

УДК 553.673+411(470.5)

КОЧКАРСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН (ЮЖНЫЙ УРАЛ) – ТИПОВОЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ ШОВНЫХ ЗОН С КОМПЛЕКСНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИЕЙ

© 2004 г. В. Н. Огородников, В. Н. Сазонов, Ю. А. Поленов

Представлено академиком В.А. Коротеевым 20.01.2004 г.

Поступило 29.01.2004 г.

Шовные зоны различной природы [1–4] (рис. 1) привлекают и еще долго будут привлекать внимание исследователей и геологов-практиков по следующим основным причинам: 1) они представляют собой интереснейшие и сложнейшие геологические образования (зоны смятия, специфические мегабрекчии), возникшие в режимах сжатия и растяжения в результате линейной деструкции крупных блоков земной коры, что привело к дроблению слагающих их пород, к метаморфическим–метасоматическим изменениям последних, а также к структурно-тектоническим преобразованиям (сгущение оперяющих трещин, приразломная складчатость, будинаж); 2) ранняя стадия коллизии обуславливает формирование золоторудных месторождений кварц-жильного типа, а поздняя играет в последних рудосовершенствующую роль (возникают рудные столбы, возможен приток мантийного флюида, специализированного на Au и сопутствующие элементы) [5, 6]; 3) здесь возникают специфические тектонические структуры – разнообразные складки, проявленные как в рудах, так и в сопряженных метасоматитах, образованные как реакция на волочение, а также зоны повышенной трещиноватости, обусловленные сдвиго-сбросовым характером разрешения тектонических напряжений [7]; 4) в таких зонах выделяются площади с линейной (например, нормальные калиевые граниты и сопряженные с ними редкометаллоносные пегматиты, грейзены, а также хрусталеносные кварцевые жилы) и нелинейной (например, золотопродуктивные метасоматиты фемического профиля, сформировавшиеся с участием мантийного флюида) минерализаций [5–8].

В Кочкарском рудном районе развито золотое (кварц-жильное и прожилково-вкрапленное), бе-

риллиево-оруденение и кварц-жильная хрусталеносная, кианитовая, рубиновая, топазовая минерализация. Их образование связано с развитием двух основных рудно-геохимических систем – ранней, обусловленной гранитоидным магматиз-

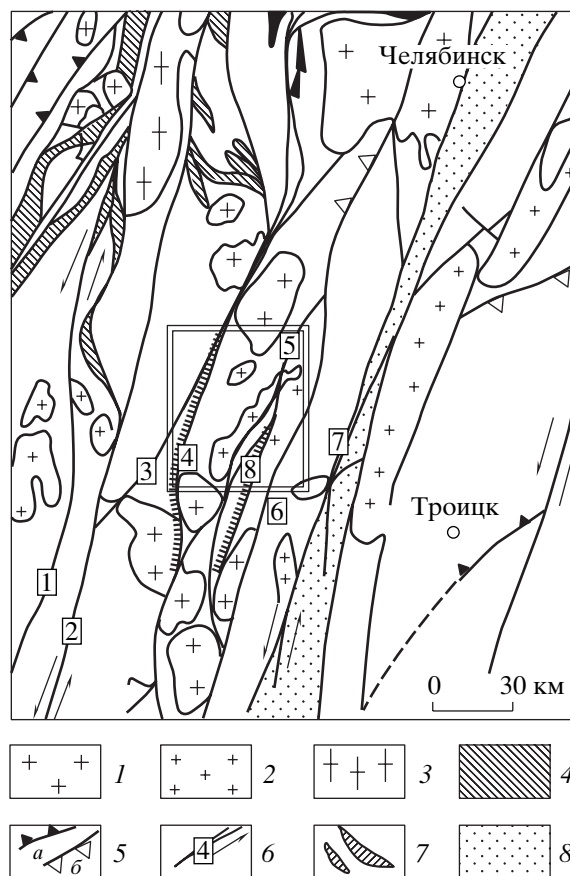


Рис. 1. Расположение шовных зон на Южном Урале (по [2]). 1 – граниты; 2 – гранодиориты, плагииграниты; 3 – гнейсы; 4 – серпентиниты; 5 – Z-образные системы надвигов (взбросов): а – установленные, б – предполагаемые; 6 – главные сдвиги; 7 – S-образные системы сбросов, раздвигов; 8 – грабены. Оконтуренный двойной линией квадрат в центре – Кочкарский рудный район.

