

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ УЗБЕКСКОЙ ССР

Среднеазиатский научно-исследовательский институт
геологии и минерального сырья (САИГИМС)

Вопросы изучения структур рудных полей Средней Азии

Ташкент — 1976

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ УЗБЕКСКОЙ ССР

Среднеазиатский научно-исследовательский институт
геологии и минерального сырья (САИГИМС)

ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУР
РУДНЫХ ПОЛЕЙ СРЕДНЕЙ АЗИИ

1851

Ташкент - 1976



В сборнике рассматриваются методические приемы структурного анализа, факторы локализации руд, систематика структурно-морфологических типов рудных тел, даются примеры изучения структур рудных полей Средней Азии.

Редакционная коллегия: С.И.Ибадуллаев (гл. редактор), Х.А.Акбаров (отв. за выпуск), М.А.Ахмеджанов, К.Л.Бабаев, А.Б.Габелко, Л.П.Коннов, В.А.Королев, И.Э.Марниц, О.А.Канаш, С.Я.Клемперт, И.Д.Чумаков, Л.Г.Лакало (отв. секретарь)

© Среднеазиатский научно-исследовательский институт геологии и минерального сырья (САИГИМС) Министерства геологии УзССР, 1976

ПРЕДИСЛОВИЕ

Директивами XXV съезда КПСС определены главные направления геологоразведочных и научно-исследовательских работ по развитию минерально-сырьевой базы СССР. В них подчеркивается необходимость расширения и укрепления в первую очередь действующих горнодобывающих предприятий и постоянного повышения экономической эффективности геологоразведочных работ. Выполнение этих условий требует глубокого понимания закономерностей размещения оруденения. Требования промышленности постоянно растут, а число легко открываемых месторождений неуклонно сокращается. Соответственно повышается значение научных исследований, нацеленных на обоснованный прогноз месторождений полезных ископаемых.

Изучение структурных условий размещения оруденения является одним из наиболее эффективных методов обоснования перспектив рудоносности рудных полей и месторождений.

В сборнике отражены результаты научных исследований сотрудников САИГИМСа, выполненных совместно с геологами производственных организаций по изучению структурных условий размещения вольфрамового, полиметаллического и золотого оруденения в рудных полях и месторождениях Средней Азии. Рассматриваются вопросы тектонического районирования рудоносных территорий (на примере Западного Узбекистана), условия формирования и характерные черты некоторых своеобразных структур рудных полей. В ряде статей освещены факторы, контролирующие размещение оруденения, охарактеризованы морфологические типы рудных тел и методы их изучения, приводятся результаты детального количественного прогнозирования с использованием структурно-геологи-

ческих и кибернетических методов и применения математической статистики.

Изложенный опыт изучения рудоносных структур и прогнозирования эндогенного оруденения апробирован в производственных условиях и может быть рекомендован для широкого использования в геологоразведочной практике.

УДК 551.24(-02) (575.1)

В. А. Арапов, Ш. А. Чембарисов, В. П. Матяш

К СХЕМЕ ТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ЗАПАДНОГО
УЗБЕКИСТАНА

Западный Узбекистан, располагающийся в западной части Тянь-Шаня, охватывает палеозойские сооружения Султануиздага, Центральных Кызылкумов, Нуратинских, Зирабулак-Зиаэтдинских и Каратюбинских гор. Домезозойский фундамент этого региона имеет сложное геологическое строение, тектонические структуры его отличаются как временем заложения и консолидации, так и характером проявления магматизма. Указанные особенности строения обусловили своеобразные черты металлогении этой области.

Вопросы тектонического районирования домезозойских образований на территории Западного Узбекистана рассмотрены в работах многих исследователей (1, 5-8, 12, 17, 18, 24). Анализ геолого-геофизических материалов позволяет внести некоторые коррективы в схему строения домезозойского фундамента западной части Тянь-Шаня, в основу которой легла схема тектонического районирования, разработанная коллективом геологов Министерства геологии УзССР (1, 12).

В гетерогенном домезозойском фундаменте рассматриваемой территории различаются следующие структурные элементы: Южно-Тяньшаньская геосинклинальная складчатая система, Бельтау-Кураминский и Бухаро-Южно-Гиссарский вулcano-плутонические пояса, Средне-Тяньшаньский Срединный и Каракумо-Гиссаро-Дарвазский краевой массивы (рис. 1).

Вулcano-плутонические пояса располагаются вдоль границы Южно-Тяньшаньской геосинклинальной складчатой системы и указанных массивов, части которых, прилегающие к поясам, представ-

ляют собой области отраженной тектоно-магматической активизации. Пояса сформированы в среднем и позднем палеозое за счет переработки краевых частей допалеозойского фундамента массивов, граничащих с геосинклинальной системой.

Между вулканоплутоническими поясами и геосинклинальной системой по геофизическим данным намечаются узкие зоны, трактуемые нами как структурные швы.

Южно-Тяньшаньская каледоноварисская геосинклинальная складчатая система заложена в раннем палеозое на докембрийском платформенном основании. В ее пределах отчетливо выделяются четыре типа структур: офиолитовый Туркестано-Алайский и липарито-андезитовый Зарафшано-Алайский окраинные вулканические пояса; Зарафшано-Туркестанская миогеосинклиналь, занимающая центральное положение по отношению к первым; Кызылкумский срединный массив третьего рода (в понимании Хаина, Шейнмана; 22), разделенный южной ветвью Туркестано-Алайского вулканического пояса на Южно-Букантауский и Ауминза-Бельтауский блоки (см. рис. I); Карачатырский позднепалеозойский прогиб, выполненный молассоидами. Вулканические пояса в своем развитии тесно связаны с геосинклинальной системой и могут относиться к краевым вулканическим дугам.

Северный Туркестано-Алайский офиолитовый пояс (эвгеосинклиналь) шириной 25-50 км протягивается на 1100 км. В Кызылкумской части он разделяется на Северо-Букантаускую и Северо-Тандытаускую ветви, с севера и юга огибающие Южно-Букантауский блок Кызылкумского срединного массива. Западнее блока обе ветви вновь сливаются в единую зону, которая продолжается в Султануздагских горах за Урало-Тяньшаньской зоной смятия

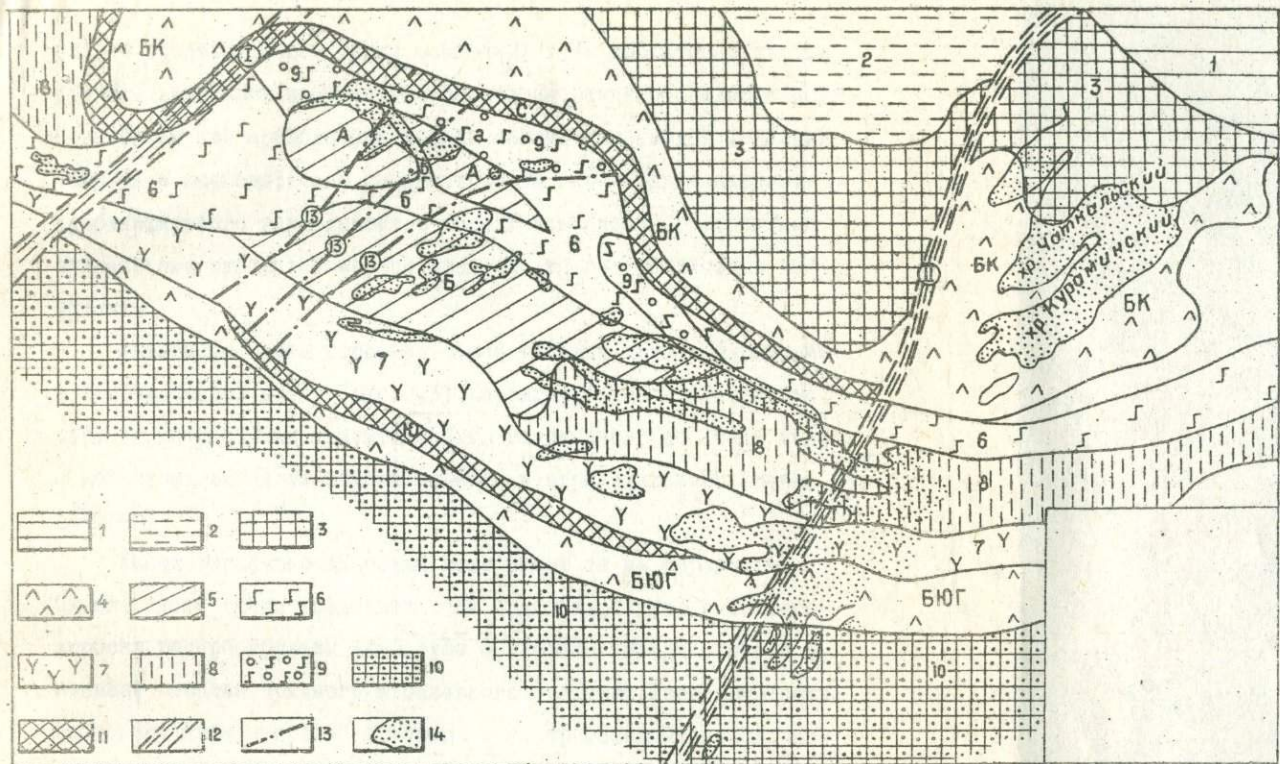


Рис. I. Схема структурно-тектонического районирования западной части Тянь-Шаня (с использованием материалов В.Г.Гарьковца, Б.Б. Таль-Вирского, К.К.Пяткова, А.К.Бухарина, О.А.Консвалова, М.А.Кунина, О.М.Борисова, М.А.Ахмеджанова и др.)

I - область каледонской складчатости Северного Тянь-Шаня; 2-3 - Среднетяньшаньский срединный массив (3 - область массива с отраженной позднепалеозойской магматической активизацией, 2 - то же без нее); 4 - вулканоплутонические пояса (БК - Бельтау-Кураминский, БКГ - Бухаро-Южно-Гиссарский); 5-9 - Южно-Тяньшаньская геосинклинальная система (5 - Кызылкумский срединный массив: А - Южно-Букантауский блок; Б - Аулунза-Бельтауский блок; 6 - офиолитовый Туркестано-Алайский вулканический пояс с Северо-Букантауской (а), Северо-Тамдытауской (б) ветвями и Коклатасской (в) поперечной зоной; 7 - липарит-андезитовый Зарафшано-Алайский вулканический пояс; 8 - Зарафшано-Туркестанская миогеосинклиналь; 9 - Карачатырский молассоидный прогиб); 10 - Каракумо-Гиссаро-Дарвазский краевой массив; 11 - краевые структурные швы (С - северный, Ю - южный); 12 - глубинные зоны смятия (I - Урало-Тяньшаньская, II - Гиссаро-Чимкентская); 13 - скрытые разломы фундамента; 14 - выходы докембрийских образований на поверхность.

(II). В пределах пояса среди осадочных толщ достаточно широко развиты вулканы кембрия, силура, девона, раннего-среднего карбона. Среди них преобладают породы спилит-диабазовой формации кембрия и карбона; менее распространены образования андезит-альбитофирового ряда девона. В тесной ассоциации с основными вулканитами находятся мелкие тела базито-гипербазитовых интрузий.

Указанные черты строения пояса находят четкое выражение в геофизических полях (рис. 2, 3). Характерно развитие, главным образом, интенсивных гравитационных максимумов (до 14-16 мгл) и магнитных аномалий положительного и отрицательного знака (2-5 мэ).

Южный Зарафшано-Алайский пояс имеет те же параметры. Однако здесь среди осадочных толщ ордовика, силура и нижнего карбона распространены лавы, туфы и туффиты липаритового и в меньшей степени среднего и основного составов. Известны также небольшие тела интрузий основных и ультраосновных пород, расположенные вдоль зон глубинных разломов. В орогенный этап (C_3-P_1) в пределах пояса развиваются кислые гранитоиды (Кара-тубинские, Зирабулак-Зиаэтдинские горы и др.). Преимущественное развитие их обусловило наличие в основном отрицательных слабопеременных магнитных полей, на фоне которых отмечаются редкие положительные аномалии небольшой интенсивности. На гравиметрической карте пояс характеризуется знакопеременными вытянутыми в северо-западном направлении аномалиями, имеющими сравнительно большие градиенты.

Зарафшано-Туркестанская миогеосинклиналь охватывает области Туркестанского, Зарафшанского хребтов и Нуратинские горы. В западном окончании последних она примыкает к Ауминза-

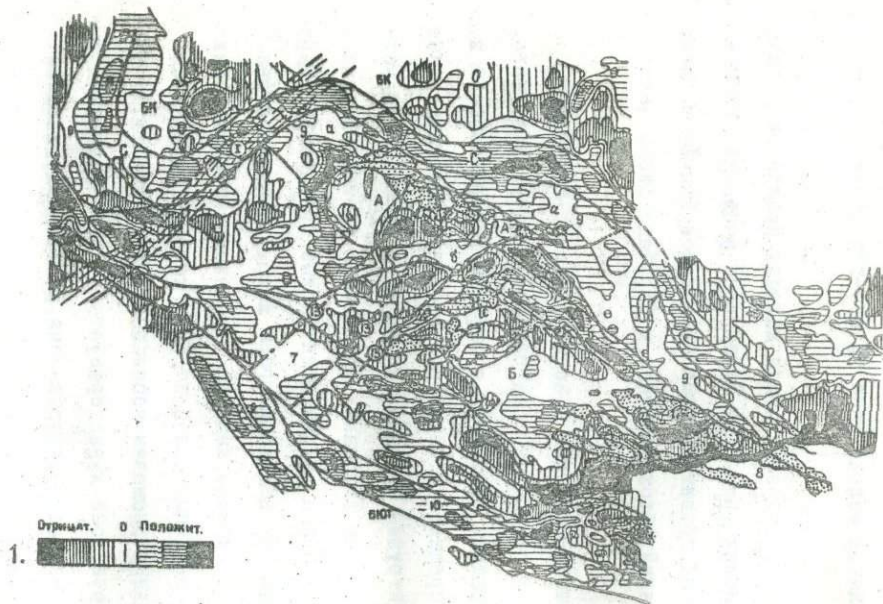


Рис.2. Схема локальных аномалий Δg западной части Тянь-Шаня с элементами тектонического районирования (использована карта локальных аномалий, составленная И.А.Фузайловым, М.А.Вахрушевой)

1-Шкала значений Δg в миллигалах (наименование элементов районирования - на рис.1).

Бельтаускому блоку Кызылкумского срединного массива. Миогеосинклинальная зона выполнена в основном нижнесилурийскими песчано-глинистыми толщами, содержащими редкие прослои туфового материала и силлы диабазов и габбро-диабазов, а также верхнесилурийскими и девон-каменноугольными карбонатно-терригенными осадками.

Гравиметрическое поле (см. рис. 2) миогеосинклинали характеризуется развитием преимущественно гравитационных минимумов, интенсивность которых увеличивается в юго-восточном направлении, что объясняется погружением границы Мохоровичича и других глубинных границ раздела земной коры (в частности, кровли допалеозойского основания) в этом направлении. Магнитное поле (см. рис. 3) имеет некоторое сходство с полем зарафшано-алайского пояса и представлено, главным образом, отрицательными аномалиями, вытянутыми в северо-западном направлении, редко переходящими в положительные.

Кызылкумский срединный массив (докембрийское срединное поднятие Центральных Кызылкумов и Нуратинских гор; I2) представляет собой область докембрийской консолидации и размещается в центральной части Южно-Тяньшаньской геосинклинали.

Ауминза-Бельтауский блок его сложен в основном сильно метаморфизованными позднепротерозойскими осадочными и вулканогенными образованиями, объединенными в ауминзинскую, тасказганскую и бесланскую свиты.

В Южно-Букантауском блоке развиты карбонатные и осадочные метаморфические породы кокпатаасской свиты, также относящиеся к позднепротерозойским образованиям (7). В районе месторождения Кокпатас этот блок пересекается тектонической зоной поперечной по отношению к упоминавшимся ветвям офиолито-

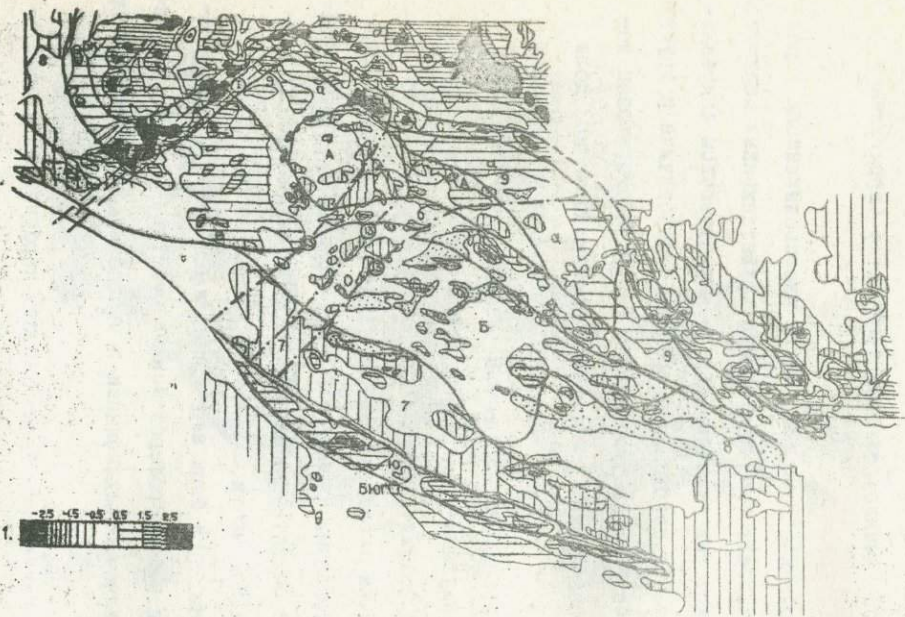


Рис.3. Схема магнитных аномалий Δ Та западной части Тянь-Шаня с элементами тектонического районирования (использована карта магнитных аномалий Δ Та под редакцией З.А.Макаровой)

I-Шкала значений Δ Та в миллиэрстедах (наименование элементов районирования - на рис. I)

вого пояса, в пределах которой известны проявления карбонového андезитового вулканизма (карашахинская свита) и интрузии гипербазитового ряда.

Кызылкумский срединный массив как первичная структура довольно ясно выделяется на карте гравитационных аномалий в редукции Буге в виде единого регионального минимума, а на трансформированной карте локальных составляющих - однообразным с малыми градиентами полей, близким к нулю. На фоне их преобладают в основном гравитационные минимумы с субширотным и северо-восточным планом. По гравиметрическим данным массив имеет овальную, несколько вытянутую в северо-западном направлении форму и охватывает почти все горные сооружения Центральных Кызылкумов (исключая Кульдзуктау) и западную половину Северо-Нуратинского хребта. Естественные его границы прослеживаются по четким градиентам и линиям смены полей, совпадающим, как правило, с фрагментами глубинных разломов. Северная граница массива проходит по Северо-Нуратинскому и Букантаускому, а южная - по Зарафшанскому разломам, которые на востоке и западе блокируются системой Алтынтауских и Нуратинских северо-восточных разломов.

В строении земной коры вдоль профиля ГСЗ Фараб-Тамдыбулак-Каратау для массива характерна увеличенная мощность гранитного и уменьшенная мощность базального слоев. Результаты глубинного сейсмического зондирования хорошо согласуются с гравиметрическими данными и однозначно объясняют природу упомянутого регионального гравитационного минимума, увязывающегося с увеличенной мощностью гранитного слоя земной коры.

На карте аномалий ΔT срединный массив также выделяется по слабо дифференцированному магнитному полю и редким

положительным и отрицательным аномалиям интенсивностью от плюс 100 до минус 100 гамм.

Общий северо-западный план структур, характерный для Южно-Тяньшаньской геосинклинальной складчатой области под влиянием жесткой глыбы срединного массива изменяется на субширотный (см. рис. 1). Интересная особенность наблюдается и в размещении позднепалеозойских гранитоидных интрузий (C_3-P_I) в пределах контура срединного массива. Основная их часть располагается в зонах Бесапан-Северо-Нуратинского, Дзаманкумского глубинных разломов и по окраинным частям Кызылкумского срединного массива, а также в улах пересечения первых разломами северо-восточного простирания. Площади развития продуктов гранитоидного магматизма можно рассматривать как области орогенной активизации.

Система северо-восточных разломов в Центральных Кызылумах была впервые выделена В.Г. Гарьковцом (10) и названа им скрытыми глубинными разломами фундамента. Они являются сквозными, пересекают линейные структурно-формационные зоны Южного Тянь-Шаня и отчетливо трассируются по геофизическим данным в пределах срединного массива, быстро затухая в его обрамлении. Особенности скрытых разломов (их сквозной характер, лучшее выражение в допалеозойском структурном этаже, контроль продуктов гранитоидного магматизма) свидетельствуют о том, что они являются древними, по-видимому, байкальскими структурами, обновлявшимися в последующие циклы. Наличие системы северо-восточных, северо-западных и субширотных разломов придает тектонике Кызылумах ярко выраженный блоковый характер.

Таким образом, анализ геолого-геофизических данных подтверждает существование в системе Южного Тянь-Шаня крупного

блока земной коры, являющегося областью ранней (байкальской) консолидации и оказавшего существенное влияние на геологические процессы каледонского и герцинского циклов. В последнем срединный массив подвергся значительной переработке, однако его древние догерцинские формы оставили ясное отражение в геофизических полях и строении земной коры.

Пространственно с Туркестано-Алайским офиолитовым поясом связан Карачатырский прогиб, являющийся наложенной позднепалеозойской структурой, выполненной молассоидными толщами. Детали строения прогиба затуманены чехлом перекрывающих отложений мезозоя и кайнозоя. В магнитных полях прогиб выделяется положительными аномалиями, которые отражают основной состав магматических пород, подстилающих молассоиды прогиба. По гравиметровым данным для локальных аномалий восточной половины прогиба характерны преимущественно положительные, а для западной — отрицательные значения поля силы тяжести. Это объясняется размещением в пределах прогиба гранитоидов типа Бокалинского массива, создающего отрицательные гравиметрические и положительные магнитные аномалии.

В геофизических полях вдоль границ вулканоплутонических поясов и Южно-Тяньшаньской геосинклинальной системы прослеживаются узкие зоны интенсивных положительных гравитационных локальных (до 10 мгл) и магнитных (до 6 мэ) аномалий (см. рис. 2, 3), которые созданы, по-видимому, магматическими массами базит-гипербазитового ряда. В тектоническом отношении эти зоны могут трактоваться как глубинные краевые структурные швы, возникновение которых в раннем палеозое связано с заложением в теле докембрийской панплатформы Южно-Тяньшаньской геосинклинальной системы. Эти швы, по-видимому, на протяжении всего палеозоя являлись границами между подвижной

геосинклинальной областью и стабильными блоками: Средне-Тяньшаньского — на севере и Каракумо-Гиссаро-Дарвазского — на юге.

Многочисленные примеры структурных швов, разделяющих крупные блоки земной коры, описаны в геологической литературе по Казахстану и Средней Азии (20), Алтае-Саянской области (13), Сибирской платформе (16), восточной части СССР (14) и т.д. Л.И. Красным выделяется структурный шов мощностью 30–35 км, разделяющий талассократон Тихого океана и область вулканических основных дуг, которые характеризуются зоной интенсивных положительных гравитационных и магнитных аномалий, увязывающихся с прерывистой цепочкой интрузий гипербазитов.

Максимальная мощность зон структурных швов — 30 км. Мощность северного шва вдоль северной его границы по гравитационным полям значительно больше, чем по магнитным при совпадении южных краев аномальных полос. Объясняется это тем, что магнитные аномалии обусловлены верхними краями магматических тел, выполняющих шов, а гравитационные — всем объемом этих тел. В последнем случае гравитационные аномалии расширяются за счет влияния глубинных частей интрузивных тел в сторону их падения, т.е. на север.

Совпадение границ гравитационных и магнитных полей в южном шве свидетельствует о падении его зон, близком к вертикальному.

Западнее гор Букантау общее северо-западное простирание северного структурного шва в Урало-Тяньшаньской зоне смятия изменяется на юго-западное, а севернее Султануиздага, шов, круто изгибаясь, приобретает меридиональное направление.

Геоантиклинальное сооружение Б е л ь т а у — К у р а — м и н с к о г о в у л к а н о — п л у т о н и ч е с к о —

го пояса сформировано в позднем палеозое на среднегерцинском квазиplatformенном основании Средне-Тяньшаньского срединного массива вдоль границы последнего с Южно-Тяньшаньской геосинклинальной системой. Протяженность пояса около 1000 км, ширина 80-170 км. Максимальная ширина отмечается в юго-восточном его окончании и на северо-западе, в районе возвышенности Бельтау, где общее северо-западное простирание его изменяется на меридиональное.

Палеозойские образования обнажены в юго-восточной оконечности пояса (хребты Моголтау, Кураминский, юго-западная половина Чаткальского, Кармантау). На остальном большем его протяжении (Западный Узбекистан) они перекрыты мощным чехлом платформенных осадков мезозоя и кайнозоя (установлены единичными скважинами и геофизическими исследованиями; II, I2). Около 80% площади пояса сложено магматическими формациями верхнего палеозоя, представленными крупными гетерогенными телами интрузий гранитоидного ряда и вулканитами.

Для указанной части пояса характерно глыбовое строение. Широко развиты узкие (2-10 км) и протяженные (27-44 км) вулканотектонические грабены, развившиеся вдоль зон глубинных разломов широтного, северо-восточного и северо-западного простираний, и обширные кольцевые, вулканотектонические депрессии (мульды) и кальдеры диаметром 10-25 км (2, 3). И те и другие выполнены толщами лав, туфов и игнимбритов среднего и кислого составов.

Области между указанными вулканотектоническими структурами - это горсты, горст-антиклинали и изометричные поднятия, сложенные преимущественно гранитоидами среднего карбона и останцами карбонатных и терригенных пород среднего и нижнего палеозоя. По-видимому, аналогичное строение пояс имеет и в рай-

оне возвышенности Бельтау, о чем свидетельствуют данные магниторазведки и единичных скважин.

В геофизических полях пояс выражается знакопеременными гравитационными и магнитными аномалиями, как правило, изометричной формы в расширенной его части и линейной — в суженной. Интенсивность аномалий колеблется в широких пределах, достигая наибольших значений (до 7 мэ — для магнитных и 14 мгл — для локальных гравитационных) в линейной части пояса на отрезке между Чаткало-Кураминскими горами и Бельтау.

Территория Бухаро-Южно-Гиссарского вулкано-плутонического пояса в раннем и начальном этапах среднего палеозоя представляла собой южную окраину Южно-Тяньшаньской геосинклинальной системы. С раннего карбона она приобретает индивидуальные черты развития, которые выразились в широком проявлении кислого, среднего и основного вулканизма (C_1-C_2), внедрении огромных масс гранитоидных магм (Гиссарский батолит и его сателлиты — C_3-P_1) и извержении кислых раннепермских вулканитов (9, 19).

Пояс располагается между Каракумо-Гиссаро-Дарвазским краевым массивом и Южно-Тяньшаньской геосинклинальной областью, протяженность его около 1000 км, ширина 45-80 км. Он трассирует собой мобильную зону Гиссарского глубинного разлома. Палеозойские образования пояса обнажаются в Гиссарском хребте; далее к северо-западу, на территории Западного Узбекистана, под толщей платформенного чехла мезозоя и кайнозоя буровыми скважинами (21) и геофизическими исследованиями он прослежен через всю Бухаро-Хивинскую нефтегазоносную область.

К а р а к у м о - Г и с с а р о - Д а р в а з -
с к и й к р а е в о й м а с с и в - в е с ь м а о б ш и р н ы й

1851

докембрийский стабильный блок земной коры Средней Азии, охватывающий область Таджикской депрессии, юго-западные отроги Гиссарского хребта, а также равнины Бухары и Туркмении. С севера он ограничен Бухаро-Южно-Гиссарским вулcano-плутоническим поясом, с юга - альпийской орогенической зоной. Территория массива, примыкающая к указанному поясу, в среднем-позднем палеозое представляла собой область отраженной тектоно-магматической активизации. В юго-западных отрогах Гиссарского хребта (хребты Сурхантау, Чакчар, Байсунтау) для нее характерно блоковое строение домезозойского фундамента. Здесь обособлена крупная кольцевая структура, центральная часть (800 км²) которой сложена метаморфическими породами докембрия, а периферическое кольцо вокруг него (шириной 10-12 км) - гранитоидами девона, интрузиями и дайками перми (4). В пределах кольца наиболее широко распространены карбоновые и пермские вулканы кислого, среднего и основного составов, в свою очередь, выполняющие серию кольцевых вулcano-тектонических депрессий диаметром 2-9 км. По окраинам этих структур широко развиты пласто-, дайко- и штокообразные субвулканические тела.

Средне-Тяньшаньский срединный массив располагается в юго-восточной части Туранской плиты в пределах альпийской Среднесырдарьинской депрессии, выполненной платформенными осадками мезозоя и кайнозоя. По геолого-геофизическим данным (15) в строении депрессии намечаются три структурных этажа: фундамент, сложенный породами докембрийской консолидации; промежуточный структурный этаж средне-позднепалеозойских образований; платформенные осадки альпийского цикла.

Промежуточный этаж - это чехол квазиплатформенных тер-



ригенно-карбонатных и карбонатных отложений среднего девона-нижнего карбона. Вдоль всей южной окраины Средне-Тяньшаньского массива, примыкающей к Бельтау-Кураминскому вулкано-плутоническому поясу, он интродирован телами, которые, на основании магнитных данных, отождествляются с гранитоидными интрузиями.

Отмеченное позволяет классифицировать южную территорию массива как область отраженной от пояса магматической активизации; в составе ее рассматривается также Чаткальская подзона (В.И. Попов). Гранитоиды, содержащиеся на ее территории, по составу и возрасту аналогичны гранитоидам пояса.

Все вышеизложенное свидетельствует о симметричном строении домезозойского фундамента западной части Тянь-Шаня. В центре располагается Южно-Тяньшаньская каледоно-герцинская геосинклинальная складчатая система, включающая окраинные вулканические пояса, миогеосинклиналь и срединный массив третьего рода. Геосинклинальная система обрамляется глубинными структурными швами, к которым примыкают вулкано-плутонические пояса, сменяющиеся срединными массивами.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А л ф е р о в Г. Ю. и др. Тектоника и металлогения УзССР, т. I. Тектоническая карта Узбекской ССР. Ташкент, "Фан" УзССР, 1967.

