для определения возраста рудной минерализации, характеризуется относительной аналитической простотой и позволяет определять возраст по единичным зернам пирита.

Полученные данные о возрасте пирита в Тоупугол-Ханмейшорском рудном районе позволили выделить новые возрастные этапы сульфидной минерализации в пределах

района исследований. Эти результаты могут быть использованы при проведении поисковых геологоразведочных работ на территории Полярного Урала.

**Личный вклад автора** заключается в непосредственном участии на всех этапах работы: сбор и анализ фондовой и опубликованной литературы; полевые работы с отбором фактического материала; выполнение детальной петрографической характеристики вулканогенных и метасоматических образований объектов; типизация пород; изучение минералого-геохимических особенностей пирита из объектов исследования; определение возраста рудной минерализации (U,Th)-Не методом – измерение концентрации радиогенного гелия и пробоподготовка для дальнейшего определения содержания урана и тория; усовершенствование методики измерения, отбора и подготовки образцов к (U,Th)-Не датированию; анализ и интерпретация результатов минералого-петрографических и изотопно-геохронологических исследований.

#### **Замечания по диссертационной работе**

В работе отмечены следующие недостатки:

- Для лучшего восприятия материала в работе на схеме распределения (U,Th)-Не возрастов не хватает визуализации объектов датирования;
- Не вполне понятен принцип отбора образцов для датирования, на картах следует указать все точки опробования;
- Работу бы украсило добавление схемы последовательности минералообразования для обоснования наличия нескольких этапов минерализации.

#### **Общая характеристика диссертационной работ**

В диссертационной работе представлена разработанная методика (U,Th)-Не датирования пирита, результаты ее апробации для определения возраста пирита из месторождений и рудопоявлений известного возраста, а также датирования сульфидной минерализации в пределах Тоунугол-Ханмейшорского золоторудного района.

Для изучения сульфидной минерализации использовался комплексный методический подход, включающий полевые наблюдения, отбор образцов, минералого-петрографический и изотопно-геохронологический анализ. Необходимо отметить большой объем аналитических данных, представленных в работе, а также личное участие автора на всех этапах работы.

По теме диссертации опубликовано 15 работ: 4 статьи, из которых 3 – индексируются в базах данных WoS и Scopus, 1 – в издании рекомендованном ВАК Минобрнауки России; 11 материалов совещаний и тезисов к докладам. Результаты

исследований докладывались и обсуждались на международных и российских научных конференциях и совещаниях.

Учитывая сказанное выше, диссертация Ивановой Екатерины Сергеевны «(U,Th)-Не датирование пирита для определения возраста сульфидной минерализации на примере Тоупугол-Ханмейшорского золоторудного района, Полярный Урал» представленная на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», является научно-квалификационной работой, в которой рассматриваются вопросы (U,Th)-Не датирования пирита и приводятся оригинальные данные о возрасте сульфидной минерализации Тоупугол-Ханмейшорского золоторудного района.

#### **Заключение**

Диссертационная работа «(U,Th)-Не датирование пирита для определения возраста сульфидной минерализации на примере Тоупугол-Ханмейшорского золоторудного района, Полярный Урал» Ивановой Екатерины Сергеевны соответствует паспорту научной специальности 1.6.4 «Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых» согласно номенклатуре научных специальностей, по которым присуждается присвоение ученой степени (Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 №118), соответствует требованиям, установленным пунктами 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утверждённым 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», и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук (Протокол № 43/1/5-02-14 от 12.12.2023 заседания кафедры геохимии Института наук о Земле СПбГУ).

Заключение подготовлено заведующей кафедрой геохимии Института наук о Земле федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», профессором

кафедры, доктором геолого-минералогических наук (25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых) Чарыковой Мариной Валентиновной.

Заведующая  
кафедрой геохимии Института наук о Земле  
СПбГУ, д.г.-м.н. М.В. Чарыкова



Подпись заверяю:

