

ОТЗЫВ

Официального оппонента доктора геол.-мин.наук **ГАБЛИНОЙ Ирины Федоровны** на диссертацию **СУХАНОВОЙ** **Анны Алексеевны** **«МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛУБОКОВОДНЫХ СУЛЬФИДНЫХ РУД ПОЛЯ ЮБИЛЕЙНОЕ (РОССИЙСКИЙ РАЗВЕДОЧНЫЙ РАЙОН СРЕДИННО-АТЛАНТИЧЕСКОГО ХРЕБТА)**, представленной на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа А.А.Сухановой посвящена изучению минерально-геохимических особенностей, минеральной зональности и закономерностей размещения сульфидных руд гидротермального поля Юбилейное, открытого в 2012 г. в рейсе № 35 нис «Профессор Логачев» АО Полярной морской геологоразведочной экспедиции (ПМГРЭ).

Актуальность поставленной темы определяется выбором в качестве объекта исследований гидротермального поля Юбилейное (20°09'с.ш. Срединно-Атлантического хребта) в пределах Российского разведочного района, выделенного России по контракту с Международным органом по морскому дну ООН в осевой зоне САХ (12°48'36"-20°54'36" с.ш.), и направленностью исследований на определение закономерностей распределения различных типов сульфидных руд и рудных элементов в пределах поля. Полученные новые данные расширяют наши знания о процессах современного рудообразования в Океане и позволяют оценить перспективность изученного гидротермального поля для последующего освоения.

Диссертация состоит из введения, 5 глав и заключения. Работа изложена на 137 страницах текста, сопровождается 56 иллюстрациями, 14 таблицами. Список цитируемой литературы включает 155 наименований.

Работа основана на личных исследованиях автора диссертации по материалам отобранными сотрудниками ФГБУ "ВНИИОкеангеология" и АО "ПМГРЭ" в 35 и 36 рейсах нис «Профессор Логачев». Для достижения поставленных задач А.А.Сухановой проведены комплексные исследования с использованием оптических, химических и микронзондовых методов в лабораториях Санкт-Петербургского горного университета, ВСЕГЕИ, ИГГД РАН, ФГБУ "ВНИИОкеангеология", АО "Севзапгеология" (г. Санкт-Петербург) и ФГБУ "ВИМС" (г. Москва), а также метода ядерного магнитного резонанса в Казанском государственном энергетическом университете.

А.А.Сухановой обобщен и проанализирован литературный материал по

распространенности, истории открытия и исследования глубоководных сульфидных руд Океана, рассмотрено геологическое строение и структурное положение поля Юбилейное, на основе собственных исследований и обработки статистически представительных аналитических данных выделены геохимические типы руд, изучен их минеральный состав и геохимические особенности, характер распределения главных и примесных рудных элементов, рассмотрены их корреляционные связи. Выделены разновозрастные генерации сульфидов на основе их различия по структуре, составу, парагенетическим ассоциациям, температурной устойчивости минералов. Описаны физико-химические обстановки их формирования.

Проведено сопоставление минеральных и геохимических особенностей изученного в работе гидротермального поля Юбилейное с древними колчеданными месторождениями и с другими рудными объектами современного Океана, сформированными в различных геологических обстановках.

Впервые проведено сопоставление двух полей - Зенит-Виктория и Юбилейное, расположенных симметрично по бортам рифтовой долины и приуроченных к идентичным структурам, для которых предполагается существование единой глубинной зоны магмогенерации с поступлением и разгрузкой гидротермальных систем по глубинным краевым разломам. Исходя из геохимических особенностей этих двух полей показано их генетическое родство.

Проведен критический анализ современных представлений о формировании рудоносного раствора и условий рудообразования в океане. Предпринята попытка генетической интерпретации выявленных на изученном поле закономерностей. Автор приходит к выводу, что «сульфиды поля Юбилейное – результат взаимодействия нагретой морской воды и вмещающих базальтов без явных дополнительных источников вещества».

Работа отличается логичным, последовательным построением, результаты доходчиво изложены, проиллюстрированы большим количеством микрофотографий и графиков, что способствует легкому восприятию изложенного.

