

УДК 553.411(510, 574, 575)

М. С. РАФАИЛОВИЧ¹, С. М. КОЛОСКОВА²

¹Институт природных ресурсов ЮГГЕО,

²Институт минеральных ресурсов, Госком РУз по геологии и минеральным ресурсам)

ЭКСПЛОЗИВНЫЕ БРЕКЧИИ НА ЗОЛОТОРУДНЫХ И ЗОЛОТО-МЕДНО-ПОРФИРОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Аннотация. Охарактеризованы тектоническая позиция, диапазон распространения, условия локализации и вещественный состав взрывчатых брекчий, развитых на золоторудных и золото-медно-порфировых месторождениях Центральной Азии. Обсуждаются прогнозно-поисковое значение взрывчатых брекчий и актуальные направления научно-исследовательских и геолого-разведочных работ в перспективных регионах.

Ключевые слова: взрывчатые брекчии, месторождения золота, золото-медно-порфировые месторождения, тектоническая позиция, вулканно-плутонический пояс, островная дуга, рудоконтролирующие структуры, минералого-геохимические особенности, перспективные районы.

Тірек сөздер: взрывчаті брекчийлер, алтын кенорны, алтын-мыс-порфирлі кенорны, тектоникалық позиция, вулканды-плутоникалық белдем, аралды доға, кенбақылаушы құрылым, минералды-геохимиялық ерекшеліктер, перспективалы аудандар.

Keywords: explosive breccia, gold deposits, gold-copper porphyry deposits, tectonic setting, volcanic-plutonic belt, island arc, ore-controlling structures, mineral-geochemical features, perspective regions

Введение. Объект внимания статьи – взрывчатые брекчии (ЭБ) Казахстана и соседних регионов Центральной Азии и сопряженные с ними золоторудные и золото-медно-порфировые месторождения (рисунок 1). Взрывчатые брекчии – показатель неравновесного механизма геологических процессов и важнейший прогнозно-поисковый критерий. ЭБ формируются на высокопроницаемых участках земной коры: в жерлах вулканов, в зонах смятия, экранов, надвигов, на сводах и крутых погружениях магматических тел, контактах пород различной компетентности и т.д. На многих месторождениях взрывчатые явления предшествовали рудному процессу или были синхронны рудообразованию. ЭБ концентрируют различные запасы металлов, в том числе очень крупные, крупные и средние. Наиболее представительный пример золотоносных ЭБ – знаменитый «Крессонов раздув» на месторождении Крипл-Крик в США, явившийся источником более 500 т золота (рисунок 2).

Взрывчатые брекчии Центральной Азии формировались от раннего палеозоя до пермотриаса в достаточно определенном диапазоне геодинамических обстановок и палеоглубин при активном участии вулканических и магматических продуктов. Рассмотрим наиболее представительные группы золоторудных и золото-медно-порфировых месторождений Центральной Азии с выраженными проявлениями взрывчатых образований.

Взрывчатые брекчии и месторождения золота. Выделяются три геолого-генетических группы взрывчатых брекчий и связанных с ними золоторудных месторождений: 1) инъекционные эпипермальные ЭБ в вулканно-плутонических поясах (глубины 0,0-1,5 км), 2) ликвационно-флюидалные ЭБ в сочетании с гипабиссальными малыми интрузивами диорит-гранодиоритов и дифференцированными дайковыми комплексами (1,5-3,0 км), 3) «скрытые» ЭБ в мезотермальных плутонах гранитоидов повышенной основности и щелочности (2,5-4,0 км) [14]. Первая группа составляет апикальную фацию вертикального интервала развития золотоносных ЭБ, вторая группа – промежуточную фацию, третья – тыловую.

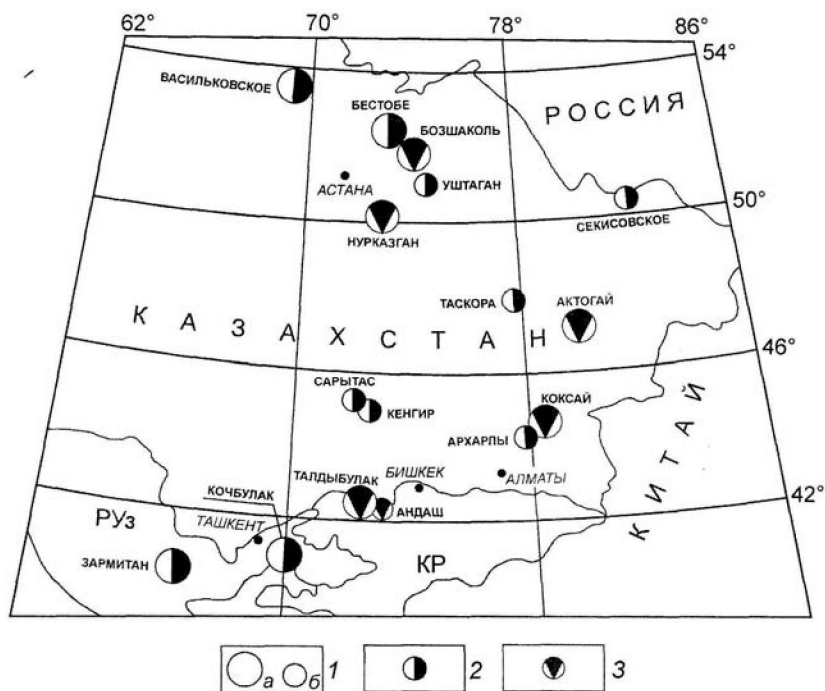


Рисунок 1 – Центрально-Азиатский регион (фрагмент). Схема размещения золоторудных и золото-медно-порфировых месторождений, сопряженных с телами эксплозивных брекчий: 1 – месторождения: а – очень крупные и крупные, б – средние и мелкие; 2 – золоторудные месторождения; 3 – золото-медно-порфировые месторождения; РУз – Республика Узбекистан; КР – Кыргызская Республика

Инъекционные эпитермальные ЭБ в вулcano-плутонических поясах представлены уштаганским, кочбулакским, таскоринским и архарлинским подтипами.

ЭБ уштаганского подтипа развиты в широтном сегменте Центрально-Казахстанского девонского вулcano-плутонического пояса (ВПП) на золото-кварц-турмалин-сульфидных месторождениях Уштаган, Шешенкара, Железная и Кварцитовая Горки, Арлан (Майкаин-Баянаульский и Сарысу-Тенгизский районы) [11]. В плане они обычно имеют округлую форму, в разрезе – трубчатую, столбовую. Вмещающие породы – вулканические аппараты и покровы андезитов и риолитов, субвулканические и гипабиссальные малые интрузивы и дайки пестрого состава – подвержены пропилитизации, окварцеванию, баритизации, серицитизации, аргиллизации, турмалинизации, сульфидизации. Метасоматиты содержат хлорит, эпидот, карбонаты, халцедон, алунит, каолинит, диксит. Рудные минералы (до 15-20 %) – самородное Au, пирит, арсенопирит, висмутин, халькопирит, молибденит, галенит, сфалерит, блеклые руды, энаргит, буланжерит. Рудные тела – изометричные или линейные штокверки, прожилково-вкрапленные зоны, системы кварц-сульфидных жил. Представительное месторождение Уштаган сложено покровами кварцевых риолитов и их туфов и субвулканическими телами кварцевых плагиогранит-порфиров D₂ возраста. ЭБ представляет собой раздробленное тело плагиопорфиров треугольного сечения с длиной сторон 1,0-1,2 км, склоняющееся на северо-восток под углами 75-80°. Эксплозивный аппарат осложнен зоной дробления северо-западного направления. Богатое оруденение Уштагана – это штокверк сульфидных, кварц-сульфидных и кварц-турмалин-сульфидных жил и прожилков в окварцованной, серицитизированной и турмалинизированной основе. Золото тонкодисперсное и мелкое, связанное с поздними сульфидами и кварцем. Формы золотин – неправильная, округлая, пластинчатая, проволочковая, каплевидная.

Кочбулакский подтип – эталон ЭБ вулcanoгенного класса в Центральной Азии [15, 21]. Месторождение Кочбулак находится в Бельтау-Кураминском позднепалеозойском ВПП в одноименной кальдере размером 8,5x6,5 км, ограниченной системами дуговых разломов, субвулканических и экструзивных тел, даек диабазовых порфиритов. Слагающие кальдере вулcanoгенно-терригенные отложения среднего карбона (андезиты, дациты, трахиандезиты, трахиандезито-дациты, туфы, вулcanoмиктовые песчаники, гравеллиты) имеют центриклинальное падение. Метасоматиты

подразделяются на дорудные пропилиты и вторичные кварциты, синрудные кварц-серицит-карбонатные породы и аргиллизиты, пострудные карбонат-хлоритовые изменения. Выделяются три морфогенетические разновидности рудных тел: 1) линзы и пластовые залежи в пологих субсогласных трещинах отрыва, 2) крутонаклонные секущие жильные тела в трещинах скола и отрыва, 3) трубо- и древообразные крутопадающие ЭБ (см. рисунок 2).

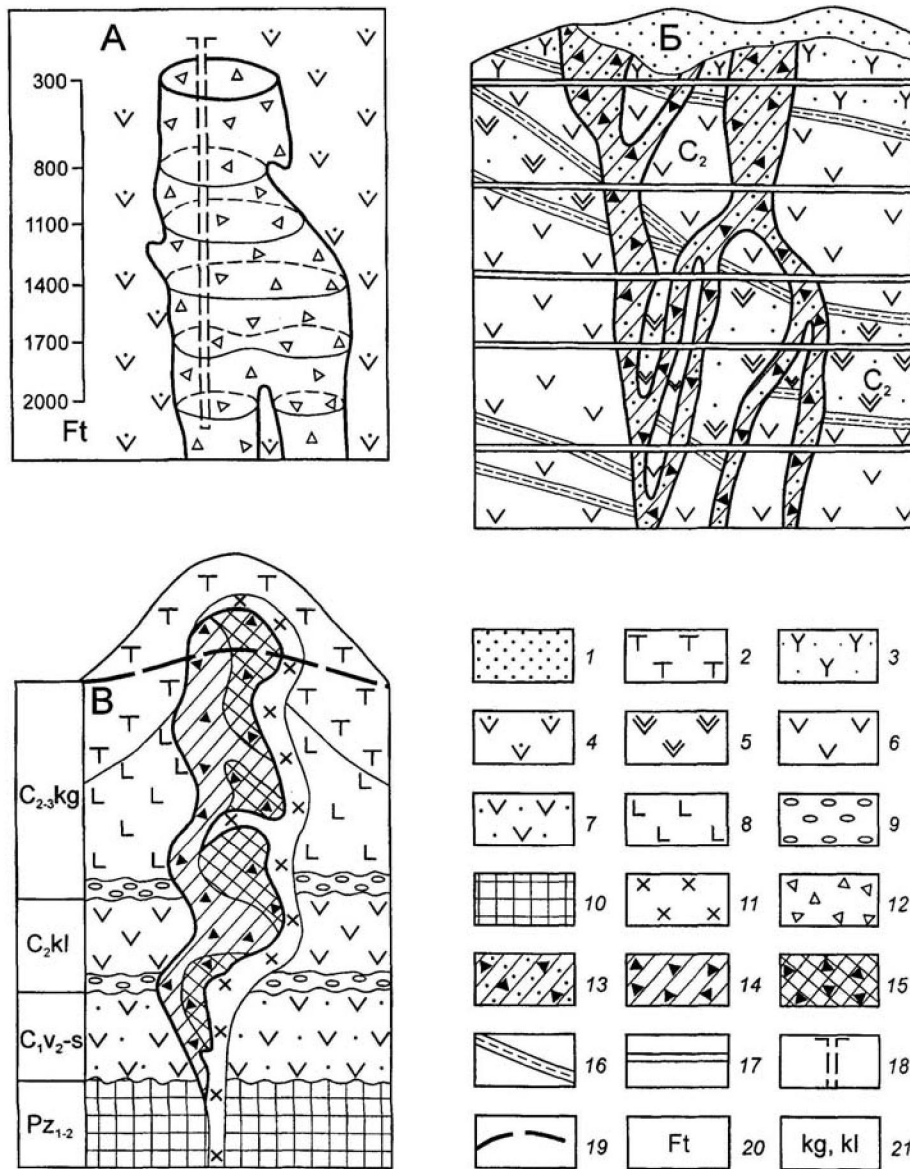


Рисунок 2 – Эксплозивные золотоносные брекчии на эпитегрмальных месторождениях золота Крипл-Крик в Северной Америке (А), Кочбулак в Узбекистане (Б), Тасгора в Казахстане (В), по материалам [3, 15, 20]:
 1 – рыхлые мезокайнозойские отложения; 2-9 – вулканогенно-терригенные отложения: 2 – «трахириолитовая покрывка»; 3 – трахидациты, 4 – вулканогенно-терригенная латит-фонолитовая формация, 5 – трахиандезиты, 6 – андезиты, дациты, андезито-дацитовые порфириты, 7 – туфы андезитов, андезито-дацитов, туфопесчаники, 8 – базальтовые, андезито-базальтовые порфириты, 9 – базальные конгломераты; 10 – дислоцированный нижне-среднепалеозойский фундамент; 11 – дайки кварцевых диоритовых порфиритов; 12 – золотоносная брекчия «Крессонов раздув» на Крипл-Крике; 13 – золотоносные брекчиевые тела месторождения Кочбулак; 14, 15 – брекчии месторождения Тасгора: 14 – с рядовыми и бедными рудами, 15 – с богатыми рудами; 16 – пологозалегающие рудные зоны Кочбулака; 17 – штольневые горизонты; 18 – шахта; 19 – линия современного эрозионного среза; 20 – футы; 21 – свиты: kl – калмакэмельская, kg – керегетасская

Эксплозивно-брекчиевые тела имеют изометричную, овальную или неправильную формы. Диаметр их от первых метров до 40 м, редко в раздувах до 120-150 м (рудное тело № 238), глубина распространения более 500 м. Для ЭБ свойственны кустовое размещение, рвущие контакты, рудные столбы нескольких порядков. Полимиктовые брекчии сцементированы глиноподобным материалом и скреплены каркасом кварцевых жил и прожилков. Трубки взрыва содержат кварц, серицит, мусковит, андалузит, галлуазит, диаспор, каолинит, монтмориллонит. Обломки брекчии корродированы, имеют кокардовое и полосчатое строение. Богатые ЭБ (Au до 1,5 кг/т, средние концентрации Au 46 г/т, Ag 200 г/т) приурочены к участкам кварцевых столбов и «струй». Рудные минералы (от первых % до 15-20 %) – самородное Au, сульфиды Fe, Cu, Pb, Zn, теллуриды, сульфосоли, окислы. В брекчиях преобладают пирит, теннантит, тетраэдрит. На верхних горизонтах отмечаются голдфилдит и фаматинит. Теллуриды – алтаит и гессит, подчинены калаверит, сиванит и петцит. Редки колорадоит, мелонит, риккардит, фробергит, штюцит, эмпрессит. Самородное Au образует сростания с кварцем, блеклыми рудами, сульфидами и теллуридами. Основная масса Au (90-95 %) представлена самородной формой, подчиненная (менее 10 %) – теллуридами. Размер выделений самородного Au 0,01-0,2 мм, редко до 1-2 мм и крупнее, формы комковидная, губчатая, пластинчатая, ксеноморфная, глобулярная, пробность от 380 до 995%. Высокой пробностью обладает Au ранних генераций, низкопробное Au ассоциирует с блеклой рудой, халькопиритом, гесситом.

ЭБ таскоринского подтипа, находящиеся на территории Прибалхашско-Илийского ВПП, изучались А. Б. Диаровым. Эксплозивные постройки сопряжены с Даулетбайской, Калмакэмельской, Тассуйской и Музбельской тектоно-магматическими структурами, причлененными с востока к Центрально-Казахстанскому глубинному разлому. Развитые здесь Таскоринское, Музбельское, Кургантасское, Кызылтасское, Тузское, Шарыкское и другие eksploзивные сооружения объединяют: связь с интрузивами керегетасского комплекса, приуроченность к разломам и экранирующим структурам, отчетливое выражение в полях силы тяжести, телескопированность минеральных ассоциаций, единая золото-адуляр-кварцевая специализация [3].

Таскоринское рудно-эксплозивное сооружение находится в центральной части одноименного района, на сочленении северо-западных и широтных разломов второго порядка. Это куполовидное поднятие, сложенное вулканитами калмакэмельской и керегетасской свит (лавы, туфы, субвулканические тела андезито-дацитов, андезито-базальтов, туфы, туфобрекчии трахириолитов). «Трахириолитовая покрывка» по отношению к eksploзиям выполняла роль литологического барьера и структурного экрана (см. рисунок 2).

Закартированы Западный, Центральный и Восточный eksploзивные аппараты площадью 500x400 м, 50x50 м и более 1000x600 м. Восточный аппарат (Таскоринское месторождение) располагается в южной части кольцевой субвулканической интрузии риолито-дацитов. Стволовая зона аппарата на востоке ограничена разломом северо-западного простирания, на севере и юге – субширотными разрывами.

Выделяются три этапа брекчирования. Дорудные брекчии первого этапа сложены округлыми обломками (первые см) окварцованных и серицитизированных дацитовых порфириров, реже основных эффузивов. Пелитоморфная связующая масса замещена хлорит-серицит-кварцевым агрегатом.

Брекчии второго (рудного) этапа – гидротермально-флюидно-эксплозивные образования с высокой перемешанностью пород различного состава, интенсивным метасоматозом (окварцевание, серицитизация, адуляризация), глубокой пропиткой рудным веществом (самородное Au, пирит, халькопирит, молибденит, арсенопирит, сфалерит, галенит, алтаит, теллуровисмутит). Обломки от остроугольных до округлых, размер до нескольких метров, цемент адуляр-кварцевый (кварца до 90-95 %). Характерны полосчатость, колломорфные текстуры, микро-криптозернистые структуры. Пробность самородного Au снижается от ранних генераций к заключительным (от 930 до 620%). Средние содержания золота в рудных сечениях от от первых г/т до первых десятков г/т, в рудных столбах до сотен-первых тысяч г/т.

Поздние брекчии третьего этапа локально накладываются на предшествующие eksploзии. Обломки сложены ранними брекчиями, цемент туффизитовый, железисто-кремнистый.

Рудные eksploзии *архарлинского подтипа*, имеющие пермо-триасовый возраст, отмечаются в Джунгарском сегменте Прибалхашско-Илийского ВПП на золото-серебро-адуляр-кварцевом

месторождении Архарлы [10]. Площадь сложена туфогенно-осадочными и эффузивно-пирокластическими образованиями андезито-базальтового и трахиандезито-базальтового состава, субвулканическими телами диоритов и диоритовых порфиритов, некками трахириолитов. На месторождении известно 200 кварцевых жил, сопровождаемых зонами пропилитизации, серицитизации, пиритизации, окварцевания и адуляризации. Нерудные минералы – кварц (50-90 %), адуляр (до 25 %), амethyst и халцедон (до 30-35 %), серицит, карбонаты и барит (до 5-10 %). Рудные минералы (до 2 %) – самородное Au, электрум, аргентит, пираргирит, кюстелит, пирит, полиметаллические сульфиды, фрейбергит, тетрадимит, киноварь. Среднее содержание Au 8,8 г/т (в бонанцах до 1200 г/т), Ag 158 г/т (максимально 12 кг/т). Самородное Au наблюдается в кварце в виде зерен, вкраплений, прожилков пробностью 630-750‰. Отношение Au/Ag от 1:10 до 1:50.

Эксплозивные брекчии Архарлы подразделяются на дорудные, рудные и пострудные. Дорудные брекчии (с карбонатом, кварцем, адуляром) отмечаются в изометричных телах андезитов. Синрудные брекчии развивались стадийно. Первоначально сформировались жильные системы, в которых обломки пропилитизированных андезитов и туфов сцементированы слабозолотоносным кварцем. Более поздние струйчатые тела брекчированных вулканитов с рядовыми содержаниями Au пронизаны адуляр-кварцевым агрегатом. Богатые руды заключительной стадии локализованы в мелких трубках, в которых обломки предшествующих брекчий связаны кварц-полисульфидной массой. Пострудные брекчии (линзы, неправильные тела) характеризуются барит-кварц-карбонатным цементом.

Ликвационно-флюидальные ЭБ в связи с гипабиссальными малыми интрузивами диорит-гранодиоритов и дифференцированными дайковыми комплексами. Парагенезис «малые интрузивы – дайки – эксплозивные тела – месторождения золота» представляет собой самостоятельную морфогенетическую группу рудно-магматических систем, формирующихся по модели ликвационной («ликвационно-полимерной», «ликвационно-флюидной») дифференциации (В. А. Нарсеев, Н. А. Горячев, Н. А. Шило, М. С. Рафаилович и др.). Потенциал подобных систем реализуется при особых предпосылках: метастабильные условия с проявлениями эксплозий; длительное функционирование очаговых структур; высокая насыщенность флюида CO₂, H₂O, Au; ассимиляция магмой осадков, обогащенных остаточными водами, газами, углеродистым веществом, карбонатами, сульфидами; экранирующие поверхности, надвиги, зоны смятия. Чем больше расстояние от флюидно-магматического очага до области кристаллизации и чем активнее взаимодействия расплава с породами зоны транзита и метеорными водами, тем дифференцированнее и продуктивнее интрузивная серия и входящие в нее эксплозивные и дайковые образования. Подтипы месторождений, связанных с ЭБ, – золото-сульфидно-кварцевые степнякский и акбакайский.

Степнякский подтип ЭБ проявлен в одноименной островодужной системе нижнепалеозойского возраста. Крупное месторождение Бестобе находится на сочленении Селетинского синклинория и Ишкеольмесского антиклинория, в узле пересечения северо-восточного, широтного и северо-западного глубинных разломов [24]. Площадь сложена туфогенно-осадочной толщей ордовика: песчаниками, туфами, углеродистыми аргиллитами, алевролитами, известковистыми аргиллитами, известняками. Породы смяты в пакеты складок, ограниченных разломами с существенными амплитудами смещения.

На месторождении развиты богатые кварцевые жилы и золотоносные ЭБ. Кварцевые жилы залегают в интрузивных штоках, частично в роговиках и углеродисто-терригенных породах. Длина жил до 300-600 м, мощность 0,1-первые метры, чаще 0,2-0,6 м, вертикальный размах 1,2-1,5 км. Главные рудные минералы – самородное Au, арсенопирит, пирит, антимонит; второстепенные – сфалерит, галенит, халькопирит, пирротин, марказит, рутил, магнетит, апатит, сфен, лейкоксен, ильменит, леллингит, герсдорфит, саффорит, теннантит, тетраэдрит, бертьерит, бурнонит, молибденит, шеелит, висмутин, тетрадимит, алтаит, клаптолит, виттихенит, айкинит, самородные As, Sb и Ag, электрум, киноварь. Количество сульфидов 2-3 %. Нерудные – кварц, кальцит (главные), серицит, хлорит, альбит, магнезит, доломит, сидерит, барит, эпидот.

Самородное Au от субмикроскопического в ранних пирите и арсенопирите до поздних скоплений размером 5-10 см (самородки). Формы золотин комковато-угловатая, прожилковая, пластинчатая, губчатая. Содержания Au в кварцевых жилах от 0,1-первых г/т до сотен-первых тысяч г/т, крайне редко до десятков кг/т. Наиболее частые концентрации Au 2,0-6,0 г/т, средние содержания 10-100 г/т.

Брекчиевые золотоносные трубки – отдельный морфотип. Брекчиевое тело зоны Дальней приурочено к диоритам апикальной части Западного интрузивного штока. Оно контролируется узлом пересечения разломов северо-западного 300° и северо-восточного 75° направлений. Корень брекчии находится внутри раздува интрузива (рисунок 3). Контакты брекчии с вмещающими породами резкие, рвущие. Склонение тела крутое юго-западное, форма – «перевернутый» уплощенный конус. Сечения трубки: на горизонте 295 м – 90×35 м, на горизонте 340 м – 45×40 м. Размер обломков от 5 см в центральной части до 1,0 м и более на периферии, состав – березитизированные кварцевые диориты, диориты, кварцевые песчаники, алевролиты с вкрапленной и гнездовой сульфидной минерализацией. Цемент имеет аналогичный состав. Поздние золотоносные кварцевые жилы мощностью 0,1-0,2 м пересекают брекчиевое тело и вмещающие породы [6].

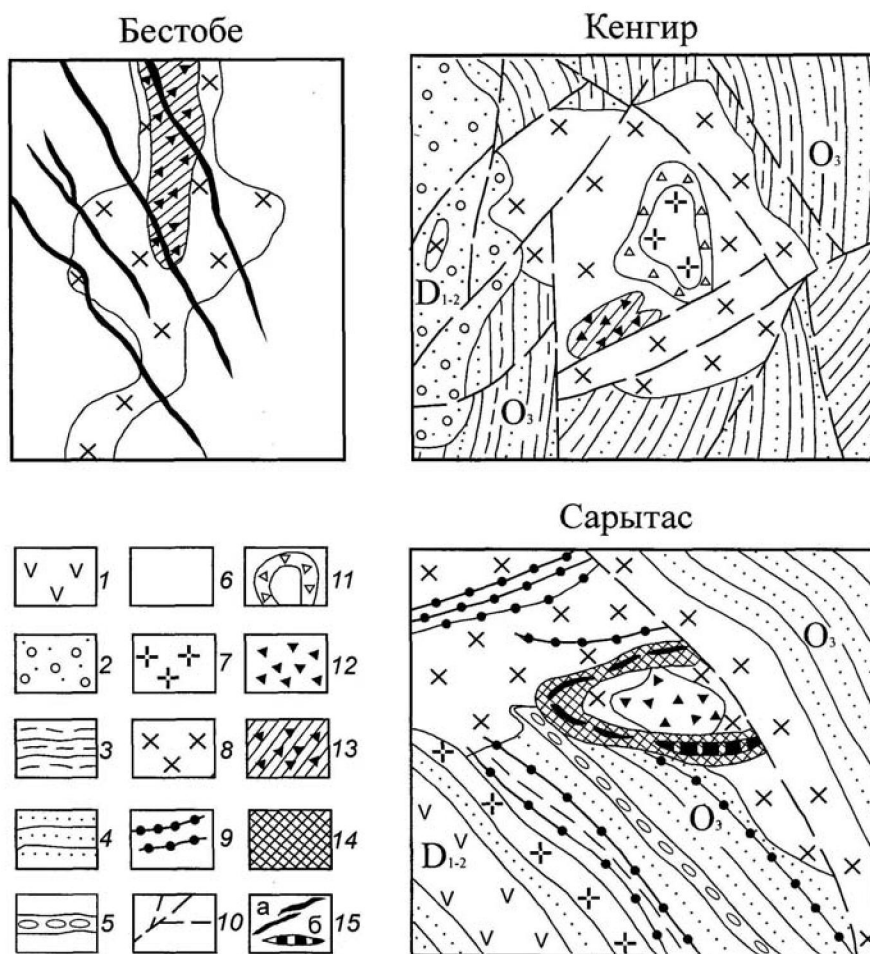


Рисунок 3 – Эксплозивные брекчии на гипабиссальных месторождениях золота Казахстана: Бесто́бе (разрез), Кенги́р и Са́рыта́с (план), по материалам Г.Б. Левина, Н.Г. Калиниченко, И.М. Жикина, М.С. Рафаиловича:
 1-2 – образования нижнего-среднего девона: 1 – андезитовые и базальтовые порфириты, 2 – конгломераты, песчаники; 3-5 – отложения верхнего ордовика (дуланкаринская свита): 3 – алевролиты, 4 – песчаники, 5 – прослои конгломератов; 6 – нерасчлененные алевролиты и песчаники среднего-верхнего ордовика (Бесто́бе); 7 – гранит-порфиры, фельзит-порфиры, дацитовые порфиры карасайского комплекса (D_{2-3}); 8 – диориты, гранодиориты кызылжарта́сского (Кенги́р, Са́рыта́с) и степня́кского (Бесто́бе) комплексов; 9 – дайки среднего и основного состава; 10 – разломы; 11 – оторочка дробленных, брекчированных и сульфидизированных пород по обрамлению Кенги́рского порфирового не́кка; 12 – рудо-контролирующие эксплозивные брекчии месторождения Са́рыта́с; 13 – золотоносные эксплозивные брекчии месторождений Бесто́бе и Кенги́р; 14 – подковообразная зона вкрапленной сульфидной минерализации на месторождении Са́рыта́с; 15 – золото-сульфидно-кварцевые тела: а – жилы, б – линзы

В обломках и цементе брекчии присутствуют самородное Au, пирит, арсенопирит, марказит, пирротин, халькопирит, сфалерит, галенит, блеклая руда, самородные As и Ag. Количество рудных минералов от 0,1 до 8,5 %, 85-95 % из них составляет пирит-арсенопиритовая ассоциация с тонкодисперсным Au. Пирит содержит Au 10-50 г/т, Ag 4 г/т, Sb до 0,02 %, Cu до 0,02 %, Co до 0,01 %, арсенопирит – Au 70-100 г/т, Ag 30 г/т, Sb, Cu, Zn 0,0n %. Раннее Au величиной единицы мкм, редко десятки мкм сконцентрировано в пирите {210} и {100} габитуса и короткопризматическом арсенопирите. По контакту обломков с кварц-карбонатным цементом отмечаются комки и округлые выделения Au размером до 24x32 мкм, ассоциирующего с теннантитом, сфалеритом и галенитом. Брекчиевое тело отличается мономодальным распределением золота – 88,2 % содержания укладывается в диапазон 2,0-6,0 г/т (среднее 4,1 г/т). Величина Au/Ag в брекчиях 2,8:1, в кварцевых жилах (6-8):1.

ЭБ *акбакайтского подтипа* размещены в одноименном рудном районе на юго-западном обрамлении Центрально-Казахстанского ВПП (золото-сульфидно-кварцевые месторождения Кенгир и Сарытас). ЭБ и золотое оруденение ассоциируют с магматическими образованиями девонского возраста (см. рисунок 3).

На Кенгире проявлены два магматических этапа. В терригенных породах верхнего ордовика локализован Кенгирский шток диаметром 1,5 км габбро-диоритов, диоритов, гранодиоритов, плагиогранитов, диоритовых порфиритов D₁₋₂ кызылжартасского комплекса. Этот шток прорван некком дацит-, гранит- и фельзит-порфиров D₂₋₃ карасайского комплекса [14, 19].

Южнее нека порфиров, на сочленении с разломом северо-восточного направления, развита зона рудоносных ЭБ, выполненная обломками габбро-диоритов и диоритов (20-30 % объема), сцементированными березитизированными фельзит-порфирами. Обломки и связующая их основа содержат микрочешуйчатый серицит, мусковит, прожилки стекловатого кварца, вкрапления и гнезда сульфидной минерализации. Рудные минералы – самородные Au, Ag, Sb, Bi, пирит, марказит, пирротин, арсенопирит, халькозин, халькопирит, сфалерит, галенит, висмутин, козалит, тетрадимит, хедлейит, борнит, блеклая руда, джемсонит, антимонит (М.В. Шурунов, М.М. Старова, М.С. Рафаилович). Повышенные концентрации сульфидов и кварца отмечаются в местах частных скоплений обломков. Руды Кенгира содержат Au (первые г/т, до 30-100 г/т), Sb, As, Ag, Cu, Pb, Zn, Bi, Te, Mo, W, Ni Co и другие элементы. Основной объем золота сконцентрирован в пирите и арсенопирите.

На Сарытасе диориты кызылжартасского комплекса прорваны изометричным 150x180 м штоком ЭБ, крутопадающим на север. Обломки и цемент брекчии, имеющие диоритовый состав, окварцованы, калишпатизированы, альбитизированы, серицитизированы. В экзоконтакте брекчиевого тела развита подковообразная зона 600x30-40 м сульфидизации и окварцевания, ограниченная на северо-востоке взбросо-сдвигом северо-западного простирания. Золото-сульфидно-кварцевое линзовидное рудное тело, вскрытое в этой зоне, имеет протяженность 140-150 м, среднюю мощность 5,7 м; оно содержит Au 1,4-22,0 г/т, Cu 0,4-1,8 %, As и Sb 0,01-0,03 %, Mo и Bi 10-80 г/т, Ag 0,8-4,0 г/т, а так же Pb, Zn, Ni, Co и др. Рудные минералы – самородное золото, пирит, халькопирит, борнит, пирротин, марказит, ильменит, магнетит, рутил, арсенопирит, блеклая руда, галенит, сфалерит.

«Скрытые» ЭБ в мезотермальных плутонах гранитоидов повышенной основности и щелочности. Примеры месторождений со «скрытым» типом ЭБ – Секисовское и Васильковское в Казахстане, Гужумсай в Западном Узбекистане.

Структурную основу *месторождения Секисовское* (Восточный Казахстан, Рудный Алтай) составляет разуплотненное сводовое поднятие на пересечении Шемонаихинско-Секисовского северо-западного глубинного разлома с разрывами северо-восточного и субмеридионального простираний. К разрывным дислокациям приурочены Секисовский плутон, поздние субвулканические и дайковые тела, рудоносные эксплозии.

Секисовский габбродиорит-диорит-гранодиорит-гранитовый массив относится к коллизионному змеиногорскому комплексу C₂₋₃ возраста. Он прорывает породы базальт-дацит-риолитовой кремнисто-терригенной формации средне-верхнедевонского возраста. Интрузив содержит дайки кварцевых альбитофиров, фельзитов, плагиогранит-порфиров, пегматитов и эксплозивные тела с гидротермально измененными обломками интрузивных пород и кварц-кальцит-пиритовым цементом. Золото сконцентрировано в минерализованном цементе брекчий (рисунок 4).

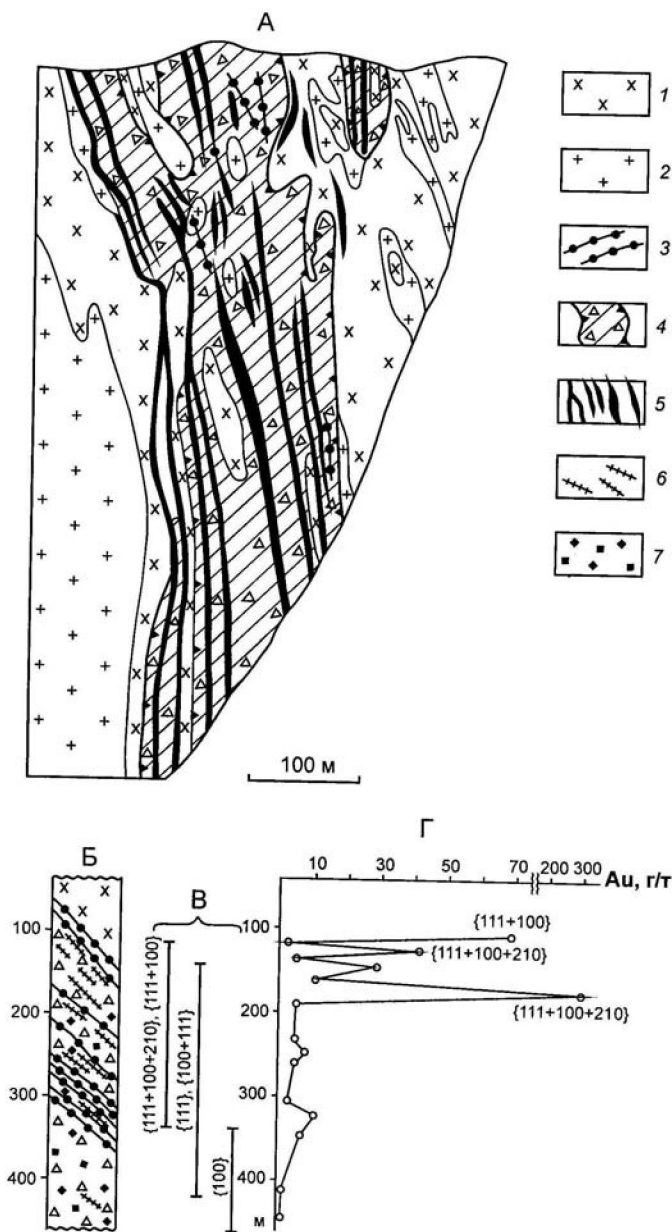


Рисунок 4 – Золоторудное пгтокверковое месторождение Секисовское в Восточном Казахстане: А – геологический разрез, по С.Е. Селифонову; Б – фрагмент геологической колонки скв. 211, В – кристаллографические формы пирита, Г – распределение золота в пиритах с глубиной, по М.С. Рафаиловичу: 1-2 – породы змеиногорского комплекса: 1 – диориты, габбро-диориты, 2 – граниты, плагиограниты, гранит-, плагиогранит-порфиры; 3 – дайки кислого состава; 4 – тело взрывных минерализованных брекчий (Au 0,0-2,0 г/т); 5 – золотоносные струи (Au 2,0-10,0 г/т); 6 – кварц-карбонат-сульфидные прожилки; 7 – пиритизация

Эксплозивно-гидротермальные брекчии развиты вдоль главного разлома северо-западного простирания. Протяженность полосы ЭБ более 1,5 км, мощность 50-200 м, вертикальный размах до 900-1000 м.

По времени формирования и составу обломков выделяются брекчии ранние габбродиорит-диоритовые и поздние смешанные с несортированными продуктами всех интрузивных фаз (от габброидов, диоритов до фельзитов и плагиогранит-порфиров) [18].

Ранние брекчии сложены обломками и перетертым пропилитизированным и березитизированным материалом пород повышенной основности; цемент содержит гнезда и прожилки кварц-карбонатного и кварцево-пиритового состава. Связующая основа поздних брекчий представлена кварц-серицит-пиритовым агрегатом.

Брекчии подразделяются на мелко- и грубообломочные. Первые концентрируются на пересечениях разломов. Обломки размером 1-20 см изменены до березита. Грубообломочные брекчии (обломки 0,2-20 м) располагаются на удалении от разрывных нарушений, по периферии взрывных тел. Березитизации здесь подвержены края обломков.

В первичных рудах развиты два минеральных парагенезиса [13, 18]. С ранними брекчиями ассоциирует Au-Fe-Cu-редкометалльный парагенезис (золото, кварц, магнетит, пирротин, марказит, пирит, шеелит, висмутин, молибденит, халькопирит), широко представленный на средних и глубоких горизонтах.

В поздний этап, при образовании брекчий смешанного типа, на верхних уровнях брекчиевых тел отложилась Au-Ag-Bi-Te-полиметаллическая минерализация (самородное Au, самородное Ag, кварц, карбонат, пирит, халькопирит, алгаит, айкинит, теннантит, галенит, сфалерит, гринокит, самородный Te, теллуровисмутит, петцит, гессит, креннерит, калаверит, сильванит), контролируемая дайками кварцевых альбитофиров, гранит-порфиров и фельзитов.

Индикаторы оруденения – Au, Bi, Te и Ag, попутные компоненты – Mo, W, Cu, Pb, Zn, Te, Co и др. Для зоны окисления ведущими являются содержания золота 10-60 г/т (42,5 %). В первичных рудах доминирует Au класса 2-6 г/т (44,5 %) при подчиненной роли концентраций 20-60 г/т. В единичных пробах Au до 500-600 г/т.

Основная масса золота в ЭБ скоцентрирована в пиритах. Пириты с ураганными концентрациями Au 1000-3000 г/т, обогащенные Ag 200 г/т, Bi 100-1000 г/т и Pb до 0,3 %, фиксируют рудные столбы – участки телескопирования Au-Fe-Cu-редкометалльного и Au-Ag-Bi-Te-полиметаллического парагенезисов. Пириты, содержащие Au 30-1000 г/т, As до 0,2 %, Bi до 300-400 г/т, Mo до 0,2 %, Co до 0,3 %, присущи рядовым рудным телам с железо-медно-редкометалльным парагенезисом. Менее золотоносные пириты (Au 0,1-30,0 г/т) слагают минерализованный фон брекчий.

Золотоносные пириты – кубы {100}, октаэды {111}, кубооктаэды {100+111}, {111+100} и кубооктаэдр-пентагондодекаэды {100+111+210}, {111+100+210}. В рудных зонах, насыщенных дайками кислого состава, кварц-карбонат-сульфидными жилами и прожилками, пирит распределен зонально: кубы развиты на флангах и глубоких горизонтах, октаэды в промежуточной полосе, комбинированные разновидности с повышенными концентрациями Au на средних и верхних уровнях (см. рисунок 4).

Проявления ЭБ как важного элемента геологического строения *Васильковского месторождения* рассмотрены в работах [2, 3]. Взрывной аппарат закартирован в северо-восточной стенке опытного забоя карьера № 1, в гранодиоритах зерендинского комплекса (рисунок 5). Взрывное тело шириной 8-10 м размещено на стыке северо-западной и северо-восточной

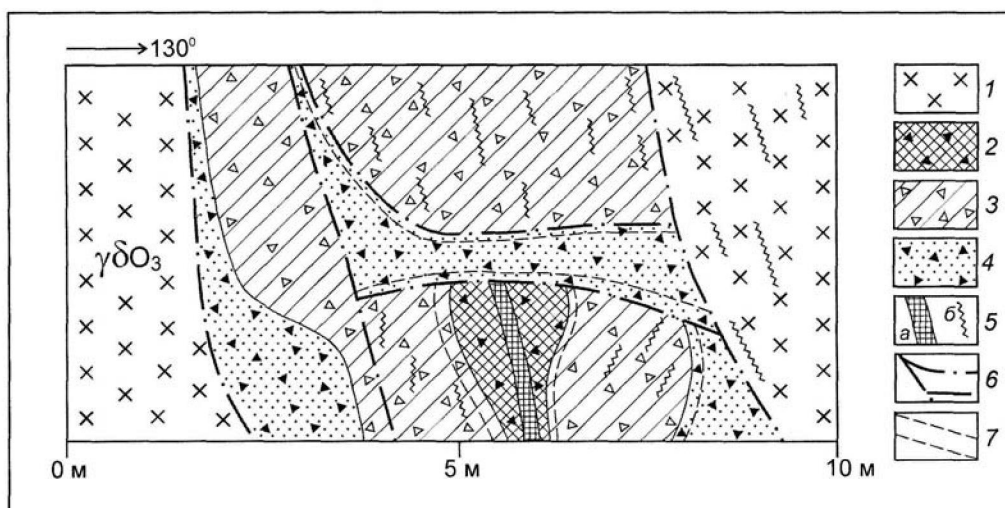


Рисунок 5 – Золоторудное штрокверковое месторождение Васильковское в Северном Казахстане.

Северо-восточная стенка карьера № 1. Структура тела взрывной брекчии, по [2, 3]:

1 – порфировидные гранодиориты зерендинского комплекса; 2-4 – взрывные брекчии: 2 – крупнообломочные, 3 – среднеобломочные, 4 – мелкообломочные; 5 – золотоносные кварц-пирит-арсенопиритовые жилы (а) и прожилки (б); 6 – разрывные нарушения; 7 – трещинные зоны

систем разрывных нарушений. Длинная его ось ориентирована вдоль крутозалегающей северо-восточной рудолокализирующей системы трещин. Центральная часть взрывного аппарата сложена крупнообломочными брекчиями гранодиоритов, верхней границей и структурным экраном которым служила субгоризонтальная система трещиноватости. Величина обломков достигает десятых долей метра. С укрупнением обломков увеличивается степень их окатанности. Наиболее крупные обломки имеют обратнокапельную, зауженную книзу форму. Мелкие обломки брекчий, состоящие из раздробленных интрузивных пород и мономинеральных осколков, скреплены кварц-калишпатовым материалом. Периферические части ЭБ сложены фельзитовидными алевритопсаммитовыми туффизитами – наиболее тонкообломочным и самым поздним дифференциатом магматогенно-гидротермального процесса. Брекчии краевой фации приурочены к крутопадающим контактам ЭБ с вмещающими гранодиоритами, с одной стороны, и к экрану прототектонических трещин, с другой; они пластичны, несут признаки вихревого перемешивания, содержат прожилки и линзовидные включения железисто-кремнистых пород. ЭБ имеют брекчиевую текстуру и кристаллокластическую структуру. Обломки минералов представлены решетчатым микролином, кварцем, альбитом, мусковитизированным биотитом. Размер обломков калишпата до 2,0-6,0 мм, кварца и альбита до 0,5-0,8 мм. В брекчии краевой зоны обломочный материал преобразован в тонкозернистую связующую массу. Цемент представлен калишпатовым (преобладает) и кварцем, подчинены флогопит, эпидот, рутил, серицит. Цемент неравномернозернистый (размер зерен тысячные-сотые доли мм), переработан гидротермальным процессом (турмалин, серицит, кварц, адуляр). Турмалин образует тонкую, местами густую вкрапленность. Адуляр, по данным И. В. Григорьевой, подразделяется на две генерации: 1) тонкокристаллическую ромбовидного строения (размер выделений до 20 мкм), 2) более поздний адуляр в составе кварцевых волосовидных прожилков и гнезд (зерна адуляра более 20 мкм). ЭБ несут признаки катакластических деформаций (высокая трещиноватость, микробрекчирование, милонитизация), ориентированных в целом согласно с ориентировкой золото-пирит-арсенопиритовых прожилков.

Рудные минералы – самородное Au, арсенопирит, пирит, рутил. Самородное золото образует неправильные включения размером до 15 мкм в межзерновых пустотах кварца. Арсенопирит – призматические и ромбовидные кристаллы размером до 5-7 мм, вкрапления, сгустки, прожилки мощностью до 1,0-1,5 мм, ассоциирующие с кварцем. Пирит подчинен, слагает зернистые агрегаты, отдельные знаки. Рутил отмечается в виде игольчатых и пластинчатых образований. Взрывное брекчирование – важный этап рудоподготовительного и рудообразующего процесса. Критериями прогноза ЭБ и золотого оруденения в Васильковском рудном поле являются: зоны разуплотнения интрузивных пород, многофазные проявления магматизма; последовательное развитие и телескопированность рудно-метасоматических и взрывных процессов (от ранних полнокристаллических инъекций до поздних золотоносных гидротермально измененных взрывных тел); тесный парагенезис золотоносных штокверков и ЭБ, соответствие их минералогеохимических особенностей.

Инtrarудные «скрытые» флюидно-взрывные тела широко развиты в Западном Узбекистане на жильном золоторудном месторождении *Гужумсай*, находящемся на западном фланге Зармитанского рудного поля, в интрузивных породах габбросиенит-граносиенит-гранитовой формации (Кошрабадский интрузив каменноугольного возраста) [5]. Они представлены небольшими уплощенными ветвящимися телами, жилами и прожилковыми системами, локализованными в калишпатизированных и березитизированных граносиенитах и в зонах развития золоторудных кварцевых жил и вкрапленной сульфидной минерализации (рисунок 6, а).

Флюидно-взрывная гидротермальная брекчия, находящаяся в позиции рудного тела № 51д, сложена темно-серовато-зеленой тонкозернистой массой карбоната и хлорита, в которой беспорядочно распределены обломки граносиенитов и породообразующих минералов размером от 1-2 мм до 2-3 см, составляющие не менее половины объема. В зальбанде ЭБ, по контакту с граносиенитами, наблюдается гелевидная кремнисто-хлоритовая оторочка. Карбонат представлен кальцитом с повышенным содержанием Fe, Mg и Mn. Результаты анализов и расчетная формула хлорита из цемента брекчии сопоставимы с составом неокисленных хлоритов с содержанием трехоксида железа менее 4 % (ортохлориты) типа брунсвигита-рипидолита, оптические свойства близки к рипидолиту. В нерудной массе отмечаются редкие кристаллики ортита. В прозрачном шлифе хорошо видны частые остроугольные обломки полевых шпатов и кварца – свидетельство

инъекционной природы заполнения трещин (рисунок 6, б). Характерны отсутствие сортировки, окатанности, многообразие форм и размеров обломков породообразующих минералов, наличие тонкорассеянной вкрапленности сульфидов (рисунок 6, в).

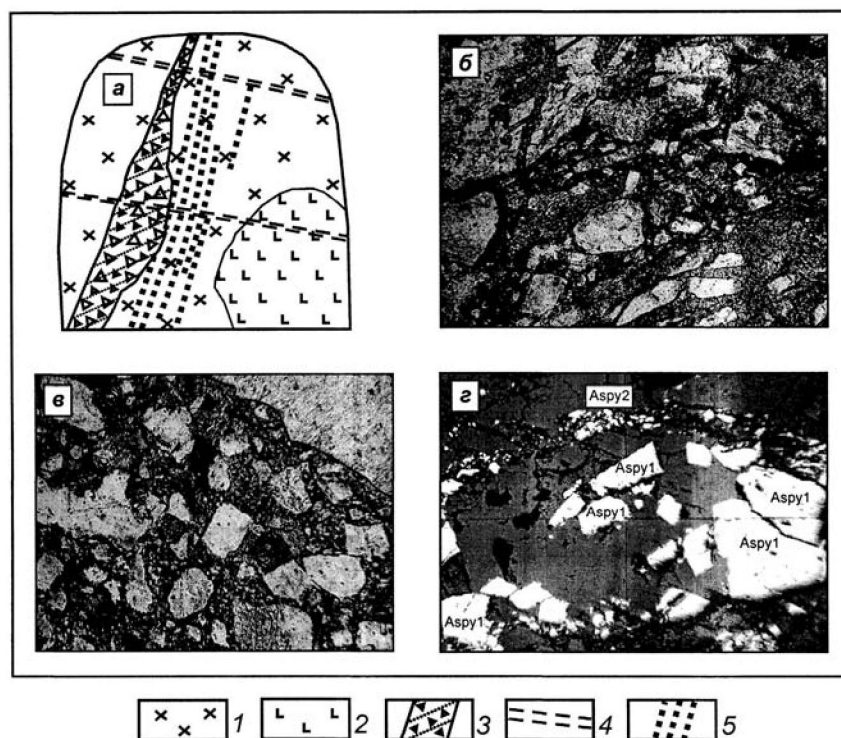


Рисунок 6 – Жильное золоторудное месторождение Гужумсай в Западном Узбекистане.

Форма проявления и внутреннее строение взрывной брекчии: а – ЭБ в позиции рудного тела № 51д (шахта № 1, гор. +720 м, ширина выработки 1,8 м); б – микропрожилок брекчии: серое – основная масса, светлое – обломки породообразующих минералов, черное – рудные минералы (прозрачный шлиф, николи параллельны, по диагонали 1,8 мм); в – контакт ЭБ и граносиенитов (прозрачный шлиф, николи параллельны, по диагонали 1,8 мм); г – кристаллические, зернистые, ксеноморфные вкрапления арсенопирита (Aspy, белое) в карбонат-хлоритовой брекчии (полированный шлиф, по диагонали 1,8 мм), по [5]; 1 – граносиениты; 2 – ксенолит габбро; 3 – тело взрывной брекчии (Au 0,45 г/т); 4 – трещины; 5 – золото-арсенопирит-кварцевые прожилки

В брекчии карбонат-хлоритового состава отмечаются две генерации арсенопирита: 1) Aspy 1 – кристаллические и зернистые вкрапления в обломочном материале, 2) Aspy 2 – тонкие ксеноморфные зерна в цементе (рисунок 6, г). Кристаллически-зернистый корродированный Aspy 1 по соотношению S/As, равному 1,04-1,05, сопоставим с ранним высокотемпературным мышьяковистым золотопродуктивным арсенопиритом Мурунтау (рентгеновский микроанализатор JEOL JXA-8800R, аналитик Д.В.Мухамеджанова). Ксеноморфные зерна Aspy 2, характеризующиеся высоким показателем S/As (1,25), представляют собой поздний относительно низкотемпературный продукт распада первичного арсенопирита золото-пирит-арсенопирит-кварцевой ассоциации в термофлюидном поле взрывных тел.

Содержания золота в карбонат-хлоритовых брекчиях, размещенных в слабо измененных граносиенитах, не превышают сотых долей-первых десятых долей г/т. В местах пересечения брекчиями жильно-прожилковых золото-пирит-арсенопирит-кварцевых образований, в взрывных телах отмечаются повышенная золотоносность и пылевидные выделения самородного золота. Предполагается парагенетическая сопряженность ЭБ с поздним дайковым комплексом диоритов, сиенодиоритов, граносиенитов и лампрофиров. Следовательно, на месторождении Гужумсай: 1) образование флюидно-взрывных брекчий связано с постмагматическими процессами многофазного интрузивного очага; 2) взрывные тела формировались в интравудный период, содержат рудокласты ранней золотопродуктивной стадии; 3) взрывной пневмолито-гидротермальный процесс стимулировал перераспределение (регенерацию) Au в околорудных метасоматах и золоторудных телах.

Эксплозивные брекчи и золото-медно-порфировые месторождения. Данная совокупность ЭБ формировалась в кембро-ордовикских островных дугах энсиматического профиля и дифференцированных ВПП девонского и позднепалеозойского возрастов в условиях малых и средних глубин. Ранние островодужные системы концентрировали ЭБ и штокерковые руды бозшакольского и андаш-талдыбулакского подтипов, более молодые ВПП – эксплозивно-рудоносные образования нурказганского, коксайского, актогайского и хармагтайского подтипов.

ЭБ бозшакольского подтипа представлены в Бозшакольской энсиматической дуге кембрийского возраста, на одноименном Au-Cu-Mo-порфировом месторождении, приуроченном к Бозшакольской антиклинали субширотного простирания [8, 9]. Площадь объекта сложена андезитовыми, андезито-базальтовыми порфиритами и малыми штокообразными интрузивами плагиогранит-порфиров (рисунок 7). Поперечными нарушениями территория разбита на Восточный, Центральный,

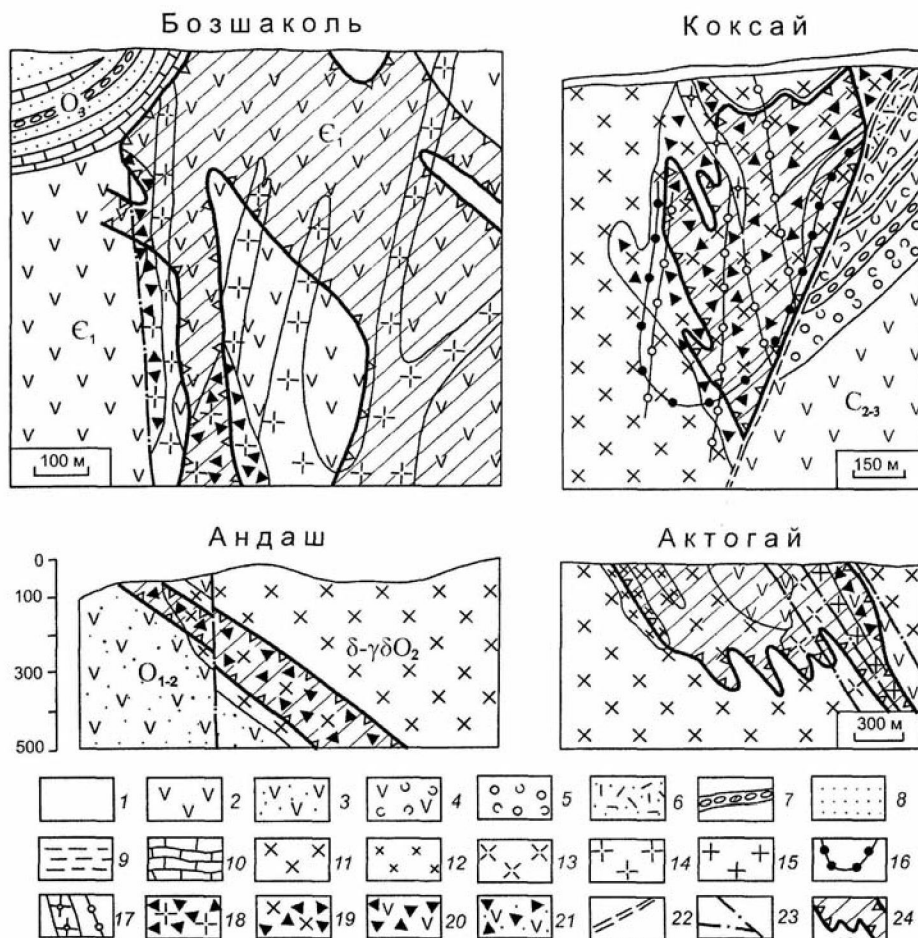


Рисунок 7 – Эксплозивные брекчи на золото-медно-порфировых месторождениях Бозшаколь, Андаш, Коксай, Актогай (геологические разрезы), по материалам [4, 8, 9, 23]:

1 – современные рыхлые отложения; 2 – вулканогенные отложения (Бозшаколь – андезито-базальтовые порфириты 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, туфобрекчи риолито-дацитов; 7 – прослой 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 порфировидные диориты (Актогай); 13 – рудоконтролирующие гранодиориты, плагиогранит-порфиры Актогая; 14 – рудоконтролирующие плагиогранит-порфиры Бозшаколя; 15 – порфировидные гранодиориты Актогая; 16-17 – дайки Коксая: 16 – диабазов и диабазовых порфиритов, 17 – плагиогранит-порфиров; 18-21 – эксплозивные брекчи: 18 – по плагиогранит-порфирам Бозшаколя, 19 – по диорит-гранодиорит-плагиогранитам Андаша и Коксая, 20 – по вулканитам Бозшаколя и Актогая, 21 – по вулканогенно-терригенным породам Андаша; 22 – Коксайский разлом (зона смятия и милонитизации); 23 – разрывы второго и третьего порядка; 24 – рудоносные штокерки порфирового типа

Западный и Дальне-Западный рудоносные блоки. Суммарная длина рудной зоны 5,9 км при ширине 41-650 м и вертикальном размахе до 1000 м. Выделяются три рудно-метасоматические стадии: 1) щелочная (гематит-кварцевая, биотит-магнетитовая, эпидот-кварц-пирротин-халькопирит-пиритовая, калишпат-пренит-халькопиритовая ассоциации); 2) кислотная (хлорит-серицит-кварц-халькопирит-пиритовая с молибденитом, кальцит-халькопирит-сфалеритовая и хлорит-серицит-халькопирит-галенитовая ассоциации); 3) поздняя щелочная (цеолит-кальцитовая с пиритом ассоциация). 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 %.

ЭБ сопровождают сульфидное оруденение на Восточном, Центральном и Западном участках. На Восточном и Центральном участках развиты тела крупнообломочных 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 м 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.

Андаш-талдыбулакский подтип эксплозивных брекчий развит на южном склоне Кыргызского хребта в Таласском районе на территории раннепалеозойской островной дуги [1, 4]. *Месторождение Андаш* сложено вулканогенно-терригенной толщей нижнего-среднего ордовика (андезиты, базальты, алевролиты, песчаники, туфы андезитов-базальтов) и интрузивом диорит-гранодиоритов площадью 5,0 кв. км (см. рисунок 7). Золото-медно-порфировое оруденение локализовано в телах эксплозивных брекчий. Обломки брекчий представлены диорит-гранодиоритами, андезитами, базальтами, осадочными породами, цемент – сульфидизированным кварцем. Брекчий местами изменены до кварцевых метасоматитов. Протяженность ЭБ и рудоносных штокверков сотни метров (максимально 700 м), ширина 60-300 м, глубина распространения до 400-500 м. Главные рудные минералы – пирит, халькопирит, самородное Au, магнетит. Месторождение среднее по ресурсам золота. Средние содержания Au 1,85 г/т, Cu 0,59 %. Сопутствующие элементы – Ag, Mo, Zn.

