

Морфология, генезис и рудоносность полигенных и полихронных брекчий Безенгийского рудного поля (Кабардино-Балкарская Республика)

С.Г. Корсаков*, В.М. Газеев**, А.Г. Гурбанов***

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БЕЗЕНГИЙСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО ПОЛЯ

Безенгийское золоторудное поле (БРП) расположено на северном склоне Большого Кавказа, в левом борту долины р. Черек Безенгийский и административно относится к Черекскому району Кабардино-Балкарской Республики. В геологическом строении золоторудного поля (рис. 1) принимают участие терригенные отложения нижне-среднеюрского возраста, инъецированные субинтрузивными телами хуламского вулканоплутонического комплекса (ХВПК). Юрские отложения трансгрессивно, а местами тектонически, залегают на позднепалеозойских гранитах белореченского комплекса, слагающих в пределах БРП кристаллическое основание тектонической зоны Главного хребта Большого Кавказа. Территория БРП представляет собой мозаичную структуру, состоящую из различно ориентированных блоков, ограниченных тектоническими нарушениями преимущественно трех направлений: меридионального, северо-западного и северо-восточного. Нарушения меридионального простирания представлены левосторонними сдвигами и сбросо-сдвигами, а также простыми сбросами. Разломы северо-западного простирания представляют собой правосторонние сдвиги. Морфология разрывов северо-восточного простирания не выяснена. Вся разрывная тектоника носит конседиментационный характер. Подвижки по тектоническим швам неоднократно повторялись, и по-видимому с переменным знаком. Пликативные нарушения в пределах рудного поля отсутствуют. Центральная часть рудного поля образована конседиментационным тектоническим выступом кристаллического фундамента, поднятым по системе левосторонних меридиональных и правосторонних северо-западных разломов. Выступ конусообразно вдавывается в осадочный чехол. Северное продолжение выступа кристаллического основания прослеживается, по данным бурения, в меридиональном направлении на расстояние 1,5 км. В центральной части выступа и на его восточном склоне низы юрских отложений (плинсбах – нижний

тоар) отсутствуют, а граниты фундамента трансгрессивно перекрываются отложениями среднего тоара, которые насыщены телами тектоногравитационных олистостром. Часть обломков олистостром представлена размывными отложениями плинсбах-нижнетоарского возраста. Вниз по склонам в западном и восточном направлении отмечается заметное уменьшение размера обломков и фациальное замещение микститов на нормальный осадочный разрез, сложенный переслаиванием аргиллитов и песчаников. Северная и западная части БРП перекрыты аллохтонными массами четвертичных структурных тектоногравитационных оползней. Мощность оползневых масс достигает 100 и более метров, а амплитуды их перемещения колеблются от первых сотен до 2–2,5 км. Масштабы оползневых процессов позволяют рассматривать структурные оползни в ранге надвигов альпийского типа. Оползни обычно многоярусные и многоступенчатые. В подошве большинства из них образуются рыхлые, интенсивно водонасыщенные четвертичные брекчии, вплоть до образования подземных ручьев. Подошва фронтальной части оползней трассируется новообразованиями арагонита, травертина и мраморного оникса, отлагающихся из богатых кальцием подземных вод.

Вулканические и субвулканические образования хуламского вулканоплутонического комплекса (ХВПК), распространенные в междуречье Чегем – Черек и участвующие в строении БРП, представлены разнообразными по возрасту и составу породами, объединяемыми [13, 7] в три разновозрастные формации: базальтовых и плагиориолитовых порфиров (J_2); полевошпатпироксеновых (К-Аг возраст – 155, 152 млн лет) и калишпатовых трахитов (К-Аг возраст – 142, 171 млн лет); субщелочных габброидов (К-Аг возраст – 109, 111 млн лет).

В пределах БРП в настоящее время промышленно значимое золото-серебряное оруденение установлено на пяти участках, объединенных геологами, ведущими разведку, в следующие рудные зоны: Первую, Лагерную, Гипсовую, Вторую и Орлиную. Первые три зоны обнажены на дневной поверхности, а две послед-

* Корсаков С.Г. – ведущий геолог ООО «Азимут» (г. Ессентуки).

