

УДК 553.441.439 (574)

© М.С.Рафаилович, 2011

## КРУПНОТОННАЖНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ КАЗАХСТАНА

М.С.Рафаилович (Институт природных ресурсов ЮГГЕО, Республика Казахстан)

*Рассматриваются геологическая и структурная позиции, морфологические и минералогическо-геохимические особенности крупнотоннажных месторождений золота и цветных металлов Казахстана и соседних регионов.*

*Ключевые слова: крупнотоннажные месторождения, минерально-сырьевая база, геолого-промышленный тип, штокверки, скарны, порфириновые месторождения, колчеданные месторождения, минеральные и геохимические ассоциации, промышленные запасы.*

*Рафаилович Михаил Сергеевич, rafail@nets.kz*

### LOW-GRADE HIGH-TONNAGE GOLD AND BASE METAL DEPOSITS OF KAZAKHSTAN

M.S.Rafailovich

*The geological and structural setting, mineralogical and geochemical features of large-tonnage gold and non-ferrous metals deposits of Kazakhstan and adjacent regions are considered.*

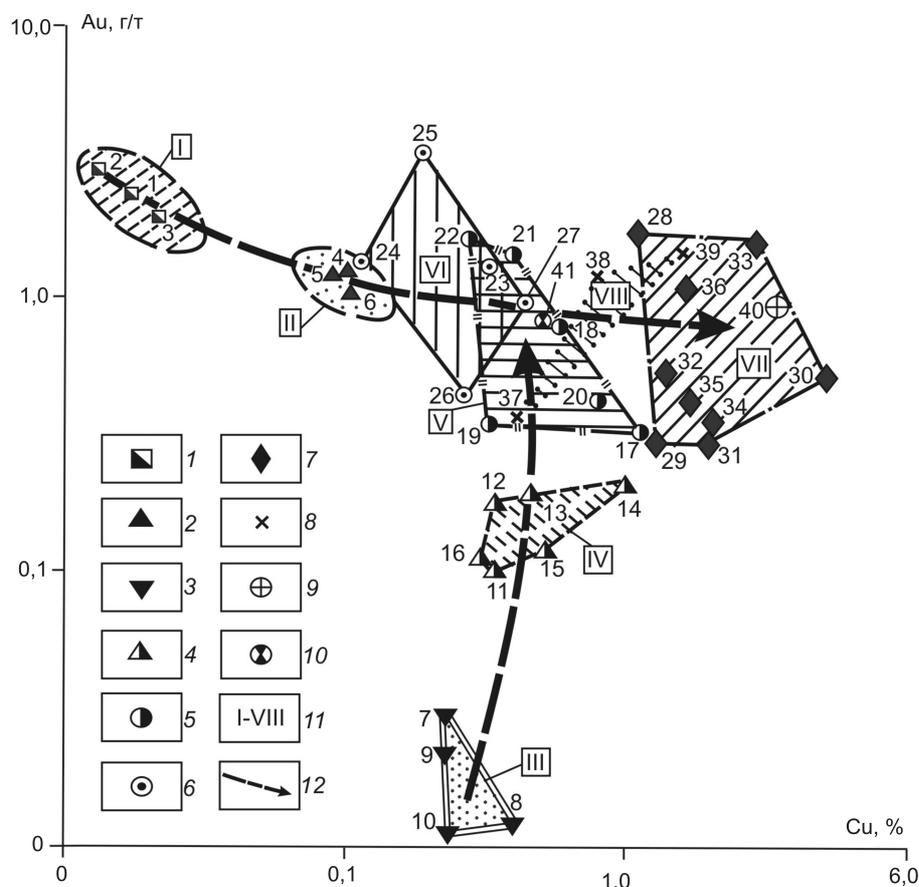
*Key words: large-tonnage deposits, mineral-raw-material base, geological-commercial type, stockworks, scarns, porphyry deposits, massive sulfide deposits, mineralogical and geochemical associations, commercial reserves.*

Крупнотоннажные месторождения (КТМ) — большеобъемные скопления минерального вещества в геологических недрах, по количеству, качеству и морфологическим особенностям пригодные для промышленного освоения. Параметры рудных залежей КТМ: длина и вертикальный размах от сотен метров до 1,0–2,0 км, иногда более, мощности от десятков метров до многих сотен метров. В условиях современной конъюнктуры это месторождения-лидеры, объекты высшего уровня приоритетности.

Казахстан и сопредельные регионы Центральной Азии — геологический полигон с разнообразием типов КТМ. В настоящей статье КТМ рассматриваются в координатах средних содержаний Au и Cu — химических элементов, обладающих исключительно близким геохимическим сродством (неограниченная растворимость в жидком и твердом состояниях, высокая склонность к самородности, сопоставимые значения многих физико-химических параметров). Тесная ассоциативность Au и Cu в рудообразующих процессах и их устойчивые минеральные парагенезисы в широком спектре месторождений, включая многие разновидности КТМ, общеизвестны. Объектом внимания явились очень крупные, крупные и средние Au, Au-Cu и золото-полиметаллические месторождения штокверкового, скарнового, порфирикового и колчеданного типов. Золоторудные гиганты в черносланцевых толщах, освещенные ранее [9, 10], не обсуждаются.

Для КТМ приняты следующие диапазоны средних содержаний Au и Cu (соответственно в г/т

и %): *предельно низкие* — Au 0,01–0,05, Cu 0,01–0,05; *очень низкие* — Au 0,06–0,4, Cu 0,1–0,4; *низкие* — Au 0,5–1,0, Cu 0,4–1,0; *средние* — Au 1,0–5,0, Cu 1,0–3,0; *средние-высокие* — Au >5,0, Cu 3,0–5,0. На основании геолого-промышленной систематизации месторождений и изменчивости содержаний элементов в Центрально-Азиатском регионе можно выделить восемь самостоятельных групп КТМ: I — золоторудные кварц-сульфидные штокверки с низкими и средними содержаниями Au 2,0–5,0 г/т и предельно низкими Cu 0,01–0,05%; II — золотоносные кварц-сульфидные штокверки с низкими содержаниями Au 0,8–2,0 г/т и Cu 0,05–0,2%; III — медно-порфириковые месторождения с предельно низкими концентрациями Au 0,01–0,05 г/т и низкими Cu 0,38–0,60%; IV — золото-медно-порфириковые месторождения с очень низкими содержаниями Au 0,1–0,4 г/т и низкими-средними Cu 0,4–1,5%; V — золото-медно-порфириковые месторождения с низкими-средними содержаниями Au 0,4–2,0 г/т и Cu 0,4–1,4%; VI — золото-колчеданно-полиметаллические месторождения с повышенными содержаниями Au 0,6–5,0 г/т и очень низкими и низкими Cu 0,1–0,6%; VII — золото-колчеданно-полиметаллические и золото-медно-цинковые колчеданные месторождения с низкими-средними содержаниями Au 0,4–3,0 г/т и средними и высокими Cu 1,5–5,0%; VIII — золото-медно-скарновые месторождения с низкими-средними содержаниями Au 0,5–3,0 г/т и Cu 0,5–2,0% (рис. 1). Ниже кратко охарактеризованы наиболее выразительные КТМ.



**Рис. 1.** Крупнотоннажные месторождения золота и цветных металлов Казахстана и сопредельных регионов в координатах средних содержаний Au и Cu, составлено с использованием материалов [2, 6, 7, 10, 11, 14, 15]:

I — золоторудные кварц-сульфидные штокверки с низкими и средними содержаниями Au 2,0–5,0 г/т и предельно низкими Cu 0,01–0,05%: 1 — Васильковское, 2 — Джилао (Таджикистан), 3 — Джеруй (Кыргызстан); 2 — золотосодержащие кварц-сульфидные штокверки с низкими содержаниями Au 0,8–2,0 г/т и Cu 0,05–0,2%: 4 — Когалдыр, 5 — Секисовское, 6 — Райгородок; 3 — медно-порфировые месторождения с предельно низкими концентрациями Au 0,01–0,05 г/т и низкими Cu 0,38–0,60%: 7 — Кзылкия, 8 — Коунрад, 9 — Актогай, 10 — Айдарлы; 4 — золото-медно-порфировые месторождения с очень низкими содержаниями Au 0,1–0,4 г/т и низкими-средними Cu 0,4–1,5%: 11 — Коксай, 12 — Бозшаколь, 13 — Бенкала, 14 — Ой-Толгой (Монголия), 15 — Туву (Северо-Западный Китай), 16 — Дуобаошан (Северо-Западный Китай); 5 — золото-медно-порфировые месторождения с низкими-средними содержаниями Au 0,4–2,0 г/т и Cu 0,4–1,4%: 17 — Нурказган, 18 — Коктасжал, 19 — Кальмакыр-Дальнее (Узбекистан), 20 — Хармагтай (Монголия), 21 — Андаш (Кыргызстан), 22 — Юбилейное; 6 — золото-колчеданно-полиметаллические месторождения с повышенными содержаниями Au 0,6–5,0 г/т и очень низкими и низкими Cu 0,1–0,6%: 23 — Риддер-Сокольное, 24 — Новоленинское, 25 — Долинное, 26 — Зырянское, 27 — Тишинское; 7 — золото-колчеданно-полиметаллические и золото-медно-цинковые колчеданные месторождения с низкими-средними содержаниями Au 0,4–3,0 г/т и средними и высокими Cu 1,5–5,0%: 28 — Майкаин, 29 — Лиманное, 30 — Орловское, 31 — Николаевское, 32 — Акбастау, 33 — Кусмурун, 34 — Малеевское, 35 — Иртышское, 36 — Артемьевское; 8 — золото-медно-скарновые месторождения с низкими-средними содержаниями Au 0,5–3,0 г/т и Cu 0,5–2,0%: 37 — Куру-Тегерек (Кыргызстан), 38 — Саяк IV, 39 — Хантауское; 9 — золото-медно-кварц-карбонатные полиформационные месторождения (руды колчеданного, порфирового и жильного типов) с низкими-средними содержаниями Au 0,8 г/т и высокими Cu 3,0–4,0%: 40 — Шатырколь; 10 — золото-медные полиформационные месторождения (руды колчеданного, порфирового и жильного типов) со средними содержаниями Au 1,0–2,0 г/т и низкими Cu 0,6–0,7%: 41 — Варваринское; 11 — группы КТМ I–VIII с различающимися соотношениями средних содержаний Au и Cu; 12 — векторы максимальной изменчивости содержаний Au и Cu