Золото-медно-молибден-порфировое месторождение Талдыбулак приурочено к штокообразному телу брекчированных монцодиоритов, диоритов и диоритовых порфиритов среднего ордовика, прорывающему андезиты, туфы, алевролиты нижнего палеозоя [1, 17]. Диориты с ксенолитами вмещающих пород и породы зоны экзоконтакта калишпатизированы, серицитизированы, окварцованы, аргиллизированы, хлоритизированы, эпидотизированы, пиритизированы. Рудоносный штокверк сложен многочисленными крутопадающими сближенными кварцевыми и кварц-сульфидными прожилками мощностью от долей мм до 2,5 см. Золотая, медная и молибденовая минерализация локализована в кварцевых прожилках и на участках сульфидизированных и окварцованных пород. Размеры штокверка на дневной поверхности 1200x300-500 м, вертикальная протяженность более 500 м. Средние содержания составляют: Au 1,12 г/т, Cu 0,2 %, Mo 0,008 %. Рудные минералы: халькопирит, молибденит, борнит, халькозин, сфалерит, нерудные – кварц, полевой шпат, серицит, глинистые минералы. Эксплозивное тело с обломками измененных монцодиоритов и диоритовых порфиритов и кварц-турмалиновым цементом расположено в зоне северо-восточного экзоконтакта интрузивного штока (рисунок 8).

ЭБ *нурказганского подтипа* располагаются в широтной ветви Центрально-Казахстанского девонского ВПП. Эталонное золото-медно-порфировое месторождение Нурказган локализовано в Тюлькулинской очаговой вулканоструктуре на пересечении субмеридионального Тюлькулинского глубинного разлома с разрывами северо-восточного направления. Объект выражен в геофизических и геохимических полях и в полях гидротермальных изменений.

В геологическом строении месторождения, по [7, 12, 16], участвуют породы терригенно-вулканогенной шешенкаринской свиты нижнего девона (агломератовые туфы андезибазальтов, вулканомиктовые конгломераты и алевролиты, граувакки, песчаники), прорванные рудоносным 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 интрузивных комплексов: преобладающего известково-щелочного нижнедевонского карамендинского (кварцевые диориты, гранодиориты, гранодиорит-порфиры с дайками диабазов, кварцевых диорит-порфиритов, гранодиорит-порфиров, плагиогранит-порфиров) и

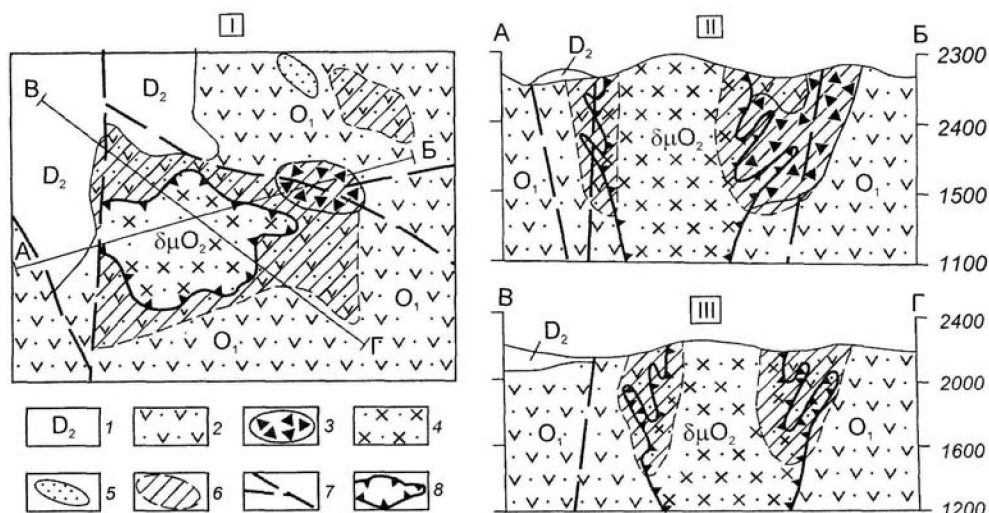


Рисунок 8 – Золото-медно-порфировое месторождение Талдыбулак, Таласский район, Кыргызстан.

Схематическая геологическая карта (I) и геологические разрезы по линиям А-Б и В-Г (II и III), по материалам [1,17]: 1 – андезиты, андезито-базальты и их туфы среднего девона; 2 – островодужные отложения нижнего ордовика (андезитовые порфиры, туфы, алевролиты, аргиллиты); 3 – тело эксплозивных брекчий с кварц-турмалиновым цементом; 4 – рудоносные монцодиориты, диоритовые порфиры среднего ордовика; 5 – ореолы ороговивания вулканогенно-осадочных пород; 6 – аргиллиты; 7 – разломы; 8 – контур рудоносного штокверка

подчиненного субщелочного среднедевонского коккудуктюбинского (монзониты, кварцевые монзониты, граносиениты).

Главный рудоконтролирующий и рудоносный элемент Нурказгана – минерализованные ЭБ округлой, трубообразной, неправильной форм размерами 500-900x250-300 м. Они прорывают гранитоиды карамендинского комплекса в зонах разломов северо-восточного направления. Центральная и Восточная эксплозивные трубки склоняются соответственно на запад и восток под углами 60-65°, образуя структуру «опрокинутой чаши». Ширина Центральной трубки до 500 м. Обломки в брекчиях представлены порфировидными диоритами, гранодиоритами и гранодиорит-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. Выделяются брекчии: дробления с незначительным смещением однородных обломков; вращения с сочетанием округлых и угловатых обломков различного состава; флюидальные брекчии, заключенные в тонкополосчатом агрегате с риолитовой или туфоподобной структурой [16]. Рудные и вторичные нерудные минералы развиваются по обломкам и цементу. Мелкие обломки и перетертый материал, почти нацело замещенные серицитом, хлоритом, кварцем, калишпатом, содержат богатую золото-медную минерализацию (Cu до первых %, 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). Руды различного качества группируются в штокверковые тела, повторяющие форму вмещающих брекчий. 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 «опрокинутой чаши», филлизиты во внешнюю область.

Коксайский подтип ЭБ. Месторождение Коксай расположено в Южно-Джунгарском сегменте Прибалхашско-Илийского ВПП на стыке Котуркаинского свода и Сарьюзекского синклинория [8, 9]. Месторождение приурочено к широтной палеовулканической кальдере размером 9,8-3,7 км, сформировавшейся на месте крупного палеовулкана C₂ возраста. В геологическом строении Коксяя участвуют гранитоиды одноименного интрузива и вулканогенно-осадочные образования алтын-эмельской свиты верхнего палеозоя (см. рисунок 7). Коксайский интрузив слагают породы трех фаз: ранней – габбро и габбро-диориты, основной – диориты, кварцевые диориты, тоналиты, гранодиориты и плагиограниты, дополнительной – биотит-кварцевые гранодиориты и плагиогранит-

порфиры. Отмечаются дайки аплитов, пегматоидных гранитов, плагиогранит-порфиров, диабазов, габбро-диабазов, диабазовых и диоритовых порфиритов. Интрузив отделяется от вмещающих туфопесчаников, туфов, андезитов, углисто-глинистых сланцев Коксайским разломом крутого 65-70° южного падения.

Гранитоиды основной фазы в зоне северного эндоконтакта Коксайского интрузива прорваны «слепым» штоком гранодиорит-плагиогранит-порфиров, дайками пестого состава, эксплозивными брекчиями, образующими в совокупности рудоносную клиновидную фигуру субширотного простирания длиной до 2,0 км, шириной 90-315 м. Острие клина залегает на глубинах 1,0-1,2 км. ЭБ состоят из угловатых и слегка окатанных обломков гранитоидов всех интрузивных фаз, редких и мелких сколков вулканитов алтынэмельской свиты, кварц-хлоритовых сланцев и кварцитов. Обломки сцементированы микробрекчиевым песчаным или дресвовидным материалом. Размеры обломков от долей см до 2-3 м. Рудная залежь КоксаЯ повторяет форму брекчиевого тела. Текстуры руд – вкрапленная, прожилковая, полосчатая, прожилково-вкрапленная, брекчиевидная. Месторождение крупное, комплексное. 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 [8, 9].

Актогайский подтип ЭБ развит в Северном Прибалхашье в центральной части Прибалхашско-Илийского ВПП [8, 23]. Месторождение Актогай выполняет мульду размером 4,5x3,0 км, сложенную вулканогенно-осадочными породами позднего палеозоя (андезиты, дациты, риолиты, их туфы, туфолавы, песчаники, алевролиты) и Колдарским интрузивом гранитоидов C₃ возраста (диориты, кварцевые диориты, гранодиориты).

Рудный штокверк АктогаЯ – вытянутый в северо-западном направлении эллиптический конус, выклинивающийся на глубинах более 700-800 м. Длина штокверка 2500 м, ширина 50-830 м. Основные рудные минералы – халькопирит, молибденит, пирит, магнетит, подчинены 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. Зональность медьсодержащих минералов (от ядра к периферии): халькозин, борнит – халькопирит – медистый пирит. Средние содержания Cu 0,385 %, Mo 0,008 %, Ag 1,18 г/т, Au 0,034 г/т, Se 1,8 г/т, Re 0,11 г/т. Примеси – Bi, Sn, Ni, Co.

Наиболее протяженные рудоносные струи (подводящие каналы) осложнены разрывной тектоникой, малыми телами плагиогранит-порфиров, порфировидных гранодиоритов, эксплозивных брекчий. ЭБ сечением десятки метров, максимально 100-150 м, протяженностью до 300-500 м развиваются по плагиогранит-порфирам, диорит-гранодиоритам, эффузивам среднего и кислого состава. Эксплозивные тела контролируются трещинными зонами северо-западного и субмеридионального направлений. Форма ЭБ – трубчатая, пластинчатая, клиновидная, вертикальная протяженность до 400-600 м. ЭБ и вмещающие их интрузивные и вулканогенные образования пропилитизированы, окварцованы, серицитизированы, хлоритизированы.

Крупное *золото-медно-порфировое месторождение Хармагтай* находится в Монголии, в районе Южного Гоби, на восточном замыкании трансрегиональной Казахстано-Монгольской вулканической дуги [22, 23]. Месторождение сложено вулканокластическими породами девона (андезиты, базальты, туфы, песчаники, алевролиты) и рудоносными малыми интрузивами цилиндрической или дайкообразной формы (диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, монцодиориты). Гидротермальные изменения интрузивных и вулканогенно-терригенных пород: калишпатизация, серицитизация, турмалинизация, пропилитизация, окварцевание, пиритизация. Оруденение жильно-штокверковое кварц-сульфидное. Протяженность рудных штокверков до 300-450 м, ширина до 150 м, вертикальный размах до 350 м и более. Широко распространены сульфидизированные турмалиновые брекчиевые трубки диаметром до 300-500 м, часто с концентрированной золотой, золото-медной и полиметаллической минерализацией. Рудоносные эксплозивные тела состоят из обломков серицитизированных и гематитизированных кварцевых диоритов и диоритовых порфиритов, сцементированных турмалин-халькопирит-пиритовым агрегатом (рисунок 9). Рудные минералы в ЭБ: халькопирит, борнит, халькозин, пирит, молибденит, самородное золото, теллуриды золота, гематит, магнетит, кубанит, арсенопирит, сфалерит, теннантит, тетраэдрит и др.