** Газеев В.М. – к. г.-м. н., н. с. ИГЕМ РАН.

*** Гурбанов А.Г. – к. г.-м. н., в. н. с. ИГЕМ РАН.

ние являются слепыми и вскрыты многочисленными разведочными скважинами. Пространственно и генетически золото-серебряное оруденение связано с риолитами (J_2) ХВПК. Субинтрузивные тела риолитов сопровождаются контактными эруптивными брекчиями небольшой мощности (до 0,6–0,8 м) и интенсивно проявленными взрывными брекчиями. Концентрация благородного и сопутствующего полиметаллического оруденения имеет в рудных зонах двух- и трехуровневое строение. Обычно оно приурочено к высокопористым образованиям, представленным горизонтами песчаников, залегающих на разных стратиграфических уровнях, и горизонтами олистостром. Основные запасы благородных металлов БРП сосредоточены в разнообразных по морфологии и генезису брекчиях, но рудоносными являются инъекционно-взрывные брекчии, а на все другие типы брекчий оруденение накладывается.

МОРФОЛОГИЯ И ГЕНЕЗИС БРЕКЧИЙ

В процессе целенаправленных геологических исследований брекчий, развитых в пределах БРП, были выделены следующие их типы: 1 – осадочные (олистостром); 2 – тектонические; 3 – магматические; 4 – гидротермально-метасоматические; 5 – сочетание различных типов брекчий. В пределах Безенгийского рудного поля перечисленные выше типы брекчий, как правило, находятся в самых различных сочетаниях, накладываясь друг на друга.

Осадочные брекчии представлены горизонтами типичных гравитационных либо тектоно-гравитационных олистостром, нацело состоящих из угловатых и слабо угловато окатанных обломков осадочных пород, что позволяет отнести их к разряду эндоолистостром. Наибольшее распространение они получили в джигиатской свите и приурочены к нижней, наиболее песчаной части ее разреза. Изучение морфологических особенностей и литологического состава олистостром было проведено в местах, где отложения свиты не были подвергнуты магматическим и гидротермально-

