

Федоровско-Кедровское золоторудное поле — литолого-стратиграфический контроль золотоносности

В.О.КОНЫШЕВ (ЦНИГРИ)

В процессе выполнения государственного заказа Федерального агентства по недропользованию по объекту: «Прогнозно-поисковые работы в пределах Федоровско-Магызы-Калтасской зоны (Кузнецкий Алатау, Горная Шория) с обоснованием прогнозных ресурсов рудного золота (Республика Хакасия)» исполнителем (ОАО «Берег») было пройдено несколько магистральных канав на Кедровском участке. Рудный интервал мощностью 32,7 м со средним содержанием Au 4,06 г/т был вскрыт канавой 1. Несколько рудных пересечений с аналогичными параметрами были выявлены раньше. Так, в 360 м северо-восточнее обнаруженного рудного пересечения, канавой 1-Б был вскрыт рудный интервал мощностью 21 м при среднем содержании Au 3,0 г/т [3]. Несколько рудных интервалов выявлено также по керну колонковых скважин 1-Б, 2-Б и 3.

Обнаруженные руды первоначально рассматривались как метасоматиты, сформированные по различным породам в зонах разрывных нарушений. Однако такие представления не способствовали установлению основных условий локализации золотоносных зон и однозначной увязке рудных пересечений между пройденными горными выработками и буровыми скважинами.

В процессе научно-методического сопровождения прогнозно-поисковых работ автор настоящей статьи провел выборочную геологическую документацию разрезов, вскрытых горными выработками, которая заключалась в полевой диагностике рудоносных пород и выявлении геолого-структурных закономерностей локализации их минерализованных разновидностей в разрезе нижнекембрийской толщи. В результате была установлена приуроченность повышенных содержаний золота к горизонту ороговаткованного и березитизированного темно-серого грауваккового песчаника с прослоями туфов, черных сланцев и окварцованных известняков. Картирование этого горизонта позволило увязать рудные пересечения между собой и по-новому представить модель рудного поля (рис. 1).

Геологическое строение рудного поля. Региональная позиция рудного поля определяется приуроченностью его к северо-восточной части Балыксинско-Федоровского золотоносного района. Границы района определены ареалом распространения комплексов пород Мрасской подзоны (формации поперечного тектонического блока) в островодужной Мартайгинско-Верхнелебедской структурно-формационной зоне Кузнецкого Алатау [1, 7, 10].

История освоения и геологического изучения рудного района началась с открытия и разработки богатейших россыпей «Знаменитой Федоровки». На территории района с 1832 г. было добыто около 40 т россыпного золота, причем более половины — с территории Федоровско-Кедровского рудного поля. За период длительной истории разработки богатейших россыпей, а также поисков коренного золота при геологосъемочных работах масштаба 1:200 000—1:50 000 и ГДП-50 были выявлены 74 жилы, в 22 из которых отмечено видимое золото. Участки с видимым золотом ограниченных размеров подвергались старательской отработке карьерами, штольнями и шурфами до глубины 10—

20 м. Из 4 жил (Золотая-Дмитриевская, Кедровская-1, Комсомольская-1 и Стержневая) в общей сложности было добыто только 247,1 кг золота.

Лишь в XXI в. было выявлено, оценено и частично разведано среднее по масштабу крупнообъемное коренное месторождение Федоровское-1 [4, 5, 7, 8], 27 рудных тел которого локализованы в горизонте песчаников с прослоями черных сланцев, туфов и известняков мощностью 60—100 м. Геологическое строение рудовмещающих горизонтов месторождения Федоровское-1 и участка рудного поля Кедровского по сопоставлениям автора идентичны.

Стратиграфический разрез рудного поля представлен отложениями островодужной формации нижнего кембрия, объединенными в мрасскую свиту (см. рис. 1). Свита подразделена на 2 подсвиты в ранге формаций: нижне- и верхнемрасскую.

Нижнемрасская подсвита сложена андезитами, базальтами их туфами, алевролитами, кристаллическими и хлоритовыми сланцами атдабанского яруса нижнего кембрия. Породы относятся к вулканогенно-осадочной андезитобазальтовой островодужной формации. Мощность подсвиты 1000 м, ее породы обнажены в центральной части рудного поля в ядре Федоровской антиклинали; они также ограничивают рудное поле с северо-запада, где слагают ядро Чашкатской антиклинали.

Верхнемрасская подсвита Ю.В.Беспаловым при ГДП-50 подразделена на 2 пачки. Возраст рудоносной пачки 1 определен пределами ботомского века нижнего кембрия по спикулам губок и радиоляриям. Сложена пачка 1 граувакковыми песчаниками с прослоями черных сланцев, туфов и известняков, алевролитами, углеродисто-кремнистыми сланцами, джаспероидами, лититами, черными известняками, горизонтами туфов среднего и основного составов. Вся совокупность пород — отложения флишевой формации, сформированные на склонах и террасах нижнемрасской андезит-базальтовой островной дуги. Суммарная мощность пород пачки 1 достигает 1000 м. Породы простираются в северо-восточном направлении вдоль юго-восточного склона Чашкатского хребта и падают, преимущественно, на северо-запад под углами 50—80°. С подстилающей подсвитой контакт тектонический.

Известняки серые мраморизованные и доломитизированные с горизонтами кремнистых и глинистых сланцев пачки 2 верхнемрасской подсвиты согласно залегают на рудоносных породах пачки 1. Породы относятся к формации рифогенных известняков и содержат ископаемую фауну тойонского века нижнего кембрия. Отложения пачки 2 распространены юго-восточнее долин рек Веселая и Федоровка, где слагают ядро Дресвянской синклинали. Мощность пачки 600 м.

Рудоносность стратиграфического разреза определяется ареалом развития пород пачки 1 верхнемрасской подсвиты. В них сосредоточены все рудопроявления и месторождение Федоровское-1 коренного золота. Здесь, на юго-восточном склоне Чашкатского хребта, в рыхлых от-

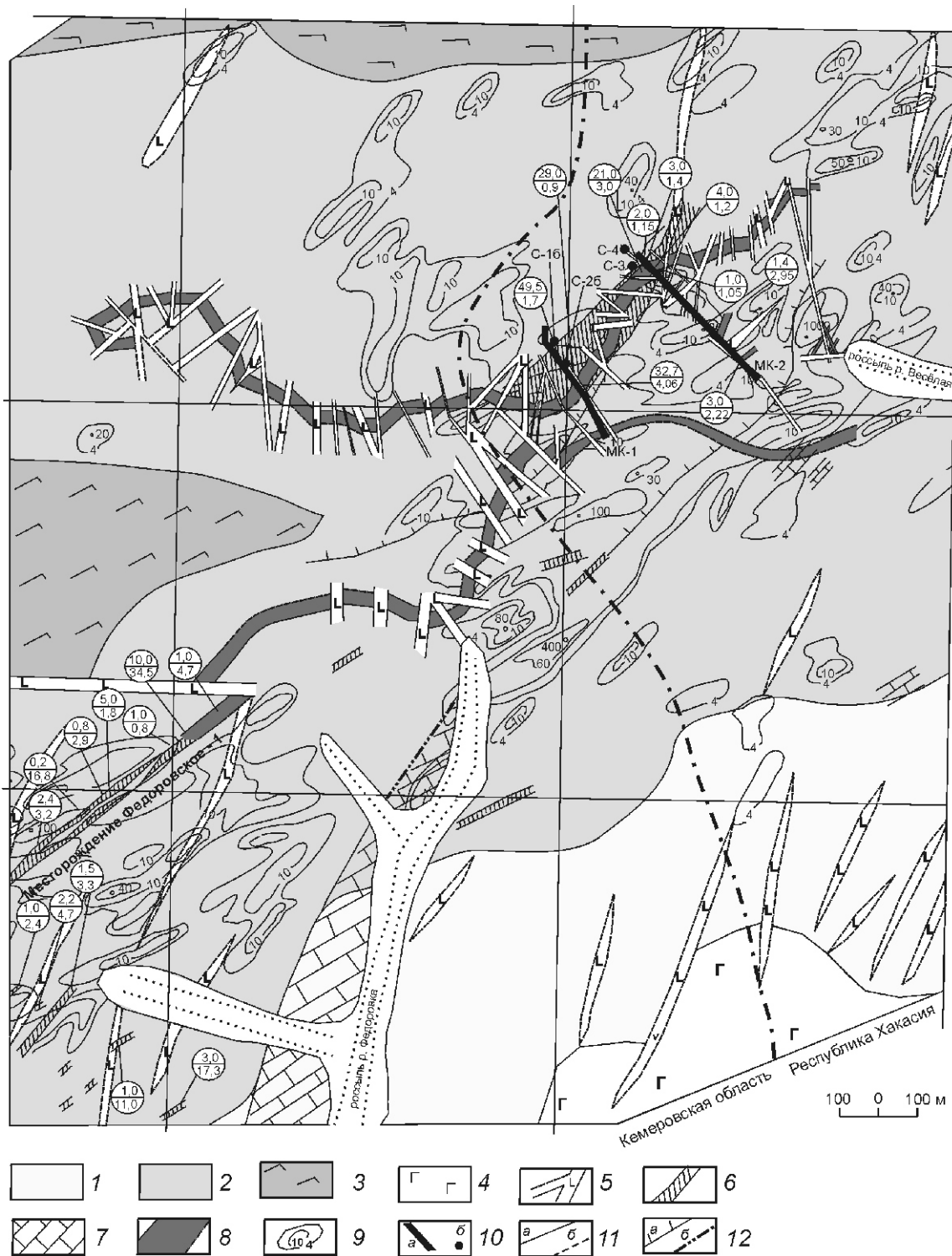


Рис. 1. План локализации золотоносных горизонтов песчаников и черных сланцев Федоровско-Кедровского рудного поля:

1 — мрамсовая свита, верхняя подсвита, пачка 2, $E^3_1mr^2_2$ (известняки углеродистые и доломитизированные); 2 — мрамсовая свита, верхняя подсвита, пачка 1, $E^2_1mr^1_2$ (черные, темно-серые известняки, углеродисто-кремнистые сланцы, песчаники, алевролиты); 3 — мрамсовая свита, нижняя подсвита, $E^1_1mr^1_1$ (базальты, андезиты-базальты, их туфы, расланцованные эффузивы основного состава, прослои углеродисто-кремнистых сланцев); 4 — кундустульский комплекс, - E_1k (среднезернистое габбро, габбро-диориты); 5 — тейско-шорский комплекс, E_2 (магнитные дайки микрогаббро, порфиридных габбро, габбро-порфиритов); 6 — золотоносные зоны и рудные тела, выявленные Ю.В.Беспаловым (2001), В.О.Конышевым (2003); 7 — известняки; 8 — рудоносные горизонты граувакковых песчаников с прослоями черных сланцев, туфов, известняков; 9 — изоконцентраты содержания Au по данным литохимической съемки масштаба 1: 10 000: 4 — 0,004, 50 — 0,05 г/т; 10 — поисковые выработки: а — магистральные каналы (МК-1, МК-2), б — скважины (С-16, С-26, С-3, С-4); 11 — геологические границы: а — достоверные, б — предполагаемые; 12 — разрывные нарушения: а — достоверные (штрихи — направление падения сместителя), б — предполагаемые; цифры в кружках — средние параметры рудных пересечений: числитель — мощность рудного тела, м, знаменатель — содержание золота, г/т

ложениях над этими рудоносными породами зафиксированы геохимические ореолы золота (см. рис. 1), а в долинах рек Федоровка и Веселая локализованы уже отработанные россыпи. Важно отметить, что на противоположном северо-западном склоне Чашкатского хребта (севернее площади показанной на рис. 1), где отложения нижнемерасской подсвиты перекрыты породами рудоносной пачки 1 верхнемерасской подсвиты, в долинах рек Магызы и Ортон также локализованы богатые россыпи и рудопроявления золота Магызы-Ортонского рудного поля.

Геологическая структура Федоровско-Кедровского рудного поля, представлена крыльями Федоровской и Чашкатской антиклиналей, сложенными рудоносным флишем пачки 1 верхнемерасской подсвиты. Породы в крыльях складок простираются в северо-восточном направлении вдоль юго-восточного склона Чашкатского хребта. С северо-запада рудное поле ограничено ядром Чашкатской антиклинали, выполненным вулканогенно-осадочной андезито-базальтовой формацией нижнемерасской подсвиты. С юго-востока рудоносная структура перекрыта пачкой рифогенных известняков, обнаженных в ядре Дресвянской синклинали. С северо-востока рудное поле ограничено девонскими породами Балыксинского грабена (в 5 км от ограничения, см. рис. 1), а с юго-запада — Федоровским гранитоидным массивом мартайгинского комплекса (в 2,5 км от ограничения, см. рис. 1).

Общая протяженность рудного поля в обозначенных границах равна 11 км при ширине 1,5—3 км. Примерно половина территории рудного поля (9,8 км²) находится в Кемеровской области и входит в горный отвод ОАО «Горно-рудная компания Кемерово—Москва» (ОАО «КЕМО»). Северо-восточная часть рудного поля расположена на территории Республики Хакасия.

Магматические породы рудного поля представлены массивами порфириовидных габбро и габбро-диоритов кундустуюльского комплекса нижнего—среднего кембрия, телами плагиоклазсодержащих пироксенитов, среднезернистых габбро, многочисленными дайками габбро-диабазов шорско-тейского комплекса среднего—верхнего кембрия, массивами мартайгинского габбро-диорит-плагиогранитного комплекса среднего кембрия—ордовика. Указанные магматические породы вызвали ороговикование и мраморизацию осадочных толщ.

На территориях Берикуюльского, Комсомольского, Федотовского, Центрального и других рудных полей Кузнецкого Алатау в массивах мартайгинского комплекса и прилегающих терригенно-карбонатных породах локализованы средние по масштабу жильные и штокверковые месторождения золотосульфидно-кварцевой формации. Подобные объекты пока не обнаружены на западном фланге Федоровско-Кедровского рудного поля в связи с имеющимся там гранитоидным массивом.

В Коммунарском рудном районе в массивах порфириовидных габбро и габбро-диоритов кундустуюльского комплекса локализованы жильные и штокверковые месторождения золото-кварцевых руд. Аналогичные проявления вскрыты кустом из трех скважин в порфириовидных габбро и на месторождении Федоровское-1 [8].

Приведенные признаки наличия различных типов золотой минерализации указывают на возможную полигенную и полихронную природу формирования стратоидных тел золотых руд в горизонтах рудоносных песчаников Федоровско-Кедровского рудного поля.

Рудоносные зоны представлены горизонтами граувакковых песчаников с прослоями черных сланцев, туфов и окварцованных известняков пачки 1 верхнемерасской флишевой подсвиты. Они несут прожилково-вкрапленную золото-магнетит-пирит-анкерит-кварцевую минерализацию. За пределами рудоносных пластов песчаников встречаются лишь отдельные прожилки и линзы карбонат-кварцевого состава, не представляющие промышленной ценности вследствие ограниченных размеров рудных обособлений и низких содержаний золота.

Рудные тела представляют собой стратоидные залежи с повышенной концентрацией прожилково-вкрапленной минерализации и золота, достаточной для промышленной разработки. Руды сложены темно-серыми песчаниками, окварцованными, анкеритизированными, хлоритизированными, серицитизированными (березитизированными) с вкрапленностью пирита, халькопирита, пирротина, магнетита и самородного золота. Количество рудных минералов колеблется от единичных зерен до 3%. Прожилки, маломощные и короткие линзы и жилы анкерит-кварцевого состава слагают от 1 до 5% объема рудоносных пород. В жильном материале и нередко в песчаниках и черных сланцах обнаруживаются крупные вкрапленники, прожилки и гнезда самородного золота.

Цикличность строения рудоносной пачки и положение в ней золотоносных горизонтов песчаников. Типовой разрез пачки 1 верхнемерасской подсвиты вскрыт магистральной канавой 2, канавой 1-Б, скважинами 3 и 4 (рис. 2, А). В юго-восточном направлении от начала магистральной канавы и до пикета 31 м вскрыты известняки, вмещающие пласт углеродистых алевролитов в интервале 11—16 м. Известняки прорваны дайками диабазов и телами порфириовидных габбро в интервалах 5—7,5, 9,5—11 и 16—27 м. На пикете 31 м в известняках наблюдаются следы размыва и волноприбойные знаки, свидетельствующие об опрокинутом залегании толщи. Рудоносные песчаники, находящиеся под известняками, до момента складкообразования перекрывали, а не подстилали размытую поверхность известняков.

Рудоносный горизонт граувакковых песчаников вскрыт в интервале 31—95 м. Он вмещает маломощные пласты известковых черных сланцев, окварцованных известняков — джаспероидов (63—64, 85—91 м) и рассечен дайками диабазов и габбро (37—46, 71—85, 95—97 м). К сожалению, эта часть магистральной канавы прошла почти вдоль дайки, поперечной к рудоносному горизонту. Она в совокупности с другими субсогласными дайками оставила для наблюдения лишь небольшие разрозненные мелкие блоки рудоносных пород с содержаниями Au до 2,35 г/т (по неполному комплексу пробирных анализов, выполненных к октябрю 2005 года).

Расположенные в 20 м западнее канавы 1-Б и шурф предшественников вскрыли этот же рудоносный пласт песчаников с прослоями черных сланцев в промежутке между дайками. По канаве 1-Б выделен рудный интервал 21 м со средним содержанием Au 3,0 г/т. Он отделен диабазовой дайкой от другого интервала мощностью 7,9 м с содержанием Au 0,95 г/т.

Как известно [9], циклы флишенакпления состоят из трансгрессивного и регрессивного полуциклов. Положение подошвы золотоносного горизонта в изученном осадочном разрезе определено резким переходом от уровня накопления известняков в период максимальной транс-

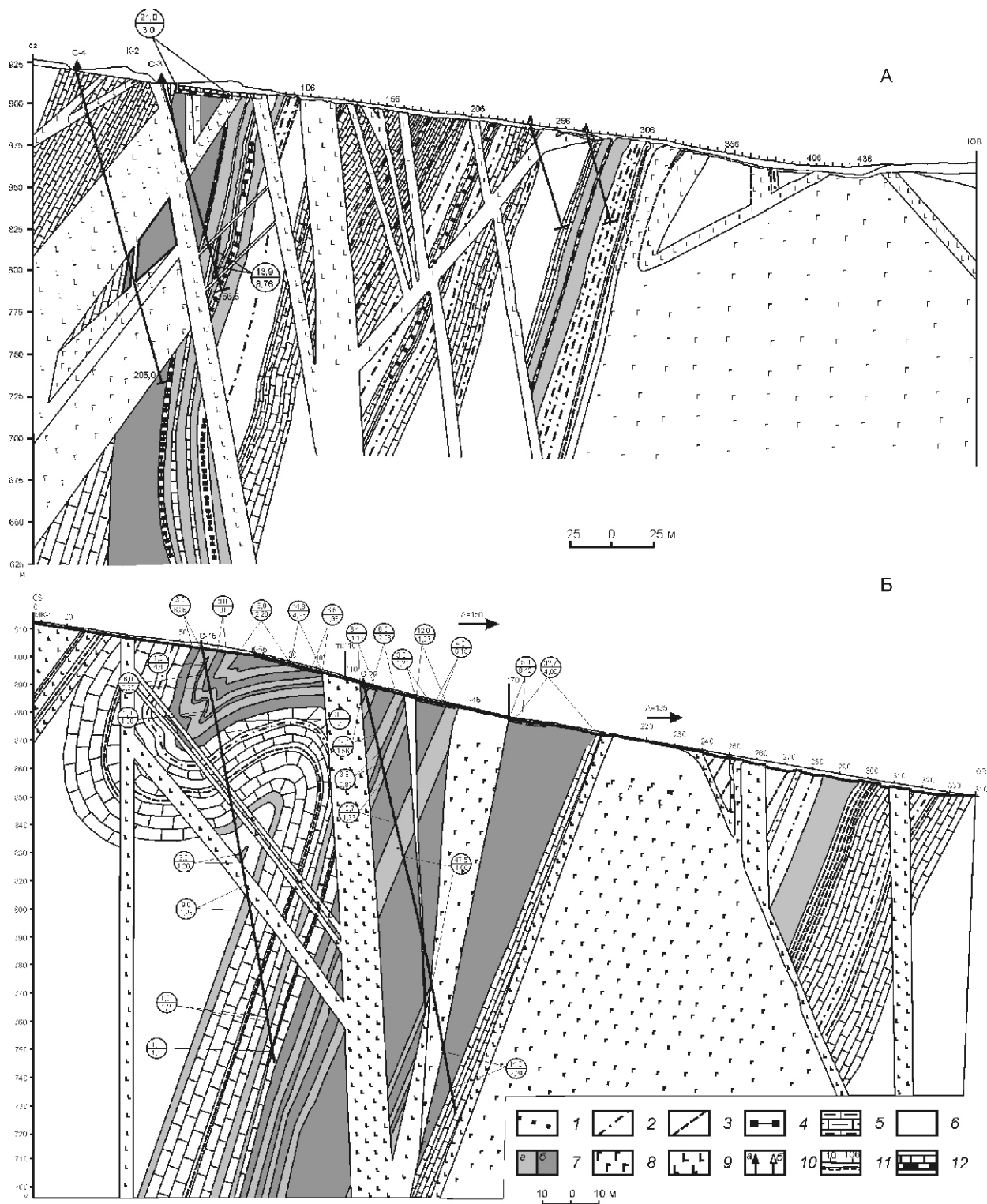


Рис. 2. Геологические разрезы участка Кедровский:

А — по магистральной канаве 2 и канаве 1Б, скважинам 3 и 4; Б — магистральной канаве 1 и канаве 5Б, траншее 4Б, скважинам 1Б и 2Б; отложения: мрасская свита, верхняя подсвита, пачка 1 ($C^2_{1mg^1_2}$): 1 — слабоминерализованные с прослоями черных сланцев; 2 — алевриты темно-серые с прослоями серых песчаников и черных сланцев; 3 — черные сланцы с прослоями алевритов и песчаников; 4 — окварцованные углеродистые известняки и джаспероиды; 5 — черные мергели; 6 — литологический состав не известен; 7 — минерализованные пласты граувакковых песчаников с прослоями черных сланцев, туфов и известняков с содержаниями Au (в г/т): а — до 0,8; б — 0,8; 8 — порфиroidные габбро; 9 — диабазы и базальты; 10 — скважины: а — поисковые, б — проектные; 11 — элементы магистральных канав: пикеты — штрих с цифрой; делювий — интервал между нижней и верхней линиями; участки, не вскрывшие коренные породы — пунктирная линия; 12 — интервалы бороздового опробования: а — по магистральным канавам МК-1, МК-2 (верхний ряд), б — по выработкам предшественников: канавы 1Б, 5Б, траншея 4Б (нижний ряд); цифры в кружках — средние параметры рудных пересечений: в числителе — мощность, м; знаменателе — содержание золота, г/т

грессии до уровня новой трансгрессии, зафиксированной отложением крупнозернистых осадочных пород. Отсутствие регрессивной части первого флишевого цикла свидетельствует о размыве и переотложении больших объемов пород, из которых сформировался на стадии начала новой трансгрессии рудоносный терригенный горизонт.

Трансгрессивная терригенная часть разреза второго флишевого цикла после отложения горизонта песчаников наращивалась накоплением мелкозернистых слабо золотоносных пород, представленных темно-серыми алевролитами (интервал 96—104 м магистральной канавы 2) с прослоями черных сланцев и известняков (см. рис. 2, А). Этот существенно алевролитовый горизонт отделен от перекрывающего известнякового горизонта мощной диабазовой дайкой в интервале 105—125 м. Известняки, вскрытые в интервале 125—202 м, фиксируют пик второго трансгрессивного полуцикла флишеобразования и вмещают слои черных аргиллитов и темно-серых алевролитов (129—130, 175—177, 180—182, 195—196 м), отражающих мелкую ритмику циклического осадконакопления. Общая видимая мощность пород трансгрессивного полуцикла 171 м. Известняки пересечены маломощными дайками диабазов на интервалах 132—136, 140—147, 150—152 м.

Сформированный на пике трансгрессии известняковый горизонт далее без размыва сменился терригенными породами, представленными зеленовато-серыми алевролитами и мелкозернистыми песчаниками (202—232 м) с прослоями известковых черных сланцев и известняков (215—217, 220—222 м). По сравнению с нижним рудоносным терригенным интервалом, вскрытым на 31—96 м, новый терригенный горизонт имеет в 2 раза меньшую мощность, а рудная минерализация в нем представлена незначительной сульфидной вкрапленностью и редкими карбонат-кварцевыми прожилками. Отсутствие крупнозернистых осадочных пород и залегание между толщами известняков свидетельствует об отложении этого горизонта алевролитов в условиях незначительного регрессивного ритма в продолжающемся трансгрессивном полуцикле флишенакпления.

Завершается второй флишевый цикл только на пикете 242 м, где горизонт известняков (229—242 м) с прослоем углеродистых мергелей (238—240 м) резко сменился песчаниками (242—248 м), несущими значительную прожилково-вкрапленную минерализацию. Здесь, как и на пикете 31 м, между известняками и рудоносными песчаниками отсутствует или размывта значительная по объему регрессивная часть цикла. К сожалению, этот рудоносный пласт песчаников, фиксирующий начало третьего трансгрессивного полуцикла флишевого разреза, на участке магистральной канавы 248—277 м пересечен узлом сопряжения нескольких диабазовых даек. Степень минерализации его разреза, закрытого дайками, неясна. В интервале 277—282 м песчаная толща вмещает пласт углеродистых известняков. Далее, в интервале 282—299 м в песчаниках обнаружена обильная рудная минерализация.

Выявленный в интервале 242—299 м второй горизонт рудоносных песчаников перекрыт алевролитами (299—309 м) и аргиллитами (309—311 м) и прорван массивом порфиридных габбро в диабазовой оторочке (311—346 м). Видимая мощность второго рудоносного горизонта песчаников составляет 55 м, что сопоставимо с мощностью первого рудоносного горизонта, вскрытого в интервале 31—95 м. Далее канава осталась недобитой до коренных пород в интервале 346—371 м.

В интервале 371—383 м в недобитой канаве участками вскрыт пласт обильно минерализованных песчаников в оторочке темно-серых углеродистых алевролитов (383—387 м) с почти вертикальной слоистостью. Возможно, эти породы слагают другое, юго-восточное крыло Федоровской антиклинали. Найти ответ на поставленный вопрос позволит лишь зачистка канавы до коренных пород в интервале 346—411 м в следующем полевом сезоне и бурение двух мелкометражных наклонных поисковых скважин на пикетах 240 и 273 м магистральной канавы 2 для прослеживания под диабазами пласта рудоносных песчаников третьего флишевого цикла осадконакопления. Рудоносные песчаники предположительно слагают крылья антиклинальной структуры вокруг габброидного выступа.

В целом магистральной канавой 2 вскрыта карбонатная часть первого, в полном объеме породы второго и терригенная часть третьего циклов накопления флишевой пачки. Каждый цикл (предположительно и первый) начинался рудоносными песчаниками и заканчивался известняками, фиксирующими пики трансгрессивных полуциклов. Регрессивные части изученных циклов под горизонтами рудоносных песчаников отсутствуют из-за глубокого размыва.

Аналогичный разрез флишевой толщи наблюдался автором статьи и по магистральной канаве 1, которой вскрыты те же рудоносные пласты песчаников (рис. 2, Б). Наиболее богатая золотом часть горизонта рудоносных песчаников вскрыта в интервале 170—202,7 м. Для рудного тела мощностью 32,7 м среднее содержание Au определено в 4,06 г/т. К северо-западу, за дайкой диабазов, в интервале 115—150 м разрез наращивается аналогичными рудоносными песчаниками с прослоями менее измененных алевролитов (140—150, 125—135 м). В конце интервала (115—116 м) появляется клин известняков. Известняки фиксируют ядро антиклинального перегиба, за которым следует синклиальный перегиб осложненной пloyчатостью крыла складчатой структуры. Мощность вскрытого рудоносного горизонта песчаников, без учета мощностей секущих даек, составляет 60 м. Она сопоставима с толщиной уже охарактеризованного рудоносного горизонта, вскрытого магистральной канавой 2 в интервале 31—105 м. Песчаники также находятся в опрокинутом залегании и перекрываются в интервале 29—53 м полосчатыми глинами, развитыми по закарстованным известнякам с прослоями алевролитов.

Анализ геологической обстановки по траншее 5-Б, канаве 4-Б и скважинам 1-Б, 2-Б, пройденным вблизи магистральной канавы 1, позволили выявить сложную складчатую структуру рудоносного пласта и выполнить послойную увязку рудных пересечений для оценки прогнозных ресурсов (см. рис. 2, Б). Юго-восточнее рудоносного горизонта песчаников магистральной канавой 1 вскрыт интервал полосчатых глин 4 м, образованных по черным сланцам и известнякам. Затем идут диабазы (204—208, 240—252, 256—263 м), слагающие оторочки или чехлы зоны закалки вокруг массива порфиридного габбро (208—240, 252—256 м). С юго-восточной стороны габбрового массива обнажены песчаники в интервалах 240—250, 274—276, 284—297 м. Интервал 284—297 м характеризуется высокой насыщенностью рудной минерализации, что можно определить по бурому цвету глин и прожилкам кварца. Между песчаниками и диабазами залегают более мягкие породы — алевролиты с прослоями аргиллитов в интервалах 260—274, 276—284 м. Мощность рудоносного

горизонта терригенных пород между пикетами 240—297 м составляет 57 м. Разрез трансгрессивно наращивается углисто-кремнистыми сланцами (297—305 м) и известняками (305—346 м), вмещающими пласты алевролитов (319—324 м) и углисто-кремнистых сланцев (324—326 м). Известняки фиксируют пик трансгрессивного полуцикла третьего флишевого цикла и пересечены дайкой диабазов в интервале 308—316 м.

В охарактеризованном разрезе по магистральной канаве 1, так же как и на предыдущем разрезе по магистральной канаве 2, установлено 2 горизонта рудоносных песчаников, сформированных на начальных фазах трансгрессивных циклов флишенакпления. Они залегают на известняках, фиксирующих пики предшествующих трансгрессивных полуциклов. Породы регрессивных полуциклов под горизонтами рудоносных песчаников отсутствуют вследствие глубокого размыва.

Глубокая эрозия и переувлажнение подстилающих пород, по-видимому, способствовали высвобождению из них рудных минералов для последующей концентрации их в трансгрессивно залегающих пластах песчаников, часть металла в которых связана с высоко золотоносным магнетитом. Из 100 г концентрата такого магнетита, полученного при обогащении руд месторождения Федоровское-1, было выплавлено 11 г Au [4]. Высокие содержания золота в магнетите отмечены также в работе [10].

Параметры рудоносных горизонтов и потенциал золотоносности рудного поля. Рудоносные темно-серые минерализованные песчаники вблизи поверхности подверглись выветриванию и приобрели кирпично-бурый цвет за счет окисления анкерита и рудных минералов. Менее выветрелые разности имеют розоватый или вишневым оттенком, вызванный примесью гематита и гидроксидов железа, что позволяет достаточно уверенно проследить рудоносные горизонты в промежутках между горными выработками даже в условиях плохой обнаженности горно-таежной местности. Справедливости ради следует отметить, что за 175 лет изучения и освоения рудного поля поверхность довольно сильно изрыта шурфами, канавами, запушками, штольнями и старательскими ямами.

Северо-Западный рудоносный горизонт, вскрытый между пикетами 170—202,7 м магистральной канавы 1 по висячему боку, был прослежен автором публикации до пикета 31 м магистральной канавы 2 по характерному цвету рудного щебня, охристым глинам, кварцевой дресве в бортах, полотно и отвалах многочисленных канав, шурфов и копушей предшественников (см. рис. 1). Для точек наблюдения, приуроченных к узлам пересечения границ горизонта с поперечными дайками, определялись координаты с помощью спутникового навигатора погрешностью 4—7 м. Точки на местности были зафиксированы вешками для последующей инструментальной привязки их вместе с выработками предшественников [3, 10], вскрывших в разные годы рудные интервалы.

При дальнейшем прослеживании Северо-Западный рудоносный горизонт протянулся на 1,2 км в субширотном направлении между долиной р.Веселая и водоразделом ее с р.Федоровка на территории Республики Хакасия (см. рис. 1). В Кемеровской области он прослежен на 1,3 км до водораздела р.Федоровка с ее правым притоком р.Бол.Калмык. В восточном и западном направлениях этот рудоносный горизонт пока не оконтурен.

Юго-Восточный рудоносный горизонт по лежащему боку был прослежен на 400 м от магистральной канавы 1 до водораздела рек Веселая и Федоровка на территории Республики Хакасия. Далее он протягивается еще на 1100 м в Кемеровскую область, где стыкуется с торцевой частью рудоносных пород месторождения Федоровское-1.

Месторождения Федоровское-1, локализованное в пределах Юго-Восточного рудоносного горизонта песчаников, изучено подземными и поверхностными горными выработками и 22 скважинами колонкового бурения на расстоянии 1570 м. По 7 разведанным и локализованным по данным опробования субпараллельным рудным телам были оперативно подсчитаны запасы золота по категории $C_1 C_2$ в 4 т и оценены прогнозные ресурсы золота P_1 в 25,5 т со средним содержанием Au 3,7 г/т при средней мощности каждого тела 4 м [5]. Кроме того, были откартированы и инструментально привязаны еще 20 недостаточно опробованных с поверхности минерализованных залежей с прогнозными ресурсами Au P_1 в 29,5 т.

Продуктивность 1 км рудоносного горизонта песчаников и черных сланцев на месторождении Федоровское-1 составила Au 37,6 т до глубины 220 м при среднем содержании Au 3,7 г/т. Среднее содержание указано по данным пробирных анализов 5000 бороздовых проб без применения поправочных коэффициентов. Экспериментальные работы показали, что рядовое опробование минимум в 2,9 раза занижало содержание золота по сравнению с заверочным опробованием, выполненным картировочными технологическими крупнообъемными и валовыми пробами с переработкой руд по гравитационным технологическим схемам [4, 5, 6].

Экспериментальные поправочные коэффициенты [4, 5, 6] позволяют прогнозировать увеличение количества запасов и прогнозных ресурсов месторождения минимум в 2,9 раза при снижении бортовых содержаний и слиянии разных тел в крупнообъемную залежь. Уровень среднего содержания Au 3,7 г/т при этом существенно не меняется.

Потенциал золотоносности Кедровского участка до глубины 100 м по прослеженным на 1,6 км частям рудоносных горизонтов песчаников на территории Республики Хакасия автором данной статьи оценивается в 27 т Au по установленной продуктивности месторождения-аналога Федоровское-1. Геологическая служба ОАО «Берег» прямым расчетом по методу укрупненных геологических блоков прогнозные ресурсы Au оценила в 12 т до глубины 140 м для 540 м отрезка Северо-Западного рудоносного горизонта между магистральной канавой 2 и границей Республики Хакасия. Среднее содержание составило Au 2,8 г/т по 4 рудным пересечениям, а средняя мощность 26,4 м. Руды оказались несколько беднее, чем на месторождении Федоровское-1, но удовлетворяют условным условиям разрабатываемого в этом районе Кузнецовского месторождения.

Потенциал золотоносности северо-восточной части Федоровско-Кедровского рудного поля, пока еще недостаточно опробованной, связан с открытыми для прослеживания контурами на флангах выявленных частей рудоносных горизонтов. Имеются предпосылки, что каждый из них будет продолжаться в данном направлении на расстояние 5 км, вплоть до ограничения кембрийской толщии девонскими породами Балыкшинского грабена. Общий потенциал рудоносных горизонтов этой части рудного поля

оценивается автором по установленной продуктивности более чем в 100 т золота до глубины 100 м.

В заключение автор хочет подчеркнуть, что выявленное месторождение и высокий потенциал золотоносности, связанный с крупнообъемными стратоидными залежами золотых руд в горизонтах граувакковых песчаников ботомского века нижнего кембрия, переводит Федоровско-Кедровское рудное поле в число наиболее перспективных для наращивания сырьевой базы [2, 7] и скорейшего промышленного освоения несколькими крупными предприятиями.

Аналогичный литологический контроль золотого оруденения предполагается на менее изученном Ортон-Магизинском рудном поле, локализованном на том же стратиграфическом уровне, и, возможно, на Калтасском участке, к изучению которого предполагается приступить летом 2006 г. в рамках прогнозно-поисковых работ по госбюджетному объекту.

Выявление, оценка и разведка подобных стратиформных месторождений с крайне неравномерным и бонанцевым распределением крупных выделений самородного золота требует нового подхода к методологии и методике геологоразведочных работ. Основные положения по их совершенствованию были обсуждены в опубликованных работах автора [4, 5, 6] на примере месторождения Федоровское-1.

Из рассмотренных материалов можно сделать следующие выводы:

1. Золотоносность рудного поля определяется ареалом развития пород флишевой формации ботомского века нижнего кембрия, объединенных в пачку 1 верхнемрасской подбиты, мрасской свиты и сформированных на осадочных террасах островодужной гряды, основание которой представлено выходами терригенно-вулканогенной андезит-базальтовой формации атдабанского яруса нижнего кембрия.

2. Четкий литологический контроль локализации зон прожилково-вкрапленных золото-магнетит-пирит-анкерит-кварцевых руд определен горизонтами рудоносных граувакковых песчаников, залегающими в основаниях трансгрессивных частей флишевых циклов на глубоко размытых отложениях предыдущих циклов осадконакопления и перекрытых алевритами и известняками.

3. Первичная повышенная золотоносность песчаников обусловлена наличием в них (до 1—3%) мелкозернистого богатого золотом магнетита, сульфидов и, возможно, самого кластогенного золота, высвобожденных из пород глубоко размытых регрессивных частей подстилающих флишевых циклов.

4. Контактный метаморфизм и гидротермальная деятельность со стороны кембрийско-ордовикских интрузий выразились в ороговивании, березитизации и окварцевании пород, образованию в них рудных минералов, прожилков и линзовидных жил анкерит-кварцевого состава (3—10% объема). Миграция, привнос, перераспределение и концентрация золота и других рудных компонентов происходили, преимущественно, в контурах рудоносных горизонтов песчаников, первично обогащенных металлом, где и локализованы стратоидные залежи прожилково-вкрапленных руд с гнездовыми и бонанцевыми выделениями самородного золота.

5. В бортах Федоровской антиклинали на расстоянии 4 км были прослежены выходы на дневную поверхность двух основных золотоносных горизонтов песчаников

мощностью 30—60 м. На непосредственном продолжении одного из них находится аналогичный рудоносный горизонт месторождения Федоровское-1, вмещающий 7 разведанных и 20 оцененных рудных залежей, выделенных по данным опробования. При вариантах низких бортовых содержаний рудные залежи месторождения сливаются в одно стратиформное тело в контурах рудоносного пласта песчаников.

6. По установленной продуктивности 1 км рудоносного пласта песчаников месторождения Федоровское-1, потенциал золотоносности рудоносных горизонтов песчаников, прослеженных на 1,6 км по территории Республики Хакасия, был оценен в 27 т Au до глубины 100 м. Оценка прогнозных ресурсов 540 м отрезка одного из рудоносных горизонтов до глубины 140 м дала по прямому расчету Au 12 т при среднем содержании Au 2,8 г/т по 4 рудным пересечениям и средней мощности 26,4 м.

7. Потенциал золотоносности северо-восточной части Федоровско-Кедровского рудного поля связан с перспективным прослеживанием рудоносных горизонтов на флангах. Имеются предпосылки, что каждый из горизонтов будет продолжаться в северо-восточном направлении на протяжении 5 км до границы рудного поля. Общий потенциал золотоносности рудоносных горизонтов этой части рудного поля оценивается автором по установленной продуктивности более чем в 100 т Au до глубины 100 м.

8. По оцененному потенциалу золотоносности крупнообъемных стратиформных залежей золотых руд в горизонтах граувакковых песчаников ботомского века нижнего кембрия Федоровско-Кедровское рудное поле переходит в число наиболее перспективных объектов для ускоренного наращивания сырьевой базы рудного золота и ее оперативного промышленного освоения несколькими крупными золотодобывающими предприятиями в экономически благоприятных условиях.

Автор выражает благодарность за обсуждение и ценные советы в выполнении работы И.Ф.Мизгачеву, А.И.Кривцову, С.С.Вартачану, Ю.М.Щепотьеву, Н.К.Курбанову, Г.В.Ручкину, Б.И.Беневольскому, М.М.Константинову, В.Д.Конкину, А.Г.Волчкову, Б.Я.Вихтеру, А.А.Константиновскому, В.В.Аристову, С.Н.Светлову, А.М.Дружинину, С.П.Сергиевскому и др.

Автор глубоко признателен В.В.Кяргину («Хакаснедра»), В.К.Кондрину (ОАО «Берег»), Ю.И.Крутошинскому и Е.А.Белоножко за организацию и методически грамотное ведение прогнозно-поисковых работ, всестороннее обеспечение полевых исследований и оперативную заверку прогнозных построений буровыми и горными работами, а также за выполнение предварительной компьютерной верстки рабочих материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алабин Л.В., Калинин Ю.А. Металлогения золота Кузнецкого Алатау. — Новосибирск: СО РАН, 1999.
2. Беневольский Б.И., Кривцов А.И. Долгосрочная стратегия геологоразведочных работ на золото // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2004. Специальный выпуск «Драгоценные металлы». С. 8—13.
3. Забияка А.И., Гусаров Ю.В., Беспалов Ю.В. Распределение золота в региональной гипергенной системе Кузнецкого Алатау / Золотоносные коры выветривания Сибири. — Красноярск, 2002. С. 93—98.
4. Коньшев В.О. Опыт оценки погрешностей опробования и совершенствование методологии разведки месторождения с бо-

- нанцевым распределением золота // Отечественная геология. 2004. № 6. С. 22—35.
5. *Коньшев В.О.* Методология опробования на месторождении с крайне неравномерным и бонанцевым распределением золота // Разведка и охрана недр. 2005. № 2—3. С. 10—18.
 6. *Коньшев В.О.* О граничных условиях определения золота методом предварительного извлечения // Отечественная геология. 2005. № 3. С. 84—87.
 7. *Коньшев В.О., Савостьянов Е.В., Власов Г.Н.* Оценка сырьевой базы крупнообъемного месторождения Федоровское-1 и перспективы развития золотодобычи из окисленных и первичных руд // Отдельные статьи информационно-аналитического бюллетеня. — М.: Изд-во Московского государственного горного ун-та, 2003.
 8. *Коньшев В.О., Савостьянов Е.В., Власов Г.Н.* Месторождение Федоровское-1 в Кемеровской области, и особенности методики разведки объектов с крупными выделениями самородного золота в рудах // Руды и металлы. 2003. № 5—6. С. 22—53.
 9. *Страхов Н.М.* Типы литогенеза и их эволюция в истории земли. — М.: Госгеолтехиздат, 1963.
 10. *Щербаков Ю.Г., Рослякова Н.В., Колпаков В.В.* Федоровское месторождение золота и перспективы золотонности Южно-Сибирской рудной провинции (Горная Шория) // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 10. С. 979—992.

Литология, петрология, минералогия, геохимия

УДК 552.323.6

Коллектив авторов, 2006

Геохимия (ICP-MS) и мантийный источник кимберлитов северо-востока Анголы

К.Н.ЕГОРОВ (ИЗК СО РАН), А.Я.ПОТМАН, Н.Н.ЗИНЧУК, С.Ф.НОСЫКО (ЯНИГП ЦНГРИ АК «АЛРОСА»), Л.А.СОНЕЕВА (ИЗК СО РАН)

В северо-восточной части Анголы расположена алмазная провинция Лунда-Норте, в которой сосредоточены основные алмазные ресурсы этой страны. В провинции известны четыре кимберлитовых поля: Катока, Камазамбо, Камутуэ и Камачия. Кимберлитовое поле Катока включает 24 кимберлитовых тела, среди которых трубка Катока — единственное разрабатываемое крупнейшее месторождение алмазов Анголы.

В настоящей статье приведены новые данные по вещественному составу кимберлитов поля Катока из трубок Катока, Камитонго-I, -II, Какелэ-I, -II, Луите, а также из шести кимберлитовых тел (аномалии 1—5, 8), находящихся в околотрубочном пространстве месторождения «Катока». Кимберлитовые трубки Катока, Камитонго-I, -II, Луите — слабоэродированные тела с сохранившимися кратерными отложениями, представленные пирокластическими кимберлитами и вулканогенно-осадочными образованиями с переотложенным кимберлитовым материалом. Большинство аномалий и трубки Какелэ-I, -II отличаются отсутствием пород кратерных фаций.

Для аналитических исследований выбирались преимущественно порфиновые кимберлиты, а при их отсутствии кимберлитовые брекчии. В трубках Катока, Камитонго-I, -II, Какелэ-II, Луите, аномалии 1, 8 анализировались кимберлиты обеих генетических разновидностей. Многие кимберлиты относятся к бесслюдяным разновидностям, слюдястые кимберлиты (общее количество флогопита до 15%) встречаются в трубках Камитонго-I, Какелэ-I, аномалии 2, 5.

Следует отметить, что в разрезе вмещающих пород кимберлитовых тел поля Катока практически отсутствуют карбонатные породы [6]. Значительная часть карбонатной фазы в ангольских кимберлитах имеет глубинный источник. Подавляющее большинство порфиновых кимберлитов (за исключением отдельных блоков в трубке Луите) содержат больше карбонатов, чем брекчии. По геологическим данным порфиновые кимберлиты в сложнопостроенных телах (Катока, Камитонго-I, -II, аномалии 1, 8, Луите) относятся к ранним фазам внедрения, а кимберлитовые брекчии — к поздним фазам формирования трубок.

Порфиновые кимберлиты содержат менее 5% ксенолитов кристаллических сланцев, гнейсов, гранитоидов, а также зерен кварца, полевых шпатов, амфибола. Вкрапленники псевдоморфоз по оливину размером 2—3 мм, реже до 8—10 мм составляют 20—25% объема породы и выполнены смектитом, реже серпентином и (или) кальцитом, магнетитом. Основная масса имеет кристаллически-зернистую структуру, состоит из мелких псевдоморфоз по оливину второй генерации (40—60%), окисдно-рудных минералов, измененного флогопита (1—8%), находящихся в кальцитовом, кальцит-смектитовом матриксе, пропитанным гидроксидами железа.

Кимберлитовые брекчии содержат ксенолиты осадочных, метаморфических пород и редкие мантийные включения перидотитов (в среднем 25—35% от объема породы). Среди осадочных пород отмечаются песчаники, алевролиты, реже аргиллиты. Обломки коровых пород представлены кристаллосланцами, гнейсами, амфиболитами, метапироксенитами, гранитоидами. В брекчиях встречаются округлые, эллипсоидные автолитовые обособления (1—3%) и обломки порфинового кимберлита ранней фазы внедрения (1—5%). Порфиновые выделения псевдоморфоз по оливину (15—20%) выполнены смектитовым материалом с гидроксидами железа, реже серпентином и (или) кальцитом. Вкрапленники измененного флогопита присутствуют в количестве 1—5%, в слюдястых разновидностях — до 10—15% от объема породы. Основная масса брекчии представлена смектитовыми, реже серпентин-карбонатными псевдоморфозами по оливину второй генерации, измененными чешуйками флогопита, окисдно-рудными минералами, сцементированных смектитовым, кальцит-гидрослюдистым, редко серпентин-кальцитовым матриксом.

В целом изученные кимберлиты характеризуются значительными вторичными изменениями. Основными наложенными минералами во всех кимберлитах за исключением пород трубки Луите и глубоких горизонтов трубки Катока являются смектит-, вермикулит-гидрослюдистые смешанослойные образования; менее распространены карбонатные минералы, гидроксиды железа, серпентин. Ким-