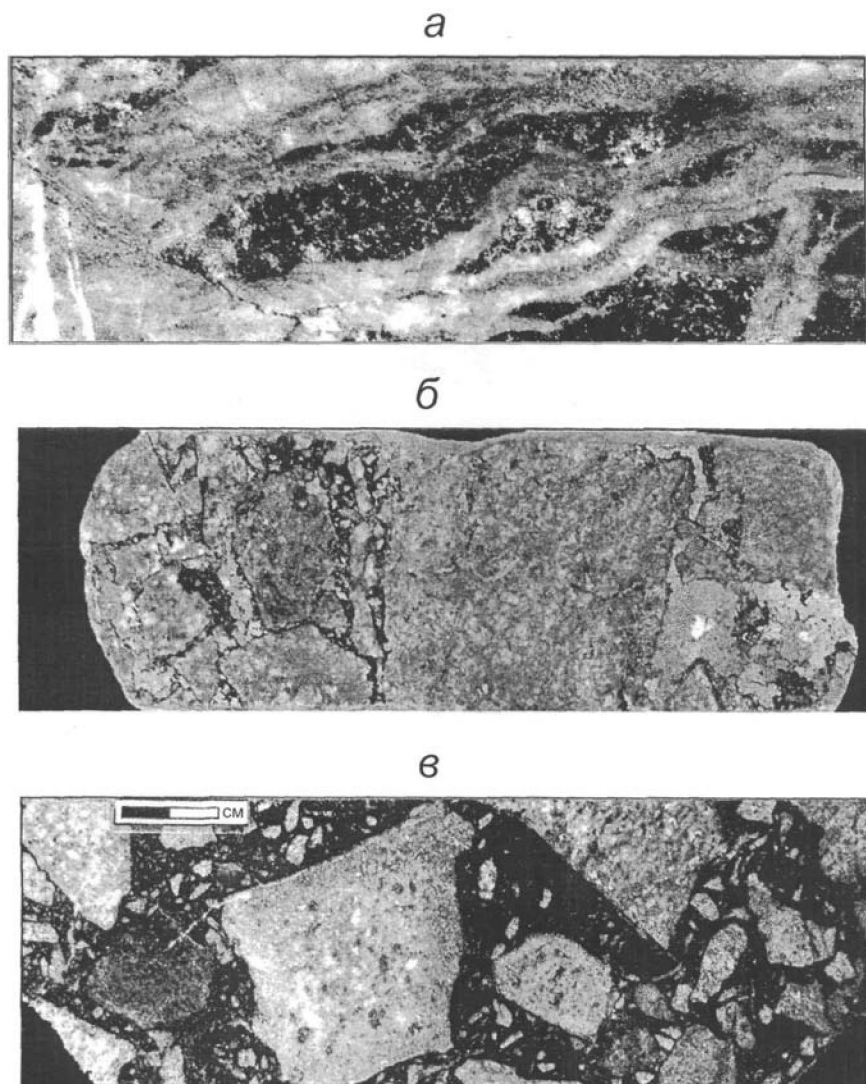


Рисунок 9 – Золото-медно-порфировое месторождение Хармагтай, Монголия.

Гидротермально измененные породы, взрывные брекчии и рудная минерализация, по [22]:

а – золото-халькопирит-пирит-кварцевое жильно-штоковковое оруденение (светлое) с реликтами турмалинизированных и хлоритизированных кварцевых диоритов (темное); содержание Au 3,44 г/т, Cu 0,81 %; *б* – рудоносная турмалиновая брекчия: обломки окварцованных и гематитизированных диоритовых порфиритов сцементированы турмалин-халькопирит-пиритовым агрегатом; содержание Au 0,17 г/т, Cu 1,11 %; *в* – турмалиновая брекчия с обломками серицитизированных интрузивных пород и турмалин-халькопирит-пиритовым цементом

Обсуждение результатов. Взрывные брекчии – индикатор вулcano-плутонических поясов, энсиалических и энсиматических островных дуг, орогенических областей, показательный признак условий формирования многих рудных полей и месторождений. ЭБ чрезвычайно привлекательны в прикладном аспекте – как рудолокализирующий фактор, среда концентрирования широкого спектра полезных компонентов и приоритетный объект поиска и оценки. ЭБ имеют крутые подводящие каналы, своеобразную форму (воронки, столбы, трубы, «перевернутые» конуса и т. д.), небольшие поперечные сечения (десятки, первые сотни метров, редко более) при значительной – до 1,5-2,0 км – вертикальной протяженности. В составе обломков развиты интрузивные, вулканогенные, терригенные образования. Цемент представлен перетертым материалом вмещающих и подстилающих пород и поздними метасоматическими минералами: кварцем, карбонатом, адуляром, турмалином, каолинитом, серицитом, баритом, сульфидами и др.

ЭБ недр Казахстана и соседних регионов формировались в вертикальном диапазоне 0,0-4,0 км, слагая три разноглубинные фации (зоны): апикальную (0,0-1,5 км), стволовую (1,5-3,0 км) и корневую (2,5-4,0 км). Рудно-взрывные золотоносные образования апикальной фации подразделяются

на вулканогенные подтипы (от древних к молодым): уштаганский золото-сульфидно-кварц-турмалиновый девонский, кочбулакский золото-сульфидно-кварцевый и таскоринский золото-адуляр-кварцевый каменноугольные, архарлинский Au-Ag-адуляр-кварцевый пермо-триасовый. Для эксплозий апикальной зоны показательны средне-, низкотемпературные парагенезисы метасоматитов – аргиллизиты, монокварциты, алунитовые кварциты, кварц-адуляровые породы, турмалиниты.

Стволовую фацию слагают ЭБ Au-Cu-порфировых месторождений (подтипы бозшакольский С, андаш-талдыбулакский О₂, нурказганский D₂, хармагтайский D₂, коксайский С_{2,3}, актогайский С₃) и ликвационно-флюидальные золотоносные ЭБ, ассоциирующие с гипабиссальными малыми интрузивами диорит-гранодиоритов и дифференцированными дайковыми комплексами (подтипы степнякский О_{3-S}, акбакайский D_{1,2}).

ЭБ корневой фации («скрытый», по П. Ф. Иванкину, вариант эксплозий) формировались в разуплотненных сводовых частях мезотермальных коллизионных плутонов гранитоидов повышенной основности и щелочности (подтипы васильковский ордовикско-силурийский, гужумсайский и секисовский каменноугольные). ЭБ стволовой и корневой фаций сопровождаются близкими средне-высокотемпературными гидротермальными изменениями; чаще всего это калишпатизация, серицитизация, березитизация, пропилитизация; на ряде месторождений порфир-типа проявлены турмалинизация и аргиллизация пород.

На золоторудных месторождениях размах концентраций Au в брекчиях очень широк – от десятых долей-первых г/т (наиболее распространенный класс содержаний) до сотен-первых тысяч г/т (рудные столбы Кочбулака, Таскоры, Архарлы, Секисовского месторождения). Объединяющий признак золотоносных ЭБ – разнообразие теллуридов Bi, Au, Ag. В малоглубинных объектах высока доля серебряной минерализации (кочбулакский, архарлинский подтипы). Для ЭБ и золото-сульфидно-кварцевых руд промежуточной диорит-гранодиоритовой фации свойственны As, Sb, Ag, Bi (степнякский, акбакайский подтипы), для жильных и штокверковых объектов тыловой (мезотермальной) зоны – As, Bi, W, Mo, Te, Cu и др. (Васильковское, Гужумсай, Секисовское).

Солидный задел в изучение условий формирования золотоносных ЭБ Казахстана и соседних регионов был выполнен во второй половине XX века (П.Ф. Иванкин, Н.А. Фогельман, А.Б. Диаров, В.А. Нарсеев, И.К. Брагин, В.А. Оправхат и др.). Сейчас важно усилить этот вклад – особенно в полноте систематизации материала по брекчиям различного генезиса, глубинности, состава и совершенствовании технологии их выявления, разведки, геолого-экономической оценки. Новые возможности для локализации и прогнозной оценки ЭБ открывают современные методы: космическое зондирование, стереометаллогенический и морфоструктурный анализы, компьютерное моделирование, наноминералогия, изотопная геохимия. ЭБ, благодаря передовым технологиям в горном деле, обогащении и металлургии, представляют интерес даже при невысоких содержаниях благородных металлов. Остро необходим кадастр ЭБ. Важно возобновить геолого-разведочные работы на недостаточно изученных полях и месторождениях. Ревизии заслуживают площади развития дифференцированных интрузивов габбродиорит-диорит-гранодиоритов и связанных с ними ЭБ ордовикско-силурийского и девонского возрастов в Васильковском, Степнякском и Акбакайском регионах, девонские трубки взрыва в Майкаин-Баянаульском, Сарысу-Тенгизском, Мынаралском и других районах Центрального и Южного Казахстана. Потенциал Катанэмельского, Секисовского, Ангреновского, Зармитанского районов с рудами каменноугольного возраста будет значительно усилен при оценке уже известных ЭБ, а также в результате выявления «скрытых» эксплозий в опущенных тектонических блоках. Открытия новых месторождений ожидаются в брекчиевых адулярсодержащих сооружениях пермо-триасового возраста в Южной Джунгарии.

При оценке металлоносности ЭБ порфировых месторождений Центральной Азии пристального внимания заслуживают все разновидности эксплозивно-рудных ассоциаций. В Казахстане наибольший интерес представляют ЭБ бозшакольского, нурказганского и коксайского подтипов. Руды бозшакольского подтипа, наряду с традиционными компонентами (Cu, Mo, Au, Ag), могут служить источником металлов платиновой группы (Pt, Pd, Os). Необходимы возобновление геолого-разведочных работ на недоразведанных южном и восточном флангах месторождения Бозшаколь, а также оценка его глубоких горизонтов.

Краевой девонский вулканоплутонический пояс перспективен на открытия новых месторождений нурказганского подтипа. Сам Нурказган имеет малый уровень эрозии и высокий ресурс

глубоких горизонтов и флангов. О неглубоком денудационном срезе Нурказгана свидетельствуют: хорошая сохранность эксплозивных трубок – индикаторов апикальной части системы; наличие на современной поверхности вторичных кварцитов, аргиллизитов, кварц-пирит-серицитовых метасоматитов; значительный размах оруденения (не менее 1,5-2,0 км); увеличение с глубиной параметров и продуктивности золото-медного оруденения; яркие проявления серебро-полиметаллической минерализации.

Нурказган и его аналоги привлекательны относительно высокими средними содержаниями Cu и Au, повышенными концентрациями Mo, промышленной значимостью Pb и Zn. В Сарысу-Тенгизском и Северо-Восточном сегментах Центрально-Казахстанского девонского ВПП выделяются перспективные Соналинская, Западно-Карагандинская, Самарская, Сатпаевская, Семизбугинская, Шешенкаринская площади [7]. Ревизии здесь подлежат интрузивы карамендинского и коккудуктюбинского комплексов, купольно-кольцевые вулканоплутонические структуры, геофизические и литохимические аномалии, характерные для порфировых систем, тела монокварцитов, серицитовых, каолиновых и алунитовых кварцитов с повышенными содержаниями Au, Ag, Cu, Mo, As, В, Pb, Sb и др. Переоценки на нурказганский подтип заслуживают золото-медно-кварц-турмалиновые месторождения с рудоносными ЭБ, развитые в Майкаин-Баянаульском и Сарысу-Тенизском районах [11-13].

В Коксайском рудном поле при более детальном изучении ЭБ могут быть выявлены новые промышленные залежи. Подсчитанные запасы руд месторождения Коксай привязаны к эксплозивному телу, находящемуся в зоне северного эндоконтакта интрузивного массива. По А. И. Полетаеву, в рудном поле известны еще несколько перспективных, но слабо изученных брекчиевых трубок. Одна из них – Центральная трубка субширотного простирания размером в плане 2,5x0,6 км – располагается в южном эндоконтакте интрузива диорит-гранодиорит-плагиигранитов. Контакты трубки с вмещающими породами инъекционные, неровные, с дайкообразными ответвлениями. Брекчия серого, буровато-серого цвета, содержит обломки гранитоидов, редко известняков, вулканических, песчано-сланцевых образований. Цементирующая масса, состоящая из микробрекчиевого материала аналогичного состава, скреплена криптозернистым кварц-серицитовым агрегатом. Брекчия содержит вкрапления и прожилки пирита, халькопирита, галенита, сфалерита. В зоне окисления развиты малахит, азурит, хризоколл, куприт. Содержания меди 0,1-0,3 %, местами более 0,5 %. Концентрированное оруденение Центральной трубки предположительно локализовано на глубинах 300-500 м, на участке развития аномалии естественного электрического поля.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дженчураева Р.Д. Геодинамика, металлогения и рудогенез (на примере Тянь-Шаня и прилегающих территорий). – Бишкек: Илим, 2010. – 224 с.
- 2 Диаров А.Б., Пронин А.П., Абишев В.М. и др. Эксплозивные брекчии Васильковского месторождения // Известия АН КазССР. Сер. геол. – 1984. – № 2. – С. 23-30.
- 3 Диаров А.Б. Близповерхностное золотое оруденение Казахстана. Дис. ... докт. геол.-мин. наук. – Алматы, 1997. – 214 с.
- 4 Золото Кыргызстана. Т. 2. Описание месторождений / В.В. Никоноров, Ю.В. Караев, Ф.Н. Борисов и др. – Бишкек, 2004. – 342 с.
- 5 Колоскова С.М. Рудосопровождающие эксплозивные процессы на месторождениях золота Западного Узбекистана // Рудно-магматические системы орогенных областей. – Ташкент, 2010. – С. 179-183.
- 6 Левин Г.Б., Сидоров В.В., Старова М.М. Золотоносные брекчии месторождения Бестюбе // Геология, геохимия и минералогия золоторудных районов и месторождений Казахстана. – Алма-Ата: КазИМС, 1976. – С. 65-71.
- 7 Мальченко Е.Г., Жуковский В.И., Хамзин Б.С. Геолого-структурная позиция золото-медно-порфирового оруденения в Центральном Казахстане // Геонауки в Казахстане. – Алматы: КазГЕО, 2004. – С. 196-201.
- 8 Месторождения меди Казахстана. Справочник. – Алматы, 1997. – 154 с.
- 9 Металлогения Казахстана. Месторождения руд меди. – Алма-Ата, 1978. – 191 с.
- 10 Нарсеев В.А., Левин Г.Б. Брекчиевые образования золоторудных месторождений // Рудоносные брекчии и их поисковое значение. – Алма-Ата: КазИМС, 1977. – С. 183-203.
- 11 Оправхат В.А. Золото-кварц-турмалин-сульфидное оруденение в краевом девонском поясе Центрального Казахстана: Автореф. ... канд. геол.-мин. наук. – Алма-Ата, 1984. – 21 с.
- 12 Полетаев А.И., Мельникова Л.В., Потеха А.В., Тимофеева С.Н. Некоторые особенности геологии и оруденения Самарского золото-медно-порфирового месторождения // Геология и разведка недр Казахстана. – 1996. – № 2. – С. 12-20.
- 13 Рафаилович М.С. Золото недр Казахстана: геология, металлогения, прогнозно-поисковые модели. – Алматы, 2009. – 304 с.

- 14 Рафаилович М.С. Эксплозивные брекчии и рудные полезные ископаемые Казахстана. Эксплозивные брекчии и месторождения золота // Геология и охрана недр. – 2010. – № 2. – С. 22-31.
- 15 Рудные месторождения Узбекистана / Под ред. Н. А. Ахмедова. – Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2001. – 611 с.
- 16 Серых В.И., Евдокимов И.В. О геологической позиции медно-порфирового оруденения девонского вулканоплутонического пояса (Центральный Казахстан) // Геология Казахстана. – 2001. – № 1. – С. 41-58.
- 17 Спиваков С.Б. Метасоматические породы и их рудоносность на месторождениях медно-порфировой формации Киргизского хребта: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Бишкек, 1989. – 300 с.
- 18 Фрейман Г.Г. Закономерности локализации золотого оруденения на Секисовском месторождении: Автореф. ... канд. геол.-мин. наук. – Алма-Ата, 1985. – 18 с.
- 19 Чу-Илийский рудный пояс. Рудные полезные ископаемые. – Алма-Ата: Наука, 1980. – 288 с.
- 20 Шер С.Д. Металлогения золота (Северная Америка, Австралия и Океания). – М., 1972. – 296 с.
- 21 Gold, silver and copper deposits of Uzbekistan. Excursion guidebook. – Potsdam, 1999. – 112 p.
- 22 Kirwin D.J., Wilson C.C., Turmagnai D., Wolfe R. Exploration history, geology and mineralization of the Kharmagtai gold-copper porphyry district, Shouh Gobi region, Mongolia // Geodynamics and metallogeny of Mongolia with a special emphasis on copper and gold deposits. – London: CERCAMS, 2005. – P. 175-191.
- 23 Seltmann R., Porter T.M. The porphyry Cu-Au/Mo deposits of Central Eurasia: 1. Tectonic, geologic and metallogenic setting and significant deposits // Super porphyry copper and gold deposits: a global perspective. – Vol. 2. – PGC Publishing, 2005. – P. 467-512.
- 24 Spiridonov E.M. Granitic rocks and gold mineralization of North Kazakhstan // Granite-related ore deposits of Central Kazakhstan and adjacent areas. – St. Petersburg, 1996. – P. 197-217.

REFERENCES

- 1 Dzhenchuraeva R.D. Geodinamika, metallogenija i rudogenez (na primere Tjan'-Shanja i priliegajushchih territorij). Bishkek: Ilim, 2010. 224 s.
- 2 Diarov A.B., Pronin A.P., Abishev V.M. i dr. Eksplozivnye brekchii Vasilkovskogo mestorozhdenija // Izvestija AN KazSSR. Ser. geol. 1984. № 2. S. 23-30.
- 3 Diarov A.B. Blizpoverhnostnoe zolotoe orudnenie Kazakhstana: Dis. ...dokt. geol.-min. nauk. Almaty, 1997. 214 s.
- 4 Zoloto Kyrgyzstana. T. 2. Opisanie mestorozhdenij. V.V. Nikonorov, Ju.V. Karaev, F.N. Borisov i dr. Bishkek, 2004. 342 s.
- 5 Koloskova S.M. Rudosoprovodzhajushchie eksplozivnye processy na mestorozhdenijah zolota Zapadnogo Uzbekistana. Rudno-magmaticheskie sistemy orogennyh oblastej. Tashkent, 2010. S. 179-183.
- 6 Levin G.B., Sidorov V.V., Starova M.M. Zolotonosnye brekchii mestorozhdenija Bestyube. Geologija, geohimija i mineralogija zolotorudnyh raionov i mestorozhdenij Kazakhstana. Alma-Ata: KazIMS, 1976. S. 65-71.
- 7 Malchenko E.G., Zhukovskij V.I., Hamzin B.S. Geologo-struktural'naja pozitsija zoloto-medno-porfirovogo orudnenija v Tsentral'nom Kazakhstane. Geonauki v Kazakhstane. Almaty: KazGEO, 2004. S. 196-201.
- 8 Mestorozhdenija medi Kazakhstana. Spravochnik. Almaty, 1997. 154 s.
- 9 Metallogenija Kazakhstana. Mestorozhdenija rud medi. Alma-Ata, 1978. 191 s.
- 10 Narseev V.A., Levin G.B. Brekchievye obrazovaniya zolotorudnyh mestorozhdenij. Rudonosnye brekchii i ih poiskovoe znachenie. Alma-Ata: KazIMS, 1977. S. 183-203.
- 11 Opravkhat V.A. Zoloto-kvarts-turmalin-sul'fidnoe orudnenie v kraevom devonskom pojase Tsentral'nogo Kazakhstana: Avtoref. ... kand. geol.-min. nauk. Almata-Ata, 1984. 21 s.
- 12 Poletaev A.I., Melnikova L.V., Potekha A.V., Timofeeva S.N. Nekotorye osobennosti geologii i orudnenija Samarskogo zoloto-medno-porfirovogo mestorozhdenija. Geologija i razvedka neдр Kazakhstana. 1996. № 2. S. 12-20.
- 13 Rafailovich M.S. Zoloto neдр Kazakhstana: geologija, metallogenija, prognozno-poiskovye modeli. Almaty, 2009. 304 s.
- 14 Rafailovich M.S. Eksplozivnye brekchii i rudnye poleznye iskopaemye Kazakhstana. Eksplozivnye brekchii i mestorozhdenija zolota. Geologija i ohrana neдр. 2010. № 2. S. 22-31.
- 15 Rudnye mestorozhdenija Uzbekistana. Pod red. N. A. Akhmedova. Tashkent: GIDROINGEO. 2001. 611 s.
- 16 Serykh V.I., Evdokimov I.V. O geologicheskoj pozitsii medno-porfirovogo orudnenija devonskogo vulkano-plutoničeskogo pojasa (Tsentral'nyj Kazahstan). Geologija Kazakhstana. 2001. № 1. S. 41-58.
- 17 Spivakov S.B. Metasomaticheskie porody i ih rudoznosnost' na mestorozhdenijah medno-porfirovoj formatsii Kyrgyzskogo hrebta: Diss. ... kand. geol.-min. nauk. Bishkek, 1989. 300 s.
- 18 Freiman G.G. Zakonomernosti lokalizatsii zolotogo orudnenija na Sekisovskom mestorozhdenii: Avtoref. ... kand. geol.-min. nauk. Almata-Ata, 1985. 18 s.
- 19 Chu-Iliiskij rudnyj pojas. Rudnye poleznye iskopaemye. Almata-Ata: Nauka, 1980. 288 s.
- 20 Sher S.D. Metallogenija zolota (Severnaja Amerika, Avstralija i Okeanija). M., 1972. 296 s.
21. Gold, silver and copper deposits of Uzbekistan. Excursion guidebook. Potsdam, 1999. 112 p.
- 22 Kirwin D.J., Wilson C.C., Turmagnai D., Wolfe R. Exploration history, geology and mineralization of the Kharmagtai gold-copper porphyry district, Shouh Gobi region, Mongolia. Geodynamics and metallogeny of Mongolia with a special emphasis on copper and gold deposits. London: CERCAMS, 2005. P. 175-191.
- 23 Seltmann R., Porter T.M. The porphyry Cu-Au/Mo deposits of Central Eurasia: 1. Tectonic, geologic and metallogenic setting and significant deposits. Super porphyry copper and gold deposits: a global perspective. Vol. 2. PGC Publishing, 2005. P. 467-512.
- 24 Spiridonov E.M. Granitic rocks and gold mineralization of North Kazakhstan. Granite-related ore deposits of Central Kazakhstan and adjacent areas. St. Petersburg, 1996. P. 197-217.

Резюме

М. С. Рафаилович¹, С. М. Колоскова²

¹ЮГГЕО Табиғи ресурстар институты,

²Өзбекстан Республикасы Мемлекеттік комитетінің геология және минералогия ресурстары жөніндегі
Минералдық ресурстар институты)

ОРТАЛЫҚ АЗИЯНЫҢ АЛТЫН КЕНДІ ЖӘНЕ АЛТЫН-МЫС-ПОРФИРЛІ КЕНОРЫНДАРЫНДАҒЫ ЭКСПЛОЗИВТІ БРЕКЧИЙЛЕР

Орталық Азиядағы алтын кенді және алтын-мыс-порфирлі кенорындарында дамыған тектоникалық позиция, локализация шарттары және эксплозивті брекчийдің заттық құрамы сипатталған. Перспективті аумақтарда эксплозивті брекчийдің болжамды-ізвестіру мәндері және ғылыми-зерттеу мен геологиялық-барлау жұмыстарының көкейкесті бағыттары талқыланады.

Тірек сөздер: эксплозивті брекчийлер, алтын кенорны, алтын-мыс-порфирлі кенорны, тектоникалық позиция, вулканды-плутоникалық белдем, аралды доға, кенбақылаушы құрылым, минералды-геохимиялық ерекшеліктер, перспективалы аудандар.

Summary

M. S. Rafailovich¹, S. M. Koloskova²

¹Institute of natural resources YUGGEO,

²Institute of mineral resources, State Committee of the Republic of Uzbekistan on geology and mineral resources)

EXPLOSIVE BRESSIA AT THE GOLD-ORE AND GOLD-COPPER-PORPHYRY DEPOSITS OF CENTRAL ASIA

The tectonic setting, vertical distribution, structural and mineral-geochemical features of explosive bressia developed on gold-ore and gold-copper porphyry deposits of Central Asia are characterized. The forecasting-prospecting significance of explosive bressia and actual directions of scientific research work and geological exploration in perspective regions are discussed.

Key words: explosive bressia, gold deposits, gold-copper porphyry deposits, tectonic setting, volcanic-plutonic belt, island arc, ore-controlling structures, mineral-geochemical features, perspective regions.