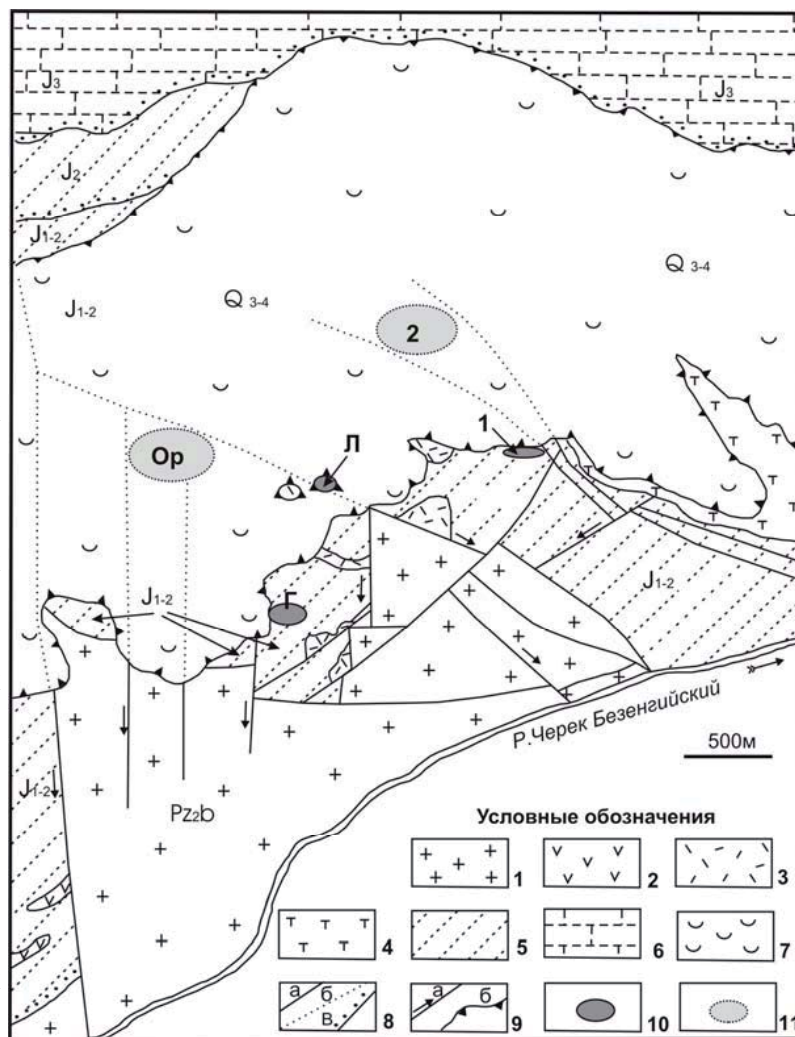


Рис. 1. Схематическая карта Безенгийского рудного поля

Условные обозначения: 1 – позднепалеозойские граниты белореченского комплекса; (2–4) Хуламский вулканоплутонический комплекс: 2 – базальты; 3 – риолиты; 4 – трахиты. 5 – толща отложений раннесреднеюрского возраста (песчаники, алевролиты, аргиллиты). 6 – толща отложений позднеюрского возраста (доломитизированные известняки). 7 – четвертичные, структурные, тектоно-гравитационные оползни. (8–9) геологические границы: 8а – установленные; 8б – предполагаемые под чехлом структурных оползней; 9а – границы стратиграфических несогласий; 9б – контур структурных тектоно-гравитационных оползней. 10 – зоны с золотой и серебряной минерализацией, известные в коренных обнажениях на поверхности (1 – Первая; Л – Лагерная; Г – Гипсовая). 11 – зоны с золотой и серебряной минерализацией, вскрытые разведочными скважинами (2 – Вторая; Ор – Орлиная)

метасоматическим воздействиям. Наиболее типичная олистострома с видимой мощностью 12,7 м слагает пологую (углы падения крыльев не более 12–15°) брахиантиклинальную складку с видимым размахом крыльев до 30 м. В западном крыле складка сложена осадочной брекчией, состоящей на 75–80 % из обломков аргиллитов и на 15–17 % – из песчаников. Брекчия плотная, цемент составляет не более 3–5 % от общего ее объема. В нижней части обнажения брекчия разделена пакетом переслаивания алевролитов и

мелкозернистых песчаников, мощностью до 0,3 м, который прослеживается по всему обнажению на расстояние 60 м. В нижней части обнажения (ниже алевролитов и песчаников) залегает крупнообломочная брекчия. Обломки в ней обладают различной степенью окатанности и размером до 30 см по удлинению. Обломки песчаников угловатые, а обломки аргиллитов имеют округлую, эллипсоидальную форму. Выше пакета переслаивания залегает мелкообломочная брекчия (размер обломков не превышает 2–3 см). Составы мелко- и крупнообломочных брекчий идентичны. В восточном крыле складки нижний горизонт брекчий увеличивается в мощности и фациально сменяется переслаиванием горизонтов брекчированных пород с прослоями песчаников и пакетами чередования песчаников, алевролитов и аргиллитов. Мощность брекчий от 30 до 80 см, мощность пакетов слоистых пород до 20–30 см. Размер обломков уменьшается в восточном направлении. Такой характер переслаивания прослежен на протяжении 15–18 м, далее он постепенно сменяется переслаиванием аргиллитов, алевролитов и песчаников с маломощными (5–15 см) прослоями брекчий. Верхний горизонт мелкообломочной брекчий прослеживается в обоих крыльях антиклинальной складки, уменьшаясь в ее восточном крыле от 9 до 5,5 м за счет увеличения мощности нижнего горизонта. Для брекчий характерно практически полное отсутствие цемента (матрикса) в межобломочном пространстве. Обломки осадочных пород, имея очень плотную упаковку, тесно соприкасаются друг с другом, реже между крупными (20–30 см) обломками располагаются более мелкие (от 2–3 мм до 2–3 см), выполняющие роль цементирующей массы. Мелкие обломки также плотно упакованы. Во всем обнажении не встречено зеркал скольжения, которые характерны для внешне похожих на осадочные тектонические брекчий. Аналогичное строение имеют и миниолистоstromы (рис. 2). Как правило, они представлены подводно-оползневыми образованиями мощностью до 2 м и протяженностью до первых десятков метров. Подстилаются и перекрываются они прослоями песчаников. Тела миниолистоstrom также имеют сложное внутреннее строение и состоят из различно ориентированных, хаотически расположенных линз и обломков, сложенных переслаиванием алевролитов и песчаников, среди дезинтегрированных аргиллитов. Здесь же присутствуют линзовидные тела мелкообломочной брекчий, состоящей из угловатых и слабо окатанных обломков (размер по удлинению до 1,5 см) аргиллитов и песчаников. Аналогичные брекчий, не измененные наложенными процессами, встречены и в керне буровых скважин. При воздействии гидротермально-метасоматических процессов они (в случае слабого воздействия) сохраняют свои текстурные особенности, а при

его сильном проявлении происходит их окварцевание и внедрение жильного и рудного вещества в межобломочное пространство брекчий.

Тектонические брекчий представлены до-рудными и пострудными разностями. Брекчий различного возраста имеют идентичные морфологические признаки и различаются лишь по составу слагающих обломков. В отличие от осадочных, в тектонических брекчиях значительный объем занимает цементирующая масса, как правило, сложенная в различной степени милонитизированными аргиллитами. Довольно часто обломки на плоскостях имеют разноориентированные зеркала скольжения.

Магматические брекчий ассоциируют с телами хуламского вулcano-плутонического комплекса и подразделяются на автомагматические, эруптивные и инъекционно-эксплозивные.

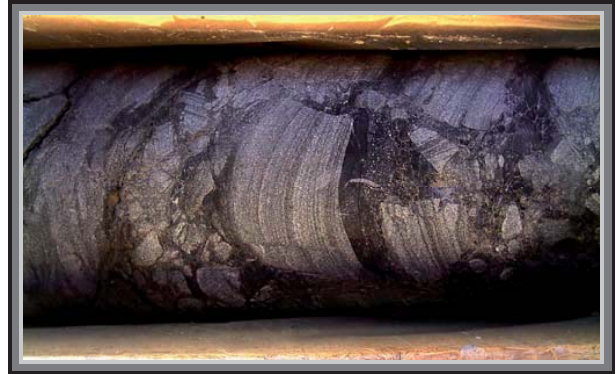
Автомагматические брекчий часто отмечаются в приконтактных частях штокообразных и лакколитоподобных тел, сложенных риолитами реже в силлообразных телах трахитового и базальтового составов. Они состоят из разноразмерных обломков магматической породы (размером от 2 до 30 см), сцементированных тем же материалом с флюидальной текстурой. По-видимому, в процессе внедрения магматической расплава образовывалась зона закалки, которая через некоторый промежуток времени взламывалась новой порцией внедряющегося расплава, что подчеркивается флюидальными текстурами и ориентированным расположением обломков.

Эруптивные брекчий встречаются редко и развиты в зонах экзо- и эндоконтактов подошвы и кровли субвулканических тел, сложенных риолитами и трахитами. Эти брекчий представлены экзотическими телами мощностью до 1 м, состоящими из смеси неправильных по форме угловатых обломков риолитов, и встречаются в интенсивно передробленных осадочных породах, часто создающих ореол вокруг субвулканических интрузий. В этих же зонах отмечены процессы орого-вкования, гидротермально-метасоматической проработки и окварцевания вмещающих пород. По мере удаления от контакта субвулканических тел количество обломков риолитов в эруптивных брекчиях сокращается от 70–80 до 0 %.

Инъекционно-эксплозивные брекчий (ИЭБ) в пределах БРП широко распространены и присутствуют во всех известных рудных зонах, залегающих в палеозойских гранитах, осадочных отложениях юры, риолитах ХВПК. Они служат основным поисковым признаком на рудную минерализацию и часто являются рудовмещающими структурами для золото-серебряного и полиметаллического оруденения. Буровыми работами 2002–2004 гг. установлено присутствие этих брекчий на глубине с содержанием золота до 5 г/т. Опробование прожилковых ИЭБ черного цвета, залегающих в



Керн скважины. Полигенная брекчия. Обломки аргиллитов и алевролитов олистостромы рассечены гидротермальными карбонат-барит-кварцевыми прожилками с брекчиевой текстурой. В прожилках – тонкая обильная вкрапленность сульфидов



Керн скважины. Осадочная брекчия миниолистостромы



Керн скважины. Светлые обломки – песчаник, темные – аргиллит сцементированы пострудным агрегатом, состоящим из гематита и гидроокислов железа. Цемент представляет собой пример гидротермальной брекчии, содержащей обломки окварцованных пород и сульфидов



Образец инъекционно-эксплозивной брекчии. В левой части фото брекчия развита вдоль тектонической трещины, секущей первичную слоистость. Светлые угловатые обломочки на темном фоне – риолит

