

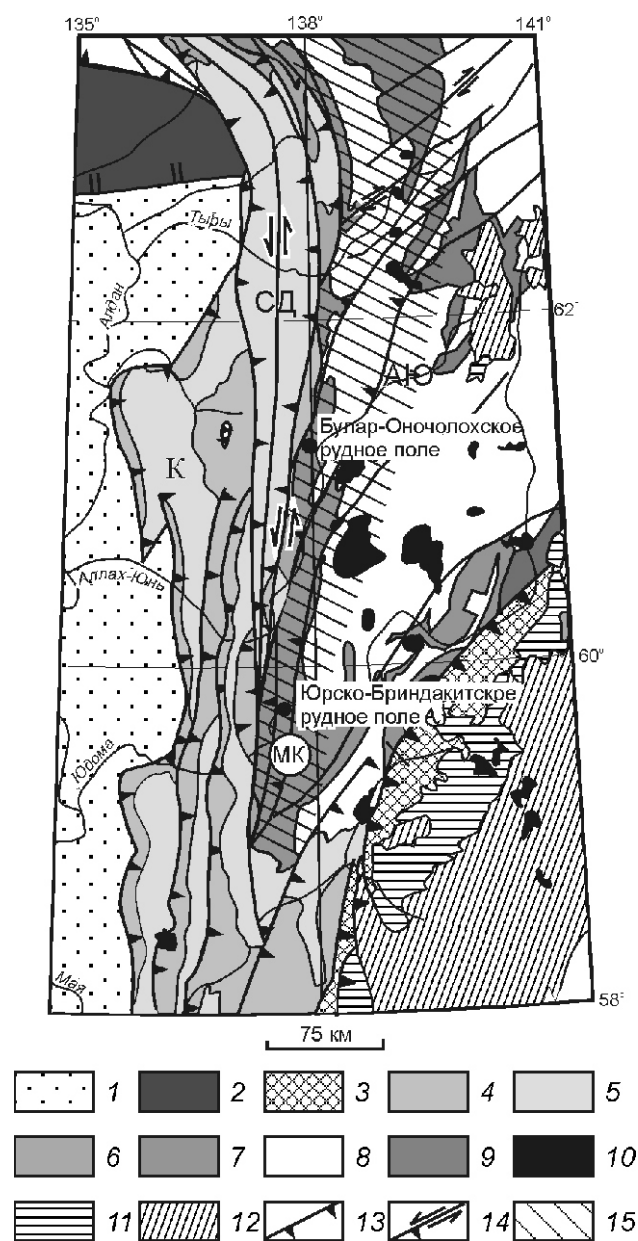
## Геолого-генетическая модель формирования стратифицированных золото кварцевых месторождений Южного Верхоянья

В.Ю.ФРИДОВСКИЙ, Г.Н.ГАМЯНИН, Н.А.ГОРЯЧЕВ

Стратифицированные золото кварцевые месторождения широко распространены в орогенных областях, сложенных преимущественно терригенными комплексами мощностью до 10—15 км. В рудных районах отмечаются интенсивные линейные складчатые и разрывные деформации, а также метаморфизм пород до уровня зеленосланцевой фации. Широко развит коллизионный гранитоидный магматизм, связь с которым золотого оруденения не установлена. Рудные тела месторождений залегают согласно с напластованием пород, образуя многоярусные жилы с сопровождающими их секущими апофизами. Согласно жилы, как и вмещающие породы, смяты в складки. Концентрация золота в рудах достигает сотен граммов на тонну. Золото обычно крупное, свободное, легко извлекаемое. Запасы месторождений, как правило, до первых десятков тонн. Однако среди них известны такие объекты мирового уровня как рудный район Бендиго в Австралии, Виндонгио (Китай), Кокран-Хилл (Шотландия), Каролин (Британская Колумбия), Джуно (США), Керкленд-Лейк, Холлингер, Мак-Интайр (Канада), Гадар, Рамагири (Индия) и другие [3,11]. В России к этому типу относятся Советское и Олимпиадинское месторождения на Енисейском кряже. Рассматриваемые месторождения широко проявлены на северо-востоке Якутии в Юрско-Бриндакитском, Булар-Оночолохском, Дьяндинско-Охонсойском, Кыллахском рудных полях и других регионах [18].

За более чем 50-летнее изучение золотого оруденения региона накоплен обширный материал по геолого-структурным и минералого-геохимическим особенностям, закономерностям размещения и формирования месторождений. С учетом новых данных, полученных в последние годы, можно разработать комплексные геолого-генетические модели месторождений золота, выделить ведущие факторы их формирования. Анализ комплексных геолого-генетических моделей выполнен на примере месторождений Аллах-Юньской тектонической зоны Верхоянского складчато-надвигового пояса (см. рисунок). Эта территория уникальна тем, что здесь проявлены геологические образования широкого возрастного диапазона, сформированные в различных геодинамических обстановках, характерных для Северо-Востока Азии. В качестве эталонного объекта выбрано Юрско-Бриндакитское рудное поле, которое характеризует главные типы месторождений, хорошо изучено и наиболее представительно для построения модели.

Основные элементы модели — позиция в региональных структурах, особенности рудолокализирующих структур и рудных тел, возможные механизмы их формирования; характеристика вертикальной и горизонтальной зональности руд и метасоматитов, физико-химические параметры рудоотложения, возможные источники рудного вещества и пути его транзита; развитие минеральных ассоциаций, их распределение и изменение типоморфных свойств в пространстве, флюидные включения. Месторождения рассматриваются как закономерные звенья развития сложных геологических процессов, и их формирование анализиру-



Структурно-геологическая схема Южно-Верхоянского сектора Верхоянского складчато-надвигового пояса [18]:

1 — осадочный чехол Сибирской платформы; 2 — Приверхоянский краевой прогиб; 3 — раннедокембрийские образования Биллячанской тектонической зоны; 4 — рифейские, 5 — венд-нижнепалеозойские, 6 — среднедевонские — нижнекаменноугольные, 7 — верхнекаменноугольные, 8 — пермские, 9 — триасовые; 10 — мезозойские гранитоиды; вулcano-плутонические пояса: 11 — Удской пояс, 12 — Охотско-Чукотский вулканогенный пояс; 13 — надвиги; 14 — сдвиги и взбросо-сдвиги; 15 — метаморфический пояс; тектонические зоны: К — Кыллахская; СД — Сетте-Дабанская; АЮ — Аллах-Юньская; МК — Минорско-Кидерикинский разлом

ется с учетом общих геодинамических и металлогенических особенностей региона.

**Особенности геологического строения и минерального состава.** Стратифицированное золото кварцевое оруденение Южного Верхоянья развито в узкой полосе шириной около 50 км и длиной более 300 км в западной части Аллах-Юньской тектонической зоны. Юрско-Бриндакитское рудное поле прослеживается на расстояние 36 км к северу от р.Юдома в западном крыле Минорско-Кидерикинского разлома. В рудном поле известны месторождения и рудопроявления Юр, Дуэт, Фин, Некур и другие, являющиеся источником россыпей в значительной степени уже отработанных. В пределах верхнекаменноугольного—нижнепермского горизонта мощностью 1180—1690 м известно несколько ярусов золото кварцевых стратифицированных жил, отвечающих нижним песчаниковым слоям крупных ритмопачек [20, 21]. В продуктивном горизонте флишоидного строения (чередование песчаников, диамиктитов, алевролитов, конгломератов и аргиллитов) с отчетливой градационной слоистостью выделено 5 ритмопачек мощностью от первых десятков до первых сотен метров: в основании залегает горизонт грубозернистых псаммитпсефитовых пород, над ним расположены пачки слоистых алевролитов и аргиллитов [21]. Для нижних ритмопачек характерны текстуры оползания, взмучивания и взламывания. Породы рудного поля резко дифференцированы по упруго-прочностным и фильтрационным свойствам [15], чем объясняется развитие межслоевых смещений. Эффективная пористость алевролитов и полосчатого кварца в среднем составляет соответственно 0,21 и 1,25%, песчаников — 4,25%, массивного кварца — 4,1%. Коэффициент Пуассона алевролитов  $10,13 \cdot 10^{-4}$  МПа, песчаников  $4,46 \cdot 10^{-4}$  МПа, кварца  $7,61 \cdot 10^{-4}$  МПа [15].

Рудные жилы Юрско-Бриндакитского рудного поля представлены пластовыми и субпластовыми телами длиной до 2 км и мощностью до 10 м (обычно 1—2 м) в пластах песчаников или вдоль контакта их со сланцами и алевролитами. Иногда отмечается сочетание согласных и радиально сопряженных секущих жил. Содержание золота в рудных телах от первых граммов на тонну до килограммов на тонну, в среднем 10—30 г/т. Распределение металла в стратифицированных жилах струйчатое. Характерно расположение обогащенных участков согласно простиранию складок.

В работе [20] показаны результаты структурного анализа Юрско-Бриндакитского рудного поля. В структурном плане размещение протяженных стратифицированных жил контролируется зонами скальвания (shear zone), в которых деформации происходят путем дифференцированных трансляций пород по плоскостям сланцевого кливажа. Ведущий механизм деформации — пластическое течение горных пород, тесно связанное со стресс-метаморфизмом ( $S_m$ ). Течение существенно облегчается наличием жидкостей и газов в горных породах, их гидrolитическим ослаблением. Как правило, породы в результате тектонического течения оказываются обезвоженными. Так, установлена сильная обезвоженность пород Юрско-Бриндакитского рудного поля, в то время как в центральной части Аллах-Юньской тектонической зоны содержание воды в песчаниках и алевролитах в среднем составляет соответственно 0,14 и 0,17% [9]. С зонами скальвания сопряжены сланцевый кливаж, складки скальвания, муллион- и будинаж-структуры, транспозиционные элементы. Поро-

ды, вмещающие стратифицированное оруденение, наряду с дорудным метаморфизмом серицит-хлоритовой субфации зеленосланцевой фации, испытали гидротермальные околожилные изменения (окварцевание, серицитизацию, сульфидизацию и карбонатизацию) небольшой интенсивности [7, 12].

В стратифицированных жилах преобладает кварц (95%) с примесью альбита и карбонатов. Количество сульфидов не превышает 1%. Среди них наибольшее значение имеет арсенопирит, заметно меньшее — пирит, галенит, сфалерит, халькопирит, блеклая руда и золото [7, 16]. В рудных телах выделяются метасоматическая пирит-арсенопиритовая, жильная пирит-арсенопирит-анкерит-кварцевая (серый и темно-серый кварц), золото-сфалерит-галенит-кварцевая (молочно-белый кварц) и бурнонит-буланжерит-карбонатная минеральные ассоциации.

**Пирит-арсенопиритовая метасоматическая ассоциация** развита исключительно в околожилных породах, образуя ореолы сульфидной вкрапленности шириной 10—20 см, редко больше, кварц-серицитового и кварц-альбит-серицитового парагенезисов. Метакристаллы пирита и арсенопирита представлены усложненно-кубическими морфологическими формами (0,25 мм), а арсенопирита — уплощенно-ромбовидными (3—4 мм, иногда до 1 см). Для арсенопирита характерна грубая штриховка граней и наличие двойников и тройников сростания. Метакристаллы нередко окружены шестоватыми «рубашками» кварц-серицитового состава. Состав пирита по данным микронзондового анализа практически стехиометричен. Изредка внутри зерен встречаются блоки, обогащенные As до 1%. Наиболее существенные примеси Sb, Pb, Co, Ni, содержания которых составляют 200—500 г/т. Арсенопирит по составу относится к разновидностям обогащенным серой: S/As изменяется в пределах 1,213—1,328. Содержание золота в метасоматических пиритах и арсенопиритах не превышает 15 г/т.

**Пирит-арсенопирит-анкерит-кварцевая жильная ассоциация** составляет основу рудных тел. Обычно это серый и темно-серый маслянистого облика крупно- и мелкозернистый кварц. Его структурно-текстурные особенности подробно изложены в работе [10]. Для него, прежде всего, характерна интенсивная деформированность зерен с интенсивным облачным угасанием или с направленными полосами деформаций. Местами возникают динамические структуры перекристаллизации с образованием мелкозернистого агрегата. Из других специфических признаков следует отметить крайне низкое содержание  $LiO_2$  2—4 г/т (против обычных 10—16 г/т); пониженную флюидонасыщенность 0,05—0,09%  $H_2O$ ; очень низкие значения величин естественной термолюминесценции 20—30 у.е. при одном неясно выраженном температурном пике (180 С). Пирит в данной ассоциации распространен ограниченно и представлен мелкими гнездообразными обособлениями, локализующимися в призальбандовых частях жил. Нередко он встречается совместно с антраколитом в околожилном ореоле. Состав пирита стехиометричен. Рудогенные примеси (в г/т): Pb 40; Sb 1,8; Ag 0,25; Au 2,5. Арсенопирит в отличие от пирита встречается в жилах значительно чаще, образуя скопления размером до 5 см в поперечнике в различной степени ограненных слабоуплощенной ромбовидной формы кристаллов. Практически повсеместно с арсенопиритом пространственно ассоциирует золото, образующее в нем просечки от единичных до

густой иногда направленной сети. Количество золота в таких сростаниях достигает 50%. Нередко вместе с золотом присутствует галенит. Состав жильного арсенопирита сходен с метасоматическим, как и содержание (г/т) ряда рудогенных примесей — Cu, Zn, Sb, Co, Ni на уровне 200—350 г/т, при существенно большем содержании Pb 530 г/т. Нередко к арсенопириту приурочены выделения золота, поэтому его золотоносность изменяется в широких пределах 15—540 г/т. Анкерит в данной ассоциации отмечается спорадически, обычно в ассоциации с пиритом, и представлен магнезиальной разновидностью (в %): CaO 29,7; MgO 16,6; FeO 11,8; MnO 0,8; SrO 0,2.

**Золото-сфалерит-галенит-кварцевая ассоциация** — основная продуктивная. Галенит и золото наряду с разнообразными сростаниями образуют взаимные вроски кристаллов: многогранных золота в галените и кубооктаэдрических галенита в золоте. Кроме того, в золоте отмечаются очень мелкие кристаллы арсенопирита, очень редко пирита и в единичных случаях — пирротина. Морфологически золото представлено каркасно-ветвистыми формами (70%), псевдокристаллическими образованиями (около 20%) и кристаллами (первые проценты). Пробность золота в месторождениях 780—870%. Из примесей наибольшие концентрации (в г/т) в золоте дают: Pb 160—740, Hg 240—720, Fe 100—250. Содержания As, Cu, Sb находятся в пределах 30—60 г/т. По содержанию элементов-примесей золото месторождений Юрско-Бриндакитского рудного поля практически не отличается от золота Неждановского месторождения, за исключением на порядок более низких концентраций мышьяка. М.М.Константинов и Т.Н.Косовец [10] отмечают редкое присутствие в зернах низкопробных фаз, появление которых не расшифровывается и количество не влияет на основной состав золота месторождений. Сфалерит характеризуется содержанием Fe 4—8% и Cd до 0,7%. В галените изредка фиксируется примесь висмута.

**Бурнионит-буланжерит-карбонатная ассоциация** встречается спорадически, наиболее распространена на месторождении Юрское, где тесно ассоциирует с галенитом, для которого отмечается повышенное содержание Sb до 1000 г/т. В пустотках среди молочно-белого кварца и его прозрачных кристалликов встречаются пластинчатые выделения светло-желтого карбоната.

**Геолого-генетическая модель формирования стратифицированных золото-кварцевых месторождений.** Генезис стратифицированных золото-кварцевых месторождений до настоящего времени остается дискуссионным. Для таких месторождений предлагались различные генетические модели: 1) метаморфогенная, наиболее последовательно развиваемая Н.Г.Андрияновым [1], В.А.Буряк и др.[2], Г.С.Мирзахановым, З.Г.Мирзахановой [12], М.К.Силичевым, Н.В.Белозерцевой [16]; 2) осадочно-гидротермально-метаморфогенная [10]; 3) плутоногенная [10] и 4) комбинированная — ранние жилы метаморфогенные, поздние — плутоногенные [5, 7]. Совокупность имеющихся тектонических, геолого-структурных и минералого-геохимических данных позволяет придать важное значение формированию рудных тел осадочного, дислокационно-метаморфогенно-гидротермального процессов и предложить следующий сценарий формирования оруденения Юрско-Бриндакитского рудного поля:

**Осадочный этап.** В результате среднепалеозойского рифтогенеза в пределах Верхоянской пассивной континен-

тальной окраины формировались продольные уступы в рельефе кристаллического фундамента [18]. Эти структуры во многом определяли условия осадконакопления, а в поздней юре—раннем мелу на аккреционном этапе развития влияли на формирование тектонического плана территории. Уступы трассировались глубокопроникающими разрывными нарушениями, по которым происходили дифференцированные движения, что привело к развитию палеофациальных обстановок мутьевых потоков и донных течений с накоплением алевропесчаных пород повышенной мощности и разнообразными седиментационными текстурами. Разломы играли роль каналов для поступления растворов, которые разгружались в осадки. Для алевролитов установлены повышенная известковистость, углеродистость, содержание сульфидов, золота и элементов-спутников золотого оруденения [10].

В карбоне—средней юре происходило накопление терригенных толщ. М.М.Константиновым и др. [10, 11] раскрыта роль осадочного процесса и палеофациальных условий. Важно подчеркнуть формирование повышенного фона золота осадочных пород [9], что создало благоприятные условия для его возможной последующей мобилизации. Согласно работе [9], региональный фон золота в Южно-Верхоянском синклинии составляет для алевролитов 7,2 мг/т, а для песчаников 6,0 мг/т. Продуктивные отложения имеют еще более высокие концентрации золота: песчаники 10,0 мг/т, алевролиты 12,2 мг/т. При заложении в позднем триасе—ранней юре Удской окраинно-континентальной дуги [18] в ее тылу происходит утонение коры, развитие термальной аномалии и создание предпосылок к возникновению палингенных гранитных очагов.

**Дислокационно-метаморфогенно-гидротермальный этап.** Первые мезозойские деформационные события в Южном Верхоянье по данным  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  изотопного датирования определены концом поздней юры [14] и связаны с событиями в Удской активной континентальной окраине [6, 14]. Развиваются интенсивная складчатость, разрывообразование и метаморфизм с генеральным направлением сжатия запад-северо-запад [18].  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  возраст дислокационных метаморфических событий и складчатости в Аллах-Юньской зоне составляет 119 0,5 млн.лет, и отвечает завершению становления заключительных фаз гранитных плутонов Южного Верхоянья [14].

Аккреционные события привели к зарождению линейной полосы зонального метаморфизма, возникновению флюидного потока, выносящего золото и мышьяк из градиентно метаморфизируемых осадочных пород, обогащенных именно этими элементами. Флюид мигрировал вдоль зон разломов и отлагал свой груз в линейных приразломных складках в виде стратифицированных золото-кварцевых жил в пределах зеленосланцевой фации метаморфизма. Этому этапу свойственно проявление интенсивного регионально-дислокационного метаморфизма в зонах крупных разломов, фиксирующих участки максимальных динамических усилий. Метаморфизм наиболее интенсивно проявлен в южной части зоны, где ширина биотитовой и ставролитовой зон достигает 20—25 км [1]. Поэтому именно здесь максимально развито стратифицированное золото-кварцевое оруденение промышленного значения с признаками метаморфогенного происхождения [12]. Метаморфические породы образуют пояс преимущественно совмещенный с западной частью Аллах-Юньской текто-



нической зоны. Здесь происходит смена метагенетически преобразованных пород (альбит хлорит серицит пирит) