

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Ивановой Екатерины Сергеевны на тему: «(U,Th)-He датирование пирита для определения возраста сульфидной минерализации на примере Тоупугол-Ханмейшорского золоторудного района, Полярный Урал», представленную на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Диссертация Ивановой Екатерины Сергеевны посвящена усовершенствованию методики (U, Th)-He датирования пирита и применения этой методики для изучения ряда месторождений и рудопроявлений золота Полярного Урала. Диссертация состоит из Введения, Заключения и семи глав. Первая и вторая главы являются обзорными и посвящены соответственно собственно применению (U, Th)-He датирования для различных задач, а вторая глава – применению этой системы в пирите. Третья глава рассматривает используемые методы, а в части (U, Th)-He датирования дает описание авторской разработки разложения пирита, содержащего включения труднорастворимых минералов урана и тория. Четвертая глава также является обзорной в части геологического описания объектов исследований. Пятая, шестая и седьмая главы содержат основные результаты. Пятая в части описания минералогии и петрографии пород изученных объектов, шестая дает информацию о химическом составе пирита и его включений, седьмая глава представляет основные результаты работы в части выполненных геохронологических исследований. На мой взгляд, основным геологическим результатом является доказательство полистадийности образования пирита на золоторудных месторождениях, что отражает в том числе и полистадийность формирования самих месторождений. Из рекомендаций к работе, работу бы существенно усилило U-Pb датирование титанита и граната, которые присутствуют, по крайней мере, в скарновой ассоциации. Это дало бы независимый геохронологический контроль в дополнение к биостратиграфии и  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  датированию, используемым автором по литературным данным.

К работе есть замечания технического характера:

Следовало бы унифицировать символ для аргон-аргонового датирования (сейчас в работе тремя способами ( $\text{Ar}-\text{Ar}$ ,  $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$  и  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ).

Соотношение  $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$  уточнено и составляет 137.818 (Hiess et al., 2012). Это не существенно меняет значения, рассчитанные по уравнению 2, но тем не менее следует использовать современные константы.

$\alpha$ -рекойл эффект – есть русскоязычный термин «эффект отдачи». Кроме того, в используются и ядра отдачи и recoil effect по-английски.

Есть многочисленные повторы, например, про энергию радиоактивного распада 5-6 МэВ при энергии связи 2-4 эВ сказано несколько раз в разных частях текста, про размер кристалла, при котором можно пренебречь эффектом потерь из-за эффекта отдачи или

имплантации, про сохранность радиогенного гелия в пирите, про концентрацию гелия в магматическом флюиде и др.

На рис. 4.5. необозначено, что указано желтыми кругами – очевидно, это точки отбора проб, которые не пошли на датирование.

Эти замечания не умаляют основного содержания работы. Я полагаю, что содержание диссертации Ивановой Екатерины Сергеевны на тему: «(U,Th)-He датирование пирита для определения возраста сульфидной минерализации на примере Тоупугол-Ханмейшорского золоторудного района, Полярный Урал», представленной на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых., соответствует научно-квалификационной работе, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, в ней изложены новые научно обоснованные технические разработки, имеющие существенное значение для развития страны

Нарушений пунктов 9, 11 Порядка присуждения Санкт-Петербургским государственным университетом ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук соискателем ученой степени мною не установлено.

Диссертация соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ.

Член диссертационного совета

Доктор геолого-минералогических наук,

Профессор РАН,

заместитель директора Института земной коры СО РАН

Иванов А.В.

02.11.2024 г



Подпись Иванова А.В. \_\_\_\_\_ заверяю  
Кадрово-правовой отдел Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук  
Иванова А.В.  
«02» ноября 2024 г.