Рис. 2. Морфологические типы брекчий

риолитах БРП и визуально не имевших включений сульфидов, дали содержания золота до 5,8 г/т [4, 9]. ИЭБ, как правило, приурочены к наиболее разуплотненным зонам вулканогенно-осадочного разреза, которыми являются тектонические швы, зоны повышенной трещиноватости и дробления, контакты субвулканических тел, стратиграфические несогласия и контакты различных по литологии слоев, но главным образом – горизонты олистостром. Их мощность колеблется от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров. Форма тел самая разнообразная, прожилки, жилы, дайко- и трубообразные тела, межпластовые залежи, грибообразные штоки. Наибольшее распространение ИЭБ получили на выклинивании тел силлов, и в этом случае они образуют протяженные трубообразные тела неправильной формы. Макроскопически это темно-серые до черного цвета, афанитового облика породы, иногда с заметным пятнистым, брекчиевидным либо струйчато-полосчатым структурно-текстурным узором. При микроскопических исследованиях установлено, что брекчии состоят из обломков и фельзитовидной промежуточной массы. Обломки размером от 0,01 до

2–5 мм представлены фено- и кристаллокластами кварца, полевого шпата, а также обломками осадочных (песчаники, аргиллиты) и магматических (палеозойские граниты, риолиты) пород. Величина обломков инъекционного материала и их количество убывают по мере удаления от контактов субвулканических тел. Фельзитовидная, кремнистая связующая масса, количество которой может достигать 80 %, содержит обильные пылевидные включения сульфидов.

Иногда о присутствии ИЭБ в разрезе осадочного чехла можно судить лишь по наличию в нем отдельных вкраплений кварца и полевых шпатов. Визуально ИЭБ диагностируются довольно сложно, поэтому их иногда принимали за ороговикованные породы, или «силекситы», гидротермально-метасоматического происхождения. В том случае, когда ИЭБ занимают субсогласное положение, внедряясь вдоль слоистости осадочных пород, их принимают за туфы или туфо-брекчии. В палеозойских гранитах их путают с тектоническими брекчиями. Среди ИЭБ можно выделить два морфогенетических типа: прожилковый и гнездово-вкрапленный. Первый обычно приурочен к зонам секущих тектониче-

ских трещин. Второй диагностируются по наличию отдельных, неравномерно распределенных в осадочных породах крупных (до 0,5 см) угловатых обломков риолитов, заключенных в интенсивно окварцованных аргиллитах (рис 2).

Осадочные, тектонические дорудные, автимагматические, эруптивные и инъекционно-эксплозивные процессы брекчирования в пределах БРП предшествовали гидротермально-метасоматическим преобразованиям и рудному процессу и подготовили благоприятные структурные и текстурные условия для рудоотложения. Гидротермальные растворы, из которых отлагались рудные и жильные минералы, образующие прожилки различного состава, развиваясь по трещинам между обломками в брекчиях осадочного, тектонического и магматического происхождения, в свою очередь сопровождалась процессом тектонического дробления пород и захватывали инородный материал по пути своего движения (рис. 2). В рудных метасоматитах, связанных с этими растворами, часто отмечается брекчиевая текстура гидротермальных жил, при этом отмечается избирательное замещение обломков пещаников рудным веществом (пиритом, реже халькопиритом), в то время как обломки аргиллитов остаются без видимых изменений.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Содержание золота и серебра в шурфных пробах и в пробах из керна скважин в Первой зоне БРП (рис. 1) варьирует в пределах: Au – от 3,3 до 9,5 г/т и Ag – от 96 до 189,5 г/т. Максимальные содержания Au на БРП по скважинам 20 г/т и шурфам до 100 г/т. Основные запасы благородных металлов БРП сосредоточены в телах разнообразных по генезису и морфологии брекчий, выявленных в разрезах вулканогенно-осадочных пород тоар-ааленского возраста. В процессе целенаправленных геологических исследований брекчий были выделены части геологического разреза либо участки, где присутствовали брекчии одной генерации. Такой методологический подход помог расшифровать генетическую природу брекчий, наметить характерные признаки, присущие конкретному типу, и в дальнейшем в телах полигенных образований распознавать их составные части. Изучение морфологических особенностей брекчий БРП позволило наметить следующую схематичную последовательность событий, предопределивших появление здесь рудных объектов: 1) на стадии осадконакопления (тоар-ааленское время), в условиях расчлененного палеорельефа, сформировались горизонты олистостром; 2) на отдельных участках они были подвергнуты тектоническим дислокациям, результатом которых явилось их повторное брекчирование; 3) в бай-

осское время, при внедрении субинтрузивных тел риолитового состава, образовались эруптивные и рудоносные инъекционно-эксплозивные брекчии, которые местами наложились на более ранние зоны развития брекчий иного генезиса; 4) параллельно с магматической фазой рудно-магматического процесса, или немного позже, проявился процесс кремнещелочного метасоматоза, приведший к формированию кварцитовидных пород, которые в свою очередь были подвергнуты процессам локального брекчирования. Горизонты олистостром как наиболее пористые, легко проницаемые породы явились наиболее благоприятной средой для проникновения в них магматического расплава и гидротермальных растворов, с которыми связаны процессы окремнения вмещающих пород и отложения сульфидов цветных металлов вплоть до образования массивных полиметаллических руд.

Наиболее распространенным типом, а на наш взгляд, и наиболее сложным по генезису, являются инъекционно-эксплозивные брекчии. В пределах БРП они часто являются рудовмещающими структурами для золото-серебряного оруденения и поэтому используются как надежный критерий при поисковых работах на благородные металлы и полиметаллические руды. Рассмотрим это детальнее. Эксплозивные брекчии отмечались многими исследователями, изучавшими юрские и новейшие вулканические образования Большого Кавказа [1, 4, 5, 6, 9, 13 2]. Они ассоциируют с проявлениями вулканизма разного состава, но преимущественно с поздними членами среднеюрских вулканоплутонических комплексов на Западном и на Центральном Кавказе. В настоящее время эти образования рассматриваются как элемент магматических и рудно-магматических систем [8, 11, 12, 14, 3]. Их появление свидетельствует о накоплении (до критического уровня) летучих компонентов, а соответственно, и возрастании давления во фронтальной части магматических колонн различных вулканоплутонических комплексов и о резком взрывном отделении газо-паровой смеси. Одним из условий для реализации взрывного потенциала магматической системы является сравнительно небольшая площадь и мощность кровли гипабиссальной интрузии, чтобы в критический момент хватило внутренней энергии (давление флюида превышало литостатическое давление) газонасыщенной магмы на взламывание кровли. Еще одна предпосылка эксплозивного процесса заключается в составе магмы и ее эволюции. Очевидно, что взрывные явления сопровождают магмы с изначально высоким содержанием летучих компонентов. Эксплозиям способствует глубокая (в особенности контрастная) дифференциация магмы, когда в твердую фазу уходит огромная масса безводных силикатов, а небольшой объем ультракислого остаточного рас-

плава оказывается весьма флюидонасыщенным. Отметим, что одним из визуальных и микроскопических признаков флюидонасыщенного расплава является наличие первичных газово-жидких включений, ассоциирующих с расплавленными включениями в породообразующих минералах интрузивных тел [10]. Подобные включения отмечены во вкрапленниках среднеюрских гранодиорит- и гранит-порфириров на территории Северной Осетии [13]. Известно также, что оптимальные условия для возникновения эксплозивных брекчий благоприятны для образования различного рода оруденения, связанного с магматизмом малых и умеренных глубин [3, 8, 11, 12, 14]. В связи с этим эксплозивные брекчи рассматриваются многими исследователями как один из надежных критериев при поисках оруденения и прогнозной оценки потенциальной рудоносности районов развития сложно дифференцированных гипабиссальных интрузий кислого состава. Надежность этого критерия для Северо-Кавказского региона подтверждена на Безенгийском рудном поле и может успешно использоваться при проведении поисковых работ на скрытое оруденение благородных металлов в областях развития юрских вулканоплутонических комплексов на территориях Карачаево-Черкесии, Кабардино-Балкарии и Северной Осетии-Алании. Исследования морфогенетических типов брекчий дают дополнительный материал для поисков и прогноза промышленных скоплений различных по составу руд. Аналогичный подход при изучении и оценке потенциальной рудоносности районов развития вулканизма может успешно применяться как в Кавказском регионе, так и в других районах России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В пределах Безенгийского рудного поля (БРП) выделены следующие морфологические и генетические типы брекчий: осадочные (оли-

стостромы); тектонические; магматические; гидротермально-метасоматические и сочетание различных типов брекчий. С помощью разработанного методологического подхода расшифрован генезис этих типов брекчий и выявлены характерные признаки, присущие каждому из них. Разработана их классификация и определено их отношение к процессу рудообразования.

2. На основании разработанной классификации и методологии изучения брекчий установлена пространственная и генетическая связь золото-серебряного и полиметаллического оруденения с эксплозивными брекчиями и сопровождающими их гидротермально-метасоматическими процессами, развитыми в экзоконтактах субинтрузивных тел риолитового состава хуламского вулканоплутонического комплекса.

3. Оруденение, связанное с гидротермально-метасоматическими процессами, отлагалось в брекчиях различного генезиса и возраста, обладавших повышенной проницаемостью для рудных растворов.

4. Установлено, что в байосское время, при внедрении субинтрузивных тел риолитового состава образовывались эруптивные и инъекционно-эксплозивные брекчи, которые в ряде мест накладывались на более ранние зоны брекчий иного генезиса. Параллельно с магматической фазой рудно-магматического процесса или немного позже (пост- или позднемагматическая стадия) проявился процесс кремне-щелочного метасоматоза, приведший к формированию кварцитовидных пород, которые, в свою очередь, подверглись процессу локального брекчирования.

5. Разработанный методологический подход изучения текстурно-структурных особенностей и генезиса брекчий может быть применен на других рудно-магматических объектах Кавказа и России.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борсук А.М., Масуренков Ю.П. Об эксплозивных формах интрузивного процесса // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1964. № 4. С. 38–55.
2. Газеев В.М. Петрология и потенциальная рудоносность Эльбурского вулканического центра. // ИГЕМ РАН. Автореферат к ам-н. 2003. 28 с.
3. Долгушин С.С., Носков Ю.С., Хомичев В.Л. Рекомендации по изучению конгломератов и псевдоконгломератов. – Новосибирск: Ротапринт СНИИГиМСА, 630091. 2008. 60 с.
4. Доля В.С. Эксплозивно-инъекционные брекчи Безенгийского рудного поля Северного Кавказа. // Проблемы геологии, геоэкологии и минерации Юга России и Кавказа: Материалы V Междунар. науч. конф., ЮР ГТУ (НПИ). 2006. С. 237–241.
5. Кобилев А.Г., Кузнецов А.Г. Эруптивные брекчи Садонского рудного поля (Северный Кавказ) // Докл. АН СССР, 1969, 187, № 1. С. 172–174.
6. Кондаков А.А. Мезозойский магматизм восточной части Лабино-Малкинской зоны. – М.: Наука, 1974. 142 с.
7. Корсаков С.Г., Киричко Ю.А., Овсепянц Ю.А., Тузиков Г.Р., Газеев В.М., Красных В.Н., Прокуронов А.П. Геологическая карта Кавказа м-ба 1:50 000 / Листы К-38-14-В, Г, К-38-27-А, К-38-15-В: Отчет Тырныаузской ГСП по геологическому доизучению в районе Тырныаузского месторождения. – Эссендуки: Фонды ПГО, 1989. 340 с.
8. Котляр В.Н., Яковлев П.Д. Вулканизм и оруденение. – М.: Недра, 1984. 104 с.
9. Курбанов М.М., Зайцев В.Е., Доля В.С., Кривошеев В.Г., Вайс Е.А. Природные типы и поисковые признаки золото-серебряных руд Безенгийского рудного поля. // Проблемы геологии, геоэкологии и минерации Юга России и Кавказа: Материалы V Междунар. науч. конф., ЮР ГТУ (НПИ). 2006. С. 241–250.
10. Рейф Ф.Г. Рудообразующий потенциал гранитов и условия его реализации. – М.: Наука, 1990. 119 с.
11. Страхов Л.Г. Рудоносные вулканические аппараты юга Сибирской платформы. – Новосибирск: Наука, 1978 г. 111 с.
12. Тузовик Г.И. Флюидно-эксплозивные структуры и их рудоносность. – М.: Наука, 1984. 192 с.
13. Цветков А.А. Мезозойский магматизм центральной части Северного Кавказа. – М.: Наука, 1977. 165 с.
14. Фогельман Н.А. Рудоносные эксплозивно-инъекционные брекчи близповерхностных золоторудных месторождений // Отечественная геология, № 3, 1998. С. 50–55.