

В разовый объединённый Диссертационный совет 6D.KOA-057 при Таджикском национальном университете (734025, г. Душанбе, проспект Рудаки, 17) и Институте геологии, сейсмостойкого строительства и сейсмологии НАНТ (734063, г. Душанбе, ул. Айни, 267)

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Файзиева Фотеха Абдувакиловича «Рудно-формационные типы, минералогия, закономерности размещения и генезис серебряных и серебросодержащих месторождений Северного и Центрального Таджикистана», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 - геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения

1. Соответствие диссертации специальностям и направлениям науки, по которым диссертация представляется к защите.

Диссертационная работа Файзиева Фотеха Абдувакиловича на тему: «Рудно-формационные типы, минералогия, закономерности размещения и генезис серебряных и серебросодержащих месторождений Северного и Центрального Таджикистана», представленная для отзыва, по содержанию, цели и задачам, рассматриваемым проблемам, объекту и предмету, методам исследования, а также полученным результатам и предлагаемым практическим рекомендациям, внедрённым в производство и образовательный процесс материалам соответствует областям исследования, указанным в Паспорте специальности 25.00.11 - геология, поиски и разведка твёрдых полезных ископаемых, минерагения и отрасли геолого-минералогических наук. Представленная на отзыв диссертационная работа посвящена проблеме рудно-формационным типам, минерального состава руд, факторам контроля оруденения, стадиям минерализации и физико-химическим условиям формирования, генезису серебряных и серебросодержащих месторождений Северного и Центрального Таджикистана, которая до настоящего времени остаётся дискуссионной в геологии месторождений полезных ископаемых. Изучение вышеотмеченных проблем, выполненных автором, позволяет определить вещественный состав серебряных и серебросодержащих руд, закономерностям размещения оруденения, стадийность минералообразования, картину физико-химических механизмов образования, строения и морфологии, выявить взаимосвязи с вмещающими породами и другими параметрами. В целом выполненные исследования базировались на методологических принципах и методических подходах, принятых в комплексных геологических, минералогических и термобарогеохимических исследованиях.

2. Актуальность темы диссертации.

Диссертация Файзиева Фотеха Абдувакиловича посвящена одной из актуальных проблем геологии - серебряных и серебросодержащих месторождений Северного и Центрального Таджикистана. Эти регионы обладают развитой инфраструктурой и весьма перспективны с точки зрения развития минерально-сырьевой базы серебра. Исследования, проведенные автором, были ориентированы на выделение и описание рудно-формационных типов, изучение вещественного состава серебряных и серебросодержащих месторождений, установление поведения серебра в основных рудных и собственно серебряных минералах, выявление закономерностей размещения серебронности на изучаемых объектах, исследование стадийности рудообразования, изучение термобарогеохимических условий формирования объектов, изучение условий локализации и составление прогнозно-поисковых моделей, которые могут быть использованы для выявления новых серебряных и серебросодержащих объектов. Это делает диссертационную работу весьма актуальной, а её появление очень своевременным.

Для развития экономики нашей республики рудные месторождения, особенно серебряные и серебросодержащие полиметаллические объекты, имеют большое практическое значение. В настоящее время на базе ряда серебряных и серебросодержащих полиметаллических месторождений Северного Таджикистана, в том числе Зарнисорского рудного узла (Зарнисор, Северный Зарнисор, Пайбулак), Канджольского рудного поля (Канджол) идёт разработка месторождений, а для продолжительной работы этих горнорудных предприятий нужны дополнительные ресурсы. Кроме того, намечается и освоение других объектов, как на севере, так и в центральной части республики. Такие ресурсы можно пополнять за счёт руд других рудных полей, которые находятся недалеко от этих месторождений. Актуальность данной работы также исходит из четвёртой стратегической цели Правительства Республики Таджикистан – ускоренная индустриализация страны, которая объявлена Президентом страны Эмомали Рахмоном в очередном ежегодном послании к парламенту страны от 26 декабря 2018 года.

3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, представленных к защите.

Научная новизна диссертационной работы Файзиева Ф.А. определяется, прежде всего, системным подходом к изучению серебряных и серебросодержащих объектов. Она обоснована тем, что впервые в нашей стране на многочисленных серебряных и серебросодержащих месторождениях Канджольского (Канджол, Школьное, Караулхана, Четсу), Кансайского (Кансай, Королёво, Окурдаван, Шевчуковское, Восточный Канташ), Такелийского (Такели, Кафтархона, Учочак, Гайнаккан, Сассыксай) рудных полей, Алтынтопканского рудного узла (Зарнисор, Ташбулак, Чалата, Сардоб, Северный Зарнисор, Перевальное, Ташгезе, Мышиккол, Пайбулак)

Северного Таджикистана и Центрального Таджикистана в Тарорском (Мирхант), Казнок-Мушистонском (Мушистон, Кони Нукра, Хиргасанг, СангиСафед) и Пети-Такфонском (Такфон, Симич, Пети) рудных полей проведены детальные геолого-минералогические и термобарогеохимические исследования. При этом неоспоримым научным достоинством работы является тот факт, что автор на основании тщательного анализа как полевых, так и лабораторных исследований убедительно показал, что использование геолого-минералогических и термобарогеохимических исследований, позволяет установить генетические особенности серебряных объектов, разработаны критерии оценки и прогнозирования серебряного оруденения на глубину, приуроченность месторождений и рудопроявлений к разломам глубокого заложения, локализация оруденения в различных направлениях, морфология рудных тел, характерные ассоциации минералов однозначно свидетельствуют об их принадлежности к жильному гидротермальному типу.

Защищаемые научные положения, сформулированные в диссертации, являются обоснованными и достоверными. Это подтверждается тем, что в основу диссертации положены итоги детальных полевых и камеральных исследований серебряных и серебросодержащих месторождений нашей республики, выполненных автором в рамках своей двадцатилетней работы, при этом диссертант являлся главным исполнителем четырёх основных разделов работ в тематических заданиях.

4. Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, указанных в диссертации.

Для получения и обоснования результатов исследований автором были проведены полевые и лабораторные исследования. В результате изучено более тридцати серебряных и серебросодержащих объектов, их геологическое строение, вещественный состав руд, промышленные типы серебряных месторождений, факторы контроля серебряного и серебросодержащего оруденения, физико-химические условия минералообразования, установлена последовательность формирования минералов и выделены разные генерации минералов, типоморфные особенности, текстурно-структурные типы руд и другие параметры. Изучены минералого-геохимические и термобарогеохимические характеристики минералов, а также вещественный состав руд и околорудных изменений. С помощью рентгеноспектрального, LA-ICP-MS, LA-ICP-OS, атомно-абсорбционного, электронно-микронзондового и других методов было проанализировано около 1000 образцов. Изучены шлифы и аншлифы. Определены ведущие минеральные ассоциации и стадийность минералообразования. Составлены и уточнены геологические карты и разрезы, позволившие установить геолого-структурные и минералого-геохимические особенности серебряных и серебросодержащих месторождений. Разработана многофакторная модель месторождений, положенная в основу их прогнозной оценки, выполненной в сравнении с эталонными месторождениями. Проведён анализ опубликованных и

фондовых материалов по серебряным и серебросодержащим месторождениям.

Полученные Ф.А. Файзиевым результаты, выводы, рекомендации представляют собой отражение современных взглядов в области месторождений твёрдых полезных ископаемых, базируются на использовании современных методов исследований и информационных технологий, а также на обширном статистическом материале, в связи с чем их обоснованность и достоверность не вызывают сомнения.

5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.

Научная значимость результатов исследования заключается в получении новых данных по минеральному составу и свойствам руд серебряных и серебросодержащих месторождений Северного и Центрального Таджикистана, определении распространения и зональности оруденения, выделения разновозрастных генераций как рудных, так и жильных минералов, уточнении последовательности минералообразования, определении оптимальной температуры кристаллизации серебряного оруденения, установлении факторов контроля оруденения. Также обобщены имеющиеся ранее в разрозненных источниках данные о серебряных объектах и дополненные результатами работ соискателя. Обобщённые данные не только отражают уровень изученности серебряных и серебросодержащих рудных объектов, предоставляя информацию справочного характера, но и могут служить теоретическим фундаментом для их последующего исследования.

Практическая значимость работы подтверждается актами внедрения и рекомендациями по поиску серебряных и серебросодержащих месторождений. Выявленные типоморфные особенности минералов и диапазон температуры образования основной руды и серебряной минерализации в сочетании с вертикальным палеотемпературным градиентом могут быть использованы при поиске и оценке новых объектов не только в пределах Северного и Центрального Таджикистана, но и подобных объектах в других районах. Установлено, что для образования серебряной минерализации наиболее оптимальная температура составляет 100-300°C. Методика поисков и разведки полезных ископаемых в этих районах должна строиться с учётом закономерностей распространения, условий залегания и строения конкретного минерального сырья.

Экономическая значимость проведённого исследования состоит в возможности значительного снижения затрат при производстве геолого-съёмочных и геолого-поисковых работ в пределах серебряных и серебросодержащих месторождений, а также эксплуатации этих объектов.

Социальная значимость исследования заключается в рекомендациях по оптимизации поисков полезных ископаемых в районах развития различных горных пород, что позволит улучшить условия и степень комфортности

поиска и разработки месторождений, повысит эффективность использования поисков и оценки объектов, а также рационального использования недр.

6. Публикация результатов диссертации в рецензируемых научных журналах.

Обоснованность и достоверность основных результатов диссертационного исследования подтверждается их апробацией через обсуждение на конференциях различного уровня и публикацию в рецензируемых журналах и изданиях. Материалы диссертационного исследования в достаточной мере отражены в 61 работе, в том числе 5 статьях в журналах Scopus и Web of Science и 21 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан (11,81 авторских листа). Кроме этого по теме исследования опубликованы статьи и тезисы в сборниках трудов и материалов международных и республиканских научных конференций - 34 (9,56 авторских листа). Почти половина работ соискателя написана самостоятельно без соавторов.

7. Соответствие оформления диссертации требованиям Комиссии.

Структура и оформление диссертации и автореферата полностью отвечают требованиям «Инструкции о порядке оформления диссертаций и авторефератов на соискание учёных степеней ВАК при Президенте Республики Таджикистан». Название работы полностью отражает её содержание. Диссертационное исследование включает оглавление, перечень сокращений и условных обозначений, введение, девять глав, заключение, рекомендации по практическому использованию результатов исследования, библиографический список из 332 наименований, в том числе 61 публикаций автора, иллюстрировано рисунками и таблицами. Также материалы внедрения результатов исследований в производство и образовательный процесс.

Автором аргументировано, обоснованы цель и задачи работы, чётко сформулированы положения, выносимые на защиту, обозначена её научная новизна и практическая значимость. При обосновании актуальности темы диссертации автор, опираясь на литературные источники, убедительно доказывает важность проведения данного исследования. Цель и задачи работы сформулированы чётко, логично и лаконично. Основные научные положения, выносимые на защиту, корректны, основаны на результатах собственных исследований и отражают суть защищаемого труда.

В первой главе диссертационной работы приведены данные по истории исследования серебряных и серебросодержащих месторождений и показано современное состояние вопроса, и нерешенные проблемы.

Во второй главе подробно приводятся сведения о материалах и методах исследований. Судя по публикациям Ф.А.Файзиева, диссертационная работа основана на материалах, полученных за период 2003-2023 гг. Известно, что основным методом геологии в деле познания земной коры являются полевые наблюдения, основанные на изучении естественных выходов горных пород на дневную поверхность и искусственных вскрытий их с помощью горных

выработок и скважин. При этом изучаются состав горных пород, взаимоотношения руд, характер их залегания и др. Полевые работы сопровождались отбором каменного материала. В лабораторных условиях были сделаны аншлифы, шлифы, шашки, двухсторонне полированные пластинки минералов и минеральные выколки, а также приводятся сведения о проведённых аналитических и минералого-геохимических исследованиях.

Третья глава диссертационной работы направлена на изучение геологического строения Северного и Центрального Таджикистана. Отмечено, что в геологическом строении районов исследований участвуют палеозойские, мезозойские и кайнозойские образования, среди которых преобладают первые. Отмечено, что в пределах Карамазара преобладают магматические породы, тогда как в пределах Зеравшанского хребта преобладают морские отложения от S до C и это свидетельствует о пассивном режиме в пределах этого региона. Поэтому магматические комплексы в Зеравшанском хребте развиты слабо (10-12%), и представлены почти исключительно каменноугольными-раннепермскими постколлизийными гранитоидами, внедрившимися после закрытия океана на стадии континентальной коллизии. Таким образом, автор, изучая геологическое строение Северного и Центрального Таджикистана и анализируя ранее выполненные другими исследователями работы, обобщает имеющиеся материалы и приходит к тому, что геодинамические условия на севере были активными, тогда как в центре – пассивными.

В четвертой главе приводятся сведения о рудно-формационных типах серебряных и серебросодержащих месторождений Северного и Центрального Таджикистана. Как отмечено в работе: «Таджикистан имеет реальные предпосылки для создания крупной ресурсной базы серебра, и он в ближайшем будущем может стать одним из профилирующих полезными ископаемыми регионом, наряду с золотом, полиметаллами и другими». Серебряная минерализация образует собственно серебряные объекты и серебросодержащие месторождения. Среди собственно серебряных месторождений выделены три рудно-формационных типа – серебро-полиметаллические, серебро-оловянные и серебро-золотые. Серебро в состоянии рассеяния встречается в большинстве сульфидных месторождениях, особенно цветных металлов. Этому способствует большое сходство энергетических и кристаллохимических свойств серебра с медью, свинцом и цинком. Хотя месторождения с рассеянным типом минерализации не всегда богаты серебром, однако их промышленное значение как природного источника этого металла огромны. На территории Таджикистана рассеянная серебряная минерализация, представляющая промышленный интерес, наиболее интенсивно проявлена в свинцово-цинковых месторождениях, связанных со скарнами. Это, в первую очередь, Алтынтюпканский рудный узел, Кансайское и Такелийское рудные поля.

В пятой главе приводятся сведения о главных рудных и жильных минералах. Из приведённых данных в диссертации явствует, что

минеральный состав этих объектов очень сложный. Почти во всех месторождениях из сульфидов преобладают галенит и сфалерит. Также во всех месторождениях развит пирит, халькопирит и тетраэдрит. Эта глава как бы составляет основу работы и занимает существенную часть работы объёмом 76 стр. В работе охарактеризованы наиболее распространённые гипогенные и гипергенные минералы, которые непосредственно связаны с образованием рудной минерализации. К жильным минералам относятся кварц, кальцит, доломит, флюорит, барит и др. Глава изложена чётко и хорошо иллюстрирована. Однако практически отсутствуют сведения о гипергенных минералах в серебряных месторождениях, за исключением некоторых. Практически все приводимые в главе рисунки являются материалами автора.

Шестая глава посвящена собственно серебряной минерализации. Согласно данным диссертанта в серебряных и серебросодержащих месторождениях Северного и Центрального Таджикистана обнаружены и описаны 33 собственно серебряных минерала. По составу серебряные минералы сгруппированы на самородные элементы и интерметаллические соединения, сульфиды, селениды, галоиды и сульфаты. Наиболее распространены пираргирит, аргентит, акантит, прустит и самородное серебро. Второстепенное значение имеют электрум, матильдит, шапбахит, полибазит, пирсеит, фрейбергит, науманнит. Редко встречаются дискразит, кюстелит, штроемейрит, миаргирит, рамдорит, фрейеслебенит, андорит, штернбергит, аргентопирит, бетехтинит, стефанит, ширмерит, овихиит, густавит, берриит, арсенаргентит, сильванит, агвиралит, крукесит. Глава содержит подробные макро- и микроскопические описания минералов, подтверждающих защищаемое положение автора. В изучаемых объектах выделено более 33 собственно серебряных минералов, что само по себе надо считать высокостижением. Присутствие этих минералов позволило более детально охарактеризовать физико-химические особенности протекания гидротермального процесса. Глава хорошо оформлена и иллюстрирована и оставляет хорошее впечатление.

В седьмой главе приводятся описание стадийности формирования и физико-химические условия формирования. Отмечено, что эти объекты образованы в результате сложного последовательного осаждения во времени рудоносных растворов, то есть они имеют пульсационный характер. На сложность их развития указывают минеральный состав руд, парагенетические ассоциации, типоморфные особенности и элементы-примеси в минералах, структурные и физико-химические особенности их формирования, околорудно-изменённые породы и другие параметры. Отмечено, что минералообразование в них имеют длительный стадийный характер (3-5 и даже 7 стадий). Эндогенная минерализация в рассматриваемых месторождениях происходила из различных длительно действующих потоков постмагматических растворов, существенно отличавшихся друг от друга по своему составу. Рудообразование

происходило при температурах от 440 до 60°С и давлениях 830-70 атм с палеотемпературным градиентом 5-14°С на 100 м глубины. Если в начале образования минералов доминировали хлоридно-натриевые растворы, в последующих стадиях основную роль играют растворы сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевого состава. Концентрация растворов в процессе рудообразования низкая – 5-37 вес.%. Продуктивные серебряные ассоциации кристаллизовались в интервале температур 300-100°С при давлениях 360-60 атм.

Восьмая глава посвящена факторам контроля оруденения. К основным геологическим факторам размещения оруденения относятся геотектонический, структурный, литолого-петрографический, стратиграфический, околорудный метасоматоз, глубина формирования оруденения, послерудный эрозионный срез, зональность оруденения и др. Ведущими в становлении Кураминской структурно-формационной зоны считаются средне-позднергцинские вулканогенно-интрузивные образования, а в Зеравшано-Гиссарской зоне – герциниды со слабо развитыми каледонским и байкальским циклами. Главным фактором в локализации указанных месторождений является структурный фактор. Месторождения Северного Таджикистана приурочены к грабен-синклиналям, мульдам проседания, горстам и горст-антиклиналям, а объекты Центрального Таджикистана контролируются системой субмеридиональных и северо-западных разрывов в зоне межформационных срывов. Наиболее благоприятными условиями, способствующими минерализации, являются пористость и деформируемость горных пород, наличие карбонатных пород, зон изменения вдоль разрывных нарушений, скарнов и скарнированных образований, физико-механические свойства вмещающей среды. Перспективность месторождений также зависит от степени изменения околорудных вмещающих пород. Как в месторождениях Северного, так и Центрального Таджикистана развиты окварцевание, серицитизация, хлоритизация, карбонатизация и другие типы изменений, благоприятствующие рудонакоплению. Рудообразование в серебряных месторождениях осуществлялось в среднеглубинных и близповерхностных условиях. Об этом свидетельствуют развитие баритовой минерализации, огромное количество сульфосолей, в том числе серебряных, термобарогеохимические условия и другие данные. Также особое значение имеет пострудный эрозионно-тектонический фактор, который проявился в пределах различных рудных полей по-разному. В серебряных месторождениях проявлены различные формы рудной зональности. К ним относятся минералогическая зональность, зональность размещения типов руд и продуктов околорудного метасоматоза, температурная, геохимическая, структурная, вторичная зональность и т.д. Однако во всех объектах наиболее чётко выделяются минералогическая и геохимическая зональность. Эти особенности руд можно использовать в качестве поисковых критериев и в соответствии с ними вести целенаправленные поиски на серебряное

оруденение. В пределах Срединного Тянь-Шаня Таджикистана выделен Кармазарский серебрянорудный пояс, прослеживающийся более чем на 120 км, его ширина достигает 30 км. Здесь развиты с юго-запада на северо-восток серебряносодержащие скарново-полиметаллические рудные формации, в которых серебро-золоторудная минерализация сменяется серебро-полиметаллической. В Центральном Таджикистана в составе Зеравшанского золото-редкометалльного пояса установлено огромное количество серебряносодержащих и серебряных объектов с оловом, в пределах пояса выделены серебро-оловянная и серебряносодержащая с оловом формации. Этот пояс протягивается с запада на восток примерно на 150 км, а ширина в среднем составляет 20 км.

В девятой главе рассматривались вопросы генезиса месторождений. Комплексные геологические, минералого-геохимические и термобарогеохимические исследования серебряных объектов дали возможность автору высказать мнение о гидротермальном условии образования руд. Диссертант источник серебряного оруденения связывает с глубинными (мантийными) растворами, в пользу которых приводится несколько доводов. Данные об абсолютном возрасте серебряного оруденения составляет от 296 до 263 ± 8 млн. лет, в среднем 275 млн. лет. Также обобщая статистические данные о составе включений минералообразующей среды, высказано мнение о переносе серебра в виде хлоридной - AgCl_2 и тиосульфатной - $\text{Ag}(\text{HS})_2$ формах.

По работе имеются следующие замечания и пожелания.

1. В обзоре литературы (глава 1) не всегда имеются ссылки в опубликованной работе, например стр. 30-32.
Что означает [135 и др.] стр. 33. В обзоре отсутствует сравнительный анализ серебряных и серебряносодержащих месторождений Таджикистана с другими месторождениями Центральной Азии.
2. Во 2-ой главе при описании методики эксперимента описывается рентгеноструктурный и рентгенофазовый анализ, однако не приведены структура минералов и фазовый анализ (стр. 41, 42). Желательно было бы использовать метод пламенной фотометрии для анализа щелочных и щелочноземельных металлов.
3. Как известно, блеклые руды довольно широко распространены на Урале. Автором были описаны 15 разновидностей указанных руд, однако они не систематизированы и нет сравнительной оценки руды с другими месторождениями, например с Березовским месторождением.
4. Какие парагенетические ассоциации минералов серебра встречаются в изученных серебряных и серебряносодержащих месторождениях?
5. Какие критерии поисков и оценки характерны для серебряного оруденения?

8. Обобщенное заключение.

Диссертационная работа является законченной научно-

квалификационной работой и характеризуется как самостоятельно выполненное Файзиевым Ф.А. исследование, в котором содержатся теоретические и методические разработки, отличающиеся научной новизной и имеющие высокую практическую значимость. Автореферат отражает логику и результаты диссертационного исследования, а также основное содержание диссертации. Результаты исследований апробированы и опубликованы в достаточной мере. Достоверность положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, не вызывает сомнения и подтверждена документами об использовании результатов исследования на практике. По своей актуальности, научно-теоретическому уровню, полученным научным результатам, их новизне, обоснованности, практической ценности, оформлению и стилю работа отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26 июня 2023 г. №295, а её автор Фотех Абдувакилович Файзиев заслуживает присуждения учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности: 25.00.11 - Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Официальный оппонент:
доктор химических наук, главный
научный сотрудник Агентства
по химической, биологической,
радиационной и ядерной (ХБРЯ) безопасности,
академик НАН Таджикистана



Мирсаидов У.

Адрес: 734025, г. Душанбе,
Республика Таджикистан, пр. Рудаки 33.
тел. +992 98-534-99-83; (+99237) 227-83-83

Подлинность подписи академика НАНТ, доктора химических наук,
главного научного сотрудника У. Мирсаидова заверяю:

Начальник ОК Агентства ХБРЯ
безопасности НАН Таджикистана



Шосафарова Ш.