Уральская государственная
горно-геологическая академия,
Екатеринбург

Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого
Российской Академии наук, Екатеринбург

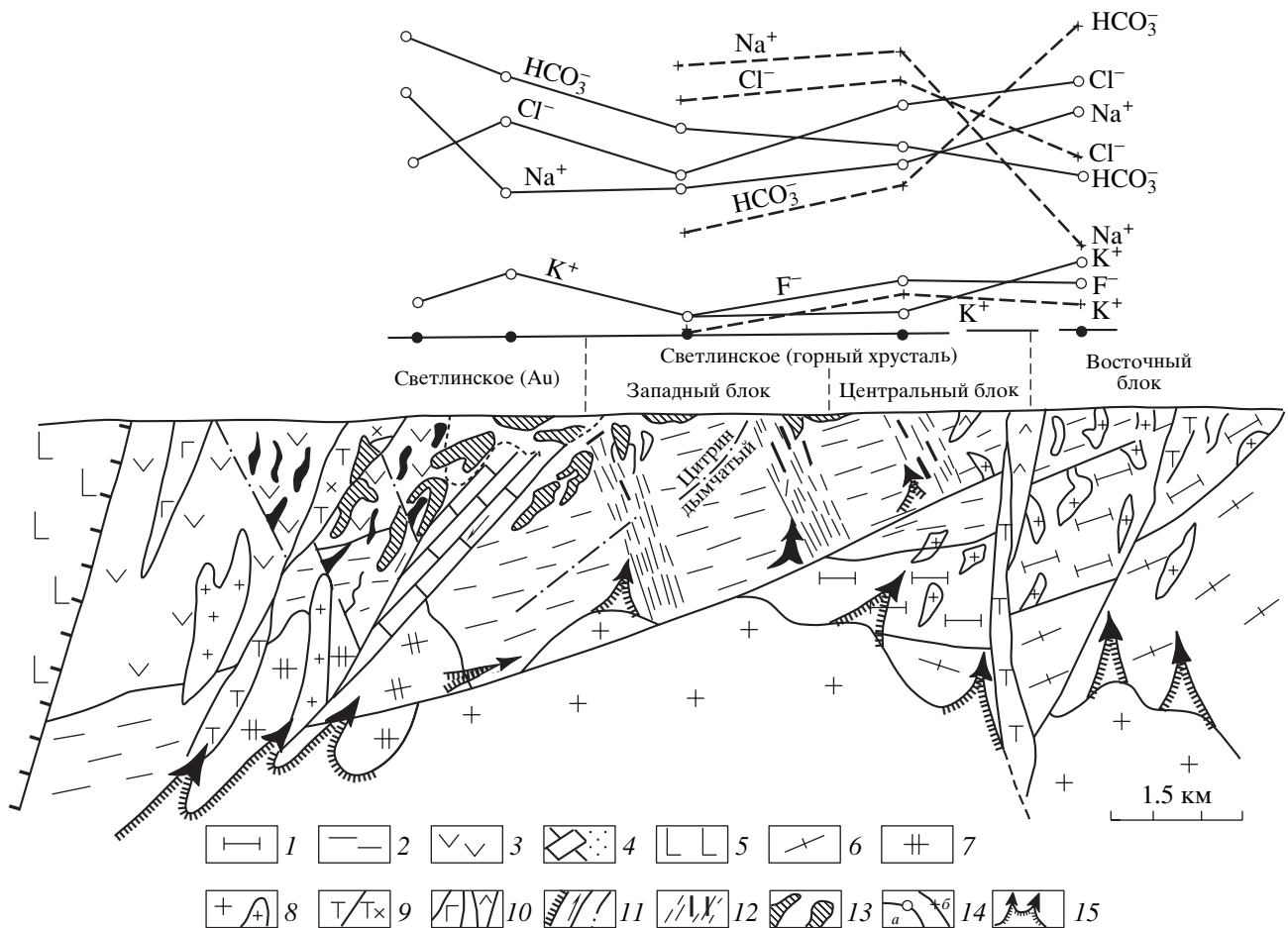


Рис. 2. Широтный модельный геологический разрез Светлинского рудного поля и эволюция состава флюида (по данным анализа водных вытяжек из развитых в его пределах золото- и хрусталеносных кварцевых жил). 1 – гнейсы; 2 – кристаллические сланцы; 3 – вулканогенно-осадочные породы; 4 – мраморы и зоны развития карста; 5 – вулканиды Магнитогорской мегазоны; 6 – гранитоиды борисовского комплекса; 7 – плагиограниты пластовского комплекса; 8 – граниты санарского комплекса; 9 – серпентиниты и их оталькованные и хлоритизированные разности; 10 – габбро-диабазы, иногда амфиболиты; 11 – тектонические нарушения: сбросы, взбросо-сдвиги, надвиги; 12 – хрусталеносные кварцевые жилы в зонах проницаемости; 13 – золоторудные тела; 14 – газово-жидкие включения в кварцевых жилах (а) и кристаллах горного хрусталя (б); 15 – основные направления теплофлюидопотоков.

мом тоналитового состава, и поздней, являющейся продуктом развития метаморфогенно(зональный метаморфизм)-магматической системы [5–7].

Граниты гранитной формации, довольно значительно развитые на характеризуемой площади, рассматриваются как продукты позднего орогенеза или коллизии [9, 10]. Под некоторыми гранитными массивами или между ними предполагается наличие зон субдукции [10, 11] раннепермского возраста. Однако в данных случаях, согласно [9], а также устному сообщению В.Н. Пучкова и нашим данным, речь должна идти не о зоне субдукции, а о коллизионной зоне. Массивы гранитоидов тоналит-гранодиоритовой формации ряд авторов [9, 10] относят к надсубдукционным или окраинно-континентальным образованиям. Мы считаем их продуктами ранней (до “слипания” континентов) коллизии, образовавшимися в связи с шовными

зонами [3], и обоснование этому видим в следующем: 1) еще в 70–80-х годах XX в. они считались практически всеми исследователями раннеорогенными, раннекаменноугольными, а выхода где-либо на Урале зоны субдукции такого возраста не установлено [9]; 2) выявленная геохимическая и изотопно-геохимическая зональность относится к гипотетическому “следу” субдукции – к тому же не следует забывать и о возможной конвергентности рассматриваемого явления [6].

В пределах Светлинского рудного поля (южная часть Кочкарского рудного района) проявлена горизонтальная (температурная) зональность в распространении метаморфитов, метасоматитов, пегматитов и кварцевых жил (рис. 2). Так, в гнейсовом ядре (обрамление Борисовского гранитного массива) развиты дайки аплитов, гранитпорфиров и жилы пегматитов. Западнее, в восточ-

ном блоке, находящемся на удалении 0.5–1.0 км от кровли гнейсового ядра, располагаются кристаллические сланцы с силлиманитом, несущие многочисленные тела пегматитов с редкометальной минерализацией, горным хрусталем и самоцветами [8]. В Центральном блоке, расположенном западнее предыдущего, удаленного на 1.5 км от кровли гнейсового ядра, фиксируются тела ортоамфиболитов, а также кварцевые жилы с относительно высокотемпературными околожильными изменениями (включают парагенезисы с силлиманитом, андалузитом, мусковитом, альбитом). Западный блок шириной около 3 км сложен преимущественно двуслюдяными сланцами со ставролитом. Уровень метаморфизма отвечает здесь эпидот-амфиболитовой фации, жильная фация не развита, амфиболиты отсутствуют. В этом блоке установлены золотоносные кварцевые жилы и минерализованные золотоносными сульфидами биотитизированные, хлоритизированные и серицитизированные блоковые породы [6, 7]. Западный блок в западной части сливается со Светлинским золоторудным месторождением (рис. 2), в пределах которого широко представлены метаморфиты–метасоматиты зеленосланцевой фации, возраст которых не моложе D_2 , а также метаморфиты–метасоматиты эпидот-амфиболитовой фации, сопряженные с шовной зоной [5]. В целом в пределах Светлинского рудного поля отмечается миграция во времени источника теплового потока и флюида сначала с запада на восток, затем – с востока на запад.

Кочкарский зональный метаморфический комплекс сформировался в результате регионального сжатия земной коры (обусловлено ранней “мягкой” коллизией, т. е. до “слипания” континентов) [6, 7, 12 и др.]. В этих условиях по границам гнейсовых блоков развиваются шовные зоны, в пределах которых породы претерпели метаморфическую трансформацию на уровне эпидот-амфиболитовой фации. В отдельных участках таких зон уровень метаморфизма поднимается до амфиболитовой фации; здесь возникают локальные очаги анатектических расплавов, производными которых являются золотопродуктивные интрузии тоналит-гранодиоритовой формации. “Жесткая” коллизия обуславливает возникновение зонального метаморфизма и гранитизации [6, 7, 9, 10]. В регрессивный этап метаморфизма в породах высокого уровня метаморфизма проявился диафторез, внедрились дайки основного и кислого составов, образовались пегматиты [3, 5, 7]. В прогрессивный и регрессивный этапы метаморфизма в карбонатных породах сформировалась (мельница Кучина и другие места) трехстадийная рубиновая минерализация [12]. Для пегматитов характерно образование при пониженной температуре (430–300°C) из флюида с преобладани-

ем Cl^- и Na^+ и присутствием HCO_3^- , K^+ , Ca^{2+} . Полости с топазом, бериллом и турмалином сформировались в закрытой системе при $T = 300–170^\circ C$ [6, 8].

В пределах Светлинского рудного поля установлено зональное распределение хрусталеносных кварцевых жил: в гнейсах их нет, в породах, принадлежащих эпидот-амфиболитовой фации, сосредоточено 26% жил от их общего числа, в зеленых сланцах – 71% и в зеленокаменно-перерожденных породах – лишь 3%. В метаморфитах эпидот-амфиболитовой фации жильный кварц прозрачный, стекловатый, гигантозернистый. Температура гомогенизации его 400–500°C, а горного хрусталя, фиксирующегося в жилах, 200–400°C. Кварц жил, сформировавшихся в связи с метаморфитами зеленосланцевой фации, молочно-белый; гомогенизация газово-жидких включений в нем происходит при $T = 250–380^\circ C$, а в кристаллах горного хрусталя – при $T = 160–320^\circ C$. Кварцевые жилы образовались из хлоридно-бикарбонатно-натриевого флюида (рис. 2, верхняя часть). К западу отмечается увеличение в нем HCO_3^- главным образом за счет взаимодействия с известняками [6, 8].

В Кочкарском рудном районе выделяются следующие возрастные уровни оруденения: рифейский – гематитизация в кварц-графитовых (с гранатом и кумингтонитом) сланцах; 380 млн. лет (D_2) – слабо золотоносная преимущественно вкрапленная колчеданная минерализация, сопряженная с кварц-серицитовыми метаморфитами–метасоматитами; 340 млн. лет (C_1) – золотая минерализация кварц-жильного типа, сопутствующая березитам–лиственитам, связанным с гранитоидами тоналит-гранодиоритовой формации; 330 млн. лет (граница визейского и серпуховского ярусов) – золотое оруденение, сопряженное с продуктами интенсивного Mg–Fe-метасоматоза (табашками) [5, 6]; 310–240 млн. лет – различные образования, связанные с зональным метаморфизмом и нормальными гранитами: редкометальные и камнесамоцветные пегматиты, грейзены с бериллом, мраморы с рубином, зоны метасоматического кианита, кварцевые хрусталеносные жилы.

Установлено закономерное распределение силлиманит-, андалузит- и мусковитсодержащих метасоматитов в пределах Светлинского рудного поля: первые и вторые развиты в Центральном блоке, а третьи – в Западном. В указанных метасоматитах развиты различные плагиоклазы: № 9–10 – в силлиманитсодержащих, № 8 – в андалузитсодержащих, № 4–6 – в мусковитсодержащих; в эдуктах установлен плагиоклаз № 20–28. Отмеченное поведение плагиоклаза при метасоматозе характеризует последний как процесс кислотного выщелачивания.

Известно, что золото накапливается как в восстановительной, щелочной, так и в ацидофильной средах, горный же хрусталь – только в кис-

лых. В связи с этим понятно, почему сопряженное образование золотого оруденения и кварц-жильной хрусталеносной минерализации происходит главным образом в салических блоках и только в породах, характеризующихся повышенной кислотностью. Причем согласно [7] золото и горный хрусталь в этих условиях отлагаются в пределах единой гидротермальной системы, но первое в ее части с повышенными температурой и щелочностью среды минералообразования, а второй – с пониженной температурой и повышенной кислотностью.

Таким образом, в шовных зонах создаются благоприятные условия для формирования крупных рудных и нерудных месторождений, что обуславливается: 1) длительностью (до 80 млн. лет) развития тектонических структур такого типа; 2) интенсивным проявлением сланцеватости, развитием значительной трещиноватости; 3) сочетанием корового и мантийного источников флюида и рудного вещества. Полихронное и полигенное оруденение шовных зон, в особенности прошедших стадию коллизии, должно изучаться с особой тщательностью. Оно, имея комплексный характер (и в связи с этим повышенную практическую ценность), в условиях развития рынка может стать тем звеном рыночного механизма, которое “вытащит” неэффективную экономику добычных рудников, ориентированных только на один вид полезного ископаемого, в категорию прибыльных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лобацкая Р.М.* Структурная зональность разломов. М.: Недра, 1987. 128 с.
2. *Плюснин К.П.* Методика изучения тектонических структур складчатых поясов (на примере Урала). Пермь, 1971. 217 с.
3. *Коротеев В.А., Сазонов В.Н., Огородников В.Н.* // Литосфера. 2001. № 1. С. 50–61.
4. *Поспелов Г.Л.* // Геология и геофизика. 1963. № 3. С. 18–34; № 4. С. 24–41.
5. *Сазонов В.Н., Попов Б.А., Григорьев Н.А. и др.* Корово-мантийное оруденение в салических блоках эвгеосинклинали. Свердловск, 1989. 113 с.
6. Месторождения золота Урала / Под ред. В.Н. Сазонова, В.Н. Огородникова, В.А. Коротеева и др. Екатеринбург, 2001. 622 с.
7. *Огородников В.Н., Сазонов В.Н.* Соотношения золоторудных и хрусталеносных месторождений обрамления гнейсовых блоков Урала. Свердловск, 1991. 72 с.
8. *Таланцев А.С.* Камерные пегматиты Урала. М.: Наука, 1988. 144 с.
9. *Пучков В.Н.* Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 2000. 146 с.
10. *Ферштатер Г.Б.* // Литосфера. 2001. № 1. С. 65–85.
11. *Иванов К.С.* Дис. д-ра геол.-мин. наук. Екатеринбург, 1998. 253 с.
12. *Кисин А.Ю.* Месторождения рубинов в мраморах (на примере Урала). Свердловск, 1991. 131 с.