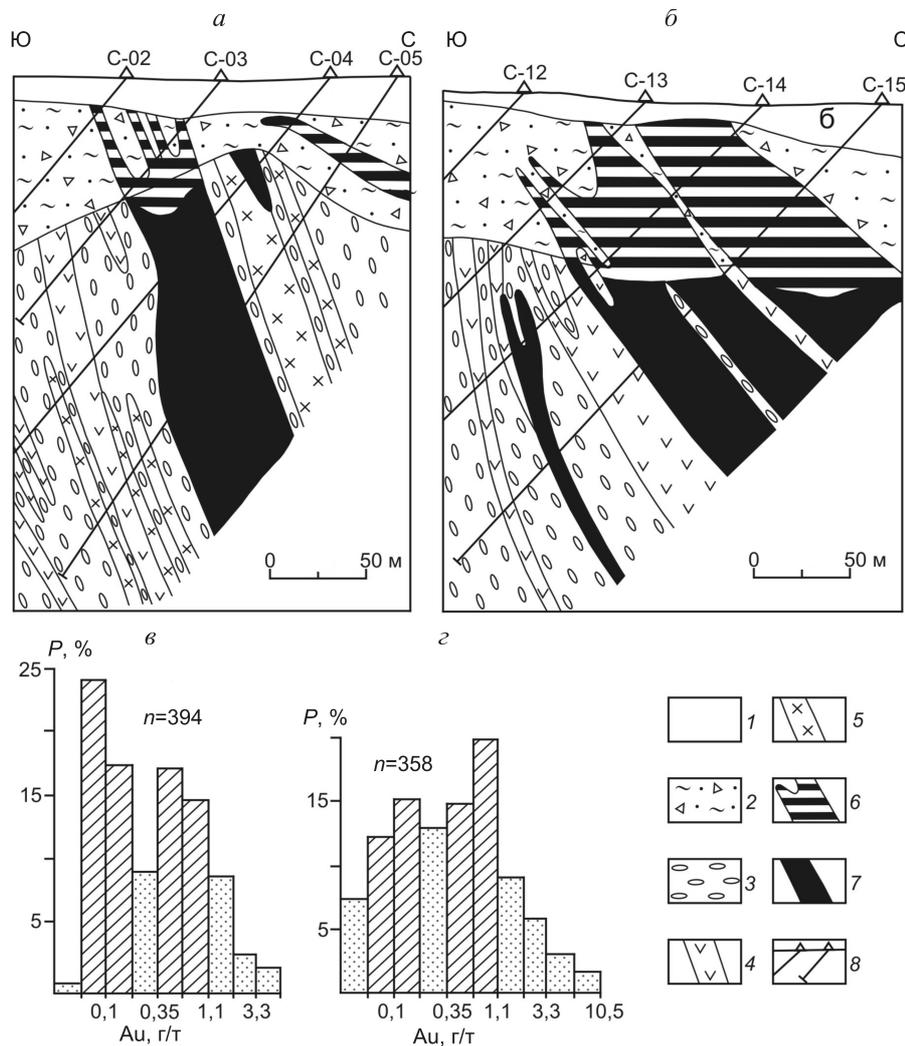
**Золоторудные кварц-сульфидные штокверки с низкими и средними содержаниями Au 2,0–5,0 г/т и предельно низкими Cu 0,01–0,05%.** Полные представители — крупные и очень крупные штокверки в интрузивных плутонах Васильковское в Казахстане, Джеруй в Кыргызстане, Джилао в Таджикистане. Объединяющие черты КТМ — образование на мезотермальных глубинах в коллизионную и постколлизионную стадии; морфоструктурные узлы сложного строения (шовные зоны, купола, кольцевые деформации, каркасы разломов, замыкания складок); аномальные геофизические поля (магнитное, силы тяжести, гаммоспектрометрия); многофазные интрузивы гранитоидов повышенной и высокой щелочности I-S-типа; дифференцированные дайковые комплексы с телами аплитов и пегматитов; метаморфизм вмещающих толщ (кварц-серицитовые и углеродистые сланцы, амфиболиты, гнейсы, скарноиды, роговики); единые гидротермальные изменения — калишпатизация, березитизация, пропилитизация, подчинены аргиллизация, альбитизация, хлоритизация; ведущая Au-As-Bi-Te-W-Mo-Cu-U специализация; несколько генераций

самородного золота (свободное в кварце, тонкодисперсное в сульфидах); специфические минералы-индикаторы (висмутин, тетрадимит, шеелит, арсенопирит, молибденит и др.); преимущественно изометричная в плане форма золоторудных штокверков; зональное строение штокверков — вверху жильные и жильно-прожилковые руды, на средних и нижних горизонтах прожилковые и вкрапленные [10].

Эталонное Васильковское месторождение расположено в Северном Казахстане на северо-восточной периферии Кокшетауского срединного массива — крупного блока метаморфических пород докембрия, подвергшегося в фанерозое интенсивной аккреции и гранитизации. Основные структурные элементы Васильковского рудного района: северо-восточное окончание Володаровско-Васильковской шовной зоны, пересечение региональных разломов северо-западного, северо-восточного и широтного направлений, Северо-Кокшетауская

эллипсоидная купольно-кольцевая структура размером 55×30 км, осложненная куполами второго порядка. Большая часть Васильковского района сложена вытянутым в северо-западном направлении Северо-Кокшетауским куполовидным позднеордовикским интрузивом зерендинского комплекса (габбро, габбро-диориты, диориты, гранодиориты, плагиограниты, монзониты). Характерны сложные фазово-фациальные переходы и частая перемежаемость пород, полосчатость, шлировые обособления, наличие мигматитов, ветвящиеся апофизы. Ранние интрузивные образования габ-

броидного ряда (габбро, габбро-диориты, диориты) характеризуются повышенной щелочностью с преобладанием Na над K, поздние кислые разности — пониженными значениями CaO, MgO, суммарного железа и Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> при повышенной кремнекислотности, высоком содержании суммы щелочей (10–12%), резком преобладании K над Na. В гранодиоритах развита площадная калишпатизация с порфиробластами вторичного микроклина. Среди дайковых образований преобладают кислые породы — мелкозернистые граниты, аплитовидные граниты, пегматиты.



**Рис. 2.** Золото-сульфидно-кварцевое штокверковое месторождение Райгородок Северный. Геологические разрезы (а, б) и гистограммы распределения золота в минерализованных породах и рудах (в — профиль скважин 02–05, з — профиль скважин 12–15), составил М.С.Рафаилович по материалам компании Central Asia Goldfields:

1 — неоген-четвертичные глины; 2 — кора выветривания; 3 — конгломераты; дайки: 4 — андезитовых порфиров, 5 — гранодиоритов, диоритов, диоритовых порфиров; золоторудные тела: 6 — в коре выветривания, 7 — в коренном залегании; 8 — скважины; на гистограммах заштрихованы интервалы с наиболее часто встречающимися содержаниями золота; P, % — вероятность; n — число проб

Васильковское месторождение приурочено к контакту габбро-диоритов и диоритов с рогово-обманково-биотитовыми гранодиоритами и плагиогранитами. В плане золоторудный штокверк «вписывается» в равносторонний треугольник с длиной стороны 670 м, образованный тремя системами рудоконтролирующих трещинных зон: северо-западной Донгульгагашской 320°, северо-восточной Березовско-Васильковской 40–45° и Субмеридиональной 340–350°. В разрезе штокверк имеет форму виноградной кисти. Вертикальный размах до 1,0–1,5 км. Средние содержания Au 3–5 г/т. Более подробное описание Васильковского месторождения приведено в работе [10].

**Золотоносные кварц-сульфидные штокверки с низкими содержаниями Au 0,8–2,0 г/т и Cu 0,05–0,2%.** Штокверки данной группы Райгородок Северный, Когадыр, Секисовское по соотношению Au и Cu занимают промежуточное положение между КТМ первой и пятой групп. Это средние по запасам месторождения золота с линейной морфологией штокверков.

*Месторождение Райгородок Северный*, локализованное на стыке Кокшетауского террейна со Степнякской островной дугой, приурочено к узлу пересечения региональной Новоднепровской зоны разломов северо-восточного направления с опеляющими разноориентированными разрывами. Штокверки склоняются на север под углами 30–50° (рис. 2). Протяженность штокверков до 1,0 км, мощность до 60–100 м. Содержания Au 0,8–6,0 г/т, в маломощных (первые сантиметры) кварцевых жилках — десятки г/т, редко 100–300 г/т.

Рудовмещающими являются скарнированные нижнеордовикские конгломераты и гравелиты и ордовикско-силурийские дайки среднего состава. Метасоматические изменения пород — скарнирование, пропилитизация, кварц-серицитовый метасоматоз. Широко развиты поздние жильно-прожилковые образования — эпидот-цоизитовые, прениитовые, хлорит-карбонатные, альбит-кварцевые, кварцевые, кварц-карбонатные.

Главные рудные минералы — пирит, самородное золото, халькопирит, висмутин, подчиненные — арсенопирит, сфалерит, галенит, молибденит, петцит, пирротин, марказит, редкие — кобальтин, герсдорфит, линнеит-зигенит, кубанит, айкинит, станнин, богдановит, касситерит, шеелит, ковеллин, борнит, халькозин, буланжерит-жемсонит, антимонит, петцит, нагиагит, калаверит, сильванит, креннерит, гессит, алтаит, самородный висмут, самородное серебро, штернбергит, сульфосоли Bi [10].

Самородное золото локализовано в участках пропилитизации, калишпатизации, серицитизации

конгломератов, в серицитизированных интрузивных породах, кварцевых и кварц-карбонат-сульфидных жилках. Выделяются ранняя и поздняя генерации.

Раннее тонкодисперсное Au I (пылинки, оазисные скопления, тонкие зерна, жилки, кристаллы) сконцентрировано в пирите и халькопирите. Размер его выделений от первых мкм до 30–40 мкм; при дроблении и перекристаллизации сульфидов Au I укрупняется до 100–120 мкм. Золото высокопробное (900–912‰), яркой желтой окраски, ассоциирует с висмутином, арсенопиритом, молибденитом. Это подчиненное Au (не более 15–20%).

Вторая, поздняя, генерация Au II определяет баланс благородного металла. Размер выделений от первых мкм до 150–200 мкм; минерал имеет пониженную пробность (840–873‰), желтую окраску с серым или зеленоватым оттенками. Формы Au II — интерстициальные, округлые, угловатые, прожилковые, губчатые, пылевидные, субкристаллические. Золотины располагаются в межзерновых пространствах и трещинках в кварце и в нерудном агрегате пропилитов и серицитолитов. Золото ассоциирует с минералами-индикаторами полиметаллической стадии — сфалеритом, галенитом, блеклыми рудами, жемсонитом-буланжеритом, теллуридами.

Золотосодержащие геохимические ассоциации — Au-As-Cu, Au-Bi, Au-Ag, Au-Pb-Zn, Au-Pb-As-Sb. Золото образует корреляционные связи с Cu, Ag, Bi, As, Sb и Pb.

**Медно-порфиновые месторождения с предельно низкими концентрациями Au 0,01–0,05 г/т и низкими Cu 0,38–0,60%.** Крупные рудные объекты Коунрад, Актогай, Айдарлы каменноугольного возраста развиты в Северном Прибалхашье в центральной части Прибалхашско-Илийского вулканоплутонического пояса (ВПП) [6, 7]. Классификационно-признаковая модель этих месторождений, как и большинства медно-порфиновых систем, включает, по [4], следующие элементы: вмещающая рама; породы рудоносной плутогенной магматической формации (Токрауский и Колдарский дифференцированные плутоны); порфиновые образования; брекчиевые тела, надстраивающие порфиновые штоки; метасоматиты, подчиненные порфировым телам; рудоносные штокверковые трещинные системы, конформные порфировым интрузивам; пиритовые ореолы; сопутствующая Pb-Zn, Cu-B, Cu-As и иная минерализация. Объект Коунрад и месторождения Актогайского поля (Актогай, Айдарлы, Кзылкия) сходны по многим параметрам.

*Месторождение Актогай* выполняет мульду размером 4,5×3,0 км, сложенную верхнепалеозой-

скими вулканогенно-осадочными породами (андезиты, дациты, риолиты, их туфы, туфолавы, песчаники, алевролиты) и Колдарским позднекаменноугольным массивом диорит-гранодиоритов. Рудный штокверк Актогая — эллиптический конус, выклинивающийся на глубинах более 700–800 м в виде конформных струй различной мощности (рис. 3). Длина штокверка 2500 м, ширина 50–830 м. Наиболее протяженные рудоносные струи (подводящие каналы) осложнены разрывной тектоникой, малыми телами плагиогранит-порфиров, порфиroidных гранодиоритов, эксплозивных брекчий. Эксплозивные брекчии (ЭБ) сечением десятки метров до 100–150 м, протяженностью до 300–500 м развиваются по плагиогранит-порфирам, диорит-гранодиоритам, эффузивным породам. Форма ЭБ — трубчатая, пластинчатая, клиновидная, вертикальная протяженность до 400–600 м.

Основные рудные минералы — халькопирит, молибденит, пирит, магнетит, подчиненные — борнит, халькозин, сфалерит, галенит, блеклые руды и др. Максимумы отложения Cu и Mo совпадают. Содержание пирита повышается от центральной части штокверка (безрудное кварцевое ядро) к внешней зоне. Свинцово-цинковая минерализация локализована по периферии рудного тела. Средние содержания Cu 0,385%, Mo 0,008%, Ag 1,18 г/т, Au 0,034 г/т, Se 1,8 г/т. Примеси — Bi, Sn, Ni, Co.

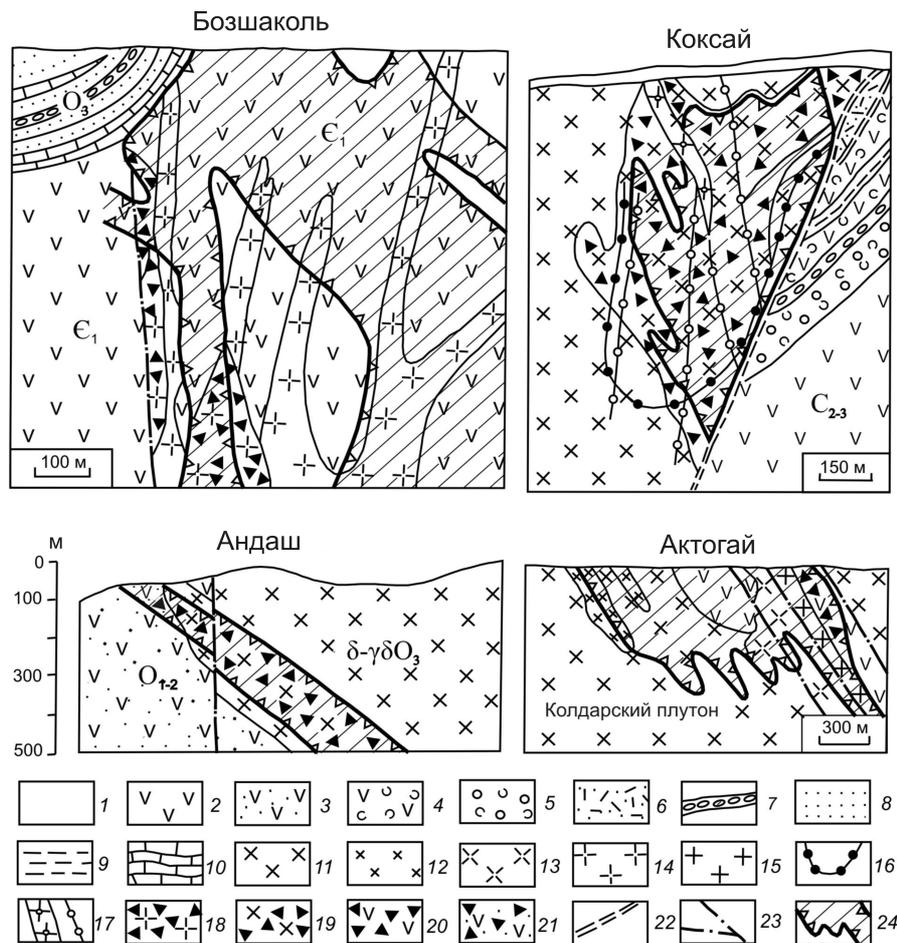


Рис. 3. Эксплозивные брекчии на золото-медно-порфировых месторождениях Бозшаколь, Андаш, Коксай, Актогай (геологические разрезы), по материалам Н.М.Жукова, А.И.Полетаева, Р.Д.Дженчураевой и др.:

1 — современные рыхлые отложения; 2 — вулканогенные отложения (Бозшаколь — андезито-базальтовые порфириды и их туфы, Коксай — андезиты, дациты, Актогай — андезиты, дациты, риолиты и их туфы); 3 — вулканогенно-терригенные породы (андезиты, песчаники Андаша); 4 — туфы смешанного состава; 5 — туфоконгломераты; 6 — игнимбриты, туфы, туфобрекчии риолито-дацитов; 7 — прослои конгломератов; 8 — песчаники; 9 — углисто-глинистые сланцы, алевролиты, песчаники, туфопесчаники (Коксай); 10 — известняки; 11 — плутоны диорит-гранодиорит-плагиогранитового ряда (Андашский — диориты, гранодиориты, Коксайский — кварцевые диориты, диориты, гранодиориты, тоналиты, плагиограниты, Колдарский — диориты, кварцевые диориты, гранодиориты); 12 — мелкозернистые порфиroidные диориты (Актогай); 13 — рудоконтролирующие гранодиориты, плагиогранит-порфиры Актогая; 14 — рудоконтролирующие плагиогранит-порфиры Бозшаколя; 15 — порфиroidные гранодиориты Актогая; дайки Кокса: 16 — диабазов и диабазовых порфиroidов, 17 — «красных» плагиогранит-порфиroidов; 18 — по плагиогранит-порфиroidам Бозшаколя, 19 — по диорит-гранодиорит-плагиогранитам Андаша и Кокса, 20 — по вулканитам Бозшаколя и Актогая, 21 — по вулканогенно-терригенным породам Андаша; 22 — Коксайский разлом (зона смятия и милонитизации); 23 — разрывы второго и третьего порядков; 24 — рудоносные штокверки порфиroidного типа

**Золото-медно-порфиroidные месторождения с очень низкими содержаниями Au 0,1–0,4 г/т и низкими–средними Cu 0,4–1,5%. Группа включает гигантское месторождение Ок-Толгой в Монголии, крупные месторождения Бозшаколь и**

Коксай в Казахстане, Туву в Северо-Западном Китае и др. Геодинамические обстановки формирования месторождений — островные дуги и ВПП. Гигант Ок-Толгой (запасы Cu 32 млн. т, Au 1000 т, средние содержания Cu 1,16%, Au 0,35 г/т) охарактеризован в работе [14]. Рассмотрим казахстанские прототипы Бозшаколь и Коксай (см. рис. 3).

*Au-Cu-Mo-порфировое месторождение Бозшаколь* кембрийского возраста расположено в одноименной энсиматической дуге, в Бозшакольской антиклинали субширотного простирания [6, 7]. Площадь сложена андезитовыми, андезито-базальтовыми порфиритами и малыми штокообразными интрузивами плагиогранит-порфира. Поперечными нарушениями территория разбита на Восточный, Центральный, Западный и Дальне-Западный блоки. Суммарная длина рудной зоны 5,9 км при ширине 41–650 м и вертикальном размахе до 1000 м.

Важный поисковый критерий — тела эксплозивных брекчий. Они сопровождают сульфидное оруденение на Восточном, Центральном и Западном участках. На Восточном и Центральном участках развиты крупнообломочные ЭБ. Обломки эффузивных и интрузивных пород до нескольких метров в поперечнике сцементированы небольшим количеством мелкообломочного материала того же состава. Ветвящиеся тела брекчий сечением от 20–40 до 100–150 м, имеющие вертикальное падение, служили каналами поступления рудоносных гидротермалитов. На Западном участке обломки ЭБ сложены вулканитами среднего-основного состава, цемент — гранодиорит- и плагиогранит-порфирами криптозернистого строения. Интрузивные, вулканогенные и эксплозивные образования пропильтизированы (кварц, хлорит, гидробиотит, кальцит, пирит, магнетит, альбит, пренит, пумпеллит, эпидот, гематит, цеолит, сидерит, флюорит).

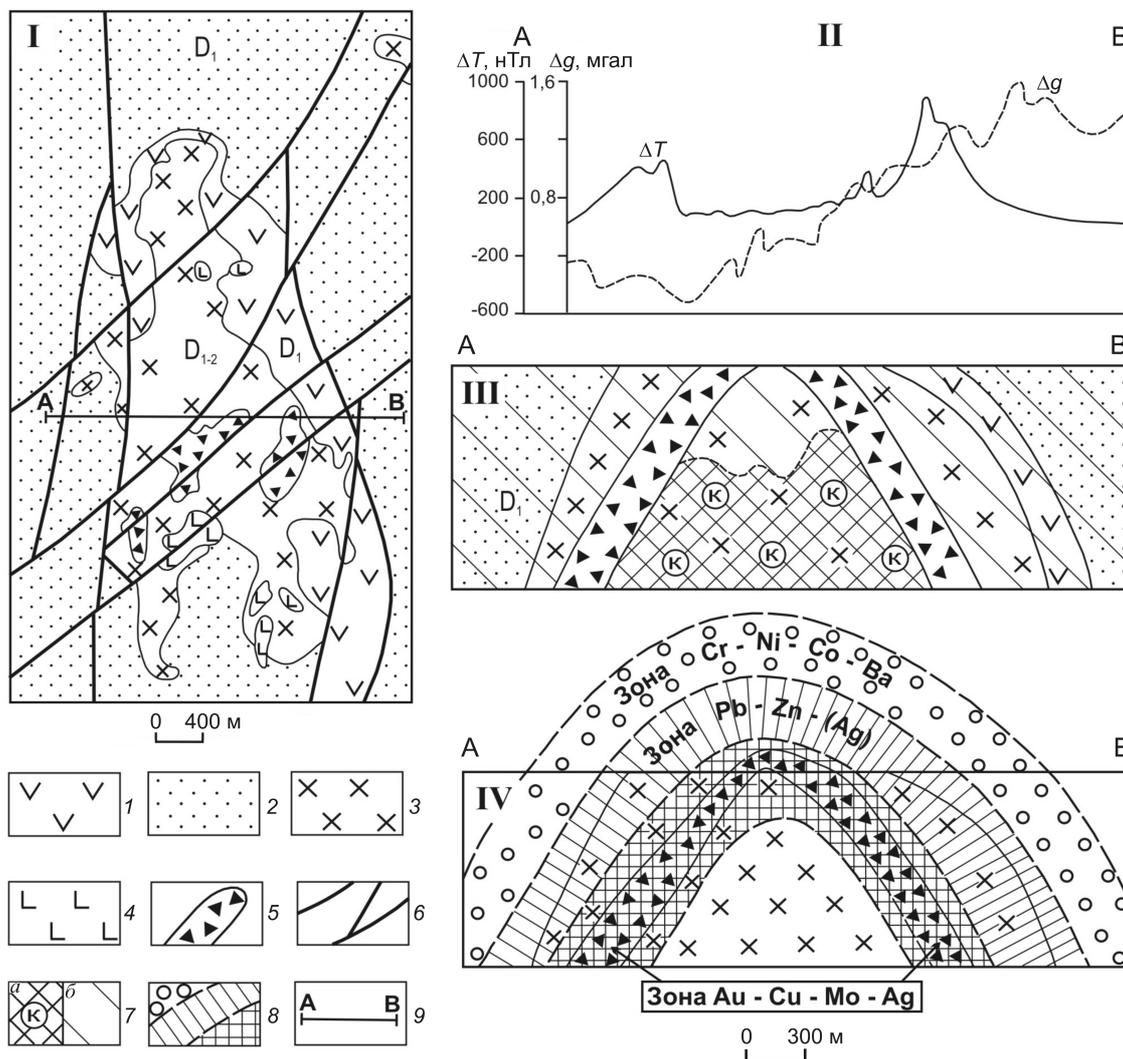
Главная залежь месторождения Бозшаколь имеет протяженность по простиранию до 2900 м, по падению до 650 м, мощность от первых метров-десятков метров до 285 м. Текстуры руд — вкрапленная, прожилково-вкрапленная, брекчиевая. Рудные минералы — пирит, халькопирит, магнетит, молибденит, сфалерит, реже — галенит, марказит, маггемит, мушкетовит, мартит, борнит, гематит, блеклая руда, пирротин, линнеит, висмутин, теллурувисмутид Pd, гессит, алтаит, сильванит, теллурувисмутит, самородное золото, электрум, самородное серебро. Нерудные — кварц, калиевый полевой шпат, биотит, хлорит, кальцит, серицит, флюорит, гипс, цеолиты. Средние содержания в рудах: Cu 0,72%, Mo 0,014%, Au 0,28 г/т, Ag 9,26 г/т, Se 3,8 г/т, Co 0,02%.

*Месторождение Коксай* расположено в Южно-Джунгарском сегменте Прибалхашско-Илийского ВПП [7]. В геологическом строении его участвуют гранитоиды одноименного интрузива и верхнепалеозойские вулканогенно-осадочные породы алтынэмельской свиты (см. рис. 3). Коксайский интрузив слагают габбро и габбро-диориты ранней фазы, диориты, кварцевые диориты, тоналиты, гранодиориты и плагиограниты основной фазы, биотит-кварцевые гранодиориты и плагиогранит-порфиры дополнительной фазы. Отмечаются дайки аплитов, пегматоидных гранитов, «красных» плагиогранит-порфира, диабазов, габбро-диабазов, диабазовых и диоритовых порфира. Интрузив отделяется от вмещающих туфопесчаников, туфов, андезитов, углисто-глинистых сланцев Коксайским разломом крутого 65–70° южного падения.

Гранитоиды основной фазы в зоне северного эндоконтакта интрузива прорваны «слепым» штоком гранодиорит-плагиогранит-порфира, дайками пестрого состава, эксплозивными брекчиями, образующими в совокупности рудоносную клиновидную фигуру субширотного простирания длиной до 2000 м, шириной 90–315 м. Острие клина залегает на глубинах 1000–1200 м. Эксплозивные брекчии состоят из угловатых и слегка окатанных обломков гранитоидов всех интрузивных фаз, мелких сколков вулканитов алтынэмельской свиты, кварц-хлоритовых сланцев и кварцитов. Обломки от долей сантиметров до 2,0–3,0 м сцементированы микробрекчиевым песчаным материалом.

Метасоматиты месторождения — калишпат-биотитовые и хлорит-серицит-кварцевые образования. Калишпат-биотитовому изменению подвержены гранитоиды основной и дополнительной фаз. Хлорит-серицит-кварцевые метасоматиты, распространенные в гранитоидах и брекчиях, повторяют контуры рудной минерализации. Текстуры руд — вкрапленная, прожилковая, полосчатая, прожилково-вкрапленная, брекчиевидная. Средние содержания Cu 0,52%, Mo 0,005%, Au 0,12 г/т, Ag 1,24 г/т, Se 3,5 г/т, Te 1,1 г/т. В повышенных концентрациях присутствуют Pb, Zn, Re, Bi, Sn, Ni, Co, Ti.

**Золото-медно-порфировые месторождения с низкими-средними содержаниями Au 0,4–2,0 г/т и Cu 0,4–1,4%.** Примеры КТМ — гигантское Каль-макыр-Дальнее в Узбекистане, крупное Нурказган в Казахстане, среднее Андаш в Кыргызстане и др. (рис. 4; см. рис. 3). Геодинамические обстановки формирования — краевые ВПП девонского и позднепалеозойского возрастов, разновозрастные островодужные системы (ордовикские, девонские, позднепалеозойские).



**Рис. 4.** Золото-медно-порфировое месторождение Нурказган в Центральном Казахстане. Геологическая схема (I), геофизический профиль (II), геологический разрез (III) и модель геохимической зональности (IV), по материалам М.С.Гранкина, Е.Г.Мальченко, А.И.Полетаева и др.:

I — агломераты, туфы, лавобрекчии андезитов-базальтов с субвулканическими телами андезибазальт-порфиров, D<sub>1</sub>; 2 — песчаники, конгломераты, алевролиты, D<sub>1</sub>; 3 — Тюлькулинский интрузив диоритов, гранодиоритов, гранодиорит-порфиров, монцонитов; 4 — штоки габбро-диоритов, габбро-норитов; 5 — рудоносные гидротермально-эксплозивные брекчии; 6 — разломы; 7 — метасоматиты (а — калишпатиты, б — пирит-кварц-серицитовые породы); 8 — геохимические зоны (в геологическом разрезе); 9 — линия геологического разреза

Гигантское месторождение *Кальмакыр-Дальнее* (ресурсы Cu >20 млн. т, Au >2500 т, средние содержания Cu 0,5%, Mo 0,005%, Au 0,5–0,6 г/т, Ag 2,6 г/т) находится в краевом Бельтау-Кураминском позднепалеозойском вулканоплутоническом поясе (Узбекистан). Метасоматическая модель характеризуется сменой зон гидротермальных изменений от центра порфирового интрузива к периферии: кварцевая → кварц-биотит-калишпатовая → кварц-серицитовая (филлизитовая) → пропилиитовая [3, 4]. Аргиллизиты фрагментарно проявлены

на верхнем горизонте на границе филлизитов и пропилиитов. Пропилиты в верхней части разреза обогащены альбитом, хлоритом, эпидотом, карбонатом, местами алунитом, в нижней — актинолитом, ортоклазом, биотитом.

Минеральный состав руд *Кальмакыра*: ангидрит, молибденит, кварц, халькопирит, магнетит, пирит, карбонаты, полисульфидный парагенезис (халькопирит, сфалерит, галенит, блеклые руды) с самородным Au и теллуридами Au и Ag, гематит, цеолиты, барит. Надрудно-верхнерудная ассоциация

ция элементов — As, Pb, Sb, Bi, Ag и Au. Золото образует более широкие эндогенные ореолы, чем Cu и Mo, являясь индикатором скрытого Cu-Mo оруденения. От верхних горизонтов к нижним, по И.М.Голованову, уменьшаются Cu/Mo и Au/Mo, содержания Pb в халькопирите (от 0,6 до 0,1%) и пирите (от 0,3 до 0,05%). В халькопирите с глубиной увеличиваются концентрации Mo (от 200 до 600 г/т) и Se (от 40 до 100 г/т), в пирите — Se (от 40 до 80 г/т), Bi (от 30 до 108 г/т), Te (от 3 до 10 г/т). Описание прогнозно-поисковой модели Кальмакыра приводится в работе [3].

*Месторождение Нурказган* располагается в широтной ветви Центрально-Казахстанского девонского вулканоплутонического пояса, в Тюлькулинской вулканоструктуре на пересечении субмеридионального Тюлькулинского глубинного разлома с разрывами северо-восточного направления (см. рис. 4). В геологическом строении месторождения, по М.С.Гранкину, Е.Г.Мальченко, В.И.Серых, участвуют нижнедевонские породы терригенно-вулканогенной шешенкаринской свиты, прорванные Тюлькулинским плутоном. Интрузив меридионального направления имеет протяженность 5 км при ширине от первых сотен метров на северном и южном флангах до 2 км в центральной части. В нем развиты породы двух комплексов: преобладающего известково-щелочного раннедевонского карамендинского (кварцевые диориты, гранодиориты, гранодиорит-порфиры с дайками диабазов, кварцевых диорит-порфиров, гранодиорит-порфиров, плагиогранит-порфиров) и подчиненного субщелочного среднедевонского коккудуктюбинского (монцититы, кварцевые монцититы, граносиениты).

Месторождение отмечается аномальным магнитным полем (магнетит, пирротин, пирит), образующим кольцевую структуру размером  $1,3 \times 1,5$  км со значениями  $\Delta T$  в ядерной части до 100–200 нТл и повышениями до 400–800 нТл в периферийной зоне. Площадь картируется пониженными значениями поля силы тяжести  $\Delta g$ .

Главный рудоконтролирующий и рудоносный элемент Нурказгана — минерализованные взрывные брекчии округлой, трубообразной, неправильной форм размерами  $(500-900) \times (250-300)$  м. Они прорывают гранитоиды карамендинского комплекса в зонах разломов северо-восточного направления. Центральная и Восточная взрывные трубки склоняются соответственно на запад и восток под углами 60–65°, образуя характерную структуру «колокола». Ширина Центральной трубки до 500 м. Обломки в брекчиях представлены порфировидными диоритами, гранодиоритами и гранодио-

рит-порфирами; размер обломков 1–10 см, редко до 1,0 м, очень редко это глыбы 1–10 м и более. Цемент мелкобрекчиевый, мелкозернистый, диорит-гранодиоритового состава. Рудные и вторичные нерудные минералы развиваются по обломкам и цементу. Мелкие обломки и перетертый материал, почти нацело замещенные серицитом, хлоритом, кварцем, калишпатом, содержат богатую минерализацию (Cu до первых процентов, Au 1,0 г/т и более). Крупные обломки и глыбы представляют бедную руду (Cu 0,3–0,7%, Au 0,1–0,3 г/т). Рудные штокверки повторяют форму вмещающих брекчий.

Надежный поисковый критерий — гидротермалиты длительного формирования [10, 12]. В связи с вулканизмом шешенкаринского времени образовались тела вторичных кварцитов с примесью алуни-та. На поверхности, в гранитоидах центральной части Нурказгана, расположены пирит-кварц-серицитовые (местами с каолинитом) метасоматиты. По периферии развит эпидот-хлорит-альбитовый парагенезис. На флангах, в нижнедевонских вулканогенно-терригенных породах, преобладают глинисто-серицитовые изменения. На средних и глубоких горизонтах проявлены серицит-хлорит-калишпатовая (с пиритом, халькопиритом, карбонатами, иногда с ангидритом, спекуляритом) и калишпатитовая (ортотлаз, микроклин, кварц) с серицитом, альбитом, ангидритом, борнитом, халькопиритом, пиритом, спекуляритом гидротермальные зоны. Апикальные части брекчиевых тел обогащены турмалином. В изученном фрагменте месторождения (от поверхности до глубины 1000 м) преобладают пирит-кварц-хлорит-серицитовый (филлизитовый) и калишпатитовый парагенезисы. Они «перекрывают» минерализованные эксплозии, распространяясь за их пределы: калишпатиты — глубоко во внутреннюю безрудную часть «колокола», филлизиты во внешнюю область.

Выделяются два типа руд (в скобках средние содержания): золото-молибдено-медный (Cu 1,0–1,4%, Au 0,55 г/т, Mo 0,01%, Ag 2,4 г/т) и золото-полиметаллический (Au от 0,1 до 7–8 г/т, Ag до 30 г/т, Pb 1,0–1,2%, Zn 2,0%, Cu 0,5–0,6%). Основные запасы первого типа сконцентрированы в центральной части Тюлькулинского интрузива. Золото-полиметаллическая минерализация размещается во внешней части рудно-магматической системы в кварц-хлорит-серицитовых метасоматитах. Минеральный состав и геохимические особенности руд Нурказгана рассмотрены в работах [8, 10, 12, 13].

**Золото-колчеданно-полиметаллические месторождения с повышенными содержаниями Au 0,6–5,0 г/т и очень низкими и низкими**

**Cu 0,1–0,6%.** Район концентрации КТМ — энсимальная Рудно-Алтайская островодужная система (Риддер-Сокольное, Новоленинское, Долинное, Тишинское, Зыряновское). По [5], месторождения этой группы с высокой долей Pb, Au, Ag, Ba локализуются в породах особой петрохимической специализации — в существенно калиевых базальтсодержащих нижне-среднедевонских риолитово-кремнисто-карбонатно-терригенных толщах. Рудные залежи имеют пласто-, линзо-, штоко-, столбообразную, амебо- и гнездовидную формы. Гидротермальные изменения пород — окварцевание, серицитизация, баритизация, карбонатизация, хлоритизация, пиритизация. Параметры рудных тел: длина по простиранию и падению сотни метров и более (до 800–1200 м), мощности — десятки–сотни метров. Золотоносные минеральные ассоциации — колчеданные пирит-халькопирит-сфалеритовая, галенит-сфалеритовая, барит-полиметаллическая, жильные — кварц-сульфидная.

Эталон мирового уровня — *Риддер-Сокольное месторождение* — находится в Лениногорском рудном поле на пересечении Северо-Восточной зоны смятия с разломами субширотного направления. Месторождение сложено алевролитами, алевропелитами, вулканомиктовыми песчаниками, гравелитами, туфопесчаниками, туффитами, туфами, лавами, известняками. Распространены субвулканические и экструзивные тела кислого состава и взрывные брекчии. Околорудные образования — кварциты, серицитовые, кварц-серицитовые, кварц-серицит-хлоритовые и кварц-баритовые метасоматиты.

Стадии минерало- и рудообразования: дорудная гидротермально-метасоматическая и рудные Zn-Cu-колчеданная, полиметаллическая и Ba-Pb-Zn. Минеральный состав и геохимические особенности месторождения рассмотрены в многочисленных публикациях. Подчеркнем важную роль золота в рудах (Х.А.Беспяев, Г.Д.Ганженко, З.И.Темитбулатова и др.).

Золото отлагалось в течение всего рудообразующего этапа. При формировании гидротермально измененных пород оно локализовалось в ранних пирите и арсенопирите. В гидротермалитах содержания Au 0,1–первые г/т.

В колчеданно-полиметаллических телах верхней части рудоносной колонны (Au первые г/т) развиты ассоциации: кальцит-серицит-кварц-сфалерит-галенит-золото-блеклорудная, кварц-барит-кальцит-галенит-золото-халькопиритовая, серицит-доломит-кварц-сфалерит-галенит-халькопирит-пирит-золотая.

Руды нижнего медно-цинкового уровня включают золотоносные кварц-пирит-халькопиритовую, халькопирит-сфалеритовую и галенит-сфалеритовую ассоциации (Au первые г/т, реже десятки г/т). Золото ассоциирует с халькопиритом и кварцем.

Самые поздние золото-кварц-сульфидные жилы нижнего горизонта обогащены золотом до первых десятков г/т (максимально сотни г/т). Они содержат золото-кварц-халькопиритовую, золото-кварц-полиметаллическую и золото-кварцевую ассоциации. Высокопродуктивна золото-кварц-полиметаллическая ассоциация. Индикаторами золотой минерализации жильного типа служат теллуриды, сульфотеллуриды, сульфиды и сульфосоли Ag, Bi, Pb, Cu, Sb — гессит, тетрадимит, хедлейит, алексит, теллуротозеит, бурсаит, бурнонит (В.Л.Левин, П.Е.Котельников).

Золото образует следующие формы: свободную (преобладает), тонкодисперсную, сульфидную и теллуридную (петцит). Содержания Au в пирите, халькопирите, сфалерите и галените от первых граммов на 1 т до 200–400 г/т. Широко распространены субмикроскопические и тонкие выделения самородного золота в кварце и сульфидах (десятые доли–первые мкм, десятки мкм), очень редко встречаются мелкие (сотни мкм) и средние (1–2 мм) золотины. Преобладающий размер золотинок в жильном кварце 7–20 мкм, морфология — пылевидная, прожилковая, крючковатая, изометричная, октаэдрическая. Пробность Au 700–900, преобладают значения 800–900%. Главная примесь в самородном золоте — Ag (10–30%).

**Золото-колчеданно-полиметаллические и золото-медно-цинковые колчеданные месторождения с низкими–средними содержаниями Au 0,4–3,0 г/т, средними и высокими Cu 1,5–5,0%.** Типичные колчеданные месторождения Рудного Алтая Орловское, Николаевское, Иртышское, Малеевское, Артемьевское, существенно обогащенные Cu и Zn, локализованы в породах девонской базальт-риолитовой кремнисто-терригенной натровой субформации [5]. В эту группу также входят колчеданно-полиметаллическое месторождение Майкаин (одноименная энсиматическая островная дуга), медно-цинково-колчеданные месторождения Акбастау и Кусмурун в Чингиз-Тарбагатае, Лиманное в Мугоджарах. Морфология рудных тел — линзовидные и пластообразные залежи, изометричные тела и утолщенные пластины «сундучной», штокообразной, седловидной, неправильной форм. Протяженность рудных тел сотни метров, вертикальных размахов сотни метров–1,0 км и более, средние мощности десятки метров, иногда первые сотни метров. Гидротермальные изменения

пород — окварцевание, серицитизация, баритизация, хлоритизация, на некоторых объектах алуинитизация, каолинитизация, адуляризация. Золотоносные минеральные ассоциации — пирит-халькопиритовая, пирит-халькопирит-сфалеритовая, галенит-сфалеритовая, барит-полиметаллическая. Минералы-спутники Au — пирит, халькопирит, полиметаллические сульфиды, арсенопирит, теннантит, энаргит, сульфиды и сульфосоли Ag, Sb, Bi. Средние содержания элементов в КТМ [2, 6]: Орловское — Cu 4,6, Zn 3,94, Pb 1,19%, Au 0,77, Ag 73,4 г/т; Николаевское — Cu 2,54, Zn 3,87, Pb 0,49%, Au 0,52, Ag 44,0 г/т; Иртышское — Cu 2,1, Zn 5,6, Pb 0,85%, Au 0,67, Ag 113,4 г/т; Малеевское — Cu 2,59, Zn 7,84, Pb 1,19%, Au 0,58, Ag 78,4 г/т; Артемьевское — Cu 2,06, Zn 6,19, Pb 1,87%, Au 1,31, Ag 116,0 г/т; Кусмурун — Cu 1,77, Zn 1,0, Pb 0,25%, Au 1,4, Ag 20,0 г/т; Лиманное — Cu 1,76, Zn 1,2, Pb до 0,2%, Au 0,8, Ag 13,2 г/т.

**Золото-медно-скарновые месторождения с низкими–средними содержаниями Au 0,5–3,0 г/т и Cu 0,5–2,0%.** Месторождения этой группы, широко распространенные на территории Центральной Азии, зарождаются и развиваются по очень близкому сценарию (А.Ф.Коробейников, Ю.Г.Щербakov, В.А.Вахрушев, Л.А.Мирошниченко, Р.Д.Дженчураева, М.С.Рафаилович и др.). На рис. 1 в координатах содержаний Au–Cu показаны КТМ Куру-Тегерек (Кыргызстан), Саяк IV и Хантауское (Казахстан). Остановимся на слабо освещенном в литературе Хантауском золото-медно-железородном районе, расположенном в Южном Казахстане на территории Шу-Кендыктасского террейна. Рудный район протяженностью >40 км и шириной 5–10 км включает крупное месторождение Au, Cu и Fe Хантауское, потенциальное скарновое месторождение Дальнее, серию проявлений и ореолов Au, Cu, Ag, Pb, Mo, Ni, Co, U и других элементов.

Объект открыт в конце 80-х годов прошлого столетия Хантауской партией Казгеофизтреста в процессе глубинного геологического картирования Шу-Сарысуйской депрессии с использованием опережающих геофизических работ (С.И.Шевчук и др.). В рудном районе, перекрытом рыхлыми отложениями мощностью до 200–300 м, отмечены интенсивные градиенты поля силы тяжести и общее повышение изрезанного магнитного поля с локальными линейно вытянутыми или изометричными положительными аномалиями интенсивностью от 150–200 до 800–1000 нТл. Последние контролируют области развития гидротермальной проработки пород, оксидов железа (магнетит, гематит), сульфидной минерализации. Главная рудо-

контролирующая структура — региональная Кордай-Мойынкумская шовная зона северо-западного простирания и оперяющие ее полосы смятия и линейные разрывы. В зоне наблюдаются геофизические аномалии, офиолиты, тектонический меланж, катаклаз, рассланцевание, пневматогидротермальные изменения, протяженные до 25–30 км и широкие до 1–5 км эндогенные ореолы Au 0,01–0,1 г/т (максимально до первых г/т) и Cu 0,01–0,3%. Ширина зоны от 0,5 до 2–3 км, падение крутое 75–80° на северо-восток [11].

В геологическом строении месторождения Хантауское участвуют ордовикские эффузивы (андезиты, андезитовые и диабазовые порфириты, туффиты) и интрузивные породы О<sub>3</sub> кордай-шатыр-кольского комплекса (диориты, кварцевые диориты, монзониты, гранодиориты, плагiogраниты, граниты). Рудоносная шовная зона расположена на контакте диоритов с вулканогенными породами.

Магниторазведка в Хантауском районе — прямой метод поисков золото-медно-железородных месторождений. По результатам наземной съемки м-ба 1:10 000 была выявлена группа магнитных аномалий, в том числе аномалия Хантауского месторождения протяженностью 5 км, шириной 0,8–1,5 км, интенсивностью от 130 до 1000 нТл. Под чехлом рыхлых отложений мощностью 200–220 м и более, в зоне смятия пород фундамента, локализованы золотоносные скарны гранат-пироксен-магнетитового состава, содержащие обильный халькопирит (до 50–60%). Рудные тела по геологическим и геофизическим данным имеют протяженность до 450–2000 м, мощность 65–100 м. Главное рудное тело имеет стволую мощность золото-медного интервала 88,0 м при средних содержаниях Au 1,62 г/т и Cu 0,94%. Стволовая мощность интервала с магнетитовой рудой 153,0 м, среднее содержание Fe 43,4% (рис. 5).

Минералы-индикаторы руд — магнетит, халькопирит и самородное золото, второстепенные минералы — мельниковит-марказит, марказит, пирит, сфалерит, галенит, кобальтин, никелин, сафлорит, раммельсбергит, герсдорфит, висмутин, редко встречающиеся — теллуриды Au и Ag (креннерит-калаверит), ульвошпинель, ильменит, рутил, миллерит, арсенопирит, молибденит, шеелит, виттихенит, смальтин, тетрадимит, самородный висмут, самородное серебро, акантит, айкинит, аляскаит, касситерит. Главные нерудные минералы — пироксен 10–40%, гранат гроссуляр-андрадитового ряда 10–50%, актинолит 5–10%, второстепенные и редкие — скаполит, эпидот-цоизит, роговая обманка, калишпат, мусковит, биотит, хлорит, барит, гидрослюда.

Магнетит в рудном процессе занимает «гранзитное» положение (четыре морфогенетические разновидности). Количество его от первых процентов до 30–70%. Халькопирит образует пять разновидностей (от 1–2 до 50–60%). Золото в рудах присутствует в трех формах — примесной, самородной и в виде теллурида Au. Самородное золото — определяющая форма нахождения благородного металла. Его выделения размером первые мкм–десятки мкм, очень редко первые сотни мкм ассоциируют с халькопиритом, пиритом, марказитом, герсдорфитом, магнетитом, сфалеритом, борнитом, висмутином. Интерстициальные и прожилковые выделения раннего золота отмечаются в микронках дробления, развитых в пироксене, магнетите, халькопирите. Оно тесно связано с сульфидами гидротермально-метасоматического процесса — поздним халькопиритом, герсдорфитом, висмутином. Формы его кристаллические, изометричные и прожилковые. Кристаллическое золото (кубы) размером 30–40 мкм наблюдается в халькопирите. В скелетном пирите отмечено среди реликтов пирротина и халькопирита. Изометричные обособления золота и креннерит-калаверита размером 10–50 мкм встречаются в марказит-халькопиритовых агрегатах. В халькопирите по контакту с аляскитом обнаружено несколько обособлений креннерит-калаверита. В борните присутствуют выделения самородного золота 10×(30–50) мкм.

Геохимический спектр Хантау: Au, Cu, Fe, Ag, Ti, Co, Ni, Mn, V, Mg, Zn, Cd, As, Bi, Mo, W, Sn, Te, Ba, Sr, Sb и др. Промышленный интерес представляют (в скобках среднее и максимальное содержания): Au (1,6 и 32,9 г/т), Cu (0,94 и 4,71%), Fe (43,4

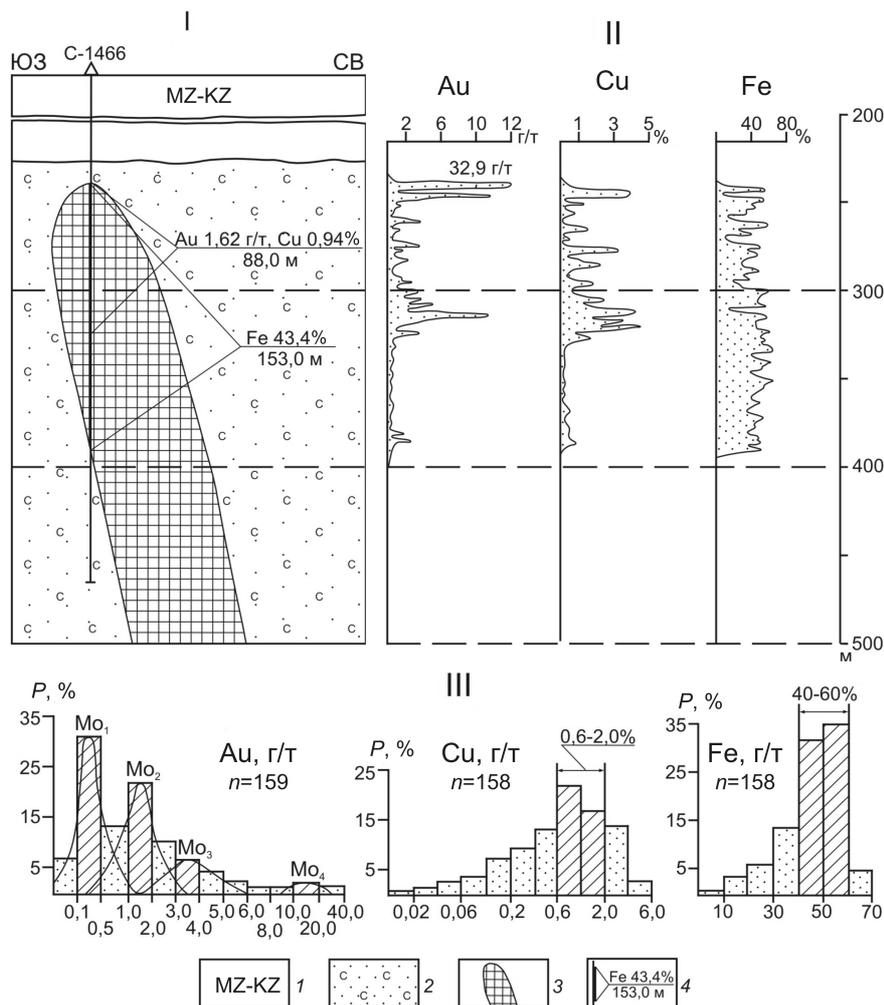


Рис. 5. Главное рудное тело Хантауского месторождения. Геологический разрез (I), распределение Au, Cu и Fe в скв. C-1466 (II), гистограммы содержаний Au, Cu и Fe (III), по С.И.Шевчуку, М.С.Рафаиловичу.

1 — мезокайнозойский рыхлый чехол; 2 — гранат-пироксеновые скарны; 3 — контур рудного тела; 4 — параметры оруденения (в числителе — средние содержания полезных компонентов, в знаменателе — стволовая мощность); P, % — вероятность; n — число проб

и 65,1%), Ag (3,0–6,0 и 25,0 г/т). Cu, Fe и Ag имеют мономодальное распределение с наиболее часто встречающимися концентрациями Cu 0,6–2,0%, Fe 40–60%, Ag 1,2–10,0 г/т. Для Au характерны четыре элементарных распределения с модами, г/т: 0,1–0,5, 1,0–2,0, 3,0–4,0, 10–20. Железо относительно равномерно распределено на всю мощность скарнорудного тела. Медью и золотом обогащены осевая зона и висячий бок [10, 11].

Крупнотоннажные месторождения золота и цветных металлов Казахстана и соседних регионов слагают три разноглубинные фации: апикальную (0,0–1,5 км), стволовую (1,5–3,0 км) и корневую (2,5–4,0 км). В апикальной фации они представле-

ны вулканогенными месторождениями колчеданного семейства, стволковой — медно-порфировыми и золото-медно-порфировыми месторождениями, корневой — золоторудными штокверками и золото-медными скарнами.

Рассматриваемые месторождения обнаруживают тесные связи с региональными сутурами и внутриплитными шовными зонами. С зоной Главного Уральского разлома сопряжены золото-медно-порфировые и золото-медно-цинковые колчеданные месторождения Юбилейное, Лиманное, с Кордайско-Мойынкумской шовной зоной — золото-медно-железородное скарновое Хантауское, золотоносное штокверковое Когадыр, с Володаровско-Васильковской зоной — гигантский золотоносный штокверк Васильковское, с Северо-Балхашской сутурой — медно-порфировое месторождение Коунрад, с Рудно-Алтайской, Иртышской, Карагандинской, Майкаинской, Абралинской сутурами и зонами смятия — золотоносные колчеданно-полиметаллические и медно-цинково-колчеданные месторождения Риддер-Сокольное, Новоленинское, Зырянское, Иртышское, Орловское, Николаевское, Нурказган, Акбастау, Кусмурун и др. Теснейшая ассоциация гигантских месторождений золота черносланцевого типа с указанным классом деформационных структур отмечена нами ранее [9, 10]. Тщательное изучение геологии, металлогении и рудного потенциала сутурных и шовных зон — путь к открытию новых КТМ.

В координатах содержаний Au и Cu выделяют два вектора (ряда) пространственной упорядоченности КТМ: с тенденцией нарастания средних содержаний Cu (группы I, II, VI–VIII — штокверки золота, золото-медные скарны, золото-колчеданно-полиметаллические и золото-медно-цинковые колчеданные месторождения) и с относительно выдержанными концентрациями Cu и значительной изменчивостью доли Au (группы III–V — порфировые месторождения). Первый ряд характеризует крупнотоннажное оруденение корневой и апикальной фаций, второй — КТМ стволковой фации. Снизу вверх по разрезу земной коры прослеживаются: смена геохимических типов КТМ (Au, Au-Cu, Au-Cu-Mo, Au-Cu-Zn, Au-Cu-Pb-Zn, Au-Cu-Pb-Zn-Ba-Ag), изменение состава гидротермалитов (биотитизированные породы, скарны, калишпатиты, березиты, филлизиты, аргиллизиты, барит- и адулярсодержащие метасоматиты, вторичные кварциты), морфоструктурная зональность оруденения (месторождения золота — изометричные, овальные, линейные штокверки; золото-медные скарны — пласты, линзы, тела сложной конфигурации; порфировые КТМ — штоки, столбы, конусы, воронки,

линзья; колчеданные месторождения — линзы, утолщенные пласты, межформационные залежи, тела изогнутой, куполовидной, амебообразной, «сундучной» форм). Заслуживает пристального внимания фаціальная зональность скарновых, штокверковых и порфировых объектов, связанных с едиными интрузивными комплексами. Достаточно широко распространенные ассоциации скарновых месторождений с крупнотоннажными объектами штокверкового и порфирового типов (Саякский, Шуйско-Кедыктасский, Кокшетауский регионы в Казахстане, Алмалыкское поле в Узбекистане, Джилаоское поле в Таджикистане, золото-медный район Эртсберг в Новой Гвинее и др.) необходимо оценивать как единые поликомпонентные ансамбли.

Приоритетное направление — ревизия разрабатываемых и законсервированных месторождений с их переводом в более значимую экономическую категорию с относительно бедными рудами, но с увеличенными размерами и крупными запасами. Положительные примеры в Казахстане — перевод мелкого медно-порфирового месторождения Юбилейное в Мугоджарах в одноименный крупный золоторудный штокверк, мелкого медноколчеданного месторождения Варваринское (Таранское) в Жетыкаринском районе в комбинированный тип с крупными запасами Au. Месторождение Васильковское в Кокшетауском регионе первоначально изучалось как мелкий жильный объект со средними и высокими содержаниями Au, позднее оно было трансформировано в гигант-штокверк мирового значения с низкими–средними содержаниями металла. Развитие этой тенденции укрепляет минерально-сырьевую базу, способствует ее воспроизводству и надежной защищенности.

Перспективы изучения и освоения КТМ колчеданного семейства Рудного Алтая освещены в материалах недавней Международной конференции [1]. Значителен потенциал Кокшетауского региона на открытия новых золоторудных штокверков васильковского типа (участки Туран, Орловское, Чаглинка, Ельгай). В Кендыктасе, в Кордай-Шатыркольском и Щербактинском районах, ожидаются дополнительные открытия скарновых и штокверковых месторождений.

В классе КТМ порфирового ряда первоочередного внимания заслуживают объекты бозшакольского, нурказганского и актагайско-коксайского типов. Руды Бозшаколя, наряду с традиционными компонентами (Cu, Mo, Au, Ag), представляют интерес как источник металлов платиновой группы (Pt, Pd, Os). Краевой девонский вулканоплутонический пояс перспективен на открытия новых месторождений нурказганского профиля. Весом ресурс

глубоких горизонтов месторождений Актогай, Айдарлы и Кзылкия. Заслуживают детальной оценки перспективные порфиновые рудопоявления Восточное, Промежуточное, Западное в Актогайском поле. Утвержденные крупные запасы руд Коксяя могут быть существенно усилены при оценке недостаточно изученных брекчиевых трубок (А.И.Полетаев, З.М.Нурбаев).

Следует еще раз подчеркнуть актуальность комплексного изучения и освоения крупнотоннажных месторождений.

*За обсуждение проблемы благодарю Л.А.Мирошниченко, Х.А.Беспяева, Ю.С.Парилова, И.М.Голованова, Р.Селтманна.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Большой Алтай* — уникальная редкометалльно-золото-полиметаллическая провинция Центральной Азии // Мат-лы межд. конф. Усть-Каменогорск, 2010.
2. *Ганженко Г.Д.* Техногенные минерально-сырьевые ресурсы цветных и благородных металлов Восточного Казахстана. — Усть-Каменогорск, 1999.
3. *Голованов И.М., Николаева Е.И., Кажихин М.А.* Комплексная прогнозно-поисковая модель медно-порфировой формации. — Ташкент: ФАН, 1988.
4. *Кривцов А.И., Звездов В.С., Мигачев И.Ф., Минина О.В.* Медно-порфиновые месторождения. Серия: Модели месторождений благородных и цветных металлов. — М.: ЦНИГРИ, 2001.
5. *Кривцов А.И., Ручкин Г.В., Кузнецов В.В.* Роль и место месторождений рудноалтайского типа в колчеданном семействе // Рудный Алтай — уникальная редкометалльно-золото-полиметаллическая провинция Центральной Азии. Усть-Каменогорск, 2010. С. 20–22.
6. *Месторождения меди Казахстана.* Справочник. — Алматы, 1997.
7. *Металлогения Казахстана.* Месторождения руд меди. — Алма-Ата: Наука, 1978.
8. *Полетаев А.И., Мельникова Л.В., Потеха А.В., Тимофеева С.Н.* Некоторые особенности геологии и оруденения Самарского золото-медно-порфинового месторождения // Геология и разведка недр Казахстана. 1996. № 2. С. 12–20.
9. *Рафаилович М.С.* Золоторудные гиганты в углеродисто-терригенных отложениях Центральной и Северной Азии // Геология и охрана недр. 2008. № 2. С. 31–40.
10. *Рафаилович М.С.* Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. — Алматы, 2009.
11. *Рафаилович М.С., Шевчук С.И.* Золотоносные скарны Центральной Азии // Геология и охрана недр. 2010. № 1. С. 23–34.
12. *Серых В.И., Евдокимов И.В.* О геологической позиции меднопорфинового оруденения девонского вулканоплутонического пояса (Центральный Казахстан) // Геология Казахстана. 2001. № 1. С. 41–58.
13. *Солнцев С.С., Франковская Н.М., Покусаев А.В.* Геохимические модели золото-медно-молибденового месторождения Самарское и его рудного поля как основа прогноза и поисков аналогичных объектов // Геология и разведка недр Казахстана. 1996. № 2. С. 30–36.
14. *Geodynamics and metallogeny of Mongolia with a special emphasis on copper and gold deposits / R.Seltmann, O.Gerel, D.Kirwin (Eds.).* London, 2005.
15. *Super porphyry copper and gold deposits: a global perspective.* Australia, PGC Publishing, 2005. Vol. 2.