2. А р а п о в В. А. Некоторые особенности герцинской тектоники Кураминского хребта. "Узб. геол. ж.", 1965, № 2.

3. А р а п о в В. А. Кольцевые вулкано-плутонические структуры Чаткало-Кураминского хребта (Срединный Тянь-Шань). В сб. "Вулканические и вулкано-плутонические формации". Тр. П. Всесоюз. вулканолог. совещ. М., "Наука", 1966.

4. Арапов В. А., Михайлов В. А., Шаякубов Г. Ш. Палеозойская вулканоплутоническая кольцевая структура юго-западных отрогов Гиссара. "Узб. геол. ж.", 1971, № 2.

5. Арапов В. А. и др. Тектоника Домезовоийский этап. Геология СССР, т. XXIII (Узбекская ССР), кн. 2. М., "Недра", 1972.

6. Арапов В. А. и др. Вулканизм и вулканотектонические структуры западной части Тянь-Шаня. В сб. "Эволюция вулканизма в истории Земли (материалы Первого Всесоюз. палеовулканолог. симпозиума)", М., 1973.

7. Ахмеджанов М. А., Борисов О. М., Фузайлов И. А. Геологическое строение и состав палеозойского фундамента Узбекистана. Ташкент, "Фан" УзССР, 1967.

8. Ахмеджанов М. А. и др. Основные черты строения и развития Южного и Среднего Тянь-Шаня. В сб. "Глубинное строение земной коры территории Узбекистана". Ташкент, "Фан" УзССР, 1971.

9. Баратов Р. Б., Горюцкая Е. Н., Шуккин С. И. Дацил-липаритовая формация Южного Гиссара. Душанбе, "Дониш", 1973.

10. Гарьковец В. Г., Вольфсон Н. Б., Хваловский А. Г. О комплексном использовании геофизических методов при поисках коренных месторождений золота в горных районах Узбекистана. "Сов. геол.", 1963, № 10.

11. Гарьковец В. Г., Хваловский А. Г., Вольфсон Н. Б. Урало-Тяньшаньский сдвиг и его роль в соотношении структур Урала и Тянь-Шаня. ДАН СССР, сер. геол., т. 176, 1967, № 4, 5, 6.

12. Гарьковец В. Г. Структурно-металлогеническое районирование и перспективы некоторых видов эндогенного ору-

денения Узбекистана. Автореф. канд. дисс., Ташкент, 1971.

13. Д о д и н А. Л. Глубинные разломы на примере Алтае-Саянской области. В сб. "Глубинные разломы", М., "Недра", 1964.

14. К р а с н ы й Л. И. Некоторые вопросы размещения глубинных разломов на востоке СССР, В сб. "Глубинные разломы". М., "Недра", 1964.

15. К у н и н Н. Я. Тектоника северной части Туранской плиты и комплексирование геофизических методов при исследованиях нефтегазовосных территорий. Автореф. докт. дисс., М., 1971

16. М е ж в и л к А. А. Влияние глубинных разломов на геологическое строение северо-западной окраины Сибирской платформы. В сб. "Глубинные разломы". М., "Недра", 1964.

17. О г н е в В. Н. Основные структурно-фациальные зоны Средней Азии. В сб. "Решения совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем для Средней Азии". Ташкент, "Фан" УзССР, 1959.

18. П я т к о в К. К., Б у х а р и н А. К. Тектоническое строение Кызылкумов. Тр. Главгеологии УзССР, сб. 2. М., Госгеолтехиздат, 1962..

19. Р у б а н о в Д. А. Краткий геологический очерк геологического строения Западного Гиссара. Ташкент, "Фан" УзССР, 1968.

20. С у в о р о в А. И. Основные типы крупных разломов Казахстана и Средней Азии. В сб. "Глубинные разломы". М., "Недра", 1964.

21. У з а к о в Х. Рельеф и геологическое строение

складчатого фундамента Бухарского нефтегазоносного региона.
"Узб. геол. ж.", 1963, № 5.

22. Х а и н В. Е., Ш е й н м а н Ю. М. Сто лет учения о геосинклиналях. "Сов. геол.", 1960, № II.

23. Х а и н В. Е. Общая геотектоника. М., "Недра", 1964.

24. Ш у л ь ц С. С. (мл.). Геологическое строение зоны сочленения Урала и Тянь-Шаня. М., "Недра", 1972.

УДК 553.463.064.3.078+553.41, 44.064.3.078(578)

В. А. Королев, М. Умарходжаев,

Х. А. Акбаров, В. И. Смелянец

ФАКТОРЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ В КОНТАКТОВЫХ РУДНЫХ ПОЛЯХ СРЕДНЕЙ АЗИИ И ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОГО ИХ ЗНАЧЕНИЯ

Локализация оруденения происходит под влиянием многих причин, которые именуется далее факторами размещения. Впервые геологические образования с этой точки зрения рассмотрены А. В. Королевым (3, 4), разработавшим приемы количественной оценки интенсивности показателей деформированности пород, удельной трещиноватости и удельного растяжения. В дальнейшем это направление развивалось им совместно с П. А. Шехтманом (5, 6).

Несмотря на широкое использование понятия о факторах размещения оруденения, четкого его определения в литературе нет. В результате чего все факторы часто рассматриваются как равнозначные, независимо от масштаба изучения (7).

По масштабам проявления и характеру влияния на оруденение факторы подразделяются на три класса: рудогенетические, ру-

доконтролирующие и рудолокализирующие (7). В статье будут рассмотрены два последних. Изучение закономерностей размещения оруденения эндогенных рудных полей Средней Азии позволяет их четко классифицировать. Рудолокализирующими факторами могут служить материальные проявления геологической среды, а рудоконтролирующими — элементы неоднородности ее строения.

Рудные поля с оруденением контактового типа формируются в зонах контактов карбонатных, карбонатно-терригенных, реже эффузивных пород с интрузивными. Вещественный состав руд и окколорудных изменений в них отличается большим разнообразием. Здесь известны месторождения вольфрама, железа, свинца, цинка, меди, висмута, золота и др. В полиметаллических и вольфрамовых месторождениях оруденение локализуется главным образом в скарнах известкового, реже — магнезиального составов. Несмотря на обычно тесную пространственную ассоциацию скарнов и оруденения, размещение тех и других характеризуется рядом специфических особенностей.

Анализ размещения скарнов вдоль контролирующих поверхностей интрузивных тел показывает, что в большинстве случаев оно подчиняется сбросовой схеме смещения. Например, в Ингичке — это сползание карбонатной кровли по пологой поверхности интрузива, в Алтынтопкане — дифференциальные сбросовые смещения по системам субпараллельных контактовых поверхностей даек, выполняющих сложную зону контактового разлома. Оруденение во всех случаях накладывается на скарны.

Основными факторами, контролирующими размещение оруденения в скарнах, являются состав контактирующих с интрузивами пород, морфология контактовых поверхностей и характер движений вдоль них, наличие рудоподводящих структур. По положению интрузивных

тел и залеганию осадочных пород выделяются согласные и секущие контакты. В согласных важная роль принадлежит рудоподводящим структурам, а в крутых чаще всего контакт служит проводником рудоносных растворов (6). В соответствии с этим формируются пологие и крутопадающие скарново-рудные тела, представленные плаще- и пластообразными залежами, столбами, лентами, линзами и сложными телами (рис. I).

К главным рудолокализирующим факторам относятся преимущественно структурные - дробление пород в искривлениях, сопряженных и пересечениях разломов и крупных трещин, наличие разломов и трещин различно ориентированных по отношению к залеганию пород и развитым в них складчатым формам.

По геологоструктурным особенностям рудные поля делятся на пять типов:

1. В согласных и подобных контактах интрузивов с вмещающими породами. Они характерны для формаций карбонатных пород. В рудных полях данного типа на локализацию оруденения оказали влияние литологические и структурные факторы.

2. В грабенах и прогибах пород кровли. Рудные поля этого типа связаны с зонами крупных продольных разломов на крыльях складчатых структур. Скарны локализуются в прогибах интрузивной кровли вблизи разломов, чему способствовали тектонические, литологические и структурные факторы.

3. В секущих контактах с вмещающими породами. Они размещаются на крыльях и поперечных осложнениях складчатых структур в контактах интрузивных тел с карбонатными и карбонатно-терригенными формациями. На формирование структурно-морфологического типа рудных тел влияли морфологические особенности контактовой поверхности и характер движений вдоль нее.

4. В пересечениях контактовых поверхностей разломами. Рудные поля этого типа формируются в карбонатных и карбонатно-терригенных формациях, приурочиваясь к антиклинальным и мульдообразным синклинальным складкам, в местах пересечения их субпараллельными разломами.

5. Рудные поля, связанные с апофизами, дайками и интрузивными штоками в породах кровли. Располагаются на крыльях антиклинальных структур, осложненных складками более низкого порядка и поперечными прогибами. На формирование рудных тел и размещение оруденения существенно повлияли искривления контактовых поверхностей, осложненные оперяющими разломами и внутриминерализационные движения по ним.

Тектонический режим скарнообразования всех типов характеризовался преобладающим горизонтальным растяжением, а при рудообразовании — сжатием. Сжатие сопровождалось интенсивным дроблением скарнов в изгибах контактовых поверхностей и внутрискарновых разломов, в их пересечениях и сопряжениях.

Условия проявления факторов в рудных телах выражаются обособленностью скоплений полевых ископаемых, служащих объектами разведки и эксплуатации (см. рис. I). В основу определения понятия рудного тела положены следующие признаки (6): отношение рудных тел к залеганию вмещающих и изверженных пород; влияние особенностей состава вмещающих пород; характер их деформаций.

Для детального и крупномасштабного прогнозирования решающее значение имеет количественная оценка относительного значения факторов и их изменчивость, без чего невозможно реально определять масштабы и качество прогнозируемого оруденения.

A Б	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									

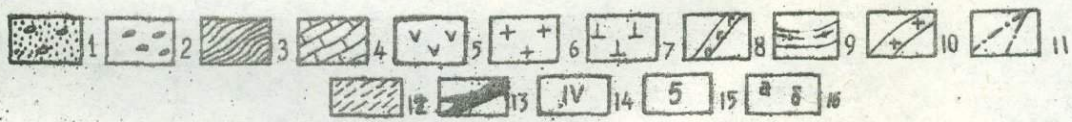


Рис. I. Структурно-морфологические типы рудных тел по контактовым рудным полям Средней Азии
I - конгломераты, песчаники; 2 - конгломераты; 3 - сланцы; 4 - известняки; 5 - эффузивные породы; 6 - интрузивные породы; 7 - сиениты; 8 - граниты; 9 - дайки диабазовых порфиров; 10 - дайки гранодиоритов; 11 - разломы; 12 - зона трещиноватости; 13 - рудные тела; А - наименование объектов: I - Койташ, II - Ингичке, III - Майхура, IV - Бозымчак, V - Тарор, VI - Алтынтопкан, VII - Кургашикан, VIII - Кулусай, IX - Учочак; Б - наименование структурно-морфологических типов рудных тел: I - пологие флексуры, 2 - крутые флексуры, 3 - пластовые тела, 4 - рудообразные тела, 5 - ложбинные залежи, 6 - гнезда неправильной формы, 7 - лентовидные тела, 8 - брусковидные тела, 9 - клиновидные тела, 10 - рудная лента, 11 - рудные столбы, 12 - сложные тела, 13 - пластообразные контактовые залежи.
16а - разрез, б - план

Оценка изменения относительного значения факторов базируется на сравнении таких статистических характеристик, как средний объем рудных тел, среднее содержание полезного компонента, контролируемого данным фактором, дисперсия этих значений и коэффициент вариации. Исходный материал для исследований составили данные по 588 рудным телам, собранные в девяти рудных полях контактового типа. Главными характеристиками их послужили конкретные значения средних объемов рудных тел и содержаний в них полезных компонентов. Обработка информации проводилась на ЭВМ "Минск-22" различными методами. Сопоставлялись относительные значения признаков, статистические характеристики — дисперсии и коэффициенты вариации; проверялись гипотезы о нормальном законе распределения по критерию Пирсона и методом моментов (2).

Например, для распределения содержаний свинца по эмпирическим данным критерий χ^2_n равен 6,2, а по теоретическим — составляет 7,82 (при уровне значимости $q = 0,05$ и трех степенях свободы), т.е. $\chi^2_n < \chi^2_q$, $6,2 < 7,82$.

При проверке согласованности данного распределения нормальному виду распределения методом моментов необходимо соблюдение следующих условий:

$$\left| \frac{A}{\sigma} \right| \leq 3 \quad \text{и} \quad \left| \frac{E}{\sigma_2} \right| \leq 3$$

где A — коэффициент асимметрии,

E — эксцесс,

σ_1, σ_2 — соответственно их стандартные отклонения.

В нашем случае

$$\left| \frac{A}{\sigma_1} \right| = 1,5 \quad \text{и} \quad \left| \frac{E}{\sigma_2} \right| = 2,9.$$

Следовательно, подтверждается гипотеза о нормальности распределения содержаний свинца.

Для оценки среднего значения вычислялся доверительный интервал $J = \mu \cdot t$,

где $\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ - ошибка среднего,

σ - стандарт,

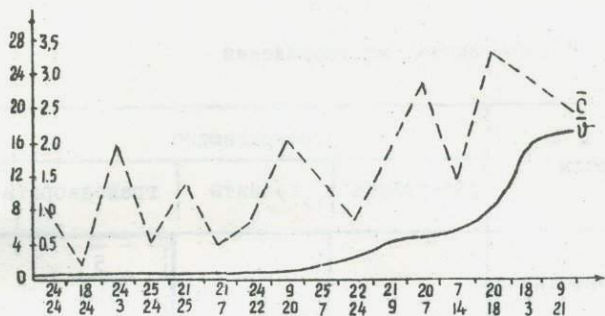
n - число наблюдений,

t - доверительный интервал, соответствующий 95% надежности;

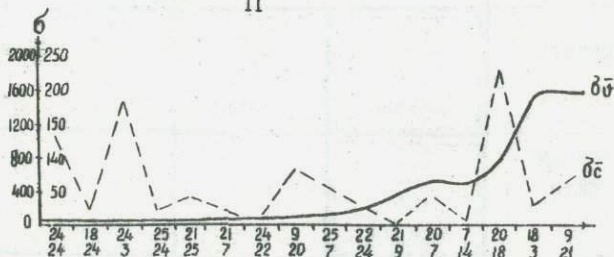
тогда доверительные границы среднего равны $\bar{x} \pm J$.

Структурный фактор, контролирующий размещение оруденения реализуется в той или другой литологической среде. При этом, как правило, удается выделить подстилающие и перекрывающие породы. В статье, для примера, рассматривается только один из одиннадцати учетных структурных факторов - дробление в изгибах контактов разнородных пород в различных литологических сочетаниях в свинцово-цинковых, вольфрамовых и золоторудных месторождениях.

На рис. 2. данные об объемах рудных тел (V) расположены в порядке их возрастания. При этом ниже оси абсцисс отмечались сочетания перекрывающих и подстилающих пород, соответствующие каждой группе рудных тел. Одновременно строилась кривая средних содержаний (\bar{C}). Из графиков можно сделать вывод о зависимости размеров рудных тел от типов сочетания пород. Например, в мощных залежах скарнов, где влияние подстилающих и перекрывающих пород существенно не сказывается на деформации, контролирующей размещение рудных тел, определяются, главным образом, тектоническими свойствами самих скарнов, формируются рудные тела с наименьшими средними размерами



II



III

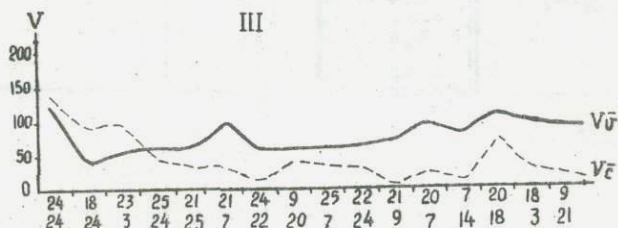


Рис. 2. Распределение объемов и содержаний рудных тел в зависимости от литологического фактора

Ось абсцисс: первый ряд - объем в тыс. м³, второй - содержание, %. Ось ординат: первый ряд - перекрывающие породы, второй - подстилающие, %.

а - объем рудного тела; б - содержание рудного тела; в - вмещающие породы: 3 - песчаники, 7 - известняки, 9 - мраморы, 14 - гранодиориты, 18 - кварцевые порфиры, 20 - гранит-порфиры, 21 - гранодиорит-порфиры, 22 - диабазовые порфиры, 24 - скарны, 25 - андизиты; г - кривые математического анализа: I - соотношение объемов и содержаний рудных тел,

П. Вольфрамовые месторождения

Породы		Перекрывающие		
		известняки	граниты	гранодиориты
Подстилающие	известняки			$\frac{5}{3,2}$ Скарны
	граниты	$\frac{42,5}{7,5}$ Скарны	$\frac{56,1}{1,03}$ Скарны	
	гранодиориты	$\frac{2,1}{1,6}$ Скарны		
	скарны	$\frac{2,4}{4,4}$ Скарны		

1. Свинцово-цинковые месторождения

Породы	Перекрывающие												
	песчаники	конгломераты	известняки	мраморы	гранодиориты	монциты	кварцевые порфиры	гранит-порфиры	гранодиорит-порфиры	диабазовые порфириты	скарны	эпидозиты	
песчаники			$\frac{5,9}{0,8}$ Брекчии				$\frac{16}{0,8}$ Скарны		$\frac{138}{2,6}$ Скарны		$\frac{0,3}{2,0}$ Скарны		
	$\frac{1,7}{0,8}$ Брекчии		$\frac{2,9}{1,5}$ Песчаники				$\frac{1,0}{0,7}$ Песчаники				$\frac{0,8}{0,5}$ Песчаники	$\frac{5,3}{0,7}$ Песчаники	
конгломераты		$\frac{1,1}{30,0}$ Кварц	$\frac{6,4}{2,7}$ Брекчии							$\frac{0,7}{16,3}$ Кварц			
известняки			$\frac{0,9}{5,7}$ Известняки				$\frac{0,3}{0,5}$ Известняки	$\frac{24}{2,9}$ Скарны		$\frac{0,5}{0,7}$ Скарны		$\frac{29}{0,3}$ Брекчии	
			$\frac{2,4}{1,8}$ Брекчии		$\frac{23}{2,9}$ Скарны		$\frac{0,2}{0,4}$ Кварцевые порфиры	$\frac{5}{2,7}$ Скарны		$\frac{0,5}{0,5}$ Скарны	$\frac{0,8}{1,7}$ Скарны	$\frac{1,6}{1,5}$ Скарны	
мраморы				$\frac{5,7}{0,8}$ Брекчии					$\frac{4,6}{1,8}$ Скарны		$\frac{2}{3,8}$ Скарны		
андезито-дацитовые порфиры			$\frac{337}{6,6}$ Скарны										
гранодиориты	$\frac{0,02}{0,5}$ Песчаники		$\frac{5,6}{1,5}$ Скарны				$\frac{6,6}{2,5}$ Скарны	$\frac{8,8}{5,3}$ Скарны			$\frac{0,3}{2,8}$ Скарны		
			$\frac{46}{1,6}$ Брекчии			$\frac{6,6}{0,5}$ Брекчии							
кварцевые порфиры	$\frac{424}{2,9}$ Скарны		$\frac{17,8}{2,2}$ Скарны	$\frac{2,6}{0,7}$ Скарны				$\frac{7,6}{3,3}$ Скарны			$\frac{0,2}{0,2}$ Скарны	$\frac{0,8}{0,9}$ Скарны	
гранит-порфиры			$\frac{1}{1,4}$ Скарны	$\frac{1,1}{2,0}$ Скарны				$\frac{0,09}{0,5}$ Скарны			$\frac{0,1}{1,0}$ Скарны		
гранодиорит-порфиры			$\frac{45}{2,0}$ Скарны	$\frac{17}{2,7}$ Скарны					$\frac{2}{1,9}$ Скарны	$\frac{2,2}{2,2}$ Брекчии	$\frac{0,5}{0,5}$ Скарны	$\frac{0,06}{0,8}$ Скарны	$\frac{0,4}{2,2}$ Эпидозиты
диабазовые порфириты		$\frac{0,2}{45,3}$ Кварц	$\frac{1,2}{0,6}$ Скарны						$\frac{0,2}{1,4}$ Брекчии		$\frac{0,6}{0,9}$ Скарны	$\frac{0,8}{0,8}$ Эпидозиты	$\frac{0,4}{1,2}$ Скарны
скарны	$\frac{0,1}{0,7}$ Песчаники		$\frac{0,9}{1,0}$ Скарны	$\frac{0,8}{0,9}$ Скарны						$\frac{0,9}{0,6}$ Эпидозиты	$\frac{2,7}{0,9}$ Скарны	$\frac{1,6}{2,5}$ Скарны	
	$\frac{0,2}{1,4}$ Скарны							$\frac{0,3}{0,72}$ Скарны	$\frac{0,2}{1,41}$ Брекчии		$\frac{0,2}{1,0}$ Скарны	$\frac{2,1}{0,2}$ Эпидозиты	$\frac{0,4}{0,6}$ Скарны
эпидозиты					$\frac{0,2}{0,6}$ Эпидозиты				$\frac{1,1}{0,6}$ Эпидозиты	$\frac{0,5}{1,4}$ Скарны	$\frac{1,7}{0,6}$ Скарны		
								$\frac{0,2}{0,7}$ Известняки			$\frac{0,09}{0,6}$ Эпидозиты		

Подстилающие

III. Золоторудные месторождения

Породы	Перекрывающие					
	известняки		скарны	кварцево-карбонатная		
Подстильские	гранодиориты	$\frac{25,6}{0,37}$ Скарны		$\frac{2}{0,88}$ Гранодиориты		$\frac{77,8}{0,6}$ Скарны
			$\frac{135}{0,74}$ Кварц.-карбон. порода		$\frac{6,3}{0,28}$ Скарны	
	кварцево-карбонатная	$\frac{9,4}{1,33}$ Кварц.-карбон. порода		$\frac{1,9}{0,92}$ Известняки		

Примечание: В числителе - относительное значение объемов рудных тел, в знаменателе - содержание. Оконтурены утолщенной линией сочетания, дающие наибольшие объемы рудных тел, штриховкой - содержания

($V \approx 18 \text{ тыс. м}^3$), а при сочетании мраморизованных известняков с гранодиорит-порфирами - наибольшие ($\bar{V} \approx 17 \text{ тыс. м}^3$). Средние содержания распределяются неравномерно, намечается колебание в зависимости от сочетания литологических факторов.

Колебание объемов рудных тел (δV) возрастает соответственно их росту, особенно, если в сочетающихся породах участвуют интрузивные дайки гранитоидного состава (кварцевые порфиры, гранит-порфиры и гранодиорит-порфиры), т. е. породы повышенной хрупкости. Дисперсии содержаний ($\delta \bar{C}$) изменяются не закономерно.

Таким образом, фактор дробления скарнов в участках изгиба контактов пород оказывал наибольшее влияние на объем формирующихся рудных тел. При этом интенсивность и масштаб дробления тем выше, чем больше хрупкость пород, сочетающихся со скарнами и контрастнее механические и другие свойства сочетающихся пород (мраморы - гранодиорит-порфиры).

В таблице дана характеристика относительного значения фактора дробления в изгибах контактов не только в скарнах, но и других породах с различным сочетанием перекрывающих и подстилающих. В числителе приводятся значения, указывающие во сколько раз средние объемы рудных тел в данном сочетании пород превышают минимальный объем промышленных рудных тел. В качестве минимального принят объем в 10 тыс. м^3 , приблизительно соответствующий средним размерам очистных блоков в исследованных месторождениях. Число в знаменателе указывает, во сколько раз среднее содержание металла превышает минимально промышленное (по данному типу сырья). Утолщенными линиями обведены значения, характеризующие более благоприятное влияние фактора на формирование объема рудных тел, штриховкой - для

содержания металла.

Таким образом, дробление пород в изгибе контактового разлома как фактор локализации рудных тел в различных генетических типах месторождений меняет свое значение в широких пределах в зависимости от конкретных условий сочетания пород с различными свойствами.

Знание характера и величины изменчивости факторов позволяет учитывать меру их влияния в различных позициях и более целеустремленно и планомерно вести подготовительные работы на эксплуатируемых месторождениях контактового типа.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А б д у л л а е в Х. М. Геология шеелитоносных скарнов Средней Азии. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1947.

2. В е н ц е л ь Е. С. Теория вероятностей. М., "Наука", 1964.

3. К о р о л е в А. В. Классификация морфогенетических типов послемагматических рудных тел. Ташкент, Зап. Узб. отд. ВМО, вып. 6, 1954.

4. К о р о л е в А. В. Структуры рудных полей и месторождений. Ташкент, "Средняя и высшая школа", 1936.

5. К о р о л е в А. В., Ш е х т м а н П. А. Послемагматические рудные тела и методы их геологического анализа. М., Госгеолтехиздат, 1954.

6. К о р о л е в А. В., Ш е х т м а н П. А. Структурные условия размещения послемагматических руд. М., "Недра", 1965.

7. К о р о л е в В. А., Ш е х т м а н П. А. Принципы количественного прогнозирования при металлогенических исследова-

дованиях и методика анализа минерагенических факторов. Тезисы докл. У металлогенич. совещ. Фрунзе, "Илим", 1968.

8. К о р о л е в А. В., Ш е х т м а н П. А. Послемагматические рудные тела и методы их геологического анализа. Госгеолтехиздат, 1954.

9. К о т л я р В. Н. Типы месторождений, связанных с палеовулканизмом. Мат-лы межвед. совещ. по проблеме "Рудоносность вулканогенных формаций". М., "Недра", 1965.

10. Л о в е р и н г Т. С. Об изменении пород как поисковым признаке руды в округе Восточной Тинтик, Юта. М., ИЛ, 1951.

11. М а р к о в а Э. А., А в е р и н Ю. А. О стадийности формирования некоторых золоторудных месторождений Восточного Карамавара. В кн. "Вопросы минералогии, геохимии и технологии минерального сырья". Ташкент, "Фан" УзССР, 1966.

12. М о и с е е в а М. И. Минералогия Кураминских гор. Ташкент, "Фан" УзССР, 1969.

13. О р л о в а А. В., Ш а т а л о в Е. Т. Методические основы составления металлогенических и прогнозных карт рудных районов. В кн. "Закономерности размещения полезных ископаемых". М., Изд-во АН СССР, 1959.

14. О в ч и н и к о в Л. Н., Г р и г о р я н С. В. Закономерности состава и строения первичных геохимических ореолов сульфидных месторождений. В кн. "Научные основы геохимических методов поисков глубоко залегающих рудных месторождений". СГПМ, II сессия, Иркутск, Изд-во СО АН СССР, 1970.

15. П е т р о в с к а я Н. В., Б е р ш т е й н П. С. и др. Геологическое строение, минералогия и особенности генезиса золоторудных месторождений Балейского рудного поля

(Восточное Забайкалье). Тр. ЦНИГРИ, вып. 45, ч. II, 1961.

16. П е т р о в с к а я Н. В., Ф р о л о в а Н. Е.,
П л я ш к е в и ч Л. Н. Тонкая мозаичная структура кристал-
лических зерен самородного золота (по электронно-микроскопи-
ческим данным). ДАН СССР, т. 191, вып. 2, 1970.

17. Р о с л я к о в а Н. В. Поведение золота в гидротер-
мальном процессе образования Бериккульского золоторудного мес-
торождения. Автореф. канд. дисс., Новосибирск, 1970.

18. Р у с и н о в В. Л. Геологические и физико-химические
закономерности пропилитизации. М., "Наука", 1972.

19. Ш е х т м а н П. А., А в е р и н Ю. А., А к б а -
р о в Х. А. и д р. Методы количественной оценки прогнозных
запасов эндогенных месторождений рудных полей и районов.
М., "Недра", 1973.

20. Ш е х т м а н П. А., К о р о л е в В. А. Принципы
количественного прогнозирования. В кн. "Методы детального ко-
личественного прогнозирования эндогенных рудных полей и мес-
торождений". Ташкент, изд. САИГИМСа, 1971.

21. Щ е р б а к о в Ю. Г. Геохимия золоторудных место-
рождений в Кузнецком Алатау и Горном Алтае. Изд-во СО АН СССР,
Новосибирск, 1974.

УДК 553.44.064.3.07.001

В.А. Зимакина, Л.Ш. Фимущик, Г.С. Тилляева
**МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ СКАРНОВО-
 РУДНЫХ ТЕЛ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

В процессе отработки одного скарново-полиметаллического месторождения (Северный Таджикистан) выявились некоторые расхождения между данными, полученными в результате подсчета запасов после эксплуатационной и детальной разведок. Вследствие этого, на верхних горизонтах месторождения под сомнение была поставлена достоверность запасов, окомтуренных на нижних горизонтах по данным детальной буровой разведки. Как показали исследования, достоверность разведки зависит от следующих геологических факторов: точности определения пространственного положения рудных тел, оценки непрерывности их контуров и правильного понимания характера распределения оруденения в рудных телах.

Рассматриваемое месторождение обладает весьма сложным геологическим строением. Оно представлено крутопадающими скарново-полиметаллическими рудными телами в зоне крупного дизъюнктивного нарушения на контакте карбонатной толщи среднего палеозоя с прорывающими их гранодиоритами. Протяженность рудных тел по простиранию и падению от сотен до тысяч метров. Руды сульфидные, полиметаллические. Главными минералами являются галенит, сфалерит, в подчиненных количествах встречаются халькопирит и пирит. Рудная минерализация размещается в известковых скариях, где преобладают смешанные пироксен-гра-

натовые разности. Текстуры руд вкрапленные, прожилковые, штоков-верховные, реже массивные.

Оруденение распределено в скарнах неравномерно. Главными факторами его локализации служат интенсивное дорудное дробление скарнов и повышенная степень их гидротермального изменения. Контуры рудных тел при действующих кондициях уже контуров тела скарнов, но иногда выходят во вмещающие породы.

Как показал анализ геологических материалов рудника (погоризонтные планы, геологические разрезы, вертикальные проекции), внутренняя структура рудных тел даже на стадии эксплуатационной разведки остается недостаточно изученной и за рудные тела, как правило, принимаются рудоносные скарны. Фактически же не все скарны оруденели во всем объеме.

Промышленное оруденение в скарнах чередуется с безрудными участками. Однако с помощью существующей методики разведки и по плотности разведочной сети нельзя выявить эти безрудные промежутки. При используемых принципах оконтуривания рудных тел (формальная интерполяция), в контур рудного тела неизбежно включаются безрудные участки, а в законтурных пространствах теряется оруденение.

Для количественной оценки степени неравномерности рудной минерализации в скарнах и разработки требований к документации, наиболее соответствующих характеру размещения оруденения, в очистных забоях подземного рудника, в доступных для этой цели

забоях и камерах была проведена детальная документация в масштабе 1:10. На документацию наносились по возможности все необходимые элементы внутренней структуры скарнов, вмещающих пород и вариации минерального состава: разломы, контакты пород, трещины, зоны дробления и милонитизации, типы изменений вмещающих пород, литолого-петрографические разновидности скарнов, текстуры руд. В однородных геологических позициях отбирались бороздовые пробы. Для повышения полноты и качества документации соответствующие стенки выработок предварительно отмывались. В отдельных однородных позициях отбирались штучные пробы и образцы на определение физико-механических свойств пород. На документацию наносились также результаты бороздового опробования, проводившегося по мере проходки выработок.

Таким образом, все типоморфные структурно-геологические позиции, выявленные в процессе документации, получали количественную характеристику степени оруденелости. Далее выделялись однородные геологические позиции. С этой целью на документациях оконтуривались все геологически однородные участки (например, крутое сопряжение трещин или системы ориентированных субпараллельных трещин, пересечение трещин и т.д.). Указывались тип скарнов и состав вмещающих пород в каждой позиции, текстура руд, а также определялись усредненные качественные показатели. Таким образом, было выделено II типов однородных позиций (таблица).

Наиболее представительна позиция "сопряжение трещин", в которой факторами локализации оруденения являются дробление пород вдоль линии сопряжения и локальные приоткрывания участков трещин в искривлениях. В зависимости от угла падения линии сопрягающихся трещин и величины двугранного угла между их по-

Характеристика структурно-геологических позиций, выделенных на основании документации рудных тел

Номер позиции	Структурно-геологические позиции		Вмещающая порода	Текстура пород	Количество позиций	Качественная характеристика руд	Отношение свинца к цинку
	главные	второстепенные					
1.	Сопряжение трещин	а) пологое остроугольное сопряжение;	Пироксеновый, гранатовый, гранат-воластонитовый скарн, кварцево-эпидотовая порода, известная	Прожилково-тонко- и редковкрапленная	11	Рядовые	1,06
		б) крутое остроугольное;	Пироксеновый скарн, роговик	Прожилково-вкрапленная, тонко- и редковкрапленная	9	Рядовые	0,87
		в) пологое тупоугольное;	Кварцево-эпидотовая порода	Макроскопически не устанавливается	1	Безма убогие	0,91
		г) крутое тупоугольное;		Редковкрапленная	4	Рядовые	0,86
		д) блоковое дробление в крутом сопряжении трещин;	Гранат-пироксеновый, пироксен-гранатовый скарн	Прожилковая и гнездововкрапленная	2	Богатые	1,48
2.	Сопряжение трещин с разломом	е) сопряжение систем трещин	Пироксен-гранатовый скарн	Штокверковая	2	Рядовые	1,05
		пологое остроугольное	Кварцево-карбонатная порода	Прожилково-вкрапленная	1	Богатые	0,76
3.	Сопряжение трещин с контактовой поверхностью	а) пологое остроугольное;	Пироксеновый скарн	Тонковкрапленная	1	Рядовые	1,02
		б) крутое остроугольное	Воластонитовый скарн	Прожилково-вкрапленная	2	Бедные	3,00
4.	Системы субпараллельных трещин	а) блоки пород между субпараллельными трещинами;	Пироксеновый, пироксен-гранатовый скарн, кварцево-эпидотовая и кварцево-карбонатная породы	Прожилково-вкрапленная; тонко- и редковкрапленная	13	Рядовые	0,69

Номер позиции	Структурно-геологические позиции		Вмещающая порода	Текстура руд	Количество позиций	Качественная харак- теристика руд	Отношение свинца к цинку
	главные	второстепенные					
		б) дробление в зонах ориентированной трещиноватости;	Пироксеновый скарн, роговик, известняк	Редко- и прожилково-вкрапленная	6	Рядовые	0,59
		в) зоны расслаивания в скарнах;	Гранат-пироксеновый, пироксеновый скарн	Прожилково-вкрапленная	4	Такие же	1,63
		г) скола;	Кварцево-эпидотовая, роговик	Редко- и тонковкрапленная	2	"-	0,96
		д) отрыва;	Эпидозит	Тонковкрапленная	1	"-	0,83
		е) системы субпараллельных трещин с зоной милонитизации и кварцевым заполнением трещин	Гранат-пироксеновый скарн	Прожилково-вкрапленная, штокверковая	2	Весьма богатые	0,65
5.	Пересечение двух и более систем трещин	а) пересечение двух трещин;	Гранат-пироксеновый скарн, известняк	Редковкрапленная	2	Бедные	1,22
		б) пересечение трещин с взаимным смещением;	Слабо окварцованный гранатовый скарн,	Прожилково-вкрапленная	1	Рядовые	0,72
		в) пересечение трех систем трещин;	Пироксеновый скарн	Прожилково-вкрапленная	1	Рядовые	0,46
		г) взаимное пересечение нескольких систем сколовых трещин	Роговик	Тонковкрапленная	1	Богатые	1,04
	Искривление трещин	дробление в искривлении	Пироксеновый скарн, кварцевый эпидозит	Штокверковая, вкрапленная	2	Богатые	0,67

Номер позиции	Структурно-геологические позиции		Вмещающая порода	Текстура руд	Количество позиций	Качественная характеристика руд	Отношение свинца к цинку
	главные	второстепенные					
7.	Висячий бок разломов и трещин (в непосредственной близости, до I м)	а) висячий бок разлома;	Пироксеновый скарн	Редковкрапленная	I	Бедные	0,53
		б) висячий бок трещины;	Пироксеновый скарн, кварцево-эпидотовая порода, известняк	Прожилково-редковкрапленная	4	Бедные	1,36
		в) зоны штокверкового дробления в висячем боку трещины	Пироксеновый скарн, эпидозит	Штокверковая, прожилково-вкрапленная, гнездовая	3	Рядовые	0,96
8.	Лежащий бок разломов и трещин (в непосредственной близости, до I м)	а) лежащий бок разлома;	Пироксеновый скарн	Макроскопически не устанавливается	I	Весьма бедные	0,40
		б) лежащий бок трещин;	Кварцево-эпидотовая порода, роговик	Редковкрапленная	3	Бедные	0,99
		в) система сколовых трещин	Пироксеновый скарн	Редковкрапленная	I	Рядовые	0,58
9.	Лежащий бок контакта известняков со скарнами		Гранат-тремолитовый скарн	Тонковкрапленная	I	Рядовые	0,82
10.	Блоки пород с различными физико-механическими свойствами	а) блок скарнов между линзами известняков;	Гранатовый скарн	Прожилково-вкрапленная	I	Бедные	0,96
		б) линзы скарнированных известняков	Пироксен-гранатовый скарн	Тонковкрапленная	I	Бедные	1,03
II.	Контакт известняков с гранодиоритами		Известняк и гранодиориты	Макроскопически не устанавливается	I	Весьма бедные	0,98

верхностями выделяются следующие подтипы сопряжений: крутое остроугольное, крутое тупоугольное, пологое остроугольное и пологое тупоугольное (рис. I). Под крутизной сопряжения трещин понимается угол падения линии пересечения их поверхностей, а под степенью остро- или тупоугольности - величина двугранного угла между поверхностями трещин. Величина углов падения линии сопряжения и углов сопряжения в этих подтипах значительно изменяется. В крутом остроугольном сопряжении угол падения линии сопряжения трещин колеблется в пределах $45-90^{\circ}$, угол сопряжения - $10-85^{\circ}$; в крутом тупоугольном - $45-90$ и $95-175^{\circ}$ соответственно; в пологом остроугольном - $10-45$ и $10-85^{\circ}$; в пологом тупоугольном - $10-45$ и $95-175^{\circ}$.

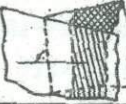



Тип трещины	Подтип позиции	Схема
Сопряжение трещин	Крутое остроугольное	
	Крутое тупоугольное	
	Пологое остроугольное	
	Пологое тупоугольное	

Рис. I. Позиции оруденения в различных видах сопряжения трещин

Среди сопряжений выделяются подтипы: пологое остроугольное, крутое остроугольное, пологое тупоугольное, крутое тупоугольное, блоковое дробление в крутом сопряжении трещин и сопряжение трещин нескольких систем.

Наиболее распространены на задокументированной площади позиции пологого остроугольного сопряжения трещин. Вмещающими в них являются пироксеновые, гранатовые, гранат-воластонитовые скарны, кварцево-эпидиозитовые породы и известняки. Полиметаллическое оруденение размещается в двугранном углу между поверхностями трещин. Руды с прожилковыми, тонко- и редковкрапленными текстурами неравномерно распределены во вмещающих их скарнах.

Распространена также позиция крутого остроугольного сопряжения с вмещающими пироксеновыми скарнами и роговиками. Текстуры руд, распределенных внутри, прожилково-вкрапленные, тонко- и редковкрапленные (рис. 2 а).

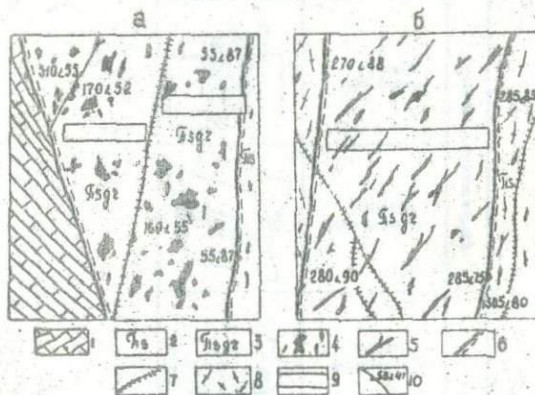


Рис. 2. Распределение рудной минерализации: а) в крутом сопряжении трещин; б) в системе субпараллельных трещин

Следующая позиция - пологое тупоуголь-
ное сопряжение трещин. Вмещающими явля-
ются кварцево-эпидотовые породы с неравномерным, в виде очень
мелкой вкрапленности, оруденением.

Крутое тупоугольное сопряже-
ние трещин. Оруденение развивается внутри двугран-
ного тупого угла в кварцево-эпидотовой породе. Текстура руд
редковкрапленная.

Блочное дробление пород в
крутом сопряжении трещин. Внутри кру-
того остро- или тупоугольного сопряжения двух значительных
трещин с наличием глинки трения развита серия оперяющих раз-
ноориентированных мелких трещин. Они разделяют пространство
внутри сопряжения на блоки размером 0,5-1 м. Такая блоковость
отмечается в гранат-пироксеновых и пироксен-гранатовых скар-
нах. Оруденение развито в виде прожилков и гнезд небольших
размеров - от 0,5 см до 1,5 м. Руды богатые.

Сопряжение нескольких систем
трещин. На изучаемой площади зафиксированы две позиции в пирок-
сен-гранатовом скарне, представляющие собой сопряжение нес-
кольких систем мелких трещин с одной крупной. Обычно - это по-
логие остроугольные сопряжения. В ограниченном трещинами про-
странстве на интенсивно раздробленные скарны наложилось шток-
верковое оруденение.

Сопряжение трещин с разлома-
ми. В измененных кварцево-карбонатных породах в участках
пологих остроугольных сопряжений оперяющих трещин с разлома-
ми локализуются богатые руды с прожилково-вкрапленными текс-
турами.

Сопряжение трещин с контактовой поверхностью. На изучаемой площади отмечены случаи приуроченности оруденения к сопряжениям трещин с контактными поверхностями. Обычно это контакт пород с различными физико-механическими свойствами (известняк-скарн, известняк-гранодиорит).

Случаи сопряжения трещин с контактами даек гранодиоритов и другими вмещающими породами в целом по месторождению не так уж редки, однако, в пределах задокументированных участков установлено всего три случая оруденения в подобных позициях.

Системы субпараллельных трещин - широко распространенный тип. На площади документации их зафиксировано 28% от общего числа позиций. Они состоят из следующих подтипов: а) блоки пород между субпараллельными трещинами (13 позиций); б) дробление в зонах ориентированной трещиноватости (6 позиций); в) зоны рассланцевания в скарнах (4 позиции); г) системы субпараллельных трещин скола (2 позиции); д) отрыва (1 позиция); е) системы субпараллельных трещин с зоной милонитизации и кварцевым заполнением (2 позиции).

Внутри этого типа выделяются сближенные трещины сходного залегания и подобно искривленные. По ним могут происходить сходно- и разнонаправленные относительные перемещения. В первом случае в субпараллельных трещинах приоткрываются аналогично искривленные участки, во втором - противоположные. Оруденение локализуется либо в приоткрытых гранях трещин, образуя жильные тела, либо в участках интенсивного дробления, ограниченного ими блока пород; возникают штокверковые тела с прожилково-вкрапленным оруденением.

Рассмотрим особенности размещения оруденения внутри позиции по данным документации.

Блоки пород между субпараллельными трещинами - часто встречающийся вид позиций. Блоки сложены скарнами различного состава: пироксеновыми, пироксен-гранатовыми, кварцево-эпидотовыми и кварцево-карбонатными. Текстуры руд прожилково-вкрапленные, тонко- и редко вкрапленные. Отношение свинца к цинку в рудах 0,69. Руды рядовые.

Дробление в зонах ориентированной трещиноватости. В данной позиции имеется несколько сближенных параллельных трещин с массовым ориентированным дроблением пород между ними. Вмещающими породами являются пироксеновые скарны, роговики, оруденелые известняки. Текстуры руд прожилково-вкрапленные, иногда штокверковые. Отношение свинца к цинку 0,59. Руды рядовые.

Зоны рассланцевания в скарнах. В результате тектонических подвижек скарны приобрели полосчато-сланцеватую текстуру. В пределах выработки зона рассланцевания прослежена по простиранию на 3,5 м. Галенит и сфалерит накладываются на скарны гранат-пироксенового и пироксенового составов по прожилкам вдоль зон рассланцевания. Отношение свинца к цинку 1,63. Руды рядовые.

Кроме описанных, в данном типе выделены системы субпараллельных трещин скола и отрыва. Каких-либо специфических особенностей в распределении оруденения внутри этих позиций не обнаружено. Это, очевидно, блоки пород, расположенные между крупными субпараллельными трещинами.

Системы субпараллельных трещин с зоной милонитизации и кварцевым заполнением. Гранат-пироксеновые скарны, слагающие эти позиции, интенсивно передроблены. Руды прожилково-вкрапленные и штокверковые, богатые.

Таким образом, особенности размещения оруденения показывают, что во всех типах руд цинк преобладает над свинцом. Качество руд повышается с усложнением структурно-геологических условий внутри позиций. Наиболее богатое оруденение локализуется в системе субпараллельных трещин с зоной милонитизации и кварцевым заполнением.

Пересечение двух и более систем трещин распространено незначительно. Всего зарегистрировано 5 позиций, т.е. менее 6% от общего количества.

Принципиальные схемы структур пересечения и сопряжения трещин имеют сходство. Если по одной трещине происходит приоткрывание в искривленных ее частях и дробление в прилегающих породах, то при пересечении двух трещин происходит дробление клинообразных блоков пород, прилегающих к месту пересечения. Обычно пересекаются трещины, заложенные в разное, но дорудное время, поэтому они, возможно, встречаются реже, чем сопряженные. Трещины двух направлений могут пересекаться под разными углами, но чаще от 60° до 90° .

В данном типе позиций выделяются следующие подтипы: пересечение двух трещин; пересечение трещин со взаимным смещением; пересечение трех систем трещин; взаимное пересечение нескольких систем трещин. Выделенные подтипы перечислены в порядке усложнения их строения и повышения качества руд (см. таблицу).

И с к р и в л е н и е т р е щ и н. На площади документации довольно часто встречаются позиции с оруденением, приуроченным к участкам искривления трещин. Характер связи оруденения с искривленными участками трещин может быть разным. Если оруденение локализуется в участках приоткрывания трещины, то образуется жильный тип с массивными рудами. Нами наблюдались случаи, когда под влиянием приоткрытого (нагруженного) участка образовывалась зона дробления вмещающих пород. Оруденение приурочено к участкам штокверкового дробления, возникшим под влиянием участков трещин. Последние при смещении, существовавшем к моменту минералообразования, оказывались приоткрытыми. Текстуры руд штокверковые и вкрапленные. Руды богатые. Цинк преобладает над свинцом.

В и с я ч и й б о к р а з л о м о в и т р е щ и н (в непосредственной близости, до 1 м). Зафиксировано 8 позиций с оруденением в висячих боках секущих разломов и трещин. При их оценке следует различать висячий бок разломов и висячий бок трещин. Оруденение в висячих боках разломов приурочено к пироксеновым скарнам. Оно отличается сравнительно низкими средними значениями свинца и цинка. Текстуры руд редковкрапленные. В висячих и лежачих боках трещин руды близкие по качеству. Текстуры руд здесь прожилково-вкрапленные. При наличии штокверкового дробления в висячем боку трещин локализуются, как правило, богатые руды. Значит, характер дробления определяет богатство руд.

Л е ж а ч и й б о к р а з л о м о в и т р е щ и н. На площади документации зафиксированы позиции промышленного оруденения в лежащем боку разломов или трещин. Руды локализуются в пироксеновых скарнах, кварцево-эпидотовых породах и роговиках;

имеют редковкрапленную текстуру. Содержания полезных компонентов низкие. Отношение свинца к цинку составляет 0,76, т.е. цинк заметно преобладает.

Лежачий блок контакта известняков со скарнами. При документации зафиксированы позиции оруденения, приуроченного к лежащему боку контакта известняков с гранат-тремолитовыми скарнами. Здесь отмечаются интенсивное неориентированное дробление и трещиноватость. Текстура руд тонковкрапленная. Отношение свинца к цинку 0,82.

Блоки пород с различными физико-механическими свойствами. На площади документации встречаются обособленные небольшие тектонические блоки, сложенные породами с физико-механическими свойствами, резко отличными от окружающих (например, линза скарнированных известняков в гранатовом скарне или блок гранатовых скарнов между известняками). Мощность таких линз колеблется в пределах 0,5-1,5 м. Руды в них характеризуются тонковкрапленными и прожилково-вкрапленными текстурами. Отношение свинца к цинку 0,86.

Контакт известняков с гранодиоритами. На контакте известняки подверглись интенсивному расланцеванию по слоистости. Гранодиориты сильно дробленные, катклазированные. Минерализация развита слабо. Макроскопически наблюдается только галенит.

Таким образом, наиболее благоприятными структурными позициями, локализирующими оруденение с богатыми рудами, являются: искривление трещин; пологое сопряжение оперяющих трещин с зонами разломов; системы субпараллельных трещин с зонами милонитизации и кварцевым заполнением трещин. Довольно благоприятны также позиции

крутым сопряжением трещин. Зависимость качества оруденения от структурно-геологических позиций видна на рис. 3.

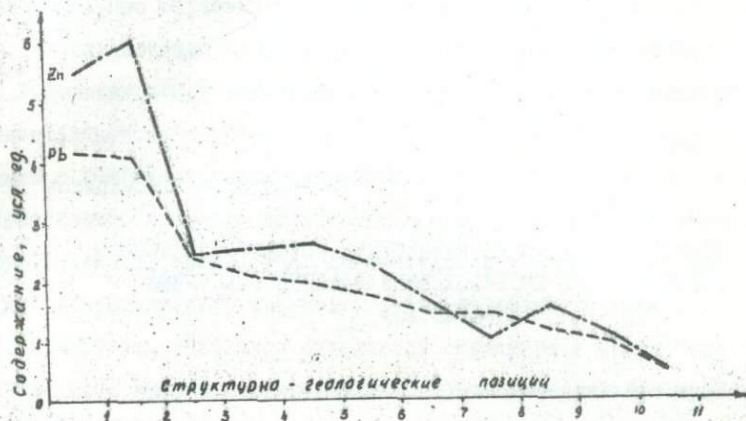


Рис. 3. Зависимость качества руд от структурно-геологических позиций:

I — пологое остроугольное сопряжение оперяющей трещины с зоной разлома, 2 — искривление трещин, 3 — сопряжение трещин, 4 — лежащий бок контакта, 5 — система ориентированных субпараллельных трещин, 6 — пересечение двух и более систем трещин, 7 — висячий бок разломов и трещин (в непосредственной близости, до I м), 8 — сопряжение трещин с контактовой поверхностью, 9 — лежащий бок разломов и трещин (в непосредственной близости, до I м), 10 — блоки пород, обладающие иными свойствами, II — контакт известняков с гранодиоритами.

Опыт изучения особенностей размещения оруденения данного месторождения показал, что основной задачей рудничной разведки

является систематический учет и отражение факторов, определяющих локализацию и изменчивость оруденения. Все это требует непрерывного совершенствования и повышения качества геологической документации. Описанная методика изучения внутреннего строения рудных тел может быть применена на любом месторождении.

553.44.078.2(575.1)

В. А. Королев, Т. М. Марипов

СТРУКТУРНЫЕ УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО
ОРУДЕНЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ ДАЛЬНЕЕ (ЗАПАДНЫЙ
УЗБЕКИСТАН)

Полиметаллическое месторождение Дальнее входит в состав Учкулачского рудного поля и располагается в северных предгорьях Нуратинского хребта в граде Ханбандытау. Первое краткое описание месторождения было сделано Н. Д. Смирновым в 1930-34 гг. В 1950 г. по инициативе В. Г. Гарьковца и Я. М. Ефименко были проведены оценочные работы (И. А. Лосев, И. Т. Петросов) и затем начато систематическое изучение (П. Т. Петросов, М. Д. Троянов, Г. В. Касавченко и др.).

В рудном поле исследовались стратиграфия (О. И. Сергунькова), литология (К. А. Набиев), минералогия (Г. М. Чеботарев) и структурные условия размещения оруденения (П. А. Шехтман, В. А. Королев, Т. М. Марипов и др.). В результате стало возможным детально расшифровать его структуру, однако, по вопросу генезиса оруденения сформировались две точки зрения.

М. Д. Троянов развивал представления о первично-осадочной природе полиметаллической минерализации. В соответствии с чем, рудные тела трактовались им как преимущественно согласные, подчиненные практически двум свитам среднедевонской карбонатной

толщи - ниже- и верхнеучкулачской. Условия залегания рудных тел определялись в основном складчатой структурой толщи и соответственно осуществлялась их увязка.

Ю. А. Аверин, Г. В. Касавченко, В. А. Королев, Т. М. Марипов, П. А. Шехтман и др., изучавшие структурные условия размещения полиметаллического оруденения в Учкулачском рудном поле, убедились в эпигенетическом происхождении рудной минерализации, что существенно повлияло на представления об условиях размещения руд. Выявилась важная роль дизъюнктивной тектоники в локализации оруденения, иную трактовку рудолокализирующего значения получили элементы складок и складчатой структуры в целом. Соответственно иные принципы использовались при оконтуривании рудных тел.

В настоящее время возрождаются первоначальные представления о первично-осадочной природе месторождения. По мнению авторов, это может привести к переоценке масштабов оруденения и повлечь в дальнейшем неподтверждение запасов при освоении месторождения.

Месторождение Дальнее приурочено к северному крылу Ханбандытауской антиклинали, протягивающейся в восток-юго-восточном направлении. Крылья антиклинали пересекаются продольными и секущими разрывными нарушениями; наиболее крупные продольные Северный и Южный разломы, ограничивающие антиклиналь с севера и юга и секущий Бандский разлом.

Северное крыло структуры осложнено в центральной части Северо-западным поперечным поднятием, ограниченным двумя диагональными разломами - Баритовым и Дальним (рис. I).

Площадь месторождения сложена преимущественно карбонатной толщей среднего палеозоя, в основании которой залегают кислые эффузивы нижнего девона (мощность свыше 800 м). В разрезе толщи

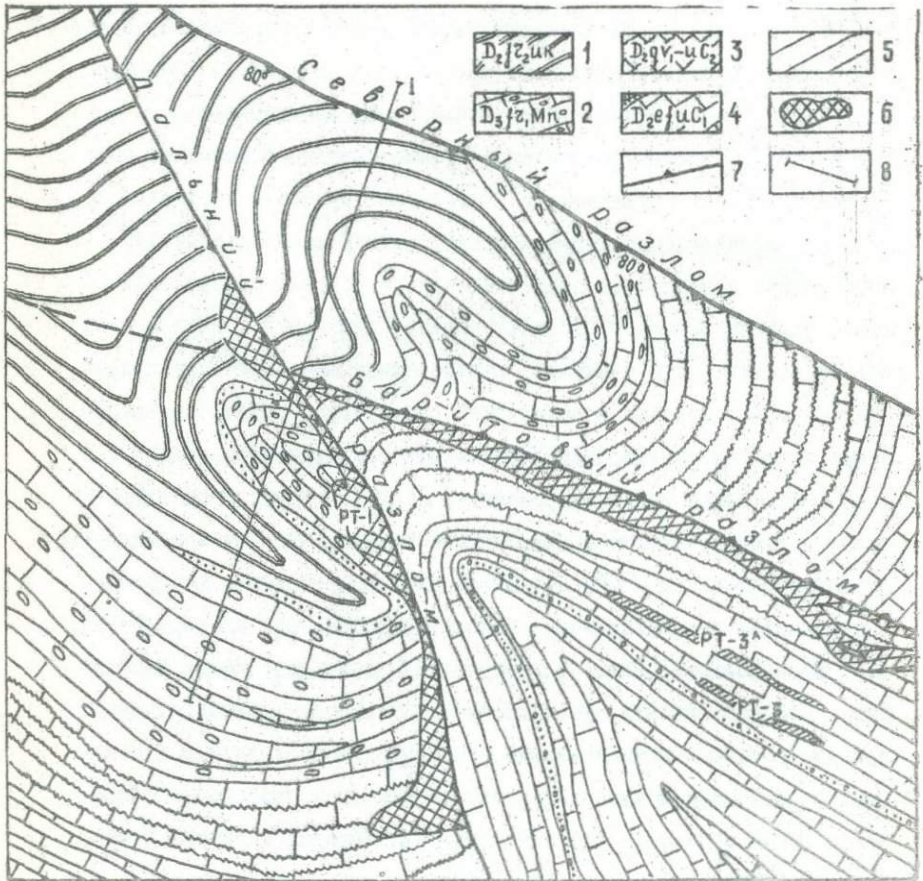


Рис. I. Геологический план месторождения. Дальнее
 I - известняки, аргиллиты, песчаники устькуруксайской свиты; 2 - конгломератовидные известняки ментской свиты; 3 - известняки верхнеучкулачской свиты; 4 - известняки, аргиллиты, алевролиты и гравелиты нижнеучкулачской свиты; 5 - зоны интенсивного дробления и брекчирования; 6 - рудные тела; 7 - разломы; 8 - складки

присутствуют преимущественно известняки и доломиты среднего и верхнего девона (2500 м), слагающие антиклинальную структуру, и терригенно-карбонатные образования карбона (C_1-C_3 ; более 3000 м), заполняющие прилегающие синклинали прогибы.

Эффузивы образуют жесткое основание карбонатной толщи и обнажаются в области поперечного поднятия антиклинали.

Эффузивы и перекрывающая их карбонатная толща обладают резко различными механическими и деформационными свойствами. Первые имеют временное сопротивление сжатию до 2800 кг/см^2 , и в тектонических процессах проявляют высокую хрупкость. Вследствие этого в эффузивах развиты многочисленные сколовые нарушения, обусловившие их блоковое строение. Известняки и доломиты, в основном слагающие карбонатную толщу среднего девона, характеризуются значительно меньшим временным сопротивлением сжатию - 1625 кг/см^2 и в процессах текто- и орогенеза проявляли в основном пластические свойства, нашедшие отражение в широком развитии мелких, нередко тесно сжатых складок. Тем не менее в известняках, и особенно в доломитах, как породах более хрупких по отношению к известнякам, возникали многочисленные крупные и мелкие трещины и мелкие разломы.

Складки, развитые в карбонатной толще, в основном согласные, конформные. Дисгармоничность отмечается как исключение и возникает, главным образом, вследствие различий в тектонических свойствах известняков и доломитов (3).

Длина антиклинальной структуры в пределах месторождения более 1 км, ширина в средней части 400 м. На юго-востоке эта структура сливается с Ханбандытауской антиклиналью; угол сопряжения составляет 30° . Падения крыльев антиклинали на

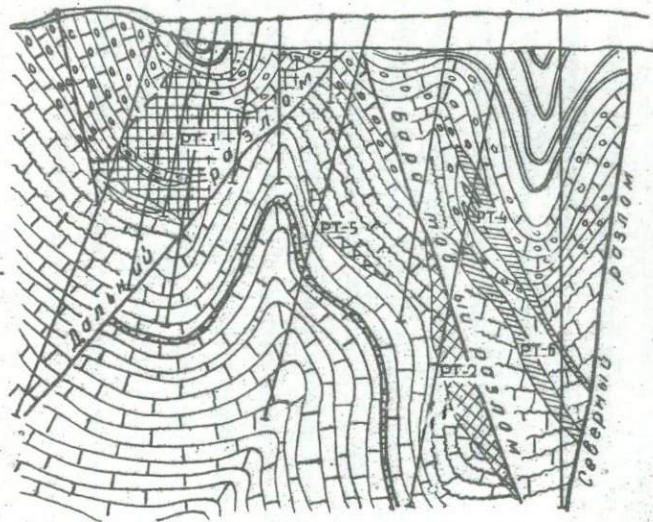


Рис.2. Геологический разрез месторождения Дальнее
 (обозначения см. на рис.2)

северо-восток под углом 60° , на юго-запад - $65-70^\circ$.

Наиболее крупным нарушением в пределах площади является Бандский разлом. Он разделяет месторождение на два самостоятельных блока, смещенных один относительно другого: юго-западный блок опущен на 100-200 м. Разлом круто падает на юго-запад. В северо-восточном блоке прослеживаются Дальний и Баритовый разломы, контролирующие большинство рудных тел месторождения (рис. 2).

Разлом Дальний установлен и прослежен разведочными выработками. Простирается его запад-северо-западное, падение юго-западное под углом 60° . По разлому происходили сложные сбросо-сдвиговые движения - горизонтальное перемещение достигает 250 м, а вертикальное - 160 м. Мощность зоны дробления в среднем 4 м. Породы в тысячем боку подверглись интенсивному дроблению и оруденению.

На северо-западе Дальний и Баритовый разломы сопрягаются. Баритовый разлом падает на северо-восток под углом $60-70^\circ$. По нему происходили взбросо-сдвиговые смещения блоков. Горизонтальная составляющая - это правый сдвиг со смещением примерно 200 м, вертикальная - 100 м. Породы лежачего боку интенсивно раздроблены и баритизированы. Мощность дробления достигает 10 м.

Рассеянная вкрапленность галенита наблюдается по всему разрезу, начиная от эффузивов и кончая карбонатно-терригенными отложениями карбона. Однако основная масса полиметаллического оруденения сосредоточена в доломитизированных известняках верхней и нижней учкулачских свит среднего девона, в пределах антиклинального поднятия, ограниченного Баритовым и Дальним разломами.

На месторождении известно около 10 рудных тел, два из них

приурочены к секущим разломам (Дальний и Баритовый), а остальные — к межпластовым отслоениям в карбонатных породах.

Рудное тело I приурочено к висячему боку Дальнего разлома. Форма его сложная — это секущая лентовидная залежь, оперенная пластовыми телами метасоматического замещения. Содержание свинца в рудном теле высокое, но с удалением от Дальнего разлома сплошное оруденение сменяется вкрапленным и прожилковым. С глубиной содержание свинца уменьшается, а цинка увеличивается, но сумма содержаний металлов остается в общем постоянной. Руды сложены галенитом, сфалеритом, пиритом и халькопиритом.

Рудное тело 2, расположенное в лежащем боку Баритового разлома, имеет северо-восточное падение под углами 60-70°. Содержание свинца и цинка высокое. Массивные руды в виде линз приурочены к пересечениям основного разлома, имеющего северо-западное направление с мелкими меридиональными трещинами. Рудные минералы представлены в основном галенитом, сфалеритом, пиритом, церусситом. Последний встречается вблизи разлома, где развиты в основном окисленные руды.

Таким образом, рудные тела I и 2 по восстанию сопрягаются и это создает иллюзию антиклинальной структуры с согласным размещением и оруденением. Они имеют единую клинообразную форму, а вдоль разломов приурочены к их ослабленным частям. Реставрация разрывной структуры (Баритовый и Дальний) показывает, что точки соединения рудных тел между собой находятся на 25-30 м выше уровня эрозионного среза. Очевидно, наиболее богатая часть свинца смыта. Это доказывается тем, что при бурении картировочной скважины в 3 км от месторождения в нижней части четвертичных отложений М. Д. Трояновым найдены окатанные облойки свинцовых руд

Относительное значение рудных тел различных
морфогенетических типов на месторождении
Дальнее, %

Номер класса	Номер типа	Морфогенетический тип рудных тел	Геологическая позиция					
			Северный разлом		Северное крыло антиклинали		Свод антиклинали	
			кол-во рудных тел	кол-во свинца	кол-во рудных тел	кол-во свинца	кол-во рудных тел	кол-во свинца
С о г л а с н ы й								
I	1.	Седловидные залежи в сво- дах антиклинали	-	-	-	-	II,0	I,6
II	2	Линзы в отслоениях на крутом крыле складки	-	-	33,4	I,3	-	-
С е к у щ и й								
II	3	Рудные столбы и жилы в трещинах оперения	44,5	69,1	-	-	-	-
С л о ж н ы й								
III	4	Оперенные лентовидные за- лежи на пересечениях бла- гоприятных горизонтов рудноносными разломами	II,1	28,0	-	-	-	-
И Т О Г О			55,6	97,1	33,4	I,3	II,0	I,6

диаметром 4-5 см.

Остальные рудные тела в месторождении имеют подчиненное значение (таблица).

Данные о распределении рудных тел и оруденения по ним показывают, что 69% массы оруденения приурочены к крупным дизъюнктивным нарушениям, оперяющим Северный разлом (тип 3), обычно представлены наиболее крупными телами. Сложные рудные тела (тип 4-28% запасов свинца) приурочены к местам пересечения оперяющих разломов благоприятных горизонтов. Они размещаются на относительно пологих частях разломов. Остальное оруденение (2,9% свинца) заключено в согласных телах и размещается в антиклинальной складке. В согласных телах встречается седловидная залежь (тип I) в сводовой части антиклиналя и линза - в отслоениях на крутом крыле складки (тип 2).

Приведенный фактический материал показывает, что большинство рудных тел приурочено к разрывным нарушениям и занимает определенные геологические позиции. Это дает основание при поиске, разведке и подсчете запасов исходить из гидротермального генезиса свинцовых руд и целенаправленно провести геолого-разведочные работы на флангах месторождения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. К о р о л е в А. В. Классификация морфогенетических типов рудных тел. Зап. Узб. отд. ВМО, вып. 6, 1954.

2. К о р о л е в А. В., Ш е х т м а н П. А. Послемагматические рудные тела и методы их геологического анализа. М., Госгеолтехиздат, 1954.

3. К о р о л е в А. В., Ш е х т м а н П. А. Структурные условия разведения послемагматических руд. М., "Недра", 1965.

4. А в е р и н Ю. А., М а р и п о в Т. М. Морфогенетические типы рудных тел одного из полиметаллических рудных полей Узбекистана. Тр. САИГИМСа, вып. 4, Ташкент, 1964.

5. М а р и п о в Т. М., А в е р и н Ю. А. и др. Структурно-геологические особенности размещения оруденения на свинцово-цинковом месторождении и некоторые особенности в вопросах его разведки. Тр. САИГИМСа, вып. 6, Ташкент, 1965.

УДК 551.243:553.3(575.1)

В. В. Овечкин, А. Д. Швецов

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СТРУКТУРЫ КОКПАТАССКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Структурные особенности Кокпатаасского рудного поля и его геологическая позиция ранее рассматривались Ю. А. Авериним и др. (1), А. Д. Швецовым (7), Е. М. Некрасовым (5). Однако роль Кокпатаасского и Карашах-Айтымского разломов в формировании структуры рудного поля и влияние структурных элементов на размещение оруденения еще не выяснены.

Кокпатаасское рудное поле расположено в юго-восточной части гор Букантау (рис. 1) и приурочено к приагдерной части одной-именной антиклинали. Оно сложено известняками джускудукской свиты (C_1V_3); вулканогенно-осадочными образованиями тубабергенской ($C_{1п}-C_{2в}$); сланцами, алевролитами и песчаниками карашахской (C_2^1); кварцитами, известняками, доломитами, сланцами и песчаниками кокпатаасской свиты (C_2^2). Кокпатаасская антиклиналь в пределах рудного поля осложнена многочисленными разрывными нарушениями сколового типа, среди которых выделено шесть основных систем разломов: север-северо-западные, северо-западные, широтные, восток-северо-восточные, северо-восточные и

долготные. По масштабу разломы первых двух систем относятся к региональным структурам, остальные — к локальным.

Магматическая деятельность связана с герцинским тектоно-магматическим циклом и проявилась в рудном поле в образовании разновозрастных интрузивных тел от ультраосновного до кислого состава. Гипербазитовый и габбро-плагиогранитный интрузивные комплексы (C_2) сформировались в начальном этапе герцинского цикла; средний этап характеризуется внедрением гранитоидов (C_3-R), слагающих Кокпатасский интрузивный массив; в конечном этапе широко развивались пермские дайки формации порфиров-порфиров. В заключительные фазы конечного этапа герцинского тектоно-магматического цикла проявились гидротермальные процессы, в результате которых сформировались два продуктивных минеральных комплекса: золото-арсенопирит-пиритовый (ранний) и антимонит-кварцевый (поздний).

Геблогоструктурная позиция Кокпатасского рудного поля в Южно-Букантауской структурно-формационной зоне определяется совместным влиянием двух основных пересекающихся структурных элементов — Кокпатасского разлома и карашах-айтымского пояса, оближенных разломов (рис. 1). Зона их пересечения характеризуется высоким уровнем дислоцированности вмещающих пород, и, как следствие, повышенной проницаемостью для эндогенных субстанций.

В последние годы в размещении эндогенного оруденения выявлена исключительно важная роль Кокпатасского разлома, который по ряду признаков, в соответствии с представлениями М.А. Фаворской, И.Н. Томсона и др. (6) можно отнести к сквозным структурам глубокого заложения.

Кокпатасский разлом, простирающийся в север-северо-западном направлении, косо сечет субширотные структурно-формационные зоны.

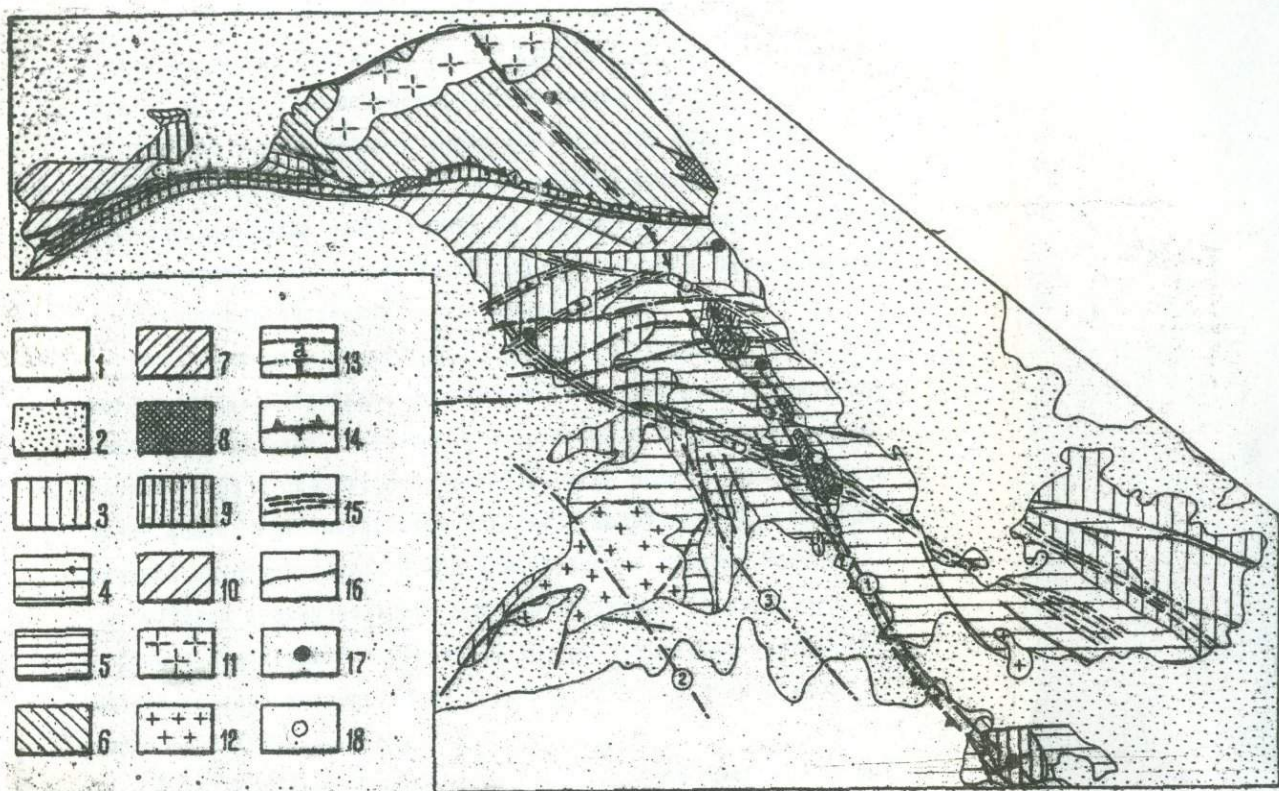


Рис. I. Геологоструктурная схема гор Букантау (составили В.В.Овечьин и А.Д.Швецов по материалам М.А.Ахмеджанова, О.М.Борисова, А.К.Бухарина, В.И.Зонова, Ю.А.Лихачева, И.И.Попова, К.К.Пяткова, И.А.Фузайлова, И.В.Швея, С.Д.Шера и др.)

1 - верхний плиоцен; 2 - мезозой-кайнозой нерасчлененный; с в и т ы: 3 - коксайская (C_2); 4 - кокпатааская (C_2); 5 - карашакская (C_2); 6 - архарская (C_2); 7 - тубабергенская (C_{1-2}); 8 - джускудукская ($C_1 V_3$); 9 - средний девон - нижний карбон нерасчлененные; 10 - силур; 11 - гранодиориты (C_3-P_1); 12 - граниты (C_3-P_1); 13 - складчатые структуры: а - антиклинали (1 - Кокпатааская, 2 - Алтынтауская), б - синклинали (3 - Торткудукская); 14 - глубинные разломы (1 - Букантауский, 2 - Кокпатааский); 15 - пояса сближенных разломов (1 - карашак-айтымский, 2 - боздалинский, 3 - джаманкаскартауский, 4 - безымный, 5 - архарский); 16 - прочие разломы; 17 - золоторудные проявления; 18 - сурьмяно-серебряные проявления

По данным М.А.Ахмеджанова и др. (2), С.Д.Шера, В.М.Склярова (8) и авторов, разлом прослежен от гор Букантау на севере до Сан-грунтау на юге. В палеозойском структурном этаже зона разлома выражена не всегда четко и имеет либо простое (одноосевой сброс), либо сложное строение (совокупность субпараллельных или косо сочленяющихся сместителей). На значительном протяжении разлом сопровождается телами ультраосновных пород и кулисообразно расположенными антиклинальными поднятиями (8).

В Кокпатасском рудном поле строение зоны разлома сложноветвистое (рис. 2). Отдельные сместители его сближаются в южном направлении, проявляя тенденцию к сопряжению, и расходятся в виде узкого веера к северу. Этот "веер", по всей вероятности, является южным фрагментом петельчатой структуры, возникшей на субмеридионально ориентированном звене Кокпатасского разлома. Падение сместителей преимущественно западное, крутое. В основном это сбросы с амплитудами перемещения 10-300 м. Мощность отдельных ветвей разлома колеблется от первых до 20-30 м, зоны разлома в целом - от 250 м до 2 км.

О глубинной природе Кокпатасского разлома свидетельствуют магматические и структурные признаки (см. рис. 1 и 2), прежде всего, масштабы разлома - он прослежен более чем на 300 км и в изученном интервале пересекает продольные глубинные разломы, ограничивающие структурно-формационные зоны. Кроме того, он сопровождается складчатыми структурами нехарактерного для Тянь-Шаня север-северо-западного простирания.

В тесной пространственной связи с рассматриваемым разломом находятся магматические породы фемического ряда. Наиболее крупные секущие тела гипербазитов среднекарбонového возраста цепочкой вытянуты вдоль него, здесь же размещается

интрузий габбро-плагногранитного комплекса. Пермские дайки порфиритов-порфиров образуют поле, вытянутое вдоль разлома примерно на 20 км (7), причем по мере удаления от разлома количество даек и их мощности резко убывают.

Приуроченность золоторудных и сурьмяно-серебряных проявлений к зоне Кокпатаасского разлома свидетельствует о том, что он служил рудовыводящей структурой трансзонального значения.

Особая роль разлома в формировании структуры Кокпатаасского рудного поля установлена по ряду признаков. На протяжении длительной геологической истории разлом представлял собой своеобразный структурный барьер в развитии складчатой и разрывной тектоники, магматизма и рудообразования (табл. I).

На карте граничные линии, маркирующие резкую смену характеристик структурных элементов, укладываются в узкую полосу, четко совмещающуюся с ветвями Кокпатаасского разлома (см. рис. 2). Различие мощностей и литологического состава карахакской и кокпатаасской свит висячем и лежащем боках разлома (табл. I, показатели I-4) указывает на конседиментационное развитие разлома.

Другим важным структурным элементом рудного поля (и Южно-Букантауской структурно-формационной зоны) является карахак-айтымский пояс сближенных субпараллельных сколов северо-западного простирания (см. рис. I и 3). Разломы этой системы занимают продольное по отношению к структурно-формационной зоне положение, простираясь по азимуту $290-310^{\circ}$ и усложняют ее внутреннее строение. Наличие в них интрузивных тел разновозрастных комплексов и оруденения свидетельствует о сложной и длительной истории развития. По характеру результирующих перемещений это сбросы и сбросо-сдвиги с амплитудами до 250 м. Падение сместителей колеблется от 35° до 85° в основном северо-восточное, хотя встречаются и обратные падения. Мощности сместителей достигают

первых десятков метров, а зон наиболее крупных разломов этой системы - 300 м.

Т а б л и ц а I

Поведение различных геологических образований
в зоне Кокпатаасского разлома

Геологический показатель	Позиция относительно Кокпатаасского разлома	
	висячий бок	лежащий бок
1. Мощность третьей пачки караухской свиты, м	До 330	До 160
2. Частота встречаемости в разрезе караухской свиты углисто-кварц-хлоритовых оланцев.	Низкая	Высокая
3. Частота встречаемости в разрезе кокпатаасской свиты тонкоплитчатых известняков и доломитов	"	"
4. Содержание углестого вещества в породах кокпатаасской свиты	Высокая	Низкая
5. Простираание северо-западных складок	280-300°	290-320°
6. Простираание север-северо-западных складок	310-340°	320-360°
7. Угли падения стратифицированных образований	35-70°	25-40°
8. Насыщенность площади складками высших порядков	Низкая	Высокая
9. Насыщенность площади локальными разрывными нарушениями (СВ, ВСВ, ВЗ, СЮ)	Низкая	Высокая
10. Простираание дайковых пучков	280-300°	240-260°
11. Насыщенность дайками	Низкая	Высокая
12. Степень рудоносности	"	"

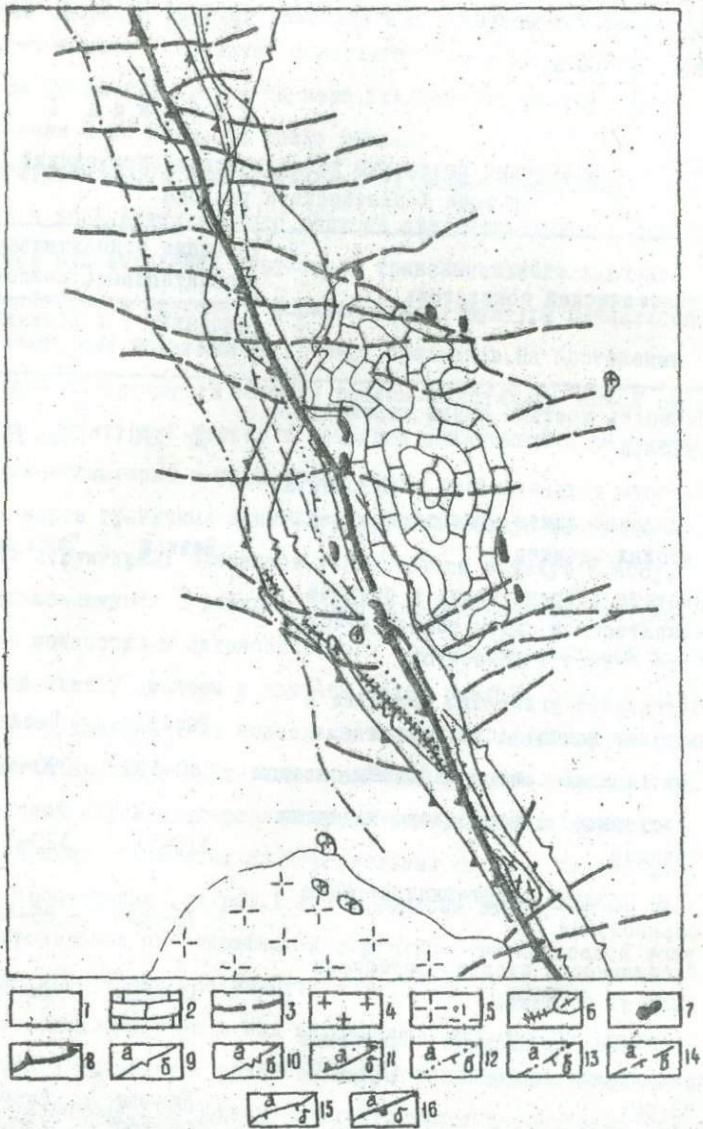


Рис. 2. Структурные и магматические признаки Коптатасского
глубинного разлома (составил А. Д. Швецов)

I - вулканогенно-осадочные отложения; 2 - известняки;

3 - осевые линии дайковых пучков; 4 - амазеллиты, биотитовые и порфириновые граниты (дериваты Кокпатасского интрузивного массива); 5 - гранодиориты; 6 - плагиограниты, кварцевые порфиры, альбитофиры; 7 - гипербазиты; 8 - основной сместитель Кокпатасского разлома; Линии, маркирующие резкую смену качественно-количественных характеристик геологических образований; 9 - северо-западные складки (а - область запад-северо-западных простираний, б - область северо-западных простираний); 10 - север-северо-западные складки (а - область северо-западных простираний, б - область север-северо-западных простираний); 11 - углы падения слоистой толщи (а - крутые, б - пологие). Разомы: 12 - восток-северо-восточные, 13 - широтные, 14 - северо-восточные (а - область ограниченного развития, б - область интенсивного развития); 15 - дайки (а - преимущественно запад-северо-западного простирания, б - широтного и восток-северо-восточного простирания); 16 - зоны сульфидизации по данным методов ВП и ЕП (а - преимущественно запад-северо-западного простирания, б - широтного и восток-северо-восточного простирания)

В отличие от Кокпатасского разлома, карашах-айтымский и аналогичные ему боздалинский и архарский пояса сближенных северо-западных разломов (см. рис. 1) ограничены контурами структурно-формационных зон и относятся, вероятно, к типу коровых структур.

Данные о развитии разрывных структур на протяжении герцинского тектоно-магматического цикла представлены в табл. 2. В ней суммарная протяженность интрузивных и минеральных тел, сформировавшихся в течение соответствующих этапов, прилита за 100% и распределена по системам разломов, контролирующим размещение этих тел.

Из табл. 2 следует, что структура рудного поля неуклонно усложнялась за счет возникновения и развития локальных разломов высокого порядка северо-восточного, восток-северо-восточного и восточно-западного. В то же время относительное значение сместителей глубинного север-северо-западного разлома и пространствен-

но тесно связанных с ним наиболее ранних долготных нарушений заметно убывало. Таким образом, происходило расширение зоны влияния Кокпатасского разлома, а контролируемые им эндогенные комплексы локализовались на начальных этапах непосредственно в его сместителях вблизи них. В дальнейшем по мере разветвления сети разломов и формирования новых систем размещались на удалении от него. Лишь влияние карамах-айтымского пояса северо-западных нарушений оставалось стабильным на всех этапах герцинского цикла, что свидетельствует о его относительной самостоятельности и независимости от эволюции Кокпатасского глубинного разлома в региональном плане.

Т а б л и ц а 2

Распределение интрузивных и минеральных комплексов по системам разломов, %

Этап	Системы разломов, расположенные в возрастном порядке - от древних к молодым					
	СВ	ССВ	СО	СВ	ВСВ	ВЗ
Начальный	22	43	35	-	-	-
Средний	25	28	16	25	6	-
Конечный	20	3,5	2,5	10	17	47

Интенсивные тектонические процессы в предрудный этап завершились формированием своеобразной клиновидной структуры рудного поля, установленной путем анализа блоковых перемещений. По размеру тектонических блоков, величине и направлению относительных перемещений в рудном поле выделено три зоны: внутренняя, промежуточная и внешняя (см. рис. 3).

Внутренняя зона, ограниченная с запада одной из ветвей Кокпатасского разлома, а с северо-востока - основным сместителем

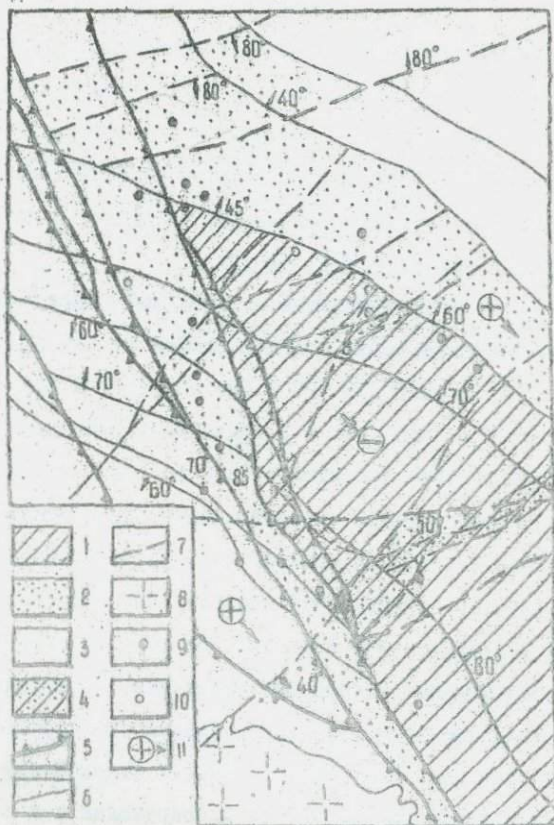


Рис. 3. Структурно-тектоническая схема Кокчетавского рудного поля (составили В.В. Овечкии и А.Д. Швецов)

I - внутренняя клиновидная горстовая зона неконтрастных блоковых перемещений; 2 - промежуточная зона контрастных блоковых перемещений; 3 - внешняя зона неконтрастных блоковых перемещений; 4 - участки локальных контрастных перемещений; 5 - сместители Кокчетавского разлома; 6 - сместители Карамах-Айгымского разлома; 7 - локальные разломы; 8 - гранодиориты; 9 - золоторудные участки; 10 - сурьмяно-серебряные участки; II - схема тектонических перемещений на период рудотложения.

карашах-айтымского пояса, представляет собой горст клиновидной в плане формы, более поднятый в вершине "клина". Составляющие ее тектонические блоки характеризуются средними размерами и небольшими амплитудами относительных перемещений (неконтрастные блоковые перемещения). Лишь в двух местах подмечены узкие поперечные полосы локальных контрастных перемещений - грабены, к которым приурочены крупные золоторудные участки.

Промежуточная зона, обрамляющая клиновидный горст, сложена мелкими тектоническими блоками с контрастными относительными перемещениями, достигающими 250-300 м. Она отличается наиболее высокой насыщенностью складчатыми и разрывными нарушениями.

Внешняя зона состоит преимущественно из крупных тектонических блоков с малоамплитудными относительными перемещениями. Это наиболее опущенная и слабо дислоцированная часть площади.

Таким образом, по структурному признаку Кокпатасское рудное поле относится к рудным полям клиновидного типа, впервые выделенным и систематизированным на примере эндогенных месторождений Средней Азии В.А. Королевым (3, 4). Свообразие его состоит в наличии промежуточной зоны контрастных блоковых перемещений и приуроченности тектонического "клина" не к сопряжению, а к пересечению двух региональных разломов, один из которых глубинный.

Структурная зональность Кокпатасского рудного поля - важный фактор размещения оруденения. Наиболее насыщенной рудными объектами является сильно дислоцированная промежуточная зона, однако большая часть запасов золота размещена во внутренней (табл. 3), относительное значение которой возрастает, если учесть, что она наполовину сложена неблагоприятными для локализации золотого оруденения отложениями джускудукской и кокпатасской свит.

Из табл. 3 и рис. 3 следует также, что внешние контуры проме-

жупочной зоны служат структурными границами Кокпатаасского рудного поля.

Т а б л и ц а 3

Распределение золоторудных участков по структурным зонам рудного поля (% от общего их количества)

Относительный масштаб участка	Структурная зона		
	внутренняя	промежуточная	внешняя
Крупный	3,6	-	-
Средний	10,7	14,2	-
Мелкий	-	53,6	17,9

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аверин Ю. А., Овечкин В. В., Швецов А. Д. и др. Геология Кокпатаасского рудного поля. В кн. "Рудные формации и основные черты металлогении золота в Узбекистане". Ташкент, "Фан" УзССР, 1969.

2. Ахмеджанов М. А., Борисов О. М., Фузайлов И. А. Геологическое строение и состав палеозойского фундамента Узбекистана, т. I, Ташкент, "Фан" УзССР, 1967.

3. Королев В. А., Шефتمان П. А., Акбаров Х. А. Типы рудных полей Средней Азии. Сб. материалов совещ. по пробл. тектоники. М. "Наука", 1964.

4. Королев В. А., Фатхуллаев Ш. Д. Рудные поля в клиновидных структурах - самостоятельный структурный тип. В сб. "Принципы и методика составления металлогенических и прогнозных карт рудных полей и районов". М., "Недра", 1973.

5. Некрасов Е. М. Структурные типы золоторудных мес-

торожений, залегающих в различно деформированных песчано-сланцевых толщах. "Изв. АН СССР", сер. геол., 1973, № 2.

6. Ф а в о р с к а я М. А., Томсон И. Н. и др. Связь магматизма и эндогенной минерализации с блоковой тектоникой. М., "Недра", 1969.

7. Ш в е ц о в А. Д. Структурные особенности Кокпатаасского рудного поля. В сб. "Геология, методика и техника разведки минерального сырья". Ташкент, изд. САИГИМСа, 1972.

8. Ш е р С. Д., С к л я р о в В. М. Условия образования и локализации месторождений типа Мурунтау. В кн. "Основные проблемы металлогении Тянь-Шаня". Фрунзе "Илим", 1971.

УДК 553.3.064.078 (575)

Н. П. Холопов, А. Тунгушев

ГЕОЛОГОСТРУКТУРНЫЕ ФАКТОРЫ РУДОНОСНОСТИ МЕТАСОМАТИТОВ ЧАДАССКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Проблема изучения метасоматитов вулканогенных месторождений имеет теоретическое и практическое значение, так как с ними в той или иной мере связаны концентрации многих полезных компонентов и золота.

По опыту детального количественного прогнозирования рудных площадей (2, 9, 10, 20, 21) из большинства факторов рудоносности метасоматитов к главным можно отнести тектонико-магматический, структурный, литологический, петрологический и геохимический. Одни из них имеют региональное значение, определяя образование метасоматитов в широком геологическом плане, другие - рудоконтролирующее и рудо локализирующее.

Тектонико-магматический и структурный факторы позволяют рассматривать метасома-

титы в историко-геологическом развитии в тесной связи с магматизмом, тектоникой и метаморфизмом. Исходя из представлений об эволюционном развитии послемагматических процессов, все метасоматиты Чадакского рудного поля подразделены на три возрастные группы: среднепалеозойскую, средний карбон - нижнепермскую и верхнепермскую.

В первую объединены продукты процессов магматической и ранней послемагматической стадий: автометаморфизованные породы, контактовые роговики, магнезиальные скарны и скарново-магнетитовое оруденение. С кислотной стадией связано образование пропилитов и вторичных кварцитов.

Вторая возрастная группа (средний карбон - нижнепермская) объединяет скарны с шеелитовой минерализацией, послескарновые метасоматиты с полиметаллическим оруденением. В кислотную стадию возникали пропилиты, площадные кварцево-серицитовые породы, вторичные кварциты, золотоносные, кварцевые, кварцево-кальшпатовые, кварцево-карбонатные и другие жилы.

Метасоматиты третьей группы характеризуются некоторым повторением эволюции щелочности-кислотности растворов, присущей предыдущим циклам. В ней выделены автометаморфизованные породы, роговики, пропилиты, вторичные кварциты (субвулканическая фация Грейзенов), кварцево-серицитовые, кварцево-кальшпатовые метасоматиты, кварцевые, кварцево-гематитовые, кварцево-хлоритовые, кварцево-флюоритовые, кварцево-баритовые и др. С верхнепермской группой связаны редкометалльная и золотая минерализации.

Тектоно-магматический фактор, в сочетании со структурным, проявился также в контролирующем влиянии длительно развивающихся вулканоплутонических структур на характер размещения метасоматитов и их металлогеническую специализацию. Ю. А. Авериним выде-

лены структуры: Пирмирабский вулcano-плутонический центр, Джулайсайский палеовулкан, являющийся фрагментом Камчикского палеовулканического центра и Южный многофазный интрузив субвулканической фации.

Размещение пропилитов, кварцево-карбонат-серицитовых метасоматитов и скарнов средний карбон-нижнепермского возраста определяется их строгой приуроченностью к Пирмирабскому центру, верхнепермских - преимущественно к Джулайсайскому. Верхнепермские роговики и вторичные кварциты грейзеновой фации пространственно и генетически связаны с Южным центром.

Структурная обстановка контролирует пути движения гидротермальных растворов. Направленность их развития предопределяется глубинными тектоническими условиями: первично-блоковыми структурами фундамента, размещением глубинных разломов и формированием основных типов структур (I, II).

Скарны развиты преимущественно в восточной части рудного поля в пределах Пирмирабского магматического центра. Их геологическая позиция определяется приуроченностью к осевой части Чадакской антиклинали, к зоне контакта гранитоидов карамазарского и гущайского типов с вулканогенными породами.

Тела скарнов линзовидной и жилкообразной формы сложены в основном волластонитом и андрадитом. В подчиненных количествах отмечается гроссулар, везувиан, геденбергит, диопсид, а из рудных - магнетит, гематит и шеелит. Строение их зональное: в верхних горизонтах скарновых тел преобладает волластонит, на глубине - гранат. Кроме того установлено, что для южной части тел восточной рамки рудного поля и западных зон проявления скарнов более характерным минералом является волластонит, для северных - андрадит. Чем интенсивнее проявляется процесс и ближе к путям циркуляции растворов

расположено скарновое тело, тем железистее скарновые минералы. Этим объясняется более широкое развитие гранатовых скарнов на глубине и в северной части зон, волластонитовых в поверхностной и южной частях зон (6,8).

Учитывая особенности распределения скарновых минералов (граната и волластонита) и пути циркуляции растворов, можно отметить центральный и фланговый типы скарновых фаций. К первому относится гранатовый, ко второму - волластонитовый. Их положение указывает на величины химических потенциалов железа, магния и других элементов в различных зонах циркуляции послемагматических растворов и отражает температурные условия, при которых происходило скарнообразование. С телами скарнов связана шеелитовая минерализация.

Послескарновые метасоматиты устанавливаются в зонах инфильтрационного метасоматоза. Они представляют собой тела жилобразной и неправильной формы, пространственно совмещенные с зоной скарнов и развивающиеся по ним. Среди них выделены магнетитовые руды, тремолит-актинолитовые, ортоклазовые, хлоритовые, кварцево-кальцит-эпидотовые и кварцево-гематитовые породы.

Площади пропилитизации пространственно совмещены с вулканическими центрами: средний карбон-нижнепермские - с Пирмирабским, верхнепермские - с Джулайсайским. Наиболее интенсивно пропилитизация проявлена в зонах повышенной проницаемости - в трещинно-решетчатых структурах, длительность формирования которых способствовала проникновению потоков послемагматических растворов и интенсивной проработки вулканитов.

В целом пропилитизации проявлена на всей площади рудного поля, но выделяются поля с различными температурными градиентами,

для которых устанавливается неодинаковая степень ее проявления и различные парагенезисы новообразований. Для околожерловых и субвулканических фаций характерны альбит-актинолит-эпидотовые, альбит-эпидотовые и скаполит-эпидотовые пропилиты. По покровным фациям вулканитов преимущественно развиваются хлорит-карбонатные изменения.

Большой набор фаций пропилитов в Чадакском рудном поле свидетельствует о том, что послемагматический процесс протекал в различных по глубинности зонах в широких интервалах температур и отражал гипабиссальные, субвулканические и приповерхностные условия минералообразования.

Формирование локальных околорудно измененных пород связано с дальнейшей эволюцией тектоно-магматических процессов, характеризующихся увеличением жесткости среды, развитием протяженных разломов и уменьшением глубинности минералообразования (3). Контуры площадей их развития секут метасоматиты (пропилиты, кварцево-карбонат-серицитовые метасоматиты, вторичные кварциты и др.) и подчинены разрывным нарушениям северо-западного, меридионального, северо-восточного и реже широтного направлений.

Околожильно измененные породы образуют внешнюю кайму рудных зон, насыщенных рудоносными жилами различного состава, в то время как пропилиты в целом повторяют очертания рудного поля. Промежуточное положение занимает локальные пропилиты, являющиеся продуктом наложения процессов этапа формирования жильных выщелочений в околожильно измененных породах (19). Формирование однотипных околожильных метасоматитов происходило многократно на различных этапах развития рудного поля в результате разновременных проявлений послемагматической деятельности. Многоэтапность развития рудоконтролирующих структур Чадакского рудного

поля отразилась на особенностях размещения минерализации и выразилась в контрастном развитии околорудных метасоматитов и оруденения, а также в их омоложении. Например, в зоне Пирмирабского разлома с юга на север на кварцево-ортоклазовую и другие древние минеральные ассоциации устанавливается наложение более молодой кварцево-адуляровой минерализации, а на последнюю, в свою очередь, накладывается кварцево-флюоритовая. В зоне Джулайсайского разлома в этом направлении развиваются поздние кварцево-хлоритовые, кварцево-серицитовые, кварцево-барит-флюоритовые и другие новообразования.

Околорудно измененным породам сопутствует рудная минерализация. С двумя возрастными группами — кварцево-калишпатовых и кварцево-серицитовых метасоматитов связаны две генерации золота. Ранняя из них тяготеет к Пирмирабскому, поздняя — Джулайсайскому центрам. Кроме того, отмечается золотая минерализация, пространственно ассоциирующаяся с послескарновыми метасоматитами, и, возможно, представляющая золото-сульфидный тип оруденения.

На Пирмирабском центре шеллит связан с телами скарнов карбон-нижнепермского возраста, а на участке Южный — с метасоматитами, развитыми в экзоконтакте гранитоидного интрузива. Здесь он связан с вторичными кварцитами грейзеновой фации.

Выявляются также две разновозрастные генерации флюорита. Наиболее ранняя из них в ассоциации с галенитом и сфалеритом образуется в Джулайсайской минерализованной зоне в кварцево-флюорит-полиметаллическую стадию вслед за пирит-кварц-серицитовой (I3, I4). Поздняя генерация флюорита зафиксирована в восточной части Пирмирабского и в пределах Южного магматического центра на продолжении Джулайсайского разлома в его оперениях, где се-чет, золотоносные кварцевые жилы, гематитовую минерализацию и

молодые пермо-триасовые диабазовые дайки.

Различные характер и интенсивность гидротермальной деятельности в Чадакском рудном поле отразились на неодинаковой специализации каждого магматического центра: для Пирмирабского характерна специализация на золото, свинец, цинк; Южного - на олово, вольфрам, висмут; Джулайсайского - на кобальт, никель, титан, свинец.

Связь выделенных распространенных и локальных метасоматитов с центрами магматизма видна менее отчетливо, так как однотипные метасоматиты различного возраста по минеральным ассоциациям резких отличий не обнаруживают. Физико-химические особенности сходства разновозрастных метасоматитов Чадакского рудного поля обусловлены тем, что при полиасцендентном развитии послемагматического процесса каждый последующий гидротермальный период (цикл) характеризуется некоторым повторением эволюции щелочно-кислотности растворов, присущим предыдущим циклам (6,8).

В деталях однотипных разновозрастных метасоматитов улавливаются различия. Например, отличительной чертой карбон-нижепермских метасоматитов Пирмирабского центра является развитие инфльтрационных скарнов в зоне экзоконтакта гранитоидного массива. Для Пирмирабского и Джулайсайского центров характерны сольфаторно-фумарольные кварцево-серицитовые и кварцево-каолинит-гидроглистистые вторичные кварциты, в то время как на Южном вторичные кварциты с кварцем, мусковитом и турмалином представляют собой субвулканические аналоги грейзенов (6,8).

Для разновозрастных пропилитов характерны как общие, так и отличительные черты. Наличие в них субвулканических и приповерхностных фаций свидетельствует о том, что послемагматические процессы протекали в различных зонах глубинности, в широких интервалах температур, при неодинаковых физико-химических условиях.

В отличие от Пирмирабского центра, среднетемпературные эпидот-хлоритовые пропилиты в Джулайсайском характеризуются иным сочетанием минеральных парагенезисов и характером процесса преобразования вулканитов.

В более глубинных условиях эпидот развивается большей частью только по плагиоклазу, в то время как темноцветный минерал замещается хлоритом с выделением рудного. В менее глубинных условиях плагиоклаз сохраняет свой прежний облик и основной состав, а темноцветный минерал существенно хлоритизируется. С увеличением глубинности он замещается не эпидотом и альбитом, как в аналогичных пропилитах Пирмирабского центра, а сканолитом или сосситритом. На процесс хлоритизации накладывается карбонатизация, выделившийся при этом рудный минерал диссоциируется, значительно уменьшаясь в количестве.

Относительная свежесть плагиоклаза при существенном изменении темноцветного минерала в породах малых глубин, по мнению Д. С. Коржинского, является характерным признаком пропилитизации более молодых вулканитов. Подтверждением служит Чадакское рудное поле: Пирмирабский центр характеризуется преимущественным развитием пропилитов C_3-R_1 , Джулайсайский - пропилитами R_2 . Другой отличительной чертой является широкое развитие низкотемпературных хлорит-карбонатных пропилитов в Джулайсайском и меньшее в Пирмирабском магматических центрах.

Л и т о л о г и ч е с к и й ф а к т о р обуславливает особенности продуктивных на золото процессов метасоматоза в связи с различиями состава вмещающих пород, физико-механических и других свойств. Золотому оруденению Чадакского рудного поля сопутствуют процессы ортоклазизации, адуляризации, серицитизации, окварцевания, пиритизации и в меньшей мере хлоритизации.

Из-за высокой осаждающей способности минералов, участки, где распространены подобные новообразования, могут избирательно замещаться минералами золотоносной ассоциации (I2, I6).

Д.С.Коржинский (7), В.А.Жариков (5) и другие ученые описали случаи зависимости возникновения ортоклазовых фаций пропилитов от состава вмещающих пород. Образуются они по кислым изверженным породам, а альбитовая фация пропилитов — по породам среднего состава. В.Л.Русинов (19) указывает на примеры, когда адуляровые пропилиты развиваются по андезитам. Подобные минеральные ассоциации пропилитов, по его мнению, определяются не составом вмещающих пород, а активностью Na_2O и K_2O и кислотностью среды. В.Л.Русинов считает, что высокий уровень активности K_2O в гидротермальных растворах поддерживается за счет мощного привноса глубинными потоками, что приводит к интенсивному развитию калиевого или кремний-калиевого метасоматоза во всем регионе.

В Чадакском рудном поле, как и в Кураминском районе, вулканоплутонические формации характеризуются высоким отношением $\text{K}_2\text{O}:\text{Na}_2\text{O}$. Широко развит во всех гидротермальных процессах калиево-кремниевый метасоматоз. Ортоклазизация и адуляризация здесь проявляются локально и пространственно тяготеют к зонам нарушений.

Подтверждением точки зрения Д.С.Коржинского и В.А.Жарикова служат участки, где рудоносные жилы на всем протяжении секут различные по составу породы. В местах пересечения ими кварцевых порфиров, фельзит-порфиров, лавобрекчий, туфобрекчий и туфов кислого состава околожильная зона характеризуется широким развитием кварцево-кальциевых новообразований. При переходе жилы в диоритовые и андезитовые порфириты минеральные ассоциации околожильных пород становятся бескальциевыми, но в тех участках кварцевых жил, где они пересекают породы среднего состава, пропр-

ванные дайками кварцевых порфиров или гранит-порфиров, калиевый полевой шпат развивается по обеим разностям пород.

Кварц и серицит преимущественно являются компонентами кварцево-карбонат-серицитовых метасоматитов и вторичных кварцитов, развитых по кислым вулканитам. Они широко распространены в околожилных зонах и в локальных пропилитах, возникших в результате гидротермального изменения пропилитов вдоль контакта минерализованных зон (19).

Зоны интенсивной серицитизации являются благоприятной средой для развития адуляризации и рудного минералообразования (12, 16). Поэтому серицит следует рассматривать как индикатор золотого оруденения. Хлорит в околорудно измененных породах кислого состава весьма редкий минерал. В заметных количествах он устанавливается в околожилных зонах, с внешней стороны контактирующих с пропилитами эпидот-хлоритовой и альбит-хлоритовой фаций. Пирит является важным минералом-концентратором золота, иногда он образует зоны обогащения в околорудно измененных породах. Содержание золота в пирите разных генераций неодинаковое: оно закономерно растет от пирита в пропилитах к пириту околорудно измененных пород и достигает максимума в пиритах рудных тел.

На состав жильных выполнений влияет вмещающая среда. На южном и крайнем восточном флангах рудного поля золотоносные жилы размещены в породах кислого состава - гранит-порфирах, кварцевых порфирах, их туфах, туфо- и лавобрекчиях. По ним развиты кварцево-карбонат-серицитовые метасоматиты и вторичные кварциты; околорудные изменения выразились в серицитизации, гидрослюдизации, окварцевании, адуляризации, пиритизации. Рудоносные жилы здесь сложены кварцем, кальцитом, серицитом и нередко адуляром.

На северном продолжении минерализованной зоны золотоносные жилы размещаются в андезитовых порфиритах, преобразованных в актинолит-эпидотовые, эпидот-хлоритовые пропилиты. В полосе околожилных изменений устанавливаются кварц, анкерит, кальцит, хлорит, реже серицит, из рудных присутствуют гематит и пирит. Жильные выполнения сложены кварцем, анкеритом, кальцитом, тунингитом, гематитом, пиритом и другими минералами.

Петролого-минералогические факторы влияют на степень концентрации золота площадных, локальных метасоматитов и жильных выполнений. Результаты исследований показали, что широко развитые в Чадакском рудном поле метасоматиты не всегда рудоносны или сопутствуют оруденению (К.А. Аверин, Н.Л. Хлопов и др., 1974г.). Рудные залежи образуются только при благоприятной структурной обстановке и, наоборот, благоприятные структуры без проявления других факторов также оказываются безрудными.

Важно знать также особенности состава гидротермально измененных пород, их пространственное положение по отношению к минерализованным тектоническим зонам. Учитывая полиасцендентный характер развития гидротермальных процессов в Чадакском рудном поле, следует строго дифференцировать влияние однотипных разновозрастных метасоматитов на размещение рудных тел, так как степень их рудоносности характеризуется неодинаковыми качественными и количественными величинами.

Наличие пропилитов и кварцево-карбонат-серицитовых метасоматитов указывает на очаги разгрузки гидротермальных растворов. Масштабы их распространения положительно характеризуют потенциальную рудоносность Чадакского рудного поля и создают общий фон для надкларковых содержаний золота. Однако не все выделенные фации пропилитов и кварцево-карбонат-серицитовых метасоматитов

содержат золото в одинаковых количествах. Содержание золота зависит от состава и возраста метасоматитов, их близости к определенным минерализованным рудоносным жилам. Альбит-актинолит-эпидотовая фация пропилитов характеризуется устойчивым относительно высоким средним содержанием золота: в зоне Пирмирабского разлома - 0,5 г/т, Джулайсайского - 0,18 и разлома 18 - 0,14 г/т. В альбит-эпидот-хлоритовой фации его концентрация непостоянна и колеблется от 0,001 до 0,5 г/т, при среднем 0,028. В эпидот-хлоритовых пропилитах содержание золота колеблется в пределах 0,07-0,7 г/т. В альбит-хлорит-серицитовых разностях количество золота заметно падает (0,001-0,48 г/т), внешняя часть хлорит-серицит-карбонатной зоны характеризуется низкими величинами (0,001-0,05 г/т), а во внутренней части содержание его заметно повышается.

Анализ данных золотоносности метасоматитов в зонах различно ориентированных разломов показывает, что повышение или понижение содержания золота зависит от металлогенической специализации разломов разного времени заложения (I).

Среднее содержание золота в околожильно измененных породах выше, чем в пропилитах, на контакте с рудными телами оно нередко достигает промышленных концентраций. Как и для площадных метасоматитов, для них также характерна дисперсия в распределении содержания золота. Среднее его содержание в большей части ореола околорудно измененных пород несколько выше, чем в пропилитах. Замечено, что в зонах, расположенных в 2-3 м от рудоносных жил, количество золота резко понижается, а в непосредственном контакте с жилами вновь наблюдаются высокие его концентрации. Чередование участков с пониженным и повышенным содержаниями золота вызвано неодинаковым характером и разной интенсивностью гидротермального метаморфизма по мере приближения к золотоносным

жилам. В одних участках физико-химическая обстановка способствовала интенсивному выщелачиванию рудных элементов (вынос элементов преобладал над привнесом), в других - создавала условия для их осаждения (17, 18, 22).

При анализе условий размещения оруденения важно выяснить зависимость концентраций золота от состава и возраста вмещающих пород, подвергшихся гидротермальному метаморфизму. Устанавливается, что метасоматиты, развитые по кварцевым порфирам, фельзит-порфирам и сиенит-диоритовым порфиритам C_3 , наиболее благоприятны для размещения золотого оруденения.

Следует указать на присутствие золота в зонах развития послескарновых метасоматитов актинолит-кварц-ортоклазового состава с вкрапленностью сульфидов, представленных галенитом I, сфалеритом I, халькопиритом I, гематитом I, реже висмутином, тетрадимитом, висмутом самородным и молибденом (13, 14). Это, возможно, свидетельствует о наличии в Чадакском рудном поле золото-сульфидного прожилково-вкрапленного типа оруденения, часто возникающего в гранат-пироксеновых скарнах и тремолит-хлоритовых метасоматитах. Корреляционным анализом выявлена зависимость содержаний золота от интенсивности скарнирования и последующих окварцевания, эпидотизации и серицитизации.

Геохимические факторы рудолокализации отражают особенности распределения индикаторных рудных элементов в вертикальной колонке метасоматитов (15). Анализ информативности рудных элементов на золото в эндогенных ореолах показывает (Ю. А. Аверин и др., 1974 г.), что в числе таких элементов выделяются серебро, медь, свинец, сурьма, мышьяк. Для надрудных ореолов гидротермально измененных пород характерны сурьма и медь, а для подрудных - висмут и вольфрам. Рудные те-

ла фиксируются повышенным содержанием серебра, мышьяка и свинца. Надежным признаком, указывающим на наличие золота в жильных телах, является увеличение содержания золота в ореоле гидротермально измененных пород в направлении от метасоматитов к околорудно измененным породам.

Важным оценочным критерием рудоносности является определение эрозионного среза месторождения по характеру вертикальной зональности метасоматитов. Так, на западном фланге рудного поля вертикальную метасоматическую колонку венчают кварцево-каолинит-гидрослюдистые кварциты, на северо-западном и юго-восточном — более глубинная кварцево-серицитовая их фация. Это указывает на больший эрозионный срез последних участков, по сравнению с первым. Известны участки, где эрозионный срез доходит до эпидот-хлоритовых пропилитов, свидетельствующих о прикорневых частях включенных в них рудных тел.

Проведенная статистическая обработка материалов, характеризующих золотоносность проб различных гипсометрических уровней, выявляет три четких участка с различным распределением золота и его элементов-спутников (свинца, мышьяка, меди, сурьмы, вольфрама и висмута).

Глубина эрозионного среза устанавливается по структурно-морфологическим особенностям рудных тел, размещенных в метасоматитах. Рудные тела, залегающие в пропилитах жерловой и субвулканической фаций, имеют сложную форму. На значительном эрозионном срезе (в пределах субвулканических фаций глубинности) золотоносные жилы имеют обычно простую форму (центральная часть рудного поля). В гидрослюдисто-карбонат-серицитовых метасоматитах характеризующих средний уровень эрозионного среза, большей частью развиты жильные и жильно-штокверковые зоны (южный фланг рудного

поля). Наконец, во вторичных кварцево-каолинит-серицитовых кварцитах рудные тела представлены прожилково-метасоматическими залежами (4).

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверин Ю. А., Азим В. Н., Волейшо С. О. и др. Чадакское рудное поле. В кн. "Рудные поля Карамазара" т. П, Душанбе, "Ирфон", 1972.

2. Аверин Ю. А. Критерии глубинного прогнозирования в месторождениях жильного типа. М., "Недра", 1973.

3. Багдасаров Э. А., Василевский М. М., Казацин Ю. В. и др. Метасоматизм и его место в истории геологического развития земной коры. В кн. "Проблемы метасоматизма", М., "Недра", 1970.

4. Еремин Р. А. Гидротермальный метаморфизм и оруденение Арманской вулканоструктуры. Новосибирск, СО АН СССР, "Наука", 1974.

5. Харионов В. А. Геология и метасоматические явления скарново-полиметаллических месторождений Западного Карамазара. М., Изд-во АН СССР, 1959.

6. Харионов В. А., Омельяненко Б. И. Некоторые проблемы изучения изменения вмещающих пород в связи с металлогеническими исследованиями. В кн. "Изучение закономерностей размещения минерализации при металлогенических исследованиях рудных районов". М., "Недра", 1965.

7. Хоржинский Д. С. Петрология Турьинских скарновых месторождений меди. М., Изд-во АН СССР, 1948.

8. Хоржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов. В кн. "Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях". М., Изд-во АН СССР, 1955.

9. Королев А. В., Шехтман П. А. Структурные условия размещения послемагматических руд. М., "Недра", 1965.

УДК 553.064.3.078(575)

Л. С. Судинский, Л. М. Крикунова, В. Д. Отроченко

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКИЕ И ФОРМАЦИОННО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СКАРНОВ КАРАТЮБИНСКОГО РАЙОНА

Описываемый район является фрагментом многоэпиклиальной раннегерцинской Зарабулак-Каратюбинской структурно-формационной зоны Дунного Тянь-Шаня. В геотектоническом отношении горы Каратюбе относятся к внутренним геосинклинальным поднятиям (3).

Своеобразие геологического строения района заключается в широком развитии продуктов сиалического интрузивного магматизма гранитоидно-каллезно-натриевого петрохимического типа (диоритовая, гранодиоритовая, гранитовая и аляскитовая формации верхнекарбонново-нижнепермского комплекса). Вмещающими являются породы терригенной, карбонатной формаций, а также сланцы и парагнейсы (силура, силур-девона).

Анализ размещения пятидесяти скарновых полей показывает, что большая часть их приурочена к контактам пород интрузивных и осадочно-метаморфических формаций. Известны также инфильтрационные скарны, развитые по прослоям карбонатных пород в отложениях терригенной формации и кристаллических сланцев.

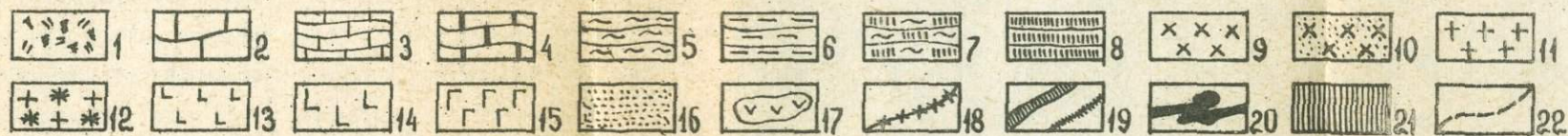
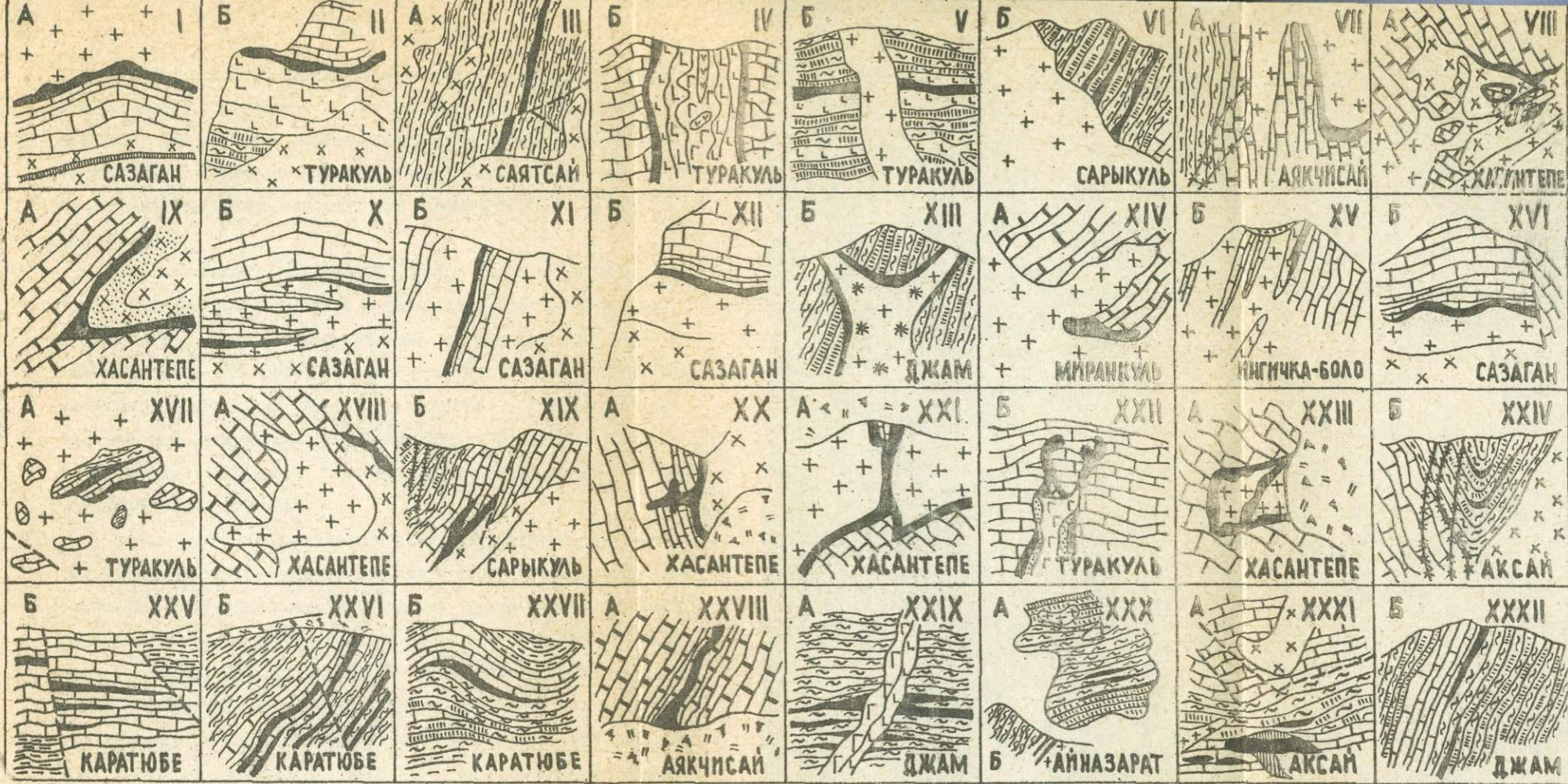
Образование скарнов в районе обусловлено наличием интрузивов и карбонатных пород как исходной среды. Магматические факторы имеют особое значение, поскольку для скарновых проявлений вольфрамита в большинстве случаев характерна тесная пространственная ассоциация с определенными интрузивными фазами (формациями) и их производными. Совместимость вольфрамоидной минерализации и ин-

трузий во времени, одни и те же элементы-примеси в скарнах, рудах и гранитоидах, повышенная вольфрамоносность интрузивов указывают на их генетическую связь. Это обуславливает генетическую связь большинства скарновых полей с гранодиоритовой и гранитовой формациями. Интрузивные массивы, к которым приурочены контактовые скарны, относятся к образованиям умеренных и малых глубин и сформированы преимущественно в средние этапы развития мобильной Зирабулак-Каратюбинской структурно-формационной зоны.

Наряду с широко распространенными (постмагматическими) скарнами, в районе имеются так называемые "ранние" скарны (Туракуль), образующиеся при непосредственном взаимодействии расплава с известняками (2). К ним относятся также скарны, генетически связанные с пегматитами (рисунок, П, IV, V, XXII).

Скарны района по условиям формирования и минеральному составу дифференцированы на магниезиальные и известковые. Нередко оруденение связано с известковыми скарнами, развивающимися с замещением магниезиальных (Сарыкуль, Аксай, Сазаган). В отдельных полях наряду с апомагниезиальными известковыми скарнами распространены метасоматиты собственно известково-скарновой формации (Каратыбе, Терсаксай, Саятсай, Хасантепе и др.). Преимущественно развиты известковые скарны гранат (гроссуляр, андрадит)-везувиянокварц-полевошпатового минерального типа (таблица). Последний характеризует ассоциации, возникающие и локализующиеся по мере эволюции скарнообразующих растворов в структурах более высоких порядков (скарновые, апоскарновые, кварцево-полевошпатовые ассоциации в разломах III порядка, мелких разломах, нарушениях, трещинах и т.д.).

Высокотемпературные метасоматиты известково-скарновой формации, развитые на контакте гранитоидов с вмещающими породами,



Типы рудных тел скарновых полей Каратубинского района

I - наносы; 2 - известняки массивные; 3 - известняки слоистые (плитчатые); 4 - мраморы; 5 - сланцы кварцево-слюдистые; 6 - сланцы кристаллические; 7 - сланцы кремнистые; 8 - кварциты, роговики; 9 - гранодиориты; 10 - гранодиориты измененные; II - граниты; 12 - граниты грейзенизированные; 13 - пегматиты среднезернистые; 14 - пегматиты грубозернистые; 15 - пегматиты блоковые; 16 - аплитовидные зоны; 17 - кварцевые ядра пегматитовых жил; 18 - дайки гранитов; 19 - кварцевые жилы; 20 - скарново-рудные тела; 21 - зоны сульфидной минерализации; 22 - разломы. Контактные рудные тела: I-IV - рудные ленты; V-XII - пластообразные залежи; XIII - ложбинные залежи; XIV - гвезда неправильной формы; XV-XVII - линзовидные тела; XIX-XXII - сложные тела.

Межпластовые и межформационные рудные тела: XXIII - ложбинные залежи; XXIV-XXVI - линзообразные залежи, XXVII - флексуры; XXVIII-XXXII - линзы. Планы и разрезы по материалам К.Л.Бабаева (1959), М.С.Кучуковой (Кучуков и др., 1971), И.Х.Хамрабаева (1958), В.Э.Понурова (Абдуллаев, 1947), И.М.Исамухамедова (Абдуллаев, 1947) и авторов.

представляют собой в основном диффузионные биметасоматические образования, формирующиеся в участках пластических деформаций вмещающих пород, главным образом, известняков. Эти участки нередко осложняются секущими разрывными нарушениями, в результате образуются инфильтрационные межпластовые скарны (рисунок, XXV, XXVI, XXVII и др.).

Апомгнезиальные известковые скарны по своим морфогенетическим особенностям относятся к межпластовым, межформационным. По сравнению с известково-скарновыми проявлениями они более низкотемпературны (5) и локализуются в трещинах отслоения, отрыва и скалывания. В отдельных случаях межпластовые и межформационные тела скарнов размещены в ореоле влияния интрузий, в участках, расположенных недалеко от контакта пород гранитоидных и осадочно-метаморфических формаций.

Важная роль в размещении скарнов принадлежит складчатым и разрывным структурам первого и второго порядков - крыльям антиклиналей, брахиантиклинальным складкам, осложненным разломами; разломам второго-третьего порядка (и их сопряжениям) с оперяющимися трещинами и зонами дробления и т.д. Тектонические нарушения способствовали процессам скарнообразования и в контактовом ореоле, и в удалении от контакта. Они одновременно служили каналами для вольфрамоносных растворов, а иногда местами локализации вольфрамовых руд (Сарыкуль, Джам и др.). В связи с этим, тектонические нарушения, с одной стороны, расширяют ореол скарнообразования, в том числе продуктивной (рудной) части, с другой - подновленные трещины послемагматической стадии могут обусловить, как это показано Л.И. Шавыным (9), развитие известковых скарнов с почти полным замещением магнезиальных (Сарыкуль, Аксай, Каратыбе, Хасантепе и др.).

Рудоносные скарны интенсивно формировались вдоль пологих, лоповидно пониженных поверхностей контакта пород гранитоидных

и осадочно-метаморфических формаций, ослабленных и деформированных в процессе тектонических подвижек. В меньших масштабах они происходили среди пород этих формаций за счет деформированных участков гранитоидов, прослоев известняков в сланцах. Метасоматические процессы в породах кровли усиливались в местах пересечения упомянутых ассоциирующих формаций и участках развития многочисленных минерализованных трещин и мелких разломов (см. таблицу).

Процессам формирования и большей мощности скарновых зон способствовали физико-механические свойства пород. Интенсивность и эффективность метасоматического преобразования вмещающих пород зависят от объема циркулирующих в них растворов. Это обусловлено зернистостью, различными структурно-текстурными особенностями (физико-механической анизотропией) пород, образованием трещин отслоений, слоистости. Особенностью возникающих метасоматитов в таких случаях является зональность по отношению к источнику и направлению движения просачивающихся растворов. Она фиксируется главным образом поперечным расположением зон метасоматической колонки. Для флангов скарнового поля Сазаган зональность имеет следующий вид: гранодиорит-пироксен+плагиоклаз-пироксен+тремолит+гранат-пироксен+кварц-мрамор (известняк).

Приведенная характеристика условий формирования и размещения скарнов Каратдинского рудного района имеет не только прикладное, но и методическое значение, поскольку методы перспективной оценки площадей распространения скарновых полей с оруденением должны учитывать проявление этих факторов в их различных сочетаниях и взаимодействии (4).

Действительно, скарны и оруденение (в данном случае шеелит) являются звеньями единого процесса. Структурному и формационно-литологическому факторам в большей мере принадлежит роль в обра-

зовании продуктивных апоскарновых ассоциаций. Ранние же, собственно скарновые ассоциации формируются под влиянием магматического, тектонического и формационно-литологического факторов.

Оценка формационно-литологических и структурно-тектонических факторов размещения скарнов Каратбинского района

Факторы и позиции шеединосных скарнов	Количество скарновых полей	Относительная оценка позиции по фактору, %
<u>Формационно-литологический</u>		
Терригенная формация (прослой известняков)	5	11,87
Карбонатная формация (известняки и доломитовые известняки):		
крупнозернистые	18	42,94
среднезернистые	7	16,65
мелкозернистые	2	4,71
Формация кристаллических сланцев и парагнейсов (чередование сланцев, роговиков, известняков)	10	23,83
<u>Структурно-тектонический</u>		
Приосевые части антиклинория	5	1,66
Крылья антиклиналей	27	8,49
синклиналей	6	1,98
Брахантиклинальные складки, осложненные разломами	16	5,08
Изгибы и ундуляции осей антиклинальных складок	2	0,74
Замыкание антиклинальных складок	5	1,66

Факторы и позиции шеелитоносных скарнов	Количество скарновых полей	Относительная оценка позиции по фактору, %
Зоны влияния разломов субширотного простираания	23	7,24
Зоны влияния разломов северо-запад - ного простираания	6	1,98
Сопряжение разломов с оцеляющими трещинами и зонами дробления	18	5,69
Надвиги	8	2,59
Системы трещин в контактовом ореоле	27	8,49
Коробленная поверхность интрузивных тел, способствующая деформации кон- тактирующих пород	8	2,59
Сеть трещин в интрузивных породах, маркирующая гидротермальные изме- нения пород	27	8,49
Напряженные зоны основания эрозий- ного выступа известняков	12	3,83
Залегание пород нормальное опрокинутое	31 2	9,73 0,74
Контактная поверхность интрузивных тел с осадочно-метаморфическими по- родами:		
вогнутая внутрь интрузивных тел	6	1,98
вогнутая внутрь вмещающих пород	18	5,69
изгибы	11	3,53
пологий контакт	27	8,49
крутой контакт	6	1,98
Структуры межпластовых отслоений:		
в известняках	18	5,69
в сланцах	5	1,66

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А б д у л л а е в Х. М. Геология шеелитоносных скарнов Средней Азии. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1947.

2. Б а б а е в К. Л. Взаимоотношения пегматитов и скарнов Каратюбе и их генетические особенности. Ташкент, изд. САИГИМСа, вып. I, 1959.

3. Б а б а е в К. Л., Ш м у л е в и ч А. Д., П а л е й Л. В., О т р о щ е н к о В. Д. и др. Металлогеническая карта Тянь-Шаня. В сб. "Закономерности размещения полезных ископаемых", М., "Наука", 1970.

4. К о р о л е в В. А., Ш е х т м а н П. А., А к б а - р о в Х. А. Принципы перспективной оценки эндогенных полиметаллических рудных полей и месторождений. В сб. "Изучение структур рудных полей и методика разведки месторождений Средней Азии". Ташкент, изд. САИГИМСа, 1971.

5. К у ч у к о в а М. С., И с м а и л о в М. И., Д ж а - м а л е т д и н о в Н. К. Скарново-редкометалльные и пегматитовые формации Западного Узбекистана. Ташкент, "Фан" УзССР, 1971.

6. П о п о в В. И. Ядерная теория развития Земли. Ташкент, изд. ТашГУ, 1960.

7. С м и р н о в В. И. Некоторые проблемы металлогении геосинклиналей. "Изв. АН СССР", сер. геол., 1961, № 10.

8. Х а м р а б а е в И. Х. Магматизм и постмагматические процессы в Западном Узбекистане. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1958.

9. Ш а б ы н и н Л. И. Формация магнезиальных скарнов. М., "Наука", 1973.

УДК 553.3.041(084.3):528.942

В. Н. Азин, Е. Э. Мещанинов, А. Н. Пузиков

СОСТАВЛЕНИЕ ДЕТАЛЬНОЙ ПРОГНОЗНОЙ КАРТЫ РУДНОГО
ПОЛЯ С КОМПЛЕКСНЫМ ОРУДЕНЕНИЕМ (Приташкентский
район)

Последние десятилетия характеризуются в геологических исследованиях активным применением количественных методов прогнозирования, в том числе с использованием ЭВМ, многообразие которых свидетельствует об интересе к этому вопросу. При использовании ЭВМ применяются программы эвристического типа "Кора-3", "Образ", "Метод тупиковых тестов", "Перебора" и др., и на основе классических формул теории вероятностей.

Развитие первого направления исходило из предпосылок о неслучайном характере распределения параметров оруденения, независимости геологических признаков и оруденения. Соответственно развивался "эвристический" аппарат анализа геологических материалов. Между тем М. М. Элланский (26) показал, что так называемые "эвристические" программы суть вероятностно-статистические, поскольку задача распознавания образов является статистической, основанной на широком применении метода аналогий" (7, 8). Таким образом, два, казалось бы, различных направления прогнозирования с использованием ЭВМ представляют по существу решение одной задачи, но с различными решающими правилами.

Общие принципы применения количественных методов в геологии, наиболее последовательно и четко сформулированы А. Б. Вистелиусом (8), строившим свои выводы на особенностях

геологических исследований.

1. Геологов интересует неизвестный процесс, развивавшийся во времени, судить о котором можно по результатам его единичного осуществления.

2. Результаты процесса, по которому он восстанавливается, поддаются изучению в редких отдельных пунктах, как правило, не связанных с историей процесса, т.е. наблюдения носят случайный характер.

3. Вся ситуация в целом отличается неопределенностью. При этих условиях специфике исследований в геологии, по А.Б. Вистелиусу, отвечает только одна математическая дисциплина - "теория вероятностей, т.е. теория обращения с величинами, которые носят случайный характер".

Характеризуемое ниже рудное поле и особенности размещения в нем оруденения полностью отвечают изложенным выше условиям применения теории вероятностей (и ее ядра - математической статистики) к крупномасштабному количественному прогнозированию.

Геологическое строение рудного поля освещалось в печати при характеристике особенностей размещения медно-порфирового и молибденового оруденений (1, 3, 5, 12, 13, 15, 18). В его пределах проявлены золото-серебряное и свинцово-цинковое оруденения, площадь развития которых значительно шире. В связи с этим возникла необходимость дополнить геологическую характеристику поля новыми данными по структурным условиям размещения оруденения.

За условные границы рудного поля приняты линии, соединяющие крайние рудносные проявления, характеризующиеся единичными

геолого-тектоническими позициями и особенностями рудообразования. Рудная минерализация сосредоточена в среднекарбонных сиенито-диоритах (70% от общей площади), диоритах (20%) и верхнекарбон-пермских гранодиорит-порфирах (до 10%).

Гранодиорит-порфиры имеют штокообразную форму и прорывают породы рудного поля. Кроме того, на отдельных участках поля сохранились останцы нижедевонских осадочных и эффузивных пород (рис. I), которые различаются по химическому составу, тектоническим свойствам, показателям хрупкости-пластичности (I6) и проницаемости.

Особенности химического состава и механических свойств проявляются различно в способности пород к гидротермальным преобразованиям (I4). В породах развиты вторичные изменения: окварцевание, серицитизация, хлоритизация, биотитизация, ортоклазизация и др., наблюдаемые в разнообразных сочетаниях (от 4 - в диоритах, до 10 - в сиенито-диоритах). Все они четко различаются макроскопически.

Относительно штока гранодиорит-порфиров гидротермальные изменения, представленные фациями пропилитов, распределены зонально (6). Верхние части штока сложены кварцевыми метасоматитами (вторичными кварцитами; 20), нижние горизонты представлены кварцево-ортоклазовыми новообразованиями внутренних зон. К северо-востоку и юго-западу от него наблюдаются кварцево-серицитовые изменения первой и кварцево-серицит-биотит-хлоритовые второй промежуточных зон. Внешняя - альбит-эпидот-карбонат-хлоритовая зона проявлена на флангах рудного поля. Вдоль разломов минералы внутренних зон распространяются во внешнюю и промежуточные (см. рис. I). Минералы внешней зоны отлагаются также во

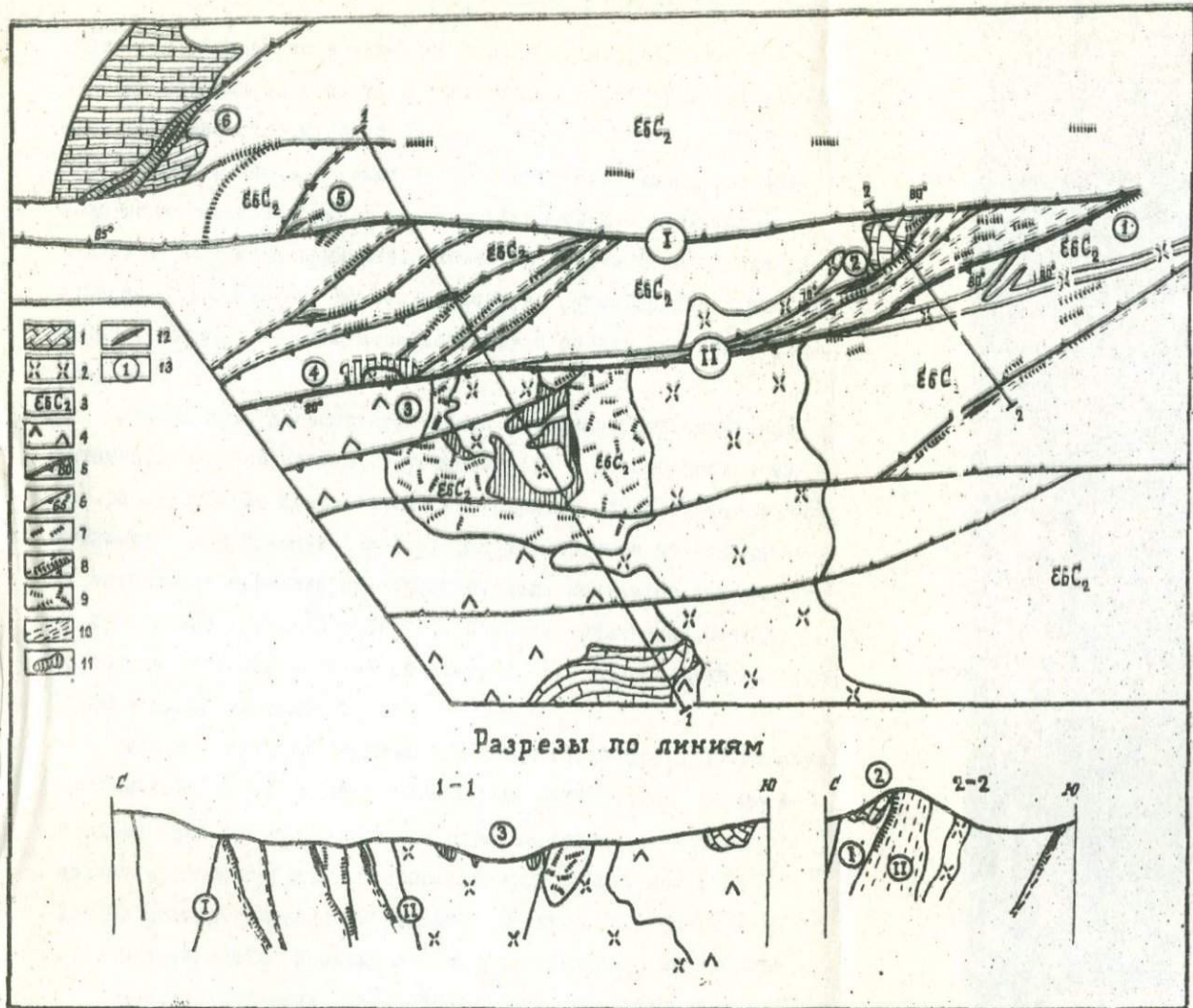


Рис.1. Схематическая геологоструктурная карта рудного поля с комплексным оруденением
(по Б.Н.Азину, Е.В.Мещанинову, А.Н.Пузикову; 1970):

I - известняки D_2-Z ; 2 - гранодиорит-порфиры C_3-P ; 3 - сиенито-диориты C_2 ; 4 - диориты C_2 .
Разломы: 5 - крупные, их номера; 6 - мелкие; 7 - ориентированная минерализованная трещиноватость; 8 - кварцевые жилы; 9 - штокверковое окварцевание; 10 - внутренние фации пропититов;
II - "вторичные кварциты"; 12 - рудные тела; 13 - номера рудопоявлений и месторождений.

внутренних. Каждая зона характеризуется индивидуальными значениями средних содержаний рудных элементов, которые размещаются зонально относительно штока.

В рудном процессе выделено 5 этапов: предрудный, вольфрамово-медно-молибденовый с золотом, свинцово-цинковый, золоторудный и редкометальный, разделяемые на стадии. Золотая минерализация откладывалась во всех этапах, но существенные концентрации относятся к медно-молибденовому и собственно золоторудному (5).

Рудное поле пересекается тремя крупными разломами: субширотными, северо-западными (глубинными; I3) и северо-восточными (см. рис. I). Первые представлены многократно обновлявшимися линейными нарушениями I и II, вторые маркируются штокообразными интрузиями гранодиорит-порфиров, вдоль контактов которых сосредоточено медно-порфировое с золотом оруденение. Северо-восточные нарушения (линейные зоны) нередко сопровождаются рудосными жильными телами.

Разлом I является важным элементом структуры рудного поля. В альпийскую эпоху по нему происходили перемещения со значительным сдвигом против часовой стрелки. Вторым по значимости является взбросо-сдвиг II, сопрягающийся с разломом I на восточном фланге. Направление разлома меняется от субширотного в центральной части площади до северо-восточного на востоке.

Мелкие нарушения северо-восточного, субширотного и северо-западного направлений оперяют указанные разломы по падению и простиранию. По длительности формирования большинство разломов относится к долгоживущим.

Золото-серебряное и свинцово-цинковое оруденения локализу-

ются в форме жильных и прожилково-вкрапленных тел. Жильные тела контролируются трещинами сложно-ветвистого (рис. I, № 1, 2) и одиночного (рис. I № 5, 6) оперений разломов I и II и значительно удалены от контакта штока. Прожилково-вкрапленное (шокверковое) тело локализуется вдоль северо-западного контакта штока гранодиорит-порфиров (рис. I, № 3, 4) и в отдельных тектонических блоках пород. Интенсивность оруденения зависит от формы блока, состава слагающих пород и характера тектонических деформаций. Максимальная концентрация отмечена в зауженных местах клиновидных блоков. Медная минерализация представлена медно-порфировыми с молибденом рудами, локализованными вдоль контакта гранодиорит-порфиров.

Таким образом, геологическое строение рудного поля отличается большой сложностью. Основные условия неопределенности строения и особенностей размещения руд создают совмещение вдоль контакта штока гранодиорит-порфиров фаций пропилитов и стадий минералообразования. На удалении от штока геологическое строение более простое, хотя геолого-тектонические условия рудоотложения на всей площади относительно однородны.

Методические основы крупномасштабного прогнозирования изложены в ряде работ (2, II, 25). Особенности геологического строения рудного поля определяют специфику подготовки информации к прогнозированию и построению прогнозных карт.

Прогнозирование в геологии основывается на создании различных моделей объекта. Наиболее общей, применительно к рудному полю, явилась охарактеризованная выше геологоструктурная карта (см. рис. I). Кроме того, необходима пространственно-геометрическая модель закономерностей размещения оруденения, которая имеет

форму проекций геологических признаков в изолиниях, графиков зависимостей, таблиц и рисунков, характеризующих связь между факторами и оруденением. Завершающей моделью является прогнозная карта - теоретическая модель размещения оруденения.

Составлению моделей предшествует сбор и обработка первичной информации, проводимые с учетом требований простоты, закономерности, непрерывности, необходимые при построении гипотез или теорий (I6). Так, при подготовке материалов к составлению геологоструктурной карты, наряду с качественной информацией (состав и возраст пород, тип разломов и др.) были отражены в интервальных оценках (баллах) интенсивность гидротермальных изменений, частота и мощность минерализованных трещин, интенсивность вкрапленной рудной минерализации и др. Все признаки оценивались по различным шкалам (I7) и заносились в унифицированные перфокарты ручного обращения, а затем в промежуточные геологические документы - крупномасштабные планы, разрезы, сводные зарисовки, таблицы, с помощью которых составлялась сводная карта рудного поля - модель объекта.

Модель закономерностей размещения оруденения основывалась на анализе связи элементов геологической неоднородности рудного поля (предполагаемыми факторами рудостолжения) с оруденением. В основу были положены первичные полевые геологические наблюдения, перенесенные на 80-колонковые машинные перфокарты, промежуточные геологические выгоды, полученные в результате анализа геологоструктурной карты, данные детальных геологоразведочных работ и тематических исследований по минералогии, геохимии и околорудным изменениям пород.

Известно (22), что единичные наблюдения лишены критерия

подтверждаемости и приобретает характер научного факта только после усреднения и оценки их статистической вероятности. В геологии (23) и других науках (10) метод усреднения и сравнения средних значений по интервалам удаленности исследуемого фактора получил широкое развитие. Так, закономерное изменение средних содержаний относительно значений анализируемого признака выявляет связь между ними. Исследованиями по рудному полю установлено, что для отложения прожилково-вкрапленных золотых руд благоприятны сиенито-диориты и "кварциты".

Большинство пород рудного поля подвергалось гидротермальным изменениям. На основании изучения продуктивности различных типов изменений, особенностей их проявлений и благоприятности сочетаний выявлено следующее.

1. Связь золотого и сульфидного оруденения с околорудными изменениями пород сложная. Она зависит от интенсивности гидротермального процесса и состава исходных вмещающих пород.

2. В каждом типе пород для различной минерализации (золота, меди, молибдена, серебра, свинца и др.) наиболее благоприятны свои комплексы изменений. В комплексах вторичных минералов интенсивность проявления одного вызывает возрастание концентраций рудных элементов, другого — уменьшение их. При этом рудные элементы ведут себя по-разному: содержание одних возрастает, других — уменьшается.

3. В локализации золота и меди наиболее благоприятны полиминеральные комплексы, состоящие из четырех-пяти вторичных минералов при умеренной (до 50% от объема замещенной породы) и слабой (до 30%) интенсивности каждого. Интенсивные изменения (более 50%) в целом неблагоприятны для оруденения, за исключени-

ем сильного окварцевания в сиенито-диоритах, к которым приурочены максимальные содержания золота и серебра.

Структурно-тектонические факторы по разному контролируют особенности размещения оруденения. Для оценки влияния нарушений на интенсивность прожилково-вкрапленного оруденения, проведено изучение северо-восточных и субширотных разломов путем группировки результатов опробования по интервалам удаленности и расчета (с помощью вычислительных машин) средних содержаний, дисперсий, коэффициентов вариации и сравнения этих статистик между собой.

Форма кривых изменения среднего содержания относительно висячего и лежащего боков тектонических нарушений отражает их связь с оруденением (19,25). Установлено 5 типов кривых с различным характером изменения показателей минерализации по мере удаления от них. Наиболее выразительна кривая по разлому П: в лежащем боку содержание золота снижается по мере удаления от него, в висячем - вначале понижается, затем повышается.

Различие форм кривых в висячем и лежащем боках разлома П объясняется неодинаковым геологическим строением блоков: со стороны висячего бока рудовмещающими являются сиенито-диориты и гранодиорит-порфиры (приблизительно в равных соотношениях); в лежащем боку рудовмещающий в основном сиенито-диорит.

Анализ изменения средних содержаний и запасов полезных компонентов в жильных телах в зависимости от рудоконтролирующих факторов выполнялся аналогично описанному по прожилково-вкрапленным рудам. Для расчетов вся информация по рудным телам передана на 80-клонковые машинные перфокарты. В качестве зависимых переменных приняты структурно-морфологические типы

тел, их параметры, средние содержания, запасы. В первую группу независимых переменных включены тектонические свойства пород: анизотропия их свойств, хрупкость, пластичность, химическая активность, комплексы изменений, интенсивность.

Ко второй группе относятся тектонические элементы рудных полей: разломы, тип перемещений по ним, мощность, блоки пород, их форма, тектонические условия деформаций, ореолы трещиноватости вдоль рудных разломов. Третья группа выражена интенсивностью и шириной рудного ореола, минеральными комплексами, составляющими рудные тела, степенью сульфидности. Продуктивность рудных тел распределяется закономерно в зависимости от тектонических свойств пород. Наиболее высокие значения ее соответствуют умеренно хрупким (коэффициент хрупкости от 200 до 231), приблизительно равные значения в хрупких (до 186) и в умеренно пластичных породах (от 231 до 322). Неблагоприятны пластичные породы (от 322 до 502). Изменение средних содержаний золота в рудных телах обратное - высокие значения соответствуют хрупким и пластичным породам, низкие - умеренно хрупким и пластичным.

С увеличением интенсивности изменений пород повышается продуктивность тел, а средние содержания уменьшаются. Характер перемещений блоков пород по разломам в момент рудоотложения отразился на увеличении масштабов тел в зависимости от типов движений: максимальные значения соответствуют крутым трещинам отрыва и пологим надвигам. Содержания золота не имеют четкой картины изменений, однако наиболее высокие значения соответствуют трещинам отрыва.

На примере рудного поля установлено, что чем больше

рудное тело, тем шире ореол. С увеличением размера ореола, ° уменьшается среднее содержание, что характерно для рассеивания минерализации.

Зависимость продуктивности рудных тел от морфологии рудовмещающих разломов выявлена при анализе размещения оруденения на вертикальных проекциях в изолонгах (25). Участки разломов с однородными элементами залегания (границы) совмещались с изолонгами метрограмм золота и анализировались совместно. Установлено, что изменение азимутов падения разломов в $40-50^{\circ}$ влияет на интенсивность оруденения в телах меньше, чем углов падения $10-20^{\circ}$.

Выявленная зависимость интенсивности оруденения от значений рудоконтролирующих факторов отражает частные соотношения геологических признаков. В общем случае каждая установленная причинная связь зависит от множества иных, зачастую случайных факторов (7, 8, 9). Охарактеризованное выше влияние факторов на оруденение обуславливает проявление статистических закономерностей. Общие принципы их формирования и характерные черты были установлены М. Смолуховским (21):

а) между начальными условиями и конечным результатом нет строгого взаимно-однозначного соответствия — одно и то же конечное состояние осуществляется при нескольких, различающихся между собой, начальных условиях;

б) существуют "критические" значения начальных условий. Достаточно совсем незначительного их изменения, чтобы и конечный результат резко изменился ("большие следствия малых причин");

в) изменение конечного результата может быть следствием

независимого изменения любого из параметров ("разные причины - одинаковые следствия");

г) один и тот же результат может быть получен и при существенно различающихся между собой начальных условиях".

Таким образом, выявленные условия размещения оруденения отражают стохастические связи признаков с оруденением. Эти связи характеризуются тем, что произвольно взятому значению признака A_j может соответствовать несколько разных значений признака B_i . Для оценки этого положения имевшиеся массивы проб были разделены по разведочным данным и результатам геологоструктурного картирования на подмассивы, характеризующие определенное значение независимой переменной. Методически анализ проводился следующим образом.

Составлялись графики эмпирического распределения частот встречаемости содержаний по классам значений. По каждому массиву производится расчет статистик распределения: стандартов (S), дисперсий (σ^2), центральных моментов четвертого (m_4) и третьего (m_3) порядков, коэффициентов вариации (V), эксцессов (E), асимметрии (A), отношений асимметрии и эксцесса к их стандартному отклонению, что позволяет произвести оценку статистического распределения. Эмпирические распределения содержаний сравнивались по значениям независимого признака. Так, распределение содержаний золота, меди, свинца и других элементов по типам рудовещающих пород различно. Каждое из них характеризуется индивидуальными статистиками с преобладанием параметров логнормального и нормального распределений.

Статистическое распределение запасов и содержаний в рудных телах также строго индивидуализировано по структурно-геологи-

ческим признакам, которые закономерно изменяют масштабность рудных тел.

Для анализа стохастических связей применяются уравнения регрессии, коэффициенты корреляции и положения вероятностной логики (7, 9, 22). Расчеты произведены на ЭВМ "Минск-22" по программе множественной корреляции и регрессии признаков (24), составлены эмпирические уравнения регрессии общего вида:

$$(Y - \bar{Y}) = a(X_1 - \bar{X}_1) + b(X_2 - \bar{X}_2) + \dots + h(X_m - \bar{X}_m),$$

где Y - зависимые переменные;

X - независимые переменные,

\bar{Y}, \bar{X} - средние значения признаков,

a, b, \dots, h - оценки коэффициентов регрессии.

На основании расчетов по прожилково-вкрапленным рудам выявлена благоприятность сочетаний изменений и трещиноватости по типам пород, фациям пропилитов, удалений от разломов. Аналогично выполнялись расчеты связей параметров жильных тел и значений геологоструктурных признаков. В качестве независимых переменных принято 18 факторов и признаков (см. выше), характеризующих позицию рудных тел. Зависимыми являлись структурные типы тел (Y_1), их форма (Y_2), размеры по падению (Y_3) и простирацию (Y_4), мощность (Y_5), запасы (Y_6), содержания (Y_7). Анализом полученных на ЭВМ результатов установлено:

1. Структурные типы рудных тел формируются под влиянием структурно-тектонических факторов;

2. Морфология, мощность, длина по падению и простирацию, содержание золота в телах определяется литолого-петрографическими факторами. Ряд признаков (разломы широтного направления, ка-

лишпатизация, биотитизация и др.) как неинформативные на ору-
денение из дальнейших расчетов исключены.

Таким образом, по золоту была создана пространственно-
геометрическая модель закономерностей размещения оруденения
в виде таблиц, графиков и зависимостей. В целях использования
всей имеющейся информации по рудному полю, аналогичные расче-
ты и анализ были выполнены по меди, молибдену, серебру, цинку,
свинцу, мышьяку, сурьме (первые три элемента отмечены в значи-
мых концентрациях). Однако возможность прогнозных построений
выявилась только по свинцу.

1. Этот элемент наименее подвижен в зоне окисления и участв-
вовавшие в расчетах пробы по нему наиболее представительны
(3);

2. Отмечаемая в рудном поле первичная зональность минера-
лизации относительно контакта штока градионрит-порфиров ха-
рактеризуется зоной со сложным вещественным составом наиболее
продуктивных кварцево-галенит-сфалерит-золоторудных тел;

3. Свинцовые тела сопровождаются богатым серебряным ору-
денением. По содержанию свинца можно с достаточным приближени-
ем судить о количестве серебра, имеющего прямую корреляционную
связь с золотом.

При составлении вероятностных прогнозных карт теоретичес-
кой основой служит информация о некотором событии (A_j) , содер-
жащаяся в принятом сообщении (B_i) . Задачей геологического прог-
нозирования является определение вероятности: встречи оруденения
определенной интенсивности (A_j) на данном месторождении при
обнаружении какого-либо геологического признака (или их сочета-
ний) — трещиноватости, гидротермальных изменений пород определен-

ной интенсивности нарушений и т.п. (V_i).

Неинформативные признаки, отбракованные при создании модели, в расчеты не вовлекались. Прогнозируемые содержания золота, меди, молибдена, серебра, свинца и др. были разбиты на равновероятные градации для исключения влияния отклонений от нормального распределения содержаний. Результаты расчетов по этой программе — коэффициенты сопряженности признаков (коэффициент Чупрова), условные и безусловные вероятности и др. дают возможность решить формулу вероятности гипотез — формулу Байеса (22). Однако сложность размещения информативных признаков в пространстве с одной стороны, и массовое лоражение всей площади поля оруденением — с другой, вынуждают решать дифференцированно формулы в конкретных прогнозируемых точках и обобщить полученный набор решений на всей площади. Решение формулы Байеса при таком подходе трудоемко. В.Н. Землянов и Ю.М. Олонов (II) показали, что зависимость суммарной условной вероятности от количества исходных признаков сходна с реализацией по этим признакам формулы Байеса. Решение формулы нами осуществлено в упрощенном виде с использованием коэффициента Чупрова как нормирующего множителя:

$$J = \sum_{i=1}^n K_2 \cdot P_{CAj} / V_i,$$

где J — информационная значимость признаков,

K_2 — коэффициент Чупрова,

P_{CAj} / V_i — вероятность встречи объекта с содержаниями A при обнаружении признака B .

Методически составление прогнозных карт включает три операции.

1. Составление дескрипторного списка рудоконтролирующих факторов с указанием информационной значимости каждого (таблица, 4).

2. Выборка данных на геологоструктурной карте по сетке $2 \times 2 \text{ см}^2$, а в местах сложного геологического строения - $1 \times 1 \text{ см}^2$ (рис. 2) по всем рудоконтролирующим проявлениям, дифференциальная оценка каждого из них по таблице дескрипторного списка и интегральная оценка всех факторов, проявленных в выделенной точке (формула II). Полученный набор числовых характеристик позволил оконтурить в изолиниях области равной вероятности встречи золотого (рис. 3а) и свинцового (рис. 3б) оруденений.

3. Оценка вероятных параметров рудных тел подстановкой значений геологоструктурных признаков, проявленных в прогнозной позиции (формула I).

Таким образом, составлены прогнозные карты по золоту с содержаниями более 30 усл. ед. и свинцу - более 4. Полученные по одной и той же площади, они выглядят существенно по-разному и отражают особенности размещения каждого элемента.

На востоке рудного поля по золоту установлены прогнозные площади (см. рис. 3а), две из которых разведаны в предыдущие годы. Все они четко контролируются структурными элементами рудного поля - узлами сопряжений и искривлений крупных разломов или трещинами их оперений. На западе установлены участки, расположенные вдоль контакта штока гранодиорит-порфиоров и в контурах вскрытых работ медных руд, возможности для их селективной отработки неблагоприятны.

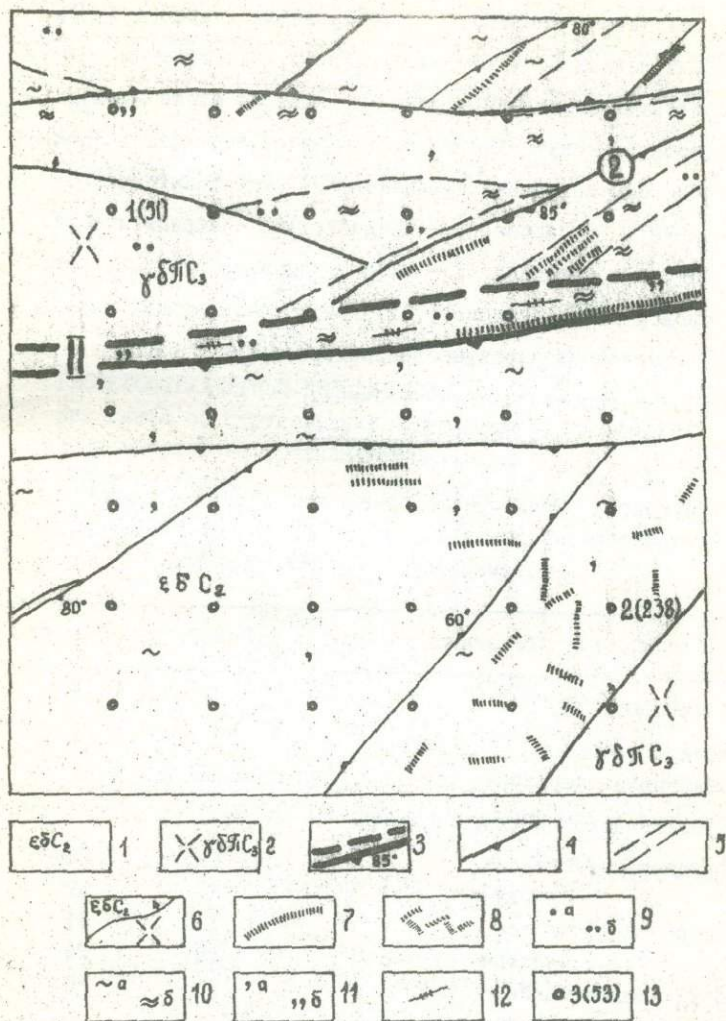


Рис. 2. Фрагмент геологоструктурной карты с сетью точек, оцениваемых укрупненными вероятностями встречи в них оруденения:

I	2	3
6-10	10	16
11-15	5	3
Удельное растяжение, %		
до I	10	5
I-2	12	6
3-5	20	21
6-10	8	3
11-20	3	0
ГЕОЛОГОСТРУКТУРНЫЕ ПОЗИЦИИ ПРОБ		
Вне связи со структурными элементами	23	11
Зона кварцевого прожилкования	29	45
Кварцевые жилы	50	69
УДАЛЕНИЕ ОТ РАЗЛОМОВ		
Разлом П (висячий бок), м		
до 25	81	120
26-50	12	8
51-100	5	6
Разлом П (лежащий бок), м		
до 25	81	34
26-50	22	52
51-100	8	46
более 100	4	45
Разлом 2 (висячий бок) (лежащий бок), м	28	154
до 25	1	24
более 25	1	24
	2	0
УДАЛЕНИЕ ОТ КОНТАКТА ШТОКА (висячий бок), м		
до 25	79	24
26-50	52	11
более 50	22	3

Пример оценки вероятностей на золото точек I и 2 рис. 2 по таблице. Точка I расположена в гранодиоритах (7), средне окварцованных (20), удалена в сторону лежачего бока разлома П до 50 м (22) и разлома П более 25 м (2). Сумма вероятностей равна 51. Точка 2 расположена в сиенито-диоритах (82), слабо серицитизированных (27), хлоритизированных (25), в зоне кварцевого прожилкования (29), удалена от контакта штока до 25 м (79) и от разлома П более 100 м (5). Сумма укрупненных вероятностей равна 238.

Сопоставление прогнозных площадей по золоту с фактическими данными показало высокую достоверность их выделения - от 72 до 89% (по вариантам сравнения) прогнозов совпали с рудными телами, известными по единичным разведочным пересечениям или получившим ранее положительную оценку по геологическим соображениям.

Прогнозная карта по свинцу имеет черты сходства и различия с предыдущей (см. рис. 3б), мелкие прогнозные участки располагаются вдоль контакта штока. Их форма усложняется под влиянием других рудоконтролирующих элементов. Наиболее четко это заметно на востоке рудного поля - все перспективные площади расположены здесь вдоль и между ветвей разлома П и контролируются искривлениями или сопряжениями тектонических нарушений различного порядка. Перспективность прогнозных участков подтверждается наличием известных свинцовых рудных тел, особенно на востоке рудного поля.

В целом, прогнозные карты по золоту и свинцу позволяют объективно разрабатывать участки и направлять разведочные

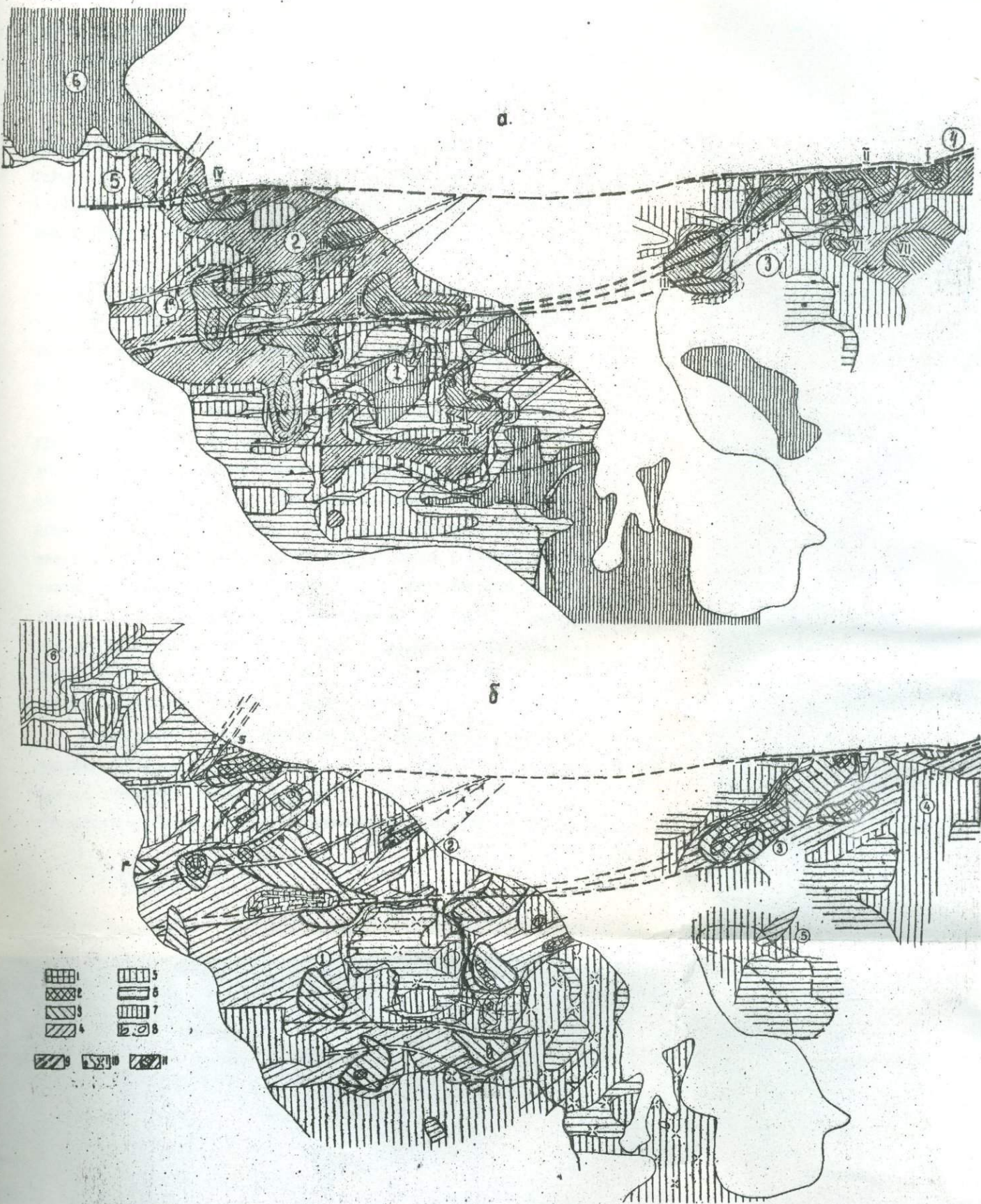


Рис.3 Прогнозные карты рудного поля: а) по золоту; б) по свинцу. Классы укрупненных вероятностей встречи оруденения : I - более 400; 2 - 351-400; 3 - 301-350; 4 - 251-300; 5 - 201-250; 6 - 151-200; 7 - менее 150; 8 - рудные тела (I) и древние горные выработки на золото (2); 9 - разломы крупные (I) и мелкие (2); 10 - породы: гранодиорит-порфиры С₃-Р (I), сиенито-диориты (2), их контакты; II - контуры наиболее перспективных позиций (I-УП - их номера), %. Арабскими цифрами на рисунках показаны номера месторождений и рудопроявлений рис. I.

работы на наиболее благоприятные.

Анализ геологического строения и составление прогнозных карт позволяет сделать следующие выводы:

1. Геологическое строение рудного поля обусловлено наличием интрузивных пород, вмещающих основные запасы руд. Склонность пород к химическим преобразованиям выражается в комплексах гидротермальных изменений, проявляющихся в различных количествах и составе в каждой породе. Позиции рудных объектов определяются соотношением разломов I и II с контактом штока гранодиорит-порфиров. Выделяются месторождения и рудопроявления в простом и сложном оперении разломов, в штокверке вдоль контакта штока гранодиорит-порфиров, а также жильные и прожилково-вкрапленные рудные тела.

2. Особенности размещения оруденения связаны с группами рудоконтролирующих факторов. Прожилково-вкрапленные руды локализуются в различно измененных породах, интенсивность оруденения которых зависит от степени гидротермальной проработки и первичного состава. Для локализации золота благоприятны полиминеральные комплексы изменений при умеренной и слабой интенсивности; интенсивные изменения в целом неблагоприятны для отложения руд. Оруденение равномерно убывает по мере удаления от рудоконтролирующих разломов. Параметры жильных тел связаны с типами рудовмещающих разломов, минерализованной трещиноватостью, типами и интенсивностью изменений, рудными ореолами и др.

3. Преобладают стохастические связи оруденения с геологическими признаками. Эти связи выражаются соответствием значению независимого признака (аргумента) своего эмпирического статистического распределения содержаний (функции). Для уста-

новления таких связей необходим многомерный регрессионный анализ и положения вероятностной логики.

Достоверность прогнозных карт определена их сравнением с фактическими данными. Совпадение с известными телами составило от 72 до 89%.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. А в е р и н Ю. А., А з и н В. Н., М е щ а н и н о в Е. Некоторые факторы размещения рудных тел золоторудного месторождения Актурпак. В сб. "Геология рудных районов и месторождений Средней Азии, методы их изучения и разведки". М., "Недра", 1972.

2. А в е р и н Ю. А., А з и н В. Н. Методика составления геологопрогнозных карт рудных полей разрывного типа. Ташкент, изд. САИГИМСа, 1971.

3. А з и н В. Н. Некоторые закономерности размещения рудных тел в золоторудных полях Алмалык-Ангренского района. В сб. "Геология рудных районов и месторождений Средней Азии, методы их изучения и разведки". М., "Недра", 1972.

4. А з и н В. Н. Опыт составления вероятностной прогнозной карты. Реф. сб. "Опыт прогнозирования скрытого оруденения", № 3, М., ВИЭМС, 1971.

5. Б а д а л о в С. Т. Минералогия и геохимия эндогенных месторождений Алмалыкского рудного района. Ташкент, "Фан" УэССР 1965.

6. В и к т о р о в В. Ф., М е щ а н и н о в Е. З., А з и н В. Н., В о р о н ц о в В. И. Влияние околорудно измененных пород на размещение оруденения. В сб. "Критерии рудо-

носности метасоматитов". Алма-Ата, изд. КазИМСа, 1969.

7. В и с т е л и у с А. Б. Теоретические предпосылки стохастических моделей и их проверка в конкретных геологических условиях. В кн. "Математические методы в геологии". М., "Наука", 1968.

8. В и с т е л и у с А. Б. Математическая геология (Состояние, перспективы), изд. биб-ки АН СССР, Л., 1969.

9. Г и н е д е н к о Б. В. Курс теории вероятностей, М., Гостехиздат, 1954.

10. Е з е к е и л М., Ф о к с К. Методы анализа корреляций и регрессий (линейных и криволинейных). М., "Статистика", 1965.

11. З е м л я н о в В. Н., О л о н о в Ю. М. Применение формулы условий вероятности для количественной оценки информативности поисковых признаков. "Сов. геол.", 1970, № 3.

12. К о р о л е в а Э. А. К изучению медных порфирировых руд Кальмакырского месторождения в Алмалыке. "За недра Средней Азии", 1935.

13. К о р о л е в А. В. Генезис Алмалыка и других месторождений рассеянных руд. Тезисы докл. на ХУП МГК, М., 1937.

14. К о р о л е в А. В. К вопросу о взаимодействии послемагматических растворов с вмещающими породами. Уч. зап. САИГИМСа, 1963.

15. К о р о л е в А. В., Б а д а л о в С. Т. О первичной зональности оруденения в Алмалыкском рудном поле. "Геология рудных месторождений", 1959, № 5.

16. К о р о л е в А. В., Ш е х т м а н П. А. Структурные

- условия размещения послемагматических руд. М., "Недра", 1965.
17. Крамбейн У., Грейбилл Ф. Статистические модели в геологии. М., "Мир", 1969.
18. Мещанинов Е. З. Геология Алмалыкского рудного поля. В сб. "Рудные формации и основные черты металлогении золота Узбекистана". Ташкент, "Фан" УзССР, 1969.
19. Мещанинов Е. З., Азин В. Н. Распределение золота на одном из медно-порфировых месторождений". *Int. Geol. rev.*, London, 1973, 15, № 6.
20. Мусин Р. А. О гидротермально измененных породах медно-молибденового месторождения Кальмакыр (Алмалык). "Узб. геол. ж.", 1959. № 2.
21. Пахомов В. Я. О природе статистических законов. "Вопросы философии", 1961, № 10.
22. Смолуховский И. М. О понятии случайности и о происхождении законов вероятности в физике. "Успехи физических наук", т. УП, 1927, вып. 5.
23. Статистические и вероятностные методы прогноза погоды. Тр. САРНИГМИ, вып. 29/44. Л., Гидрометеоздат, 1967.
24. Шарапов И. П. Применение математической статистики в геологии. М., "Недра", 1970.
25. Шехтман П. А., Аверин Ю. А., Бабаяев К. Л. и др. Методы количественной оценки прогнозных запасов эндогенных месторождений рудных полей и районов. Доклад на Ташк. выв. сессии металлогенической секции Совета по изучению территории СССР. Ташкент, изд. САИГИМСа, 1966.
26. Эллански И. М. М. О статистических критериях некоторых алгоритмов распознавания. "Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы", 1970, № 5.

УДК 553.411.041:551.243.8

О. А. Аверин, В. Я. Бланк, А. Е. Смылова

ИЗ ОПЫТА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ В ЗОНЕ МОЩНОГО РАЗЛОМА НА ПРИМЕРЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ СУЛТАНСАРЫ

Султансаринское рудопроявление приурочено к системе оперяющихся глубинных разломов, разграничивающих Северный Тянь-Шань от Срединного. Данная особенность структурной позиции рудного поля отразилась на генезисе и в условиях локализации золотого оруденения. Они выразились в широком развитии калишпатовых и биотитовых роговиков, образовавшихся за счет преобразования вулканогенно-осадочных пород под воздействием гранитизирующих растворов в сравнительно узкой зоне разлома. Впервые для месторождения данного рудного поля В. Н. Долженко (1) было доказано, что золото в процессе калиевого метасоматоза заимствовалося из вулканогенно-осадочных пород, обладающих повышенным кларком, и перерабатывалось вместе с кварцем в мелких трещинах краевых частей тел калишпатовых метасоматитов.

В тесной связи с метасоматитами находятся кварцевые, анкеритовые и смешанные по составу жилы, локализующиеся в местах наибольшей тектонической проработки пород.

Оруденение представлено убогосульфидной кварцево-золоторудной формацией. Основным компонентом руд является кварц, в значительно меньших количествах присутствуют кальцит, анкерит, серицит, барит, флюорит, хлорит, а из рудных минералов - пирит, блеклая руда, халькопирит, реже - сфалерит, галенит, электрум, арсенопирит, марказит, пирротин, магнетит, молибденит. В распределении рудных минералов намечается вертикальная зональность: на высоких гипсометрических уровнях в рудных телах среди суль-

фидов ведущее место занимает халькопирит, а на более низких — блеклая руда.

Представления о метасоматическом генезисе месторождения проверялись методами геологоструктурного анализа. С этой целью тела метасоматитов проектировались на широтную плоскость (рис. I). Из-за нечетности контактов тел метасоматитов и их большой мощности на вертикальную плоскость проектировались характерные точки средней линии, которая условно может рассматриваться как осевая плоскость рудоконтролирующего разлома. Морфологические особенности этой плоскости подчеркиваются изолонгами — линиями равного удаления проектируемой поверхности от вертикальной плоскости проекции (2). Геометризация позволяет выделить и очертить грани, характеризующиеся выдержанными элементами залегания. Ребра — линии сопряжения граней — подчеркивают слабую волнистость проектируемой поверхности разлома (см. рис. I А).

Для выявления рудоконтролирующих элементов на плоскость кроме того, спроектированы секущие разломы и наиболее крупные апофизы, залежи калишпатовых метасоматитов. Сделанные построения обеспечивают аналитическое определение элементов залегания каждой грани, а также углы склонения и нырания ребер.

На проекциях-накладках показаны распределения метасоматитов (изомощности) и золота (изоконцентрации) в зоне разлома.

На них отчетливо проявилась зависимость масштаба процессов изменений и интенсивности оруденения от элементов структуры. Устанавливается возрастание мощности калишпатовых метасоматитов с глубиной (см. рис. I Б). Максимальная мощность их при прочих равных условиях отмечается на границ разлома с

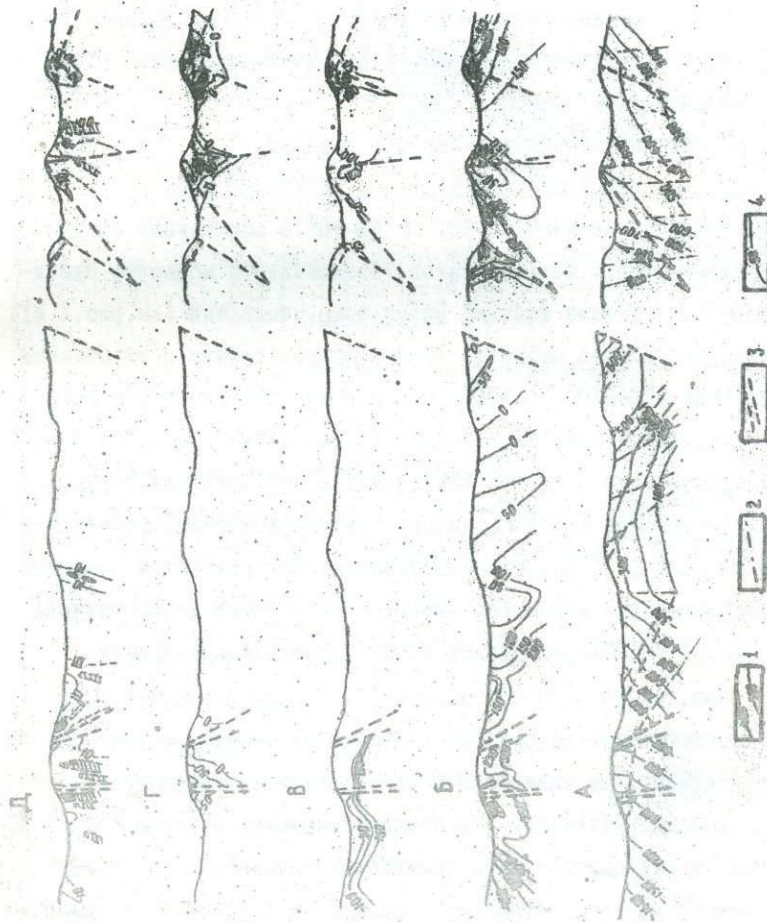


Рис. I. Вертикальные проекции Султансаринской зоны разломов с отображением:

рельефа поверхности структуры в изолонгах (А); размещения мощностей: калишпатовых метасоматитов - (В); биотитовых метасоматитов - (З); кварцево-карбонатных метасоматитов - (Г); изоконцентрации золота - (Д).

Пунктирные линии - секущие разломы.

элементами залегания $185-207^{\circ} > 60-90^{\circ}$. В апикальных частях тел калишпатовых метасоматитов увеличивается мощность биотитовых, составляющих внешний ореол зоны изменений (см. рис. I В). Причем наибольшая мощность соответствует границам с элементами залегания $193-210^{\circ} > 52-75^{\circ}$. Как показывает график (рис. 2 а), мощность биотитовых метасоматитов возрастает приблизительно пропорционально мощностям калишпатовых, что свидетельствует об их генетическом родстве и зональном распределении. Распределение же мощностей кварцево-карбонатных метасоматитов обратно пропорционально мощностям кварцево-биотитовых метасоматитов (см. рис. I Г и 2а), указывает на их более молодой возраст.

При переработке исходных пород в процессе метасоматоза происходит миграция рудного вещества. На стадии прогрессивного метаморфизма при калишпатизации вулканогенно-терригенных пород избыток заключенного в породообразующих минералах железа, магния и кальция вместе с элементами-примесями (медью, свинцом, цинком, молибденом, серебром, золотом и др.) выносился в экзоконтактовые зоны. На регрессивной стадии метаморфизма проявился углекисло-сернистый метасоматоз, продуктами которого являются кварцево-карбонатные с пиритом и серицитовые изменения более древних пород, в том числе калишпатизированных и биотитизированных.

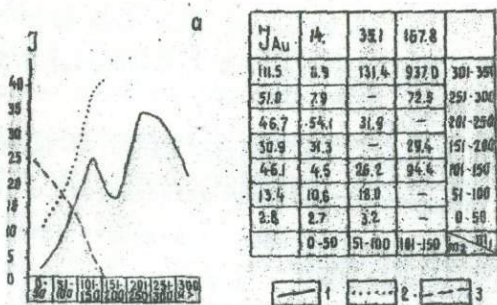


Рис. 2. Зависимость интенсивности золотого оруденения (J) от мощностей метасоматитов (a) и их соотношений (b).

Мощности метасоматитов: калишлатовых (m_1) - 1; бимитовых (m_2) - 2; кварц-карбонатных - 3.

Зональность размещения рудных минералов отвечает представлениям о ряде подвижности компонентов (золото-серебро-медь). По-видимому, этим же объясняется тенденция к возрастанию средних содержаний золота на глубине.

Распределение содержаний золота на глубине

Глубинный уровень, м	Количество учтенных проб	Среднее содержание золота в кварцевых прожилках, усл. ед.
0	60	3,8
69	97	4,2
164	227	5,4

При этом выявляется прямая корреляционная зависимость концентраций золота от мощности калишпатовых и биотитовых метасоматитов (рис. 26).

Дополнительное перераспределение золота, по-видимому, происходило и при кварцево-карбонатном метасоматозе, о чем свидетельствует обратная корреляционная зависимость между их мощностями и концентрациями золота. Выносившееся при метасоматозе золото перестрагивалось поблизости в кварцевых и кварцево-карбонатных прожилках.

В процессе формирования метасоматитов разного типа несколько изменялся план тектонических деформаций. При образовании калишпатовых метасоматитов максимум приоткрывания граней разлома соответствует азимуту падения 205° , углу 70° ; биотитовых и кварцево-карбонатных метасоматитов - $190^{\circ} > 76^{\circ}$. При аналогичном плане деформации формировались и золоторудные тела - максимум соответствует азимуту падения 195° , углу падения 73° .

Таким образом анализ геологической информации свидетельствует о связи обогащенных золотом участков с определенными геологическими элементами. А именно:

а) рудность участков пропорциональна мощности калишпатовых и биотитовых метасоматитов (см. рис. 26). Этим объясняется расположение золоторудных столбов в центральных частях месторождений (см. рис. 1Д);

б) обогащенные золотом участки преимущественно локализируются на пологих контактах тел калишпатовых метасоматитов с биотитовыми;

в) рудные столбы часто приурочиваются к секущим дорудным разломам, акранирующим оруденение;

г) среднее количество золота, как показано в таблице, с глубиной увеличивается быстрее, чем растет мощность метасоматитов, что косвенно свидетельствует о его привносе из глубоких зон месторождения. По совокупности перечисленных выше признаков представляется возможным наметить положение предполагаемых рудных тел.

Приведенные материалы показывают, что на вертикальных изоморфических проекциях рудоконтролирующих поверхностей возможны анализ структурных закономерностей размещения оруденения в целях его прогнозирования и выявления некоторых особенностей генезиса месторождения.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Д о л ж е н к о В. Н. Об источнике вещества на золоторудном месторождении Султансары (Северная Киргизия). В кн. "Металлогения Тянь-Шаня". Фрунзе, "Илим", 1968.

2. К о р о л е в А. В., Ш е х т м а н П. А. Структурные условия размещения послемагматических руд. М., "Недра", 1965.

УДК 550.837.74:550.814(575.1)

Г. А. Бузлов, Л. Н. Котляревский, И. Г. Кремнев

ОПЫТ АЭРОЭЛЕКТРОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ В ЧАДАКСКОМ РУДНОМ ПОЛЕ

Идея использования электромагнитных полей радиовещательных станций в геологических исследованиях была высказана четверть века назад. Основные положения этого способа электроразведки, получившего название "радиокип", были разработаны А. Г. Тарховым в 1949 г.

До настоящего времени наибольшее внимание в развитии ме-

тогда уделялось теоретическим и экспериментальным работам по применению радиоскопа в наземных условиях. В последние годы в Советском Союзе и за рубежом наметилась тенденция к широкому использованию авиатранспорта в геофизических исследованиях.

При изучении геологических объектов методом радиоскоп применение авиатранспорта позволяет значительно повысить производительность труда и снизить стоимость работ. С удалением от земной поверхности существенно меняется характер распределения электромагнитного поля. Физические предпосылки свидетельствуют о возможности получения его характеристик, в меньшей мере зависящих от мелких приповерхностных геологических неоднородностей.

Исследования по выяснению возможностей применения высокочастотной электроразведки в аэроварианте для решения задач геологического картирования и поисков скрытого оруденения проводились САИГИМСом совместно с аэромагнитной партией КГРПЭ Министерства геологии УзССР на Чадакском рудном поле в 1971 г.

Геологическое строение Чадакского рудного поля весьма сложно. Большое количество разнообразных по составу и возрасту эффузивно-осадочных, интрузивных и дайковых образований обуславливает сложный характер распределения электрических параметров геологической среды. Это обстоятельство усугубляется широко проявленной дизъюнктивной и пликативной тектоникой.

В исследованиях по высокочастотной электроразведке источником электромагнитных колебаний была принята Ташкентская радиостанция. Напряженность поля измерялась аппаратурой, установленной на вертолете МИ-4, состоящей из горизонтально расположенной рамочной антенны, приемника и самописца. Наблюдения ве-

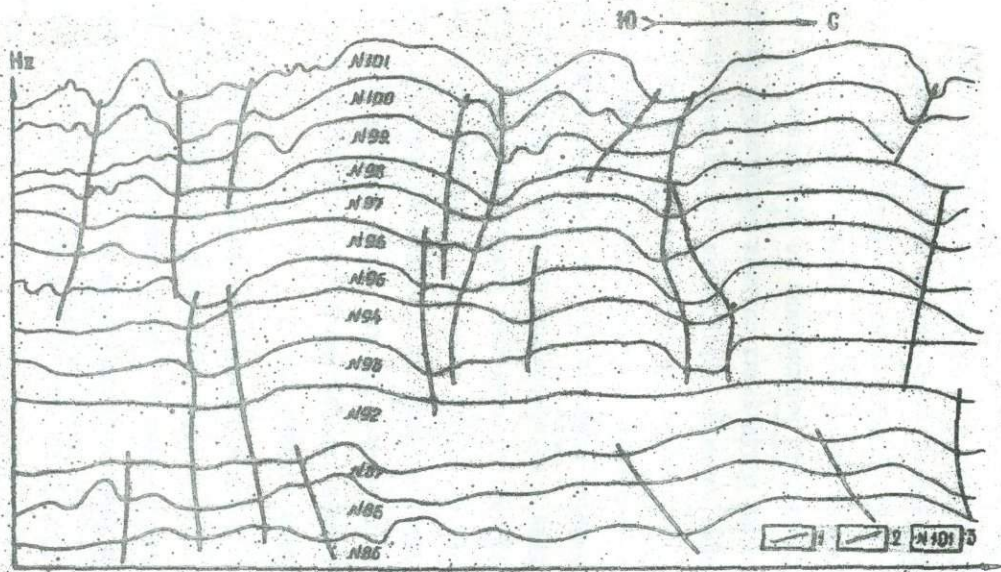


Рис. I. Графики изменения напряженности электромагнитного поля по профилям наблюдений

1 - графики Hz ; 2 - оси проводимости; 3 - номера профилей

лись по 13 профилям, ориентированным в меридиональном направлении, в том числе по 5 профилям, пересекающим рудное поле. Изучение трансформации электромагнитного поля проводилось на высотах: 100, 200, 500 и 1000 м. Результаты измерения сигнала радиостанции представлены в виде графиков и плана изолиний распределения вертикальной составляющей электромагнитного поля H_z (рис. 1, 2). Сопоставление графиков H_z по близким расположенным профилям, выполненное с целью определения сходимости замеров, показало, что расхождение по абсолютным значениям напряженности поля в отдельных случаях достигает 6 дБ. Отмеченные расхождения, очевидно, обусловлены отклонением плоскости антенны от горизонтального положения при колебаниях вертолета. Результаты измерений по пересекающимся субширотным и меридиональным профилям показали, что эти погрешности не играют существенной роли в интерпретации полученных материалов. Интенсивность аномалий, обусловленных физическими параметрами геологической среды, достигает 14–15 дБ. Установленные аномалии последовательно прослеживаются по простираанию соседних профилей (см. рис. 1). С увеличением высоты полета графики H_z в пределах этих аномалий приобретают более спокойный характер, который в дальнейшем сохраняется.

Исследования методом радиоскип на Чадакском рудном поле проводились совместно с аэромагнитной съемкой. Сопоставление графиков ΔT , построенных по данным съемки, с графиками H_z , свидетельствует о дифференцированности распределения электромагнитного поля (рис. 2). При однозначной зависимости его параметров от геологических факторов высокочастотная электроразведка позволяет более детально характеризовать исследуемую геологи-

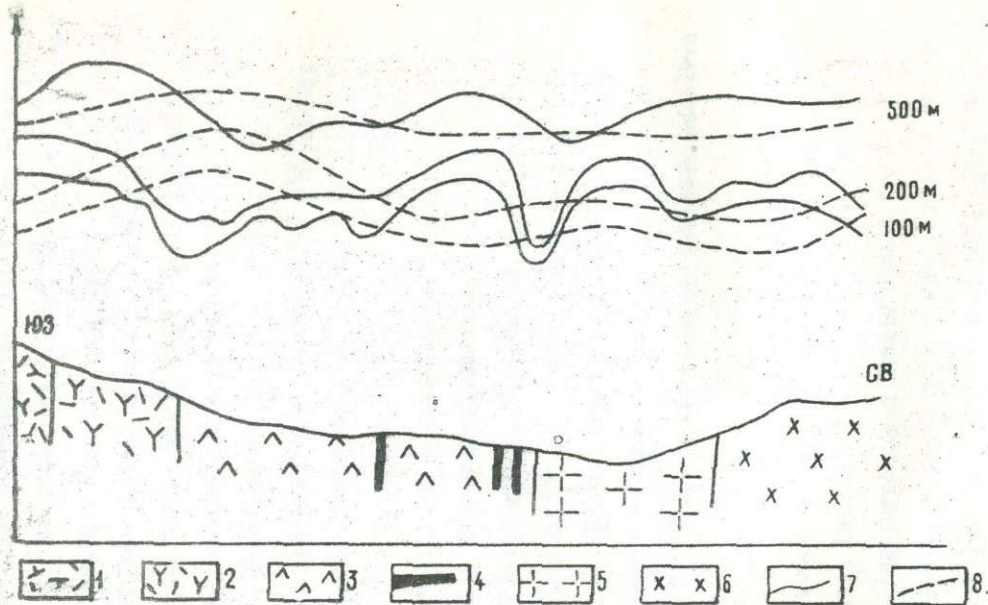


Рис. 2. Схема геологического разреза с результатами геофизических работ по профилю IV

1 - порфириды шурабсайской эффузивной свиты; 2 - лавобрекчии и туфобрекчии дацитовых порфиров шурабсайской эффузивной свиты; 3 - отложения жерловой фации шурабсайской и минбулакской эффузивных свит; 4 - зоны пиритизации; 5 - гранодиориты кызылсайского и карамазарского типов; 6 - диориты и гранокорит-порфиры кувдинского типа; 7 - графики Hz (радиокип); 8 - графики AT (магнитометрия).

ческую среду.

В характере распределения электромагнитного поля изучаемых профилей наметилась взаимосвязь аномалий со следующими геологическими элементами:

- 1) контактами разновозрастных пород;
- 2) региональными разломами;
- 3) участками пород, включающих большое количество даек различного состава;
- 4) зонами пиритизации.

Анализ полученного материала позволил выявить несколько участков с пониженными значениями напряженности поля. Наиболее интересен участок площадью около 1 км² на южном окончании профилей IOI-92 (см. рис. I). Сложен он породами оясайской свиты, перекрывающими продуктивную толщу шурабсайской. По данным геохимической съемки и изучения поверхности этого участка резкая дифференцированность и общее снижение напряженности поля объясняется ореолами свинца, серебра, а также наличием на поверхности прожилково-вкрапленного сульфидного оруденения. Эти факторы выдвигают участок в ряд перспективных в отношении промышленного сульфидного оруденения на глубине.

Подобные исследования являются первыми попытками освоения аэроэлектроразведки в условиях Средней Азии. Полученные результаты свидетельствуют о том, что этот метод может служить эффективным дополнением к аэромагнитной съемке. С его помощью намечается возможность выявления перспективных на оруденение зон прослеживания разломов, контактов, существенно отличающихся по петрографическому составу пород.

Однако, выполненный объем экспериментальных работ не позволяет в необходимой для производственного освоения мере, оп-

ределить эффективность этой модификации электроразведки. Необходимо постановка более широких исследований, базирующихся на измерениях различных компонентов электромагнитного поля и усовершенствовании аппаратуры. Особое внимание следует обратить на изучение природы геофизических аномалий, разработку новых способов интерпретации с целью повышения разрешающей способности метода.

УДК 622.013.36:553.3.043

А. Л. Голланд, Т. В. Копаева

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОРУДЕНЕНИЯ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ БРАКОВОЧНЫХ КОНДИЦИЙ

Одной из важнейших задач рудничной геологической службы является изучение изменчивости свойств промышленного оруденения месторождений. Как указывает В. И. Крейтер (2) "вся современная методика разведки создается, исходя из необходимости учитывать изменчивость оруденения". В случае отсутствия изменчивости формы и качества рудных тел, разведка последних сводилась бы к простейшим единичным измерениям и исследованиям.

Познание характера распределения основных параметров оруденения дает ключ к определению густоты разведочной сети, выбору рациональной методики оконтуривания промышленных участков, достоверному подсчету запасов эксплуатационных блоков, совершенствованию технологии разработки полезных ископаемых.

Результаты исследований изменчивости промышленного оруденения, изложенные ниже, по нашему мнению, могут облегчить решение перечисленных задач. Однако в настоящей статье изменчивость промышленного полметаллического оруденения рассматривается с иными целями.

Нами предлагается анализ размещения различных сортов руд в пределах промышленных контуров для определения количества убогих руд с заданным содержанием полезных компонентов, которые возможно выделить и отбраковать в ходе разработки месторождения.

Вопросы отбраковки убогих руд и определения верхнего предельного содержания металла в бракуемых рудах рассмотрены в статье В.М.Гурецкого и А.Л.Голланда (I). При эксплуатации сложных месторождений часто приходится вести отбойку богатых руд совместно с убогими. Переработка последних на обогатительных фабриках наносит огромный материальный ущерб горным предприятиям.

Разделение руд по сортам при добыче обуславливается характером распределения металлов в отбитой массе. Установлено, что при одном и том же среднем содержании полезного компонента в руде возможность отбраковки повышается с увеличением неравномерности распределения руд в массиве.

Рассматриваемое нами полиметаллическое месторождение относится к скарновому типу. Основные полезные компоненты в нем свинец и цинк. Большая часть промышленного оруденения приурочена к скарнам пироксенового и пироксен-гранатового составов. Контакты рудных тел с вмещающими породами нечеткие, что характерно для месторождений скарново-полиметаллического типа и объясняется избирательным замещением преимущественно пироксена свинцово-цинковым оруденением. Поэтому участки промышленных рудных тел с высокими значениями метрпроцентов приурочены к местам развития пироксеновых и гранат-пироксеновых скарнов. По мере удаления от них в направлении к гранатовым разностям интенсивность оруденения снижается. Рудные минералы здесь развиваются

по реликтам пироксена в массе гранатового скарна.

Для определения качественной характеристики оруденения по шести ортам трех эксплуатационных горизонтов, пройденных на полную мощность скарнов, были построены графики распределения содержания свинца и цинка. Оказалось, что содержание металлов по различным участкам рудных тел меняется в широких пределах, что свидетельствует о высокой степени изменчивости основного качественного показателя оруденения - содержания металла внутри рудных тел. Кроме того, установлено, что характер распределения цинка и свинца аналогичен, т.е. между содержаниями свинца и цинка существует определенная математическая зависимость, близкая к единице. Поэтому в дальнейшем ограничимся рассмотрением характеристик только свинцового оруденения.

Внешний контур промышленного рудного тела устанавливаем прослеживанием граничной линии минимального содержания полезных компонентов в единичных пробах (т.е. линию бортового содержания).

При резко переменном характере оруденения внутри промышленных в целом рудных тел выделяются различные по протяженности и мощности участки убогих и пустых пород. В зависимости от величины этих слабо минерализованных участков и их пространственного положения при данной системе разработки они либо включаются в промышленный контур, либо отрабатываются селективно, либо оставляются в целике. Форма рудного тела в последних двух случаях приобретает сложные очертания. Содержание металла в промышленном контуре определяет качественную характеристику товарных руд.

Для выяснения степени изменчивости промышленных контуров рудных тел в центральной части зоны выбран эксплуатационный

блок. Размеры его 60x60 м. Способ отбойки мелкошпуровой, очистное пространство доступно для непосредственного наблюдения. Система разработки - с магазинированием руды. Расстояние между слоями отбойки не превышает 10 м. Среднее содержание свинца в блоке I, 74%. По данным бороздового опробования на слоях отбойки наведены контуры участков промышленного содержания свинца. По этому блоку вкрест простирания рудных тел построены три разреза с интервалами 20 м (рис. I).

Выявлены высокая степень изменчивости контура промышленных руд (рис. I) и частая перемежаемость участков с баалансовым и забалансовым оруденением. В контур промышленных руд включались пробы с содержаниями свинца от 0,80% и более, а также с содержанием менее 0,80%, если мощность убогих рудных тел не превышала 2 м, что также обусловлено требованиями кондиций. Ограничиваясь рамками промышленного оруденения, мы несколько искажаем величину показателя природной изменчивости распределения компонентов, так как линия граничного значения (бортовое содержание) исключит из рассмотрения значительное количество участков с убогим содержанием полезного компонента.

Для определения степени изменчивости качества промышленного оруденения рассчитаны коэффициенты вариации содержаний свинца по выработкам, пройденным вкрест простирания рудных тел на трех эксплуатационных горизонтах. Результаты расчета позволяют сделать следующие выводы.

В контурах промышленных руд встречаются участки с различной степенью изменчивости содержаний полезных компонентов. Численные значения коэффициентов вариации содержаний по отдельным выработкам колеблются от 40 до 139%, в среднем составляют 87%.

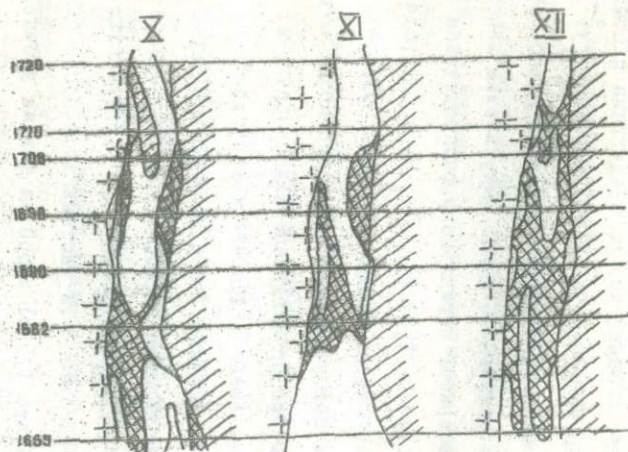
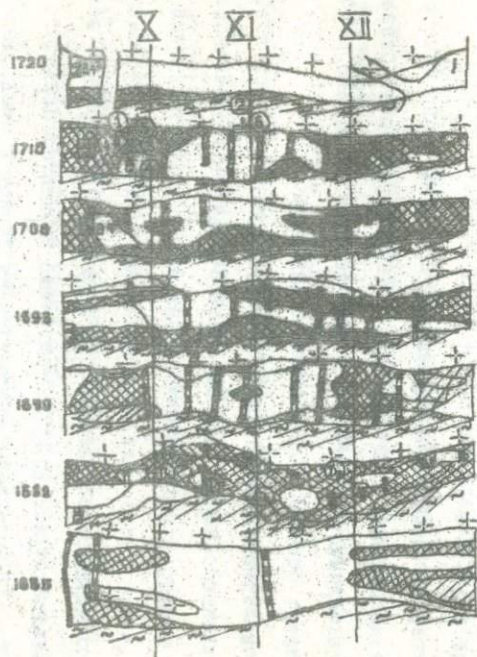


Рис. I. Изменение контура промышленных руд по разрезам и слоям отбойки

1 - гранодиорит-порфиры; 2 - сланцы; 3 - безрудные скарны; 4 - промышленное скарново-полиметаллическое оруденение; 5 - забалансовое оруденение; 6 - бороздовые пробы.
X, XI, XII - линии разрезов

Однако большая степень изменчивости содержаний полезных компонентов еще не говорит о характере распределения промышленных концентраций металлов. По утверждению П. А. Шехтмана (3) "...хотя с точки зрения математической статистики данное распределение геологических аргументов может быть весьма закономерным, точно совпадать с кривой нормального распределения и т. д., при всем этом геологическое, пространственное распределение может быть совершенно неравномерным...". Можно утверждать и обратное: высокая степень изменчивости содержания может сочетаться с его равномерным пространственным распределением.

О характере распределения оруденения можно судить по результатам следующего исследования. Забой разведочной выработки, пройденный строго по простиранию рудного тела, опробовался двумя параллельными бороздами при длине секции 0,5 м, т. е. в каждой борозде длиной 2,5 м отобрано по пять частных проб. После отпалки (проходка за цикл составила 1,5 м) забой на том же уровне вновь опробовался двумя бороздами.

Характер распределения оруденения при этом резко изменился. В забое до отпалки зафиксированы богатые руды; после отпалки вскрыты уже бедные или средние, а там, где были безрудные известняки, появились богатые полиметаллические руды.

Важной характеристикой свойств оруденения является коэффициент рудоносности, который выражает отношение протяженности площади и объемов промышленных рудных тел к соответствующим параметрам минерального тела. Поэтому легко установить численные величины коэффициента рудоносности и среднего содержания металла в промышленном контуре при различных вариантах бортового содержания. Расчет выполнен по фактическим данным и представлен в

виде графика (рис. 2). Линии изменения параметров по отдельным разведочным сечениям более или менее полого наклонены к оси абсцисс, что свидетельствует о большей или меньшей степени изменчивости свойств оруденения. Чем однороднее по своим свойствам оруденение, тем круче наклон кривых. При равномерном распределении оруденения характер изменения рассматриваемых свойств выразится прямой линией, перпендикулярной оси абсцисс. Положение перпендикуляра определяется 100-процентными значениями коэффициента рудоносности при данном содержании металла. От выбранного бортового содержания зависит непрерывность промышленного рудного тела и его мощность. Отложив на оси абсцисс содержание свинца в промышленном контуре, а на оси ординат — мощность рудного тела и количество нарушений сплошности, можно установить следующее: чем меньше неравномерность, тем выше линия мощности. При однородном оруденении линия мощности проходит параллельно оси абсцисс.

Иной характер имеет линия изменения прерывистости рудных тел. При высоком и низком бортовых содержаниях количество нарушений сплошности минимально, а при среднем — максимально.

Изучение основных свойств изменчивости полиметаллического оруденения позволяет судить о качественном составе разрабатываемых запасов. Для этого по данным опробования выработок, пройденных вкосте простирания рудных тел на трех эксплуатационных горизонтах, определена частота встречаемости проб с различным классом содержания свинца (таблица).

Чтобы представить накопленную качественную характеристику запасов, каждый предыдущий класс объединен с последующим. Таким образом, получены новые классы содержания свинца: 0,00—0,80;

0,00-1,20; 0,00-1,60% и т.д. По ним подсчитаны накопленные количества проб и сумма частных содержаний.

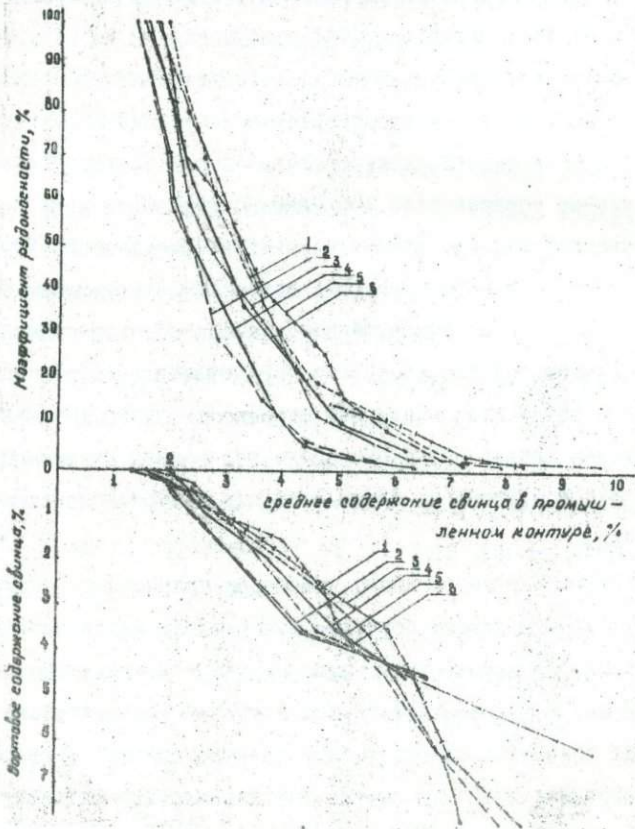


Рис. 2. Зависимость между средними содержаниями свинца в промышленном контуре, принятом бортовым содержанием и коэффициентом рудоносности, по данным опробования орта: 1, 2 - №12, 14 (III горизонт); 3, 4 - №12, 14 (II горизонт); 5, 6 - №12, 14 (I горизонт)

Делением суммы на количество проб определены значения среднего содержания свинца в каждом классе проб и в целом по месторождению.

Большинство бороздовых проб, отобранных на рассмотренных горизонтах, имеет постоянную длину (1 м). Следовательно, каждая проба характеризует постоянный объем промышленного рудного тела, а накопленные суммы частных содержаний по классам с некоторым приближением отражают качественный состав разрабатываемых запасов.

На рис. 3 приведен график качественного состава полугодовой дозы отбитой руды в условиях рассматриваемого месторождения. На оси абсцисс отложено среднее содержание полезного компонента в руде, а на оси ординат - количество руды с данным средним содержанием (в % ко всему объему рудной массы).

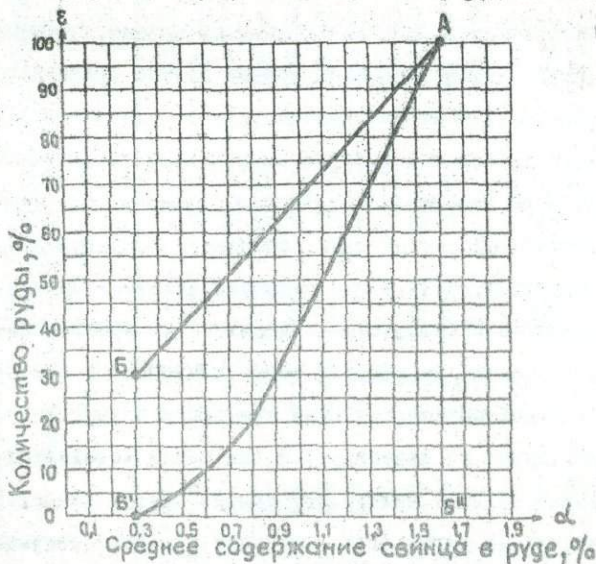


Рис. 3. Качественный состав руд Алтынтопкана

- Б'А - изменение фактически накопленного содержания свинца в добытых рудах;
- Б"А - изменение накопленного содержания свинца в добытых рудах при полном перемешивании;
- БА - возможное изменение накопленного содержания свинца в недрах

В простейшем случае состав руды изображается прямой линией, что соответствует равномерному увеличению содержания полезного компонента (от доз с малым до доз с наивысшим содержанием). Чем ближе прямая (сравним прямую БА с кривой Б'А и прямой Б"А) тем резче увеличение содержания полезного компонента и, следовательно, тем легче выделение отдельных качественных сортов руды.

По мере усреднения качества руды прямая, отображающая ее состав, станет круче (например, кривая Б'А по сравнению с прямой БА). При полном перемешивании руды ее качественный состав изобразится прямой Б"А, которая свидетельствует о невозможности выделения руды какого-либо качества, отличного от среднего.

Качественный состав руды изображается кривой линией, имеющей две конечные точки, общие с прямой. Кривизна линии указывает на неравномерность изменения содержания полезного компонента. Чем ближе участок кривой, тем резче изменение и наоборот. Выделение отдельных сортов руды тем легче осуществимо, чем меньше она усреднена по качеству, т.е. чем резче выделяются отдельные качественные сорта и, значит, чем ближе кривая качественного состава. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. Основные показатели промышленного оруденения (содержание полезных компонентов, мощность и морфология рудных тел) меняются.

Частота встречаемости проб различных классов содержания свинца

Класс содержания	Количество проб		Накопленное кол-во проб		Сумма частных содержаний, %	Среднее содержание в классе, %	Накопленная сумма част-ных содержания-ний, %	Накопленное среднее содер-жание, %
	шт.	% от об-щего чис-ла	шт.	% от об-щего чис-ла				
0,00-0,40	247	12,76	-	-	61,17	0,25	-	-
0,41-0,80	288	14,88	535	27,64	173,86	0,60	235,03	0,44
0,81-1,20	231	11,93	766	39,57	228,73	0,99	463,76	0,61
1,21-1,60	151	7,80	917	47,37	209,98	1,39	673,74	0,73
1,61-2,00	166	8,58	1083	55,95	299,64	1,80	973,38	0,90
2,01-2,40	129	6,66	1212	62,61	285,67	2,21	1259,05	1,04
2,41-2,80	127	6,56	1339	69,17	329,60	2,59	1588,65	1,19
3,21-3,60	85	4,39	1514	78,21	288,21	3,39	2146,47	1,42
3,61-4,00	97	5,01	1161	83,82	367,85	3,79	2514,32	1,56
4,01-4,40	68	3,51	1679	86,73	289,84	4,26	2804,16	1,67
4,41-4,80	56	2,89	1735	89,62	255,67	4,57	3059,83	1,76
4,81-5,20	36	1,86	1771	91,48	179,41	4,98	3239,24	1,83
5,21-5,60	30	1,56	1801	93,03	162,73	5,42	3401,97	1,89
5,61-6,00	24	1,24	1825	94,27	138,87	5,78	3540,84	1,94
6,01-6,40	22	1,14	1847	95,41	135,91	6,19	3676,75	1,99
6,41-6,80	19	0,98	1866	96,39	125,05	6,58	3801,80	2,04
6,81-7,20	13	0,68	1879	97,07	91,48	7,03	3893,28	2,07

в широких пределах. Для рассматриваемого месторождения характерны высокая степень изменчивости этих свойств и неравномерность распределения.

2. Балансовые запасы представлены рудами различного качества. В пределах одного промышленного тела богатые руды могут сменяться убогими, которые через несколько метров вновь сменяются богатыми и т.д.

Частота встречаемости проб с низким содержанием металла (менее 0,80%) высока и составляет около 15%. Накопление свинца в рудах постепенно возрастает от сотых долей до 2,31%.

3. Поскольку участки богатых руд чередуются с участками убогих руд и пустых пород, селективная разработка последних зачастую неосуществима. Повышение бортового содержания свинца вызывает нарушения сплошности промышленных контуров. Вновь образованные мелкие промышленные участки по условиям эксплуатации селективно разрабатывать неэффективно.

4. При разработке месторождений с распределением промышленного оруденения, аналогичным изложенному, целесообразно искать возможность выделения и отбраковки части убогих руд из добытой рудной массы.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Г у р е ц к и й В. М., Г о л л а н д А. Л. К методике расчета верхнего предела содержания полезного компонента в брагуемой отбитой рудной массе. Ташкент, изд. САИГИМСа, вып. 6, 1965.

2. К р е й т е р В. М. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых. М., Госгеолтехиздат, 1961.

3. Ш е х т м а н П. А. Об ошибках применения математической статистики в теории разведки месторождений. Ташкент, Тр. СазНИ, вып. 6, 1959.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Арапов В.А., Чембарисов Ш. А., Матяш В.П. К схеме тектонического районирования Западного Узбекистана.	5
Королев В.А., Умарходжаев М., Акбаров Х.А., Смелянец В.И. Факторы размещения оруденения в контактовых рудных полях Средней Азии и оценка изменения относительного их значения.	21
Зималина В.Я., Фимушкин Л.И., Тилляева Г.С. Методика изучения внутреннего строения скарново-рудных тел полиметаллического месторождения. . .	34
Королев В.А., Маринов Т.М. Структурные условия размещения полиметаллического оруденения на месторождении Дальнее (Западный Узбекистан).	46
Овечкин В.В., Шведов А.Д. Основные черты структуры Кокпатасского рудного поля.	55
Холопов Н.П., Тунгушев А. Геолого-структурные факторы рудоносности метасоматитов Чадакского рудного поля.	66
Судинский Л.С., Крикунова Л.М., Отрощенко В.Д. Структурно-тектонические и формационно-литологические условия размещения скарнов Каратябинского района.	81
Азиз В.И., Мещанинов Б.В., Пузи-	

к о в А.Н.Составление детальной прогнозной карты рудного поля с комплексным оруденением (Приташкентский район)	88
А в е р и н Ю.А., Б л а н к В.Я., С м е л о в а А.Е.Из опыта прогнозирования оруденения в зоне мощного разлома на примере рудопроявления Султансары.	111
Б у з л о в Г.А., К о т л я р е в с к и й Л.Н., К р е м н е в И.Г.Опыт аэроэлектроразведочных работ в Чадакском рудном поле.	117
Г о л л а н д А.Л., К о п а е в а Т.В.Влияние изменчивости промышленного оруденения на определение параметров браковочных кондиций.	123

КОЛЛЕКТИВ

ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРУКТУР
РУДНЫХ ПОЛЕЙ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Редактор Л.Г.Пакало

Р 05522 Подписано к печати 14/1-76 г. Зак. № Ш-1874
 Формат 60x84 1/16. Объем 6,3 у.л. - изд. л 8,5 л. л. Тираж 299 экз.
 Цена 45 коп.

45 коп.

1851