К числу важных достижений А.А.Сухановой по мнению оппонента относятся:

- выявление трех устойчивых ассоциаций главных рудных и примесных элементов: Fe-S-Sb-Ni; Cu-Co-Se; Zn-Cd-Ag-Hg-Pb-Au;
- выявление минерально-геохимической зональности рудного поля, отражающей последовательность рудообразования при смене температурного режима среды;
- изучение спектров распределения РЗЭ как чувствительных индикаторов источника рудного вещества, выявление положительной аномалии Eu и схожести

спектров распределения РЗЭ в гидротермальном флюиде, вмещающих породах и рудах, свидетельствующей о перераспределении исходного вещества при рудообразовании;

- изучение спектра ЯМР ^{63}Cu халькопирита из руд поля Юбилейное, результаты которого свидетельствуют о заметном отклонении состава исследованных образцов халькопирита от стехиометрического;

- детальное рассмотрение минерально-геохимических особенностей руд поля Юбилейное с точки зрения его перспективности для освоения, позволившее А.А. Сухановой сделать обоснованное заключение о его средней перспективности и возможности проводить его разработку совместно с находящимися поблизости объектами.

Достоверность результатов обеспечена обилием полученных аналитических данных, использованием современных аналитических методов, сертифицированной аппаратуры и современных компьютерных технологий.

Научная новизна диссертации обусловлена тем, что работа А.А.Сухановой представляет собой первое детальное исследование минерального состава и геохимических особенностей сульфидных руд гидротермального поля Юбилейное, и заключается в следующем:

1. В сульфидных рудах поля Юбилейное выявлены минерально-геохимические типы руд и установлены повышенные содержания элементов-примесей Co, Ni, Se, Sb, Cd, Hg, Pb, Ag, Au, образующие три геохимические ассоциации: Fe-Sb-Ni, Cu-Co-Se и Zn-Cd-Ag-Hg-Pb-Au, соответствующие выявленным минерально-геохимическим типам.

2. Установлено зональное распределение типов сульфидных руд поля Юбилейное – пространственная смена марказит-пиритовых и халькопиритовых руд с повышенными содержаниями Ni, Co, Se в краевых частях рудного тела сфалеритовыми рудами с высокими содержаниями Cd, Ag, Au, Hg и Pb в центральной части рудного тела.

3. Показана связь минерально-геохимической зональности сульфидных руд поля с эволюцией состава гидротермальных растворов, отражающей падение температуры рудообразования.

4. Высказано предположение о возможности последующего освоения поля Юбилейное в совокупности с близлежащими рудными участками.

Полученные новые данные расширяют наши знания о процессах современного рудообразования на дне Океана и позволяют оценить перспективность изученного гидротермального поля, что определяет практическую значимость работы.

Установленные закономерности выдвинуты в качестве 3 защищаемых положений, которые убедительно и разносторонне обоснованы.

Основные защищаемые положения диссертации опубликованы А.А.Сухановой в 3 периодических изданиях, рекомендованных ВАК, и доложены на 14 Всероссийских и Международных конференциях.

ЗАМЕЧАНИЯ

1. При рассмотрении условий образования рудных брекчий (глава 3) автор, ссылаясь на работу (Краснов и др., 1992) пишет: «Обломки труб периодически обрушаются в процессе роста, а затем цементируются поздними сульфидами, образуя сульфидные брекчии в цоколях рудных построек». Не упоминается другой механизм образования сульфидных брекчий в цоколе – гидроразрывы под напором поступающих снизу гидротермальных флюидов, в том числе диффузного типа, который исследователи (Богданов и др, 2012, 2015) считают основным в этом процессе.

2. Не приведены доказательства присутствия в рудах пирротина, якобы впоследствии замещенного пиритом. В описаниях минерального состава руд различных станций и в сводной таблице 3.1 пирротин не упоминается. Рисунок 3.14а, в подписи к которому говорится о замещении пирротина пиритом, не дает представления об этом.

3. На наш взгляд вывод об отсутствии связи марганца, олова и мышьяка с железом (глава 4) не совсем корректен: на графиках 4.18, 4.20, 4.21 просматривается прямая зависимость содержания этих элементов от содержания железа в каждом геохимическом типе руд.

4. При сравнении генетических признаков руд поля Юбилейное с рудами черных курильщиков, сформированных на поверхности дна фокусированным гидротермальным источником, и руд, образованных в осадках (табл. 5.2), Анна Алексеевна в качестве примера последних приводит данные из монографий Ю.А.Богданова и др. (2006, 2015). Такое сравнение не очень корректно, т.к. в этих работах рассматриваются руды, образованные в совершенно иных геологических обстановках. Это – области рифтов, примыкающих к континентальным блокам, с мощным (до 500 м) осадочным покровом, представленным преимущественно терригенным материалом: гидротермальные поля впадины Гуаймас, трога Эсканаба и хребта Хуан де Фука. Эти руды залегают в осадках, но образованы фокусированными источниками, формирующими вертикальное тело

массивных руд вдоль центрального канала с выходом источника на поверхность дна.

Зоны рифтов, примыкающих к континентам, характеризуются более высокой, чем Срединно-Атлантический хребет, скоростью спрединга (0.6 см/год). Гидротермальные растворы обогащены углеводородами и характеризуются высокой (более 300°C) температурой, определенной непосредственными замерами в источниках, выходящих на поверхность дна, и по газово-жидким включениям в кварце, цементирующем сульфиды в постройках. Высокие температуры, низкий окислительный потенциал растворов в зоне рудообразования обеспечивали осаждение сульфида железа в форме пирротина, который широко распространен в этих рудах. Предполагается также, что накопление вмещающих осадков «конкурировало», т.е. шло параллельно, с ростом сульфидной постройки.

Более логично было бы сравнить руды поля Юбилейное с рудами поля Зенит-Виктория, сформированного в близких геологических условиях – оба поля расположены симметрично по бортам рифтовой долины, приурочены к идентичным структурам, в их строении принимают участие базальты и биогенные карбонатные осадки (на поле Юбилейное, как отмечено в диссертации, осадки занимают до 70-80 % площади). Поля имеют зональное строение (выделяются Cu-Fe и Zn-Cu-Fe зоны), в составе руд преобладают сульфиды относительно низкотемпературного парагенезиса, в сульфидных постройках отсутствуют полые центральные каналы и концентрическая минеральная зональность, характерные для черных курильщиков, в структурах руд отмечаются реликты замещенных раковин микроорганизмов. Все это свидетельствует о близости условий образования полей Юбилейное и Зенит-Виктория, и не противоречит представлениям о их метасоматическом формировании при взаимодействии охлажденных диффузных потоков и проницаемых биогенных карбонатных донных осадков.

5. Ряд мелких замечаний по оформлению диссертации представлены А.А.Сухановой в рабочем порядке.

Высказанные замечания не умаляют значения проведенной диссертантом работы и не влияют на аргументацию защищаемых положений. Диссертация является законченным исследованием, выполненным на высоком научном уровне, в ней дана комплексная минералого-геохимическая характеристика одного из гидротермальных полей Российского разведочного района, вносящая существенный вклад в разработку представлений о современном океанском рудообразовании, и предложены рекомендации по условиям его освоения. Диссертация отвечает всем критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней» для кандидатских диссертаций, а ее автор

Анна Алексеевна Суханова заслуживает присуждения ей степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Автореферат полностью соответствует содержанию и выводам диссертации.

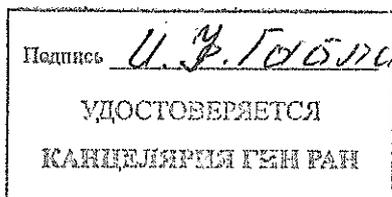
Главный научный сотрудник
Федерального бюджетного учреждения науки
Геологического института Российской академии наук,
доктор геолого-минералогических наук

И.Ф.Габлина

«21» ноября 2018 г.

119017 Москва, Пыжевский пер, 7

т. 8-495-959-01-48, e-mail: igabl@rambler.ru



Зав. канцелярии:

(И. В. Томаченко)