ОТЗЫВ официального оппонента

на диссертацию на соискание ученой степени

кандидата геолого-минералогических наук

Пшеницына Ивана Владимировича

на тему: «Петрология, геохимия и природа сульфидной минерализации в Йоко-Довыренском расслоенном массиве»

по специальности 25.00.04 – «петрология, вулканология»

Представленная работа многоплановая. Помимо петрологических и минералогических исследований апофизы Йоко-Довыренского массива автором диссертации было проведено ЭВМ-моделирование эволюции сульфидного расплава привлекая данные компьютерной томографии.

Актуальность работы обусловлена важностью построения моделей формирования ЭПГ-Cu-Ni месторождений.

Цель и задачи исследования направлены на построение петрологической модели формирования сульфидной минерализации в силлах и апофизах Йоко-Довыренского массива. При этом основными задачами решения этой проблемы являются: 1 – выявление геологического строения рудоносного апофиза DV10; 2 – построение 3D моделей распределения сульфидов в породах; 3 – моделирование кристаллизации пород апофиза и эволюции состава сульфидной жидкости; 4 – определение источников серы.

Фактический материал. Работа основана на изучении 25 образцов горных пород, определения в них содержания петрогенных компонентов методами РФА, концентрации благородных металлов, анализе минералов (более 500 определений) методами РСМА, компьютерной томографии 7 образцов, расчетов в программе КОМАГМАТ-5, изучении изотопного состава серы.

Научная новизна. Впервые охарактеризован петрографический состав, геохимия и минералогия пород придонной апофизы Йоко-Довыренского массива с применением методов компьютерной томографии. Установлено изменение состава сульфидов в различных морфологических

типах вкрапленников и изменение изотопного состава серы в сульфидах вдоль вертикального разреза апофизы. Предложен механизм обогащения сульфидов тяжелым изотопом серы.

Практическая значимость. Предложенная автором модель формирования сульфидной минерализации может быть востребована при разведке медно-никелевых месторождений.

Публикация и апробация работы. Результаты исследований представлены в 7 печатных изданиях, в том числе в рецензированных журналах, входящих в WOS Core Collection и в 22 тезисах докладов. Основные результаты были представлены на многих отечественных и зарубежных конференциях. Положение диссертации в достаточно полной мере отражены в публикациях.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, 8-ми глав, списка литературы и приложений. Объем работы составляет 146 страниц, включая рисунки, таблицы и приложения. Список литературы состоит из 78 работ.

Во ведении дается обзор представлений образования ЭПГ-Cu-Ni руд, включая экспериментальные и термодинамические моделирования в условии силикатно-сульфидной несмесимости. Автор подчеркивает, что наиболее эффективным методом определения состава сульфидного расплава является термодинамическое моделирование эволюции сульфидной жидкости. Методы рентгеновской компьютерной томографии помогают в расшифровке процессов динамики сульфидной жидкости.

В первой главе дается краткое представление о региональной геологии, геологическом строении Йоко-Довыренского массива, его тектонической позиции, возрасте и строении, и сульфидной минерализации массива, а также строения и рудоносности силлов и апофиз.

Во второй главе приводятся особенности апофизы DV10, которая детально изучена автором. Остается дискуссионным вопрос отнесения этого магматического тела к апофизам Довыренского массива или к

самостоятельным силлам. Показано положение отобранных образцов в разрезе апофизы, петрографический состав, состав оливина и плагиоклаза, концентрация серы и меди. Описаны методы исследования с акцентом к характеристике рентгеновской компьютерной томографии и определения изотопного состава серы.

В третьей главе рассматривается положение руды с разным текстурным рисунком в разрезе и по латерали апофизы DV10. Петрографический состав пород апофизы приводится для рудоносных пикродолеритов и оливиновых габброноритов. Офитовая структура пород предполагают идиоморфизм плагиоклаза по отношению к пироксену. Когда плагиоклаз в лейстах и клинопироксен в призмах – это призматически-зернистая структура. Породы с содержанием оливина от 40% до 70 % — это уже не габбронориты.

Показывается ассоциация сульфидов и их состав. Не отражены составы минералов пирротиновой группы в случае срастания пирротина и троилита. Нужно было обратить внимание, что состав пентландита коррелируется с составом пирротина. Более железистые пентландиты находятся в ассоциации с троилитом, а менее железистые с гексагональным пирротином.

Приводится расчет элементного состава сульфидных капель из пикродолерита, который априорно автор считает отвечает составу первичного сульфидного расплава, законсервированного в этой породе. Это утверждение небесспорно. В контактовых габбродолеритах интрузивов Норильского района, являющимися так же закалочными фациями, обнаруживаются сульфидные вкрапленники разного состава.

Четвертая глава посвящена исследованию рудоносных пород методом компьютерной томографии. Это, пожалуй, самая интересная часть фактологического базиса работы. Результаты компьютерной томографии подкрепляют взгляд о наличие четырех типов сульфидной минерализации и позволили установить гетерогенность сульфидных капель в пикродолерите с

основным сфероидом и окружающим гало. По мнению автора диссертации характер распределения сульфидов в породе отражает этапы сегрегации сульфидной жидкости.

Пятая глава посвящена геохимии элементов платиновой группы, золота и теллура. Показана зависимость концентрации золота, платины и палладия от содержания серы и теллура. Это определяет сульфидный контроль этих элементов. Этот вывод автора подтверждается экспериментальными работами, в которых фракционирование благородных металлов в сульфидно-силикатных системах резко смещено в пользу сульфидного расплава. Было определено среднее содержание благородных металлов и меди в апофизе.

В главе шестой, посвященной определению состава исходной магмы и эволюции сульфидных расплавов методами геохимической термометрии при помощи параграммы КОМАГМАТ-5, была рассчитана температура начала кристаллизации пород апофизы (около 1185˚С) и состав исходного магматического расплава. Он оказался близким к составу магмы, из которой кристаллизовались пикродолериты. Это позволило автору считать состав этих закалочных зон апофизы подобным составу первичного силикатного расплава. Исходя их этого делается вывод, что состав сульфидов, законсервированных в этих зонах, отвечает составу первичного сульфидного расплава. Делается вывод о эволюции сульфидного расплава от «примитивного» богатого благородными металлами, сформировавшего сульфидные глобули и капли в закалочных микродолеритах через сульфидную жидкость, формирующую глобулярно-сидеронитовые руды, обеднённые ЭПГ и до сульфидной жидкости, сформировавшей сидеронитовые руды.

Картинка красивая, но непонятен механизм просачивания сульфидной жидкости от нижнего контакта с примитивными сульфидами вверх к более продвинутым сульфидам.

В главе седьмой, посвященной изотопному составу серы, тяжелый состав серы сульфидов в приконтактовых частях апофизы по сравнению с верхними горизонтами объясняется воздействием флюидов, содержащих сероводород при термальном разложении пирита из вмещающих пород. Идея богатая, но при этом хорошо бы сделать расчет температуры прогрева вмещающих пород.

В главе восемь, она же является заключением, описывается процесс формирования сульфидной вкрапленности в породах апофизы. Объяснен механизм сегрегации сульфидов, богатых халькопиритом путем выдавливания ISS при расслоении жидкости на MSS и ISS в пределах нескольких миллиметров от капельного вкрапленника и до нескольких сантиметров в сидеронитовых рудах.

В заключении хочу отметить добротность и хороший язык диссертационной работы.

Небольшие замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 25.00.04 – «петрология, вулканология» (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Пшеницын Иван Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – «петрология, вулканология».

Официальный оппонент:
Кандидат геолого-минералогических наук,
Ст.н.с. лаборатории геологии рудных месторождений
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)
СЛУЖЕНИКИН СЕРГЕЙ ФЕДОРОВИЧ

Служеникин 02.12.21

Контактные данные:
тел.: +79162133606, e-mail: sluzh@igem.ru
Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация - 04.00.14. – геология, поиск и разведка рудных и нерудных месторождений
Адрес места работы:
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)
Индекс, почтовый адрес места работы:
119017 Москва, Старомонетный пер., 35
Лаборатории геологии рудных месторождений
Тел.: 8(499)230-82

[redacted]

Подпись Служени
Зав. канцелярией Оболенская