

## РУДОКОНТРОЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ РАЗРЫВНОЙ ТЕКТониКИ НА СВЕТЛИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ ЗОЛОТА

© 2012 г. А. Ю. Кисин, Р. Р. Хайрятдинов\*, А. А. Храмов

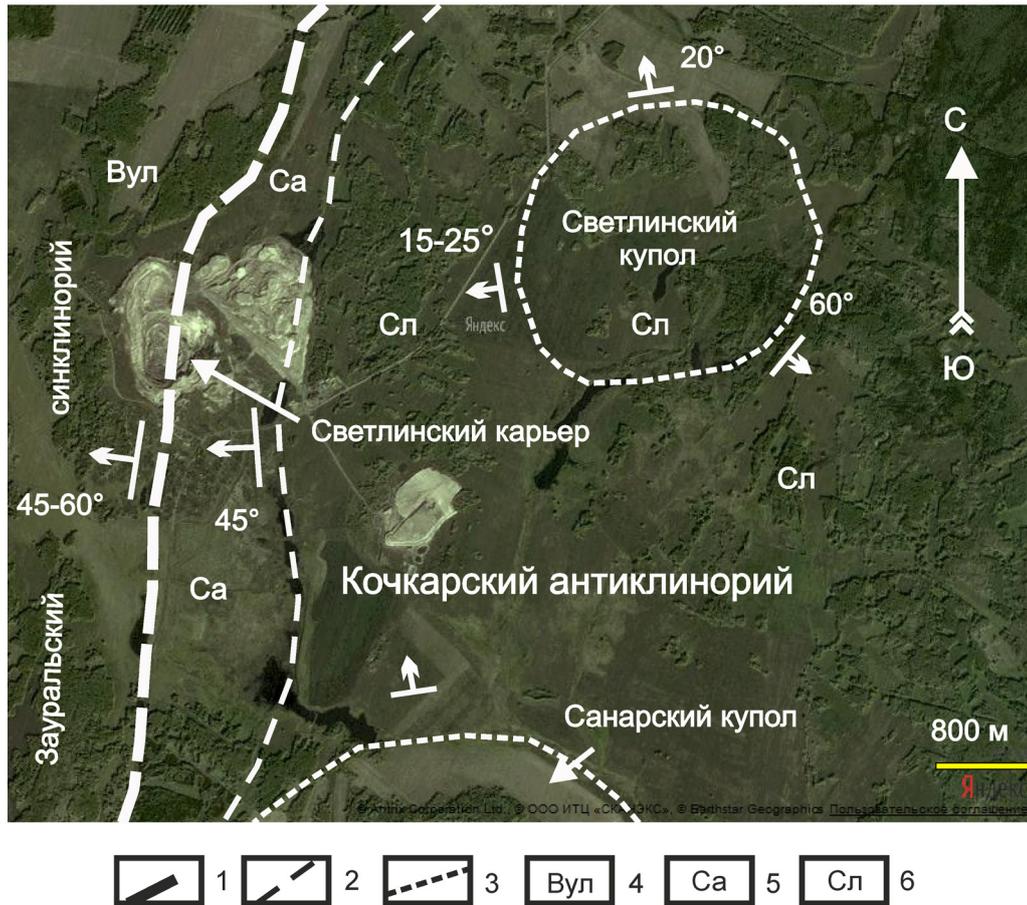
Светлинское месторождение золота расположено на Южном Урале, в 30 км к западу от г. Пласт Челябинской области. Добыча золота велась здесь с середины 19 века; при участии иностранных концессий было пройдено несколько небольших шахт глубиной до 40 м. Собственно месторождение открыто в 70-х годах прошлого столетия и в настоящее время обрабатывается карьерным способом. По результатам исследований, проведенных на стадии геологоразведочных работ, издана коллективная монография [5], в которой отражены те или иные стороны геологии и генезиса данного месторождения. Месторождение считается полигенным и полихронным, приуроченным к зоне глубинного надвига. В монографии большое внимание уделяется исследованиям вещества, геохимической и метасоматической зональности, стадийности формирования месторождения и проблемам его генезиса, что делает ее весьма актуальной и в настоящее время. Однако геологическое строение и структура месторождения описаны весьма кратко и схематично, без связи с геодинамическими процессами, что объясняется сложностью геологического строения объекта, широким развитием глубоких линейных кор выветривания и карстовых образований, осложненных просадками. Кроме того, глубокие горизонты месторождения были изучены только буровыми скважинами. Позднее основные положения этой монографии, в несколько переинтерпретированном виде, вошли в другую коллективную монографию [3], где была сделана попытка привязать выявленную стадийность формирования месторождения к геодинамическим процессам “ранней” и “поздней” коллизии. По мнению цитируемых исследователей, структура месторождения определяется приуроченностью к “шовной зоне”, где под “шовной зоной” понимаются “протяженные (линейные) тектонические структуры (разломы) сложного строения..., отличающиеся большой глубиной заложения, длительностью развития, обычно разделяющие крупные блоки земной коры различного состава” [3, с. 4]. Само месторождение, по их мнению, “контролируется Кумлякско-Светлинской шовной зоной на участке сопряжения его с Санарским глубинным разломом северо-западного простирания” (там же, с. 75).

Иное мнение было высказано одним из авторов [2]. “Зона надвига”, к которой приурочено место-

рождение, рассматривается как зона сложных сдвиговых (в физическом смысле слова) деформаций с надвиговой кинематикой, заложенной в позднем девоне в условиях субширотного одноосного горизонтального сжатия. Тектоническая зона компенсировала развитие смежных блоков отрицательного (на западе) и положительного (на востоке) изгибов земной коры. Процессы гранитизации и восходящие тектонические потоки привели к формированию в блоке положительного изгиба куполовидных структур с гранитогнейсовыми ядрами, явившимися центрами высокоградного зонального метаморфизма. На юго-западном крыле Светлинской купольной структуры, существование которой обосновано А.Ю. Кисиным [2], и расположено одноименное месторождение золота (рис. 1). Предположено, что именно это обстоятельство привело к формированию месторождения: а именно к “отгонке” золота при гранитизации пород верхней коры и к перераспределению его гидротермальными растворами. Часть рудного вещества могла подниматься по зоне надвига из нижней коры и верхней мантии на регрессивном этапе процесса. Если это так, то рудные тела должны контролироваться окологупольной разрывной тектоникой. Для проверки этой идеи в 2010 г. были начаты исследования структурного контроля оруденения в Светлинском карьере. Ниже приводятся первые результаты данных исследований.

В настоящее время глубина выработки превысила 100 м. Карьером вскрыт контакт мраморов (на востоке) и вулканогенно-осадочной толщи (на западе). По фаунистическим находкам возраст карбонатной толщи датирован как раннекаменноугольный (визе). Вулканогенно-осадочная толща большинством исследователей отнесена к  $S_1-D_3$ . Контакт между этими двумя толщами тектонический, субмеридионального простирания ( $170-180^\circ$ ) и крутого падения на запад, чем подтверждается его взбросо-надвиговая природа. Скважинами колонкового бурения вскрыты небольшие тела тальцитов, что можно объяснить большой глубиной заложения тектонической зоны. Непосредственно сам контакт между данными толщами в карьере обычно не наблюдается, поскольку на верхних горизонтах представлен линейной зоной развития карста (по мраморам) и структурными корами выветривания (по вулканитам), шириной несколько десятков метров. Мраморы типичные для Кочкарского анти-

\* ОАО “Южуралзолото группа компаний”



**Рис. 1.** Схематический геологический план и структурная позиция Светлинского месторождения золота (по результатам дешифрирования космоснимков Интернет-ресурса [6]).

1 – зона надвига западного падения, граница смежных геологических структур; 2 – зона тектонического срыва западного падения; 3 – зоны тектонического срыва, ограничивающие купольные структуры; 4 – вулканогенно-осадочные породы ( $S_1$ - $D_3$ ); 5 – преимущественно карбонатные породы ( $C_1$ ); 6 – кристаллические сланцы переменного состава (биотитовые± кварц±плагиоклаз±силлиманит±ставролит). Пояснения в тексте.

клинория и иногда содержат акцессорный корунд (рубин) [1]. Падение кристаллизационной полосчатости мраморов  $40-45^\circ$  на запад. Характер залегания вулканогенно-осадочной толщи более сложный, поскольку слагающие ее породы отличаются большими вариациями реологических свойств и сильно тектонизированы.

В 2011 г. карьером на небольшом участке был вскрыт контакт мраморов с сильно тектонизированными породами (в настоящее время представлены структурными корами выветривания). В основном это, вероятно, были кварц-биотит-полевошпатовые сланцы (судя по соотношению между каолином, кварцем и сильно гидратированным биотитом). Контакт неровный, волнистый; преобладает падение на запад под углом около  $70^\circ$ . Ширина вскрытой части контакта около 3 м. В 1.5 м к западу от контакта сланцы рассекаются телом тальцитов, мощностью 0.5 м, падающего на запад под углом  $80^\circ$ . В 1 м западнее наблюдается еще одно тело тальцитов, мощностью 0.8 м, того же па-

дения. Наличие тальцитов подтверждает, что здесь действительно вскрыт тектонический контакт между двумя толщами. Мрамор в контакте представлен массивной плотной породой (обнажается в виде глыбы около 5 м шириной с признаками растворения на поверхности). Непосредственно в контакте наблюдается зона вязкой (карстовой?) глины с лимонитом, мощностью 0.2–0.3 м. Сланцы сильно перемятые, с многочисленными зеркалами скольжения, преимущественно субмеридионального простирания. Падение крутое ( $90-80^\circ$ ) в западных и восточных румбах. Направление штриховки указывает на преобладание взбросовых смещений. Местами наблюдаются мелкие складки волочения, указывающие на перемещение вверх восточного блока. В сланцах иногда встречаются скопления мелких субпараллельных линз кварца, мощностью до 1–2 см и протяженностью по восстанию 20–30 см, падающих на восток под углом  $90-85^\circ$ . По кинематике они, вероятно, относятся к R-сколам, если восточный блок смещался вверх. В любом случае они

не относятся к структурному парагенезу надвига западного падения.

Как показывают наблюдения в Светлинском карьере, месторождение характеризуется очень интенсивными и сложными объемными деформациями сколового характера. Чрезвычайно широко развиты разрывные нарушения различного типа и масштаба, с многочисленными разноориентированными кварцевыми жилами, что, прежде всего, свидетельствует о малоглубинных условиях формирования данного месторождения и синтетектонического гидротермального процесса.

Рудная зона представлена биотитовыми метасоматитами, детально описанными В.Н. Сазоновым и др. [5], залегающими среди вулканогенно-осадочных пород. В карьере слюдиты наблюдаются в виде сильно тектонизированных, вплоть до расланцевания, пород. Азимут простирания сланцеватости  $170-180^\circ$ , угол падения  $62-65^\circ$  (на глубине 60 м) и  $80-85^\circ$  (на глубине 105 м) на запад. Таким образом, от верхних горизонтов к нижним наблюдается постепенное увеличение угла падения расланцевания рудного тела.

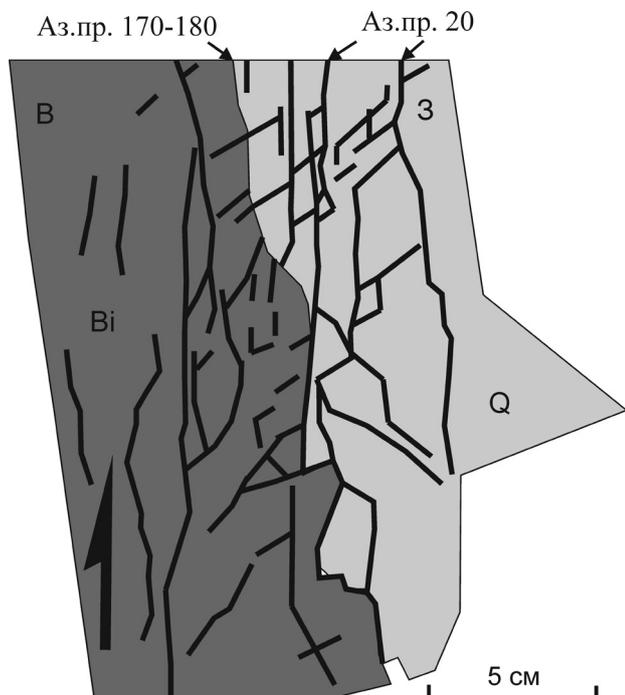
Нами исследовались золотоносные метасоматиты в западном борту карьера, образующие линзовидную зону субмеридионального простирания, мощностью около 10 м, и протяженностью 80–100 м (на месторождении известно несколько таких зон). Границы зоны неотчетливые. В центральной

части тела метасоматитов наблюдается кварцевая жила (кварцитовидного кварца – в терминологии рудничных геологов) мощностью около 0.5–1.0 м (в раздувах до 6–8 м и более). При внимательном рассмотрении выяснилось, что это свита сильно сближенных, вплоть до совмещения контактов, кварцевых жил, мощностью до 10–15 см. Ширина целиков вмещающих пород между ними не превышает 2–5 см, реже до 10 см. При этом порода осветлена и напоминает сильно выветрелый пиритизированный березит. Жильный кварц и биотитовые метасоматиты подверглись катаклазу. По ориентировке трещин скалывания, имеет место правый сдвиг и почти вертикальный взброс восточного борта (рис. 2).

Рудная зона рассекается множеством субширотных субпараллельных линзовидных жил кварца: азимут простирания  $270-280^\circ$ , угол падения около  $70^\circ$  на север. Средняя мощность 10–15 см, расстояние между жилами от 15–20 см до 1 м, редко более. К участкам выклинивания рудного тела количество и размеры их быстро уменьшаются. По отчетливо выраженной линзовидной форме жил предполагается, что кварц здесь выполнял трещины растяжения, вероятно, с взбросовой составляющей (малоамплитудный взброс северного борта). Субширотные линзовидные жилы кварца секут свиту субмеридиональных жил кварца рудной зоны, но тоже подверглись сдвиговым деформациям и рассекаются трещинами с взбросовой кинематикой.

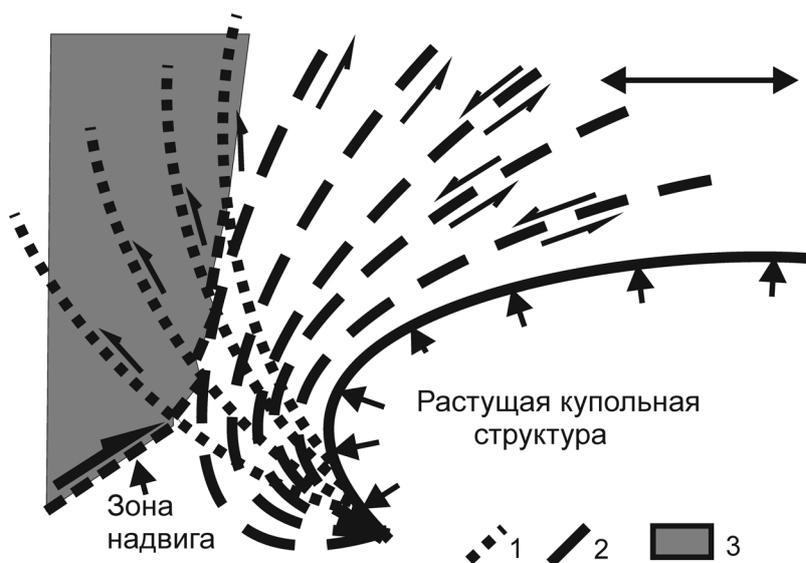
Меньше распространены мелкие линзы кварца субмеридионального простирания, падающие на запад под углом  $35-45^\circ$ . Они появляются лишь на отдельных участках. Мощность их 1–2 см, а протяженность до 1 м. Форма отчетливо линзовидная, что позволяет отнести их к трещинам растяжения.

Изучение характера залегания и деформаций показали, что кварцевые жилы синдеформационные. Кварцитовидный кварц выглядит наиболее ранним (метасоматический?), фиксирующим локальное субмеридиональное тектоническое нарушение. Это же нарушение, вероятно, контролирует и рудоносные биотитовые метасоматиты. Пространственное совмещение рудного тела с многочисленными субширотными линзами кварца не выглядит случайным. Их возникновение хорошо укладывается в околокупольный парагенез разрывных нарушений (рис. 3). Зона надвига западного падения, разделяющая блоки положительного и отрицательного изгибов коры, подверглась сложным деформациям со стороны растущей в его лежачем боку купольной структуры. Траектории сдвиговых деформаций имеют искривленную, листрическую поверхность в разрезе. Тектонические пластины, ограниченные ими, имеют вид чешуй. К одной из тектонических зон этого типа могла быть приурочена линза (жила) кварцитовидного кварца с биотитовыми металлоносными метасоматитами. Вектор максимальных растягивающих напряжений ориентирован парал-



**Рис. 2.** Трещины скалывания в кварцитовидном кварце (Q) и биотитовых метасоматитах (Bi).

Зарисовка по фотографии ориентированного образца: вид на юг. Сплошные линии – трещины, полустрелка – направление смещения



**Рис. 3.** Схема траекторий касательных напряжений вблизи растущей купольной структуры и деформации зоны надвига.

1–2 – траектории касательных напряжений; 3 – висячий бок надвига, испытывающий деформации в зоне динамического влияния растущей купольной структуры.

тельно поверхности купола. Трещины растяжения ориентированы перпендикулярно этой поверхности и выполнены кварцем. Такое происхождение могут иметь субширотные сближенные линзы кварца над выступом поверхности купола с небольшим радиусом кривизны. Часть золота могла быть накоплена в результате гранитизации, а часть его могла быть привнесена из пород нижней коры на регрессивном этапе, когда надвиговая зона стала флюидоподводящей. С этих позиций хорошо объясняется повышенная золотоносность околокупольных пород в Кочкарском антиклинории в целом. Генетическое сходство “табашек” Кочкарского месторождения и биотитовых метасоматитов Светлинского месторождения отмечали В.Н. Сазонов и В.В. Мурзин [4].

Таким образом, структурный контроль оруденения на Светлинском месторождении непротиворечиво объясняется разрывной тектоникой околокупольного пространства, осложнившей зону надвига западного падения. Признаков влияния на размещение рудной минерализации каких-либо иных крупных тектонических нарушений в карьере не обнаружено.

*Работа выполнена в рамках Интеграционного проекта УрО РАН 12-И-5-2068 “Геодинамические*

*условия формирования и минерализации гранито-гнейсовых комплексов восточного склона Среднего и Южного Урала”*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кисин А.Ю. Деформационные макроструктуры в карбонатных породах гранито-гнейсовых комплексов Урала // Литосфера. 2007. № 1. С. 90–108.
2. Кисин А.Ю. Закономерности размещения и прогноз месторождений полезных ископаемых на основе модели блоковой складчатости. Дис. ... докт. геол.-мин. наук. Пермь, 2009. 454 с.
3. Огородников В.Н., Сазонов В.Н., Поленов Ю.А. Минерализация шовных зон Урала. Часть 1. Кочкарский рудный район (Южный Урал). Екатеринбург: УГГА, 2004. 216 с.
4. Сазонов В.Н., Мурзин В.В. Кочкарские табашки и Светлинские метасоматиты фемического профиля – генетические родственники (Южный Урал) // Ежегодник-93. Информ. мат-лы ИГГ УрО РАН. Екатеринбург: УрО РАН, 1994. С. 97–98.
5. Сазонов В.Н., Попов Б.А., Григорьев Н.А. и др. Корово-мантейное оруденение в салических блоках эвгеосинклинали. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. 113 с.
6. Интернет-ресурс: <http://maps.yandex.ru/>