

СТРОЕНИЕ И СОСТАВ ЗОЛОТОРУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАВЛИК

В Центрально-Колымском золоторудном районе расположены крупные месторождения Наталка и Павлик, имеющие сходное строение. Детальные наблюдения в карьере и изучение керн месторождения Павлик позволили наметить этапность структуро- и минералообразования, в том числе сопоставить время рудообразования и левосдвигового этапа развития, когда произошла трансформация ранних оперяющих взбросо-надвигов и взбросо-сдвигов в листрические сбросо-сдвиги. В рудоконтролирующей, сложностроенной зоне тектонических нарушений выделены стержневые взбросо-надвиги и зоны объёмной трещиноватости между ними. Выявленные области максимальных значений линейной продуктивности, вытянутые с северо-востока на юго-запад, трассируют проекцию палеофлюидопотоков и дают возможность прогнозировать развитие рудной минерализации в этом направлении и корректировать направление разведочного бурения.

Ключевые слова: Центрально-Колымский, золото, месторождение, Павлик, транспрессионный, взбросо-надвиг, взбросо-сдвиг.

Месторождение Павлик, входящее в Омчакский рудно-россыпной узел (РРУ), находится в Магаданской области. С 2015 г. обрабатывается карьером ОАО «Золоторудная компания Павлик», в настоящее время проводятся разведочные работы на флангах для установления структурных критериев высококонцентрированного оруденения (рудных столбов) и определения оптимального направления разведочного бурения.

На площади Верхояно-Колымской складчатой системы расположен ряд РРУ, приуроченных к областям влияния или к самим зонам региональных сдвигов северо-западного и близмеридионального простирания [2]. В наиболее рудоносном Центрально-Колымском золоторудном регионе [7] выделяется Тенькинский глубинный разлом, который контролирует несколько РРУ (рис. 1): Дегдеканский (месторождения Токичан, Дегдекан), Омчакский (Наталкинское, Омчак, Павлик, Золотая Речка) и Пионерский (Родионовское, Игуменовское). Наиболее продуктивный Омчакский РРУ – основная золоторудная база Магаданской области. Подсчитанные запасы, по данным сайтов добывающих компаний, около 1600 т рудного золота (месторождения Наталкинское и Павлик).

В.Г.Шахтыров [8] обосновал сдвиговую кинематику Тенькинского глубинного разлома северо-западного простирания, который проявлен на поверхности локальными складками, однообразной ориентировкой длинных осей гранитоидных массивов, сериями даек и разломов, вмещающих золотую минерализацию. Так, например, в Омчакском РРУ выделяется Омчакский разлом крутого (70–75°) восточного падения, представленный серией субпараллельных и оперяющих трещин, зон дробления и раз-



Савчук

Юрий Степанович¹

кандидат геолого-минералогических наук
старший научный сотрудник
yurasavchuk@yandex.ru

Волков

Александр Владимирович¹

доктор геолого-минералогических наук
заведующий лабораторией
alexandr@igem.ru

Аристов

Василий Васильевич¹

кандидат геолого-минералогических наук
ведущий научный сотрудник
rstvvv@yandex.ru

Сидоров

Виктор Анатольевич²

ведущий геолог
aurum@maglan.ru

Лямин

Сергей Михайлович²

ведущий геолог
aurum@maglan.ru

¹ ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва

² ОАО «Золоторудная компания Павлик», г. Магадан



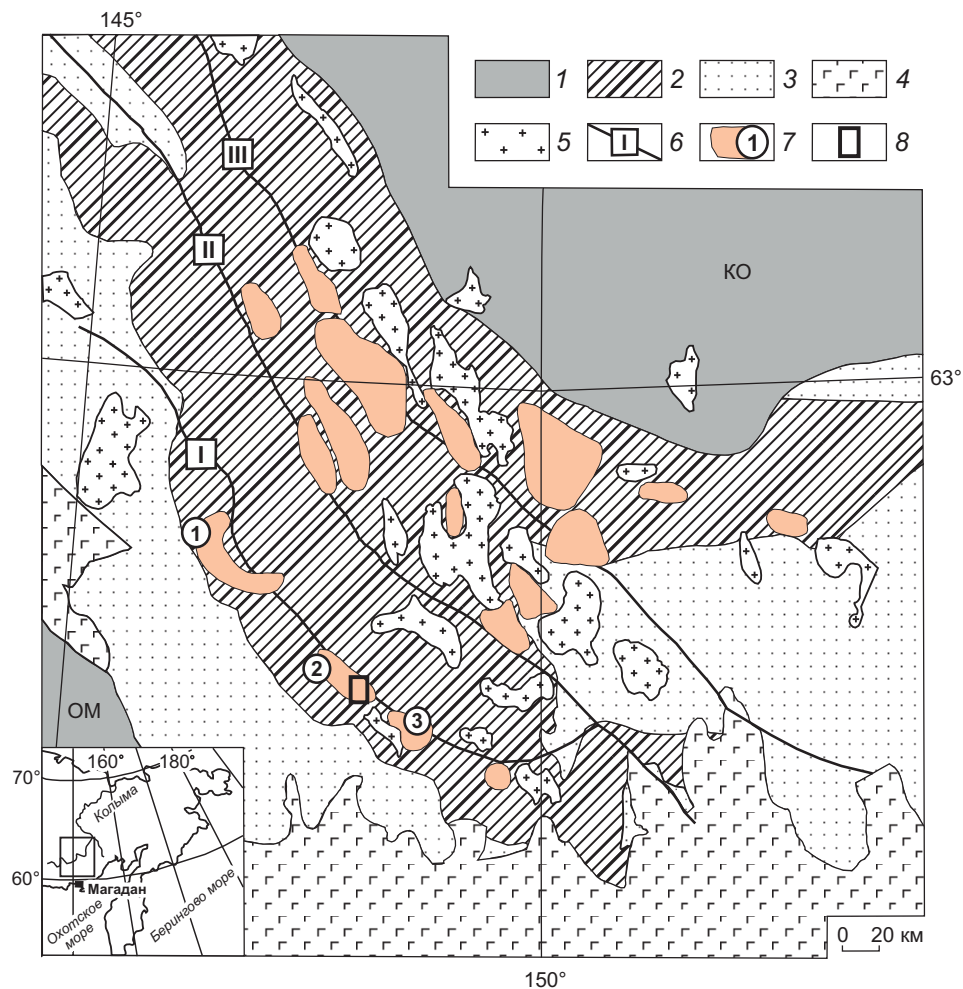


Рис. 1. СХЕМА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНО-КОЛЫМСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО РЕГИОНА, ПО [6] С ИЗМЕНЕНИЯМИ:

1 – метаморфические, осадочные и интрузивные комплексы террейнов (ОМ – Охотский кратонный террейн, КО – Колымо-Омолонский супертеррейн); осадочные комплексы Верхояно-Колымской складчатой системы: 2 – континентального склона, 3 – шельфа; 4 – образования Охотско-Чукотского вулканогенного пояса; 5 – позднеюрские – раннемеловые гранитоиды; 6 – региональные разломы (I – Тенькинский, II – Чай-Юрьинский, III – Дебинский); 7 – основные рудно-россыпные узлы вдоль Тенькинского разлома (1 – Дегдеканский, 2 – Омчакский, 3 – Пионерский); 8 – положение схемы рис. 3; на врезке – положение Центрально-Колымского региона

вальцевания. В.И.Гончаров и др. [1] этот разлом относят к второстепенным нарушениям, образующим Тенькинскую ветвь Адыча-Тенькинского глубинного разлома, особенность которого – «малоамплитудность в верхнем структурном этаже, а отсюда отсутствие отчётливо картируемых продольных дизъюнктивных структурных элементов». Серия региональных сдвигов, развитая через всю территорию Верхояно-Колымской складчатой системы, по нашему мнению, относится к коллизионно-транспрессионному периоду развития территории. Такая характеристика выдвигает на первый план систематические наблюдения за отдельными

трещинными структурами, что позволит установить структурно-кинематические особенности развития рудовмещающего блока и роль отдельных нарушений в размещении оруденения. Для реконструкции кинематики рудовмещающих трещин применялась методика изучения транспрессионных зон [5], а состав минерального выполнения определялся визуально и относился к той или иной стадии минерализации на основе обобщающих работ предшественников по региону (например, [4]).

В результате выделены несколько этапов формирования месторождения, характеризующихся различными структурными парагенезисами и со-

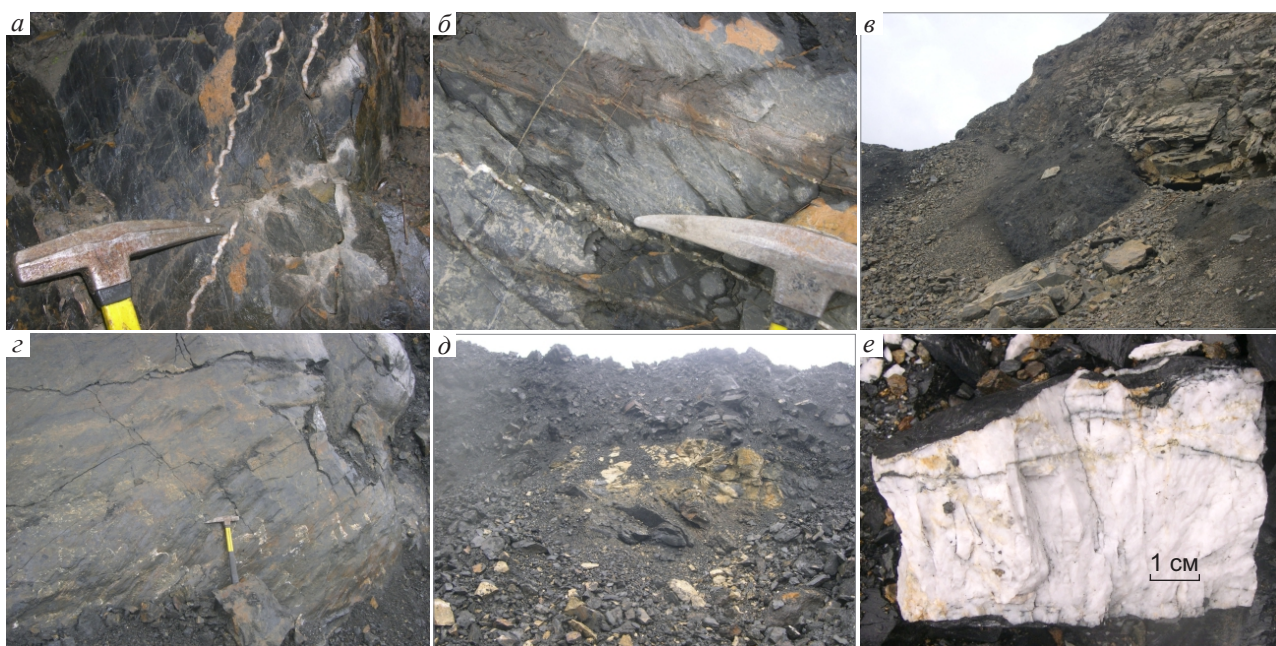


Рис. 2. Жильная минерализация, рудоконтролирующие структуры и изменённая дайка в карьере месторождения Павлик:

а – кососекущий слоистость кварцевый прожилок, изогнутый и смещённый по кливажу; *б* – складки с кливажом осевой поверхности в чёрных алевролитах, с тонкими прослоями желтовато-серых песчаников и субсогласным слоистости кварцевым прожилком; верхняя и нижняя ограничивающие взбросовые структуры: *в* – пологий ($\angle 45^\circ$) верхний взбросо-надвиг, *з* – штриховка и бороздчатость на тектонической поверхности нижнего взбросо-сдвига; *д* – изменённая дайка бурого цвета; *е* – дорудная кварцевая жила, кварц с гнездами полевых шпатов

провождавшихся разнообразной минерализацией. Выделяются ранние, по-видимому, доколлизийные этапы, когда образовались субсогласные и реже кососекущие (угол до $10\text{--}20^\circ$) слоистость прожилки дорудного кварца (рис. 2, *а*, *б*), которые гофрированы, смяты в складки; местами наблюдаются малоамплитудные смещения по кливажу. Размеры складок – до нескольких сантиметров, ориентировка шарниров субширотная (азимуты $90\text{--}280^\circ$) при пологих углах наклона ($5\text{--}20^\circ$). Осевые поверхности складок и кливаж падают на северо-восток и юго-запад, также крайне изменчивы углы падения, от близгоризонтальных до субвертикальных. Невыдержанность элементов залегания пород и кливажа определяется интенсивным проявлением последующих тектонических процессов, а отсутствие маркирующих горизонтов затрудняет достоверное выделение крупных складчатых структур на месторождении. Эти последующие процессы относятся уже к коллизийно-транспрессионным этапам, определившим главные черты строения и рудный потенциал месторождения Павлик.

Основными элементами структуры, образованными в следующий этап и повлиявшими на размещение минерализации, служат западо-северо-западные взбросо-надвиги и взбросо-сдвиги, по-видимому, опережающие Омчакскую зону (магистральный разлом). Серия этих нарушений образует мощный (300–400 м) тектонический пакет, в котором отчётливо выделяются верхний взбросо-надвиг (к нему приурочена рудная зона 9) и нижний взбросо-сдвиг (контролирует рудную зону 1). Залегание верхней структуры сравнительно пологое, азимут падения 10° , $\angle 45^\circ$ (см. рис. 2, *в*) в центральной части месторождения. Видимая мощность зоны 5 м, она выполнена тонко перетёртыми углеродистыми милонитами, содержащими разновеликие «окатыши» чёрных алевролитов.

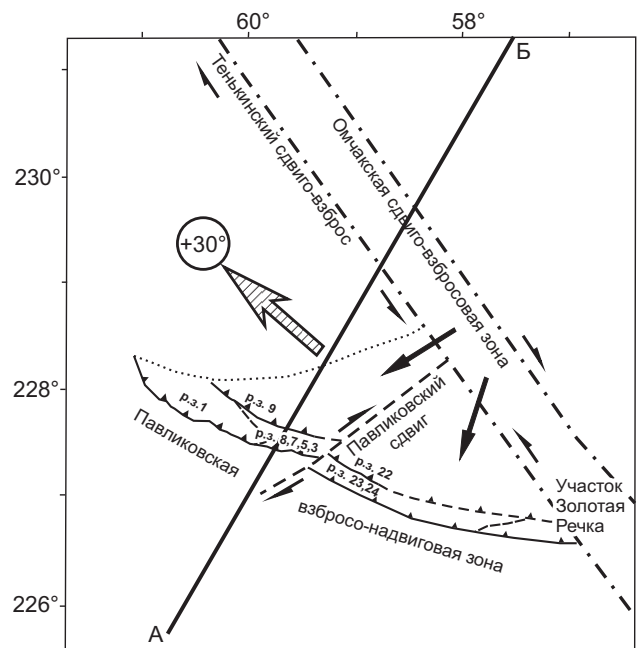
Нижний тектонический шов вскрыт верхними уступами на северо-западе карьера и падает по азимуту 45° под углом 70° (см. рис. 2, *з*). Таким образом, между двумя тектоническими поверхностями (верхний взбросо-надвиг и нижний взбросо-сдвиг), падающими к северо-востоку (под углами

45–70°), заключён мощный, интенсивно тектонизированный блок пород. Здесь проявлены сколовые трещины различных направлений, вдоль которых также происходили перемещения. Вблизи них часто фиксируются приразломные подгибы слоёв и раннего кливажа, а сами трещины вмещают прожилково-жильную минерализацию и редко интенсивно изменённые дайки.

На структурно-кинематической модели месторождения Павлик (рис. 3) показано соотношение магистрального нарушения с рудовмещающими структурами, отнесёнными к листрическим взбросо-сдвигам. Учитывание закономерностей развития структурных парагенезисов, в частности опояривающих надвигов в условиях транспрессии [5], позволяет установить два этапа в развитии описываемых взбросо-сдвиговых структур. Судя по северо-западной ориентировке этих нарушений (см. рис. 3), на первом этапе магистральный разлом характеризовался правыми перемещениями. Были образованы верхний и нижний взбросо-сдвиги. Этот этап, по-видимому, является дорудным, подготовительным. В сколовых трещинах с элементами залегания 65–70°, 60–85° содержатся изменённые дайки (см. рис. 2, д) и дорудный молочно-белый кварц с гнёздами полевых шпатов (см. рис. 2, е).

В следующий, рудный, этап произошла смена знака перемещений по разломам на противоположные – левосторонние. Вероятно, во время этого этапа образовались штриховка и бороздчатость на тектонической поверхности нижнего шва, полого наклонённая по азимуту 135°, 30° (см. рис. 2, з). Малый угол наклона свидетельствует о преобладании сдвиговых перемещений, а взбросовая компонента обеспечивала приоткрытие ранее заложенных нарушений (взбросо-сдвигов, трещин скола) и отложение золотоносных минеральных ассоциаций. Кварцевые, кварц-карбонатные прожилки с вкрапленностью сульфидов рудного этапа пересекают и содержат обломки кварца предыдущего этапа (рис. 4).

На месторождении Павлик разведаны около 30 рудных зон, имеющих северо-западное простирание и мощность от 5–10 до 30–40 м. Рудные зоны представляют собой сочетание жил, прожилков, зон метасоматического и брекчиевидного окварцевания, связанных разнообразными взаимопереходами (см. рис. 4). Подземными горными выработками и буровыми скважинами вскрываются «слепые» рудные зоны. Границы рудных зон не все-



Разрез по линии А–Б (р. л. 14)

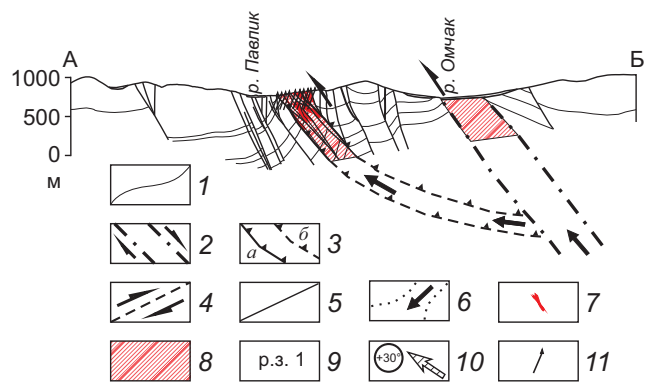


Рис. 3. СТРУКТУРНО-КИНЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И РАЗРЕЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАВЛИК (составлена с использованием данных ОАО «Золоторудная компания Павлик»):

1 – литологические и стратиграфические границы на разрезе; 2 – правосдвиговые перемещения по Омчакской сдвиго-взбросовой зоне (дорудный этап); 3 – Павликовская взбросо-надвиговая зона (а – прослеженная, б – предполагаемая); 4 – правосдвиговые перемещения по Павликовскому сдвигу; 5 – разломы на разрезе; 6 – направление миграции рудоносных гидротерм и ореол их влияния – площадь, перспективная на «слепое» и глубокозалегающее оруденение; 7 – рудные тела на разрезе; 8 – метасоматиты карбонат-кварцевые штокерного типа на разрезе; 9 – рудные залежи, их номера; 10 – направление перемещения блока, ограниченного Павликовской взбросо-надвиговой зоной в левосдвиговый этап рудоотложения; 11 – скважины разведочной линии 14 на разрезе

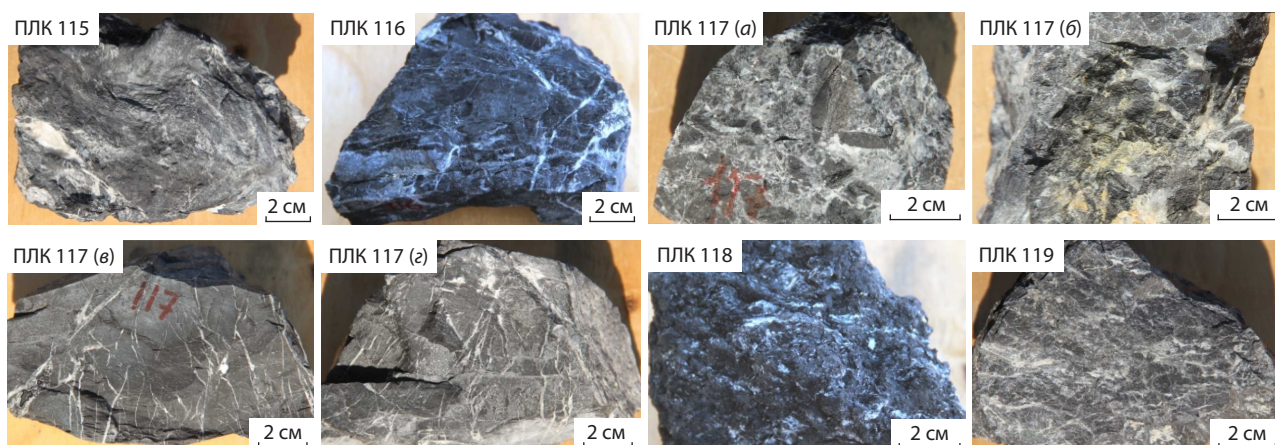


Рис. 4. РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПАВЛИК – ОКВАРЦОВАННЫЕ ТЕКТОНИТЫ С СУЛЬФИДНОЙ ВКРАПЛЕННОСТЬЮ:

ПЛК 115 (рудная зона 9) – тёмно-серые прожилково-окварцованные алевролиты с тонкой вкрапленностью сульфидов; ПЛК 116 (рудная зона 8) – сильно трещиноватые алевролиты с просечками кварца и вкрапленностью сульфидов; ПЛК 117 (рудная зона 1) – брекчии алевролитов с сульфидно-кварцевым цементом (а, б), алевролиты с карбонатными прожилками, вкрапленностью пирита и арсенипирита (в, г); ПЛК 118 (рудная зона 2) – милониты по алевролитам с сульфидной вкрапленностью, редкими кварц-карбонатными прожилками; ПЛК 119 (рудная зона 2) – окварцованная брекчия по алевролитам с густой вкрапленностью арсенипирита

гда чёткие и определяются по данным опробования. Метасоматические изменения кварц-хлорит-серицитовые. Среди текстур руд преобладают прожилковые и вкрапленные, вблизи тектонических нарушений – брекчиевые.

Как отмечалось выше, рудная минерализация контролируется сложнопостроенной зоной тектонических нарушений. Для изучения последних и анализа размещения оруденения на глубину использована фотодокументация керна скважин ОАО «Золоторудная компания Павлик». По фотодокументации керна скважин, пробуренных по разведочной линии 14 (выбрана в качестве опорной), выделяются два типа тектонических нарушений. Первый тип – это серии надвиговых зон, выраженных углеродистыми милонитами и имеющих мощность от первых метров до 10 м и более (рис. 5, а). Второй тип – это зоны объёмной интенсивной трещиноватости, смятия и дробления мощностью до 10 м и более с развитием мелких кварцевых и кварц-карбонатных прожилков (см. рис. 5, б). Оба типа тектонических нарушений развиваются взаимосвязанно, и, как правило, надвиговые зоны – осевые, окаймляют нарушенные блоки, а дробление развито в межнадвиговом пространстве. Такие особенности обусловили пологий, погружающийся на северо-восток под углами 40–45°, рудный штокверк (рис. 6).



Рис. 5. ОБЩИЙ ВИД ТИПОВЫХ РУДНЫХ ИНТЕРВАЛОВ В КЕРНЕ СКВАЖИН:

а – углеродистые милониты надвига 1 (скв. 81410, интервал 57–65 м; содержание Au в интервалах 62–63 м – 2,54, 63–64 м – 1,04 г/т; среднее содержание Au на мощность 2 м – 1,79 г/т); б – зона мелкопрожилкового сетчатого окварцевания в диамиктитах (скв. 81403, интервал 20–23 м; содержание Au в интервале 20–21 м – 16,78, 21–22 м – 1,05, 22–23 м – 1,69 г/т)

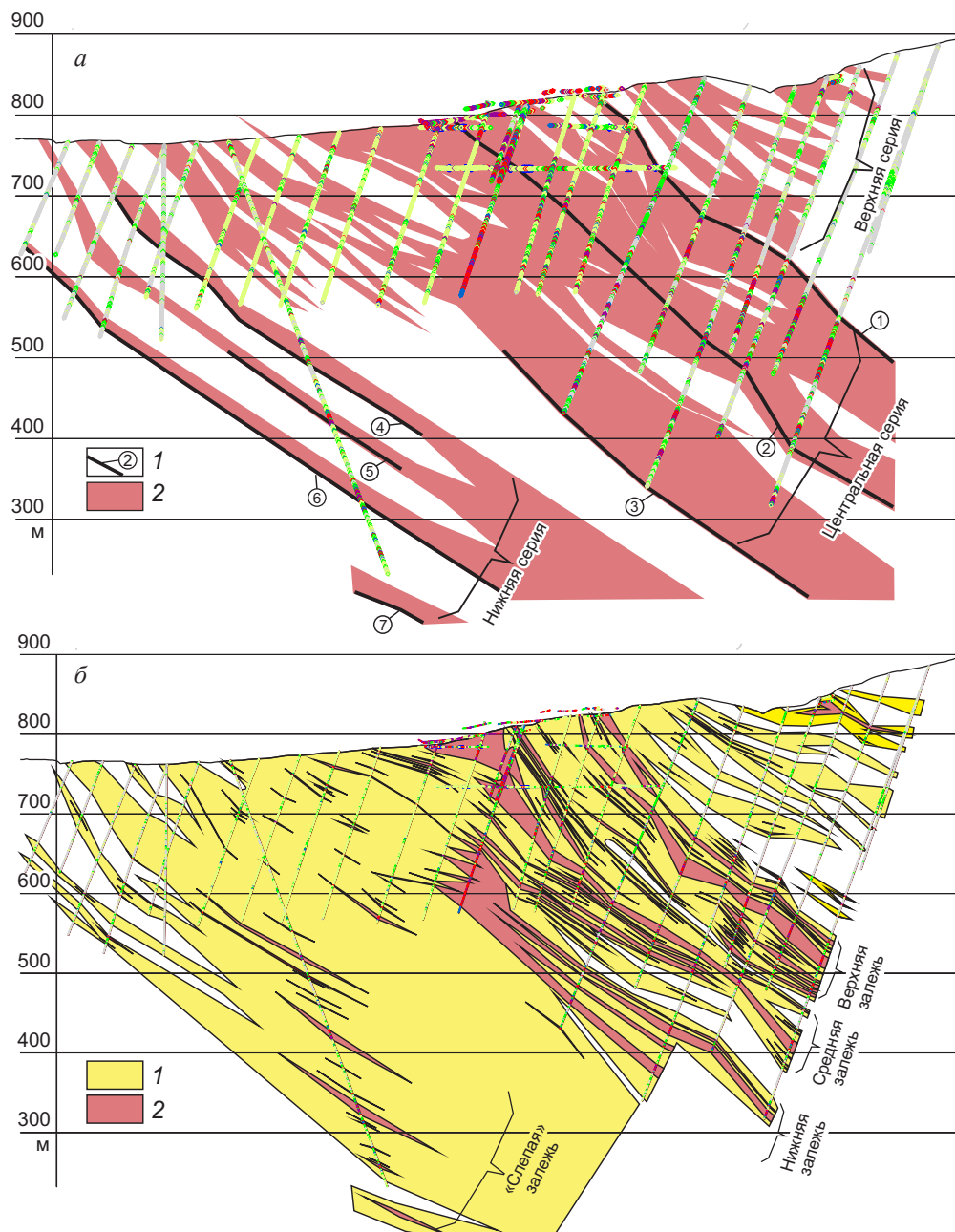


Рис. 6. РАЗРЕЗ ПО РАЗВЕДОЧНОЙ ЛИНИИ 14:

а – зоны надвигов и объёмной трещиноватости (1 – надвиги, их номера; 2 – зоны объёмной трещиноватости и дробления); *б* – интенсивность прожилково-метасоматических изменений (1 – прожилково-метасоматический ореол Au=0,01–0,79 г/т; 2 – интенсивные изменения – рудные зоны Au=0,8 г/т и более)

В целом в объёме месторождения рассмотренные выше типы разломов группируются в серии (см. рис. 6, *а*). Верхняя серия представлена пологими зонами дробления небольшой мощности, центральная связана с тремя осевыми надвиговыми структурами (1, 2, 3) и окаймляющими их мощ-

ными зонами трещиноватости и дробления (собственно рудные залежи месторождения), нижняя выражена несколькими (4, 5, 6, 7) надвиговыми структурами. На этой основе проведён анализ размещения рудной минерализации в разрезе месторождения (см. рис. 6, *б*). Здесь выделяется ореол

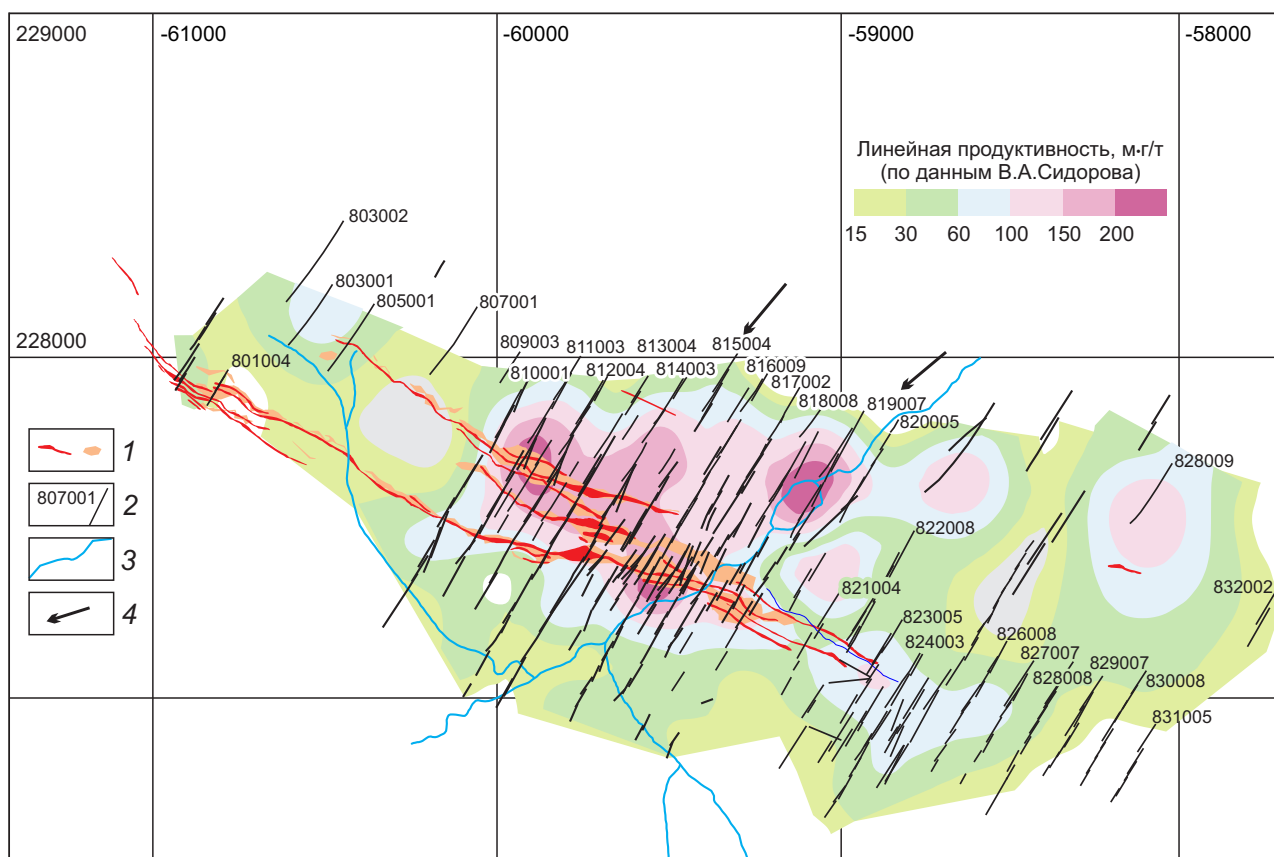


Рис. 7. СХЕМА ПОЛОЖЕНИЯ И ОРИЕНТИРОВКИ ПАЛЕОФЛЮИДОПОТОКОВ ПО ДАННЫМ ОПРОБОВАНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН (проекция на горизонтальную плоскость линейной продуктивности):

1 – рудные зоны и тела, выделенные по разным кондициям; 2 – горизонтальные проекции буровых скважин на профилях; 3 – рудные жилы; 4 – предполагаемая ориентировка палеофлюидопотоков

прожилково-метасоматической проработки, развитый шире тектонически нарушенного блока пород. Этот ореол наиболее плотный и однородный в центральной части и распадается на отдельные узкие «языки» на западном фланге и в верхней части, где проявлена верхняя серия нарушений. Наиболее интенсивные изменения (соответствующие рудным зонам) выражены внутри центральной серии нарушений. Здесь основой являются зоны трёх надвигов с дроблением между ними и, соответственно, выделяются нижняя, средняя и верхняя залежи. Рудные залежи имеют пологий струйный характер внутри ореола, причём выделяются крупное основное тело и вокруг серии более мелких.

Интенсивные изменения проявлены и в пределах нижней серии нарушений, причём золотая минерализация развивается непосредственно в связи с зонами надвигов, образуя «слепые» пологие

залежи. Такое размещение рудных залежей относительно осевых надвиговых структур позволяет предположить, что последние были путями проникновения рудоносных гидротермальных растворов, которые прорабатывали значительные блоки нарушенных пород. Подтверждение рудоподводящей роли надвигов – присутствие вкрапленной сульфидной минерализации и почти повсеместно установленные повышенные содержания золота в этих структурах (см. рис. 5, а).

Для выявления предполагаемых трасс палеофлюидопотоков проведена статистическая обработка данных опробования керн разведочных скважин центральной части месторождения (рис. 7). Мощности рудных интервалов умножались на среднее содержание металла и суммировались по каждой скважине. Полученные суммы линейной продуктивности выносились на план и отстраивались

изолинии. Выделенные области максимальных значений вытянуты по направлению трасс палеофлюидопотоков с северо-востока на юго-запад. По этим данным корневые части палеофлюидопотоков перспективны на обнаружение наиболее мощного и интенсивного оруденения, что может служить дополнительным обоснованием при определении направления первоочередных геологоразведочных работ.

Сходная последовательность структурных и рудообразующих событий, рассмотренная нами выше, охарактеризована и в работе [1] для месторождения Наталка (метаморфогенные кварцевые жилы – дайки спессартитов – дайки риолитов – основные гидротермальные руды – риолитовые брекчии – массивы и штоки гранитоидов), что позволяет распространить найденные структурные закономерности на другие перспективные объекты Омчакского РРУ. Например, основная структура месторождения Наталка [1] – Наталкинская разрывная зона шириной 1 км, протяжённостью 12 км, ориентированная на северо-запад (320–340°). К югу она приобретает плавный перегиб в широтном направлении и сочленяется с магистральным Омчакским разломом северо-северо-западной ориентировки. Падение рудовмещающих сбросов северо-восточное, причём для крайних юго-западных швов – Главного и следующего за ним Северо-Восточного разломов – 45–60° с постепенным вылаживанием вниз. Породы в зоне Главного разлома сильно смяты и развальцованы (превращены в чешуйчато-пластинчатый тектонит) на мощность 5–20 м. Данные признаки позволяют предположить взбросо-надвиговую природу этих нарушений, как и на месторождении Павлик. Для рудовмещающих листрических разломов установлены движения сбросового характера, что возможно лишь при левосдвиговых перемещениях по магистральному нарушению.

Таким образом, перемещения по Тенькинскому глубинному разлому происходили знакопеременно, что отразилось в смене сдвигов с правого на левый в Омчакском разломе. Месторождения Наталка и Павлик приурочены именно к таким фронтальным частям листрических взбросо-сдвиговых структур. Смена знака перемещения имеет, по-видимому, региональные причины, рассмотрение которых выходит за рамки данной работы. Отметим только, что более ранние правосдвиговые перемещения по глубинному разлому, вероятно,

вызваны волной давления со стороны Колымо-Омолонского супертеррейна на структуры Верхоянского складчатого пояса [2], а смена знака на левосдвиговые перемещения – начало давления со стороны Кони-Мургальской дуги [3]. Последующие пострудные деформации, вероятно, определялись становлением Охотско-Чукотского вулканогенного пояса.

Результаты проведённых исследований позволяют сделать ряд выводов.

1. Основные рудоконтролирующие структуры – протяжённые магистральные разломы, которые являются поверхностным выражением региональных (глубинных) разломов (Тенькинского в Центрально-Колымском регионе), относящихся к продольным коллизионно-транспрессионным нарушениям.

2. Первоначальные перемещения по коллизионно-транспрессионным зонам и, соответственно, по магистральным разломам (дорудный этап) – правосдвиговые. Трещинный парагенезис контролирует внедрение дайкового комплекса (спессартиты, риолиты) и дорудные кварцевые жилы. На собственно рудном этапе происходят смена кинематики на левосдвиговую, трансформация ранее образованных оперяющих взбросо-надвигов и взбросо-сдвигов в листрические сбросо-сдвиги, что сопровождается отложением золото-сульфидно-кварцевой минерализации.

3. Применение структурных методик даёт возможность значительно расширить перспективы невоскрытой части месторождения Павлик к юго-востоку от Павликовского сдвига до Омчакского разлома (участок Золотая Речка) и наметить места наиболее концентрированного оруденения, соответствующего рудным столбам. Перспективными для выявления рудных столбов представляются участки на северо-восточном и юго-восточном флангах месторождения.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ОАО «Золоторудная компания Павлик» – генеральному директору Макарову Василию Павловичу, директору по геологоразведке Троицкому Виктору Владимировичу и др. за оказанную помощь при выполнении работ.

Работа осуществлена по Программе № 48 «Месторождения стратегических и высокотехнологичных металлов Российской Федерации: закономерности размещения, условия формирования, инновационные технологии прогноза и освоения».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров В.И., Ворошин С.В., Сидоров В.А. Наталкинское месторождение – золоторудный гигант России. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2002.
2. Горячев Н.А. Геология мезозойских золото-кварцевых жильных поясов Северо-Востока Азии. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1998.
3. Золото-сурьмяные месторождения Сарылах и Сентачан (Саха-Якутия): пример совмещения мезотермальных золото-кварцевых и эпитептермальных антимонитовых руд / Н.С.Бортников, Г.Н.Гамянин, О.В.Викентьева и др. // Геология рудных месторождений. 2010. Т. 52. № 5. С. 381–417.
4. Месторождение Наталкинское / В.И.Гончаров, Н.А.Горячев, В.А.Сидоров и др. // Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых. Т. 3. Стратегические виды рудного сырья Востока России. Кн. 1. М., 2006. С. 213–254.
5. Морозов Ю.А. Структурообразующая роль транспрессии и транстенсии // Геотектоника. 2002. № 6. С. 3–24.
6. Стружков С.Ф., Наталенко М.В., Цимбалюк Н.В. Уникальные золоторудные регионы Витватерсранд (ЮАР) и Центрально-Колымский (Россия) – сопоставительный анализ // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2009. № 4. С. 72–81.
7. Фирсов Л.В. Золото-кварцевая формация Яно-Колымского пояса. – Новосибирск: Наука, 1985.
8. Шахтыров В.Г. Тенькинский глубинный разлом: тектоническая позиция, инфраструктура, рудоносность // Геологическое строение, магматизм и полезные ископаемые Северо-Восточной Азии. Магадан, 1997. С. 62–64.

STRUCTURE AND COMPOSITION OF GOLD PAVLIK DEPOSIT

Yu.S.Savchuk¹, A.V.Volkov¹, V.V.Aristov¹, V.A.Sidorov², S.M.Lyamin²
 (¹RAS Institute of Ore Deposit Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry, Moscow, ²OJSC Pavlik Gold Mining Company, Magadan)

The Central Kolyma gold region hosts major Nataalka and Pavlik deposits, which have a similar structure. Detailed observations in the quarry and in the core of the Pavlik deposit made it possible to outline the stages of structure and mineral formation and compare gold formation process to the left-lateral stage of development when transformation of previously formed feathering uprise-thrusts and uplift-shifts into lustric fault-shifts took place. In the ore-controlled, complex structure zone of tectonic disturbances, rod-like uplift-thrusts and zones of volumetric fracturing between them were identified. Selected areas of the maximum gold values extending from north-east to south-west trace palaeofluid flows, allow to predict ore mineralization development and adjust exploration drilling direction.

Keywords: Central Kolyma, gold, deposit, Pavlik, transpression, overthrust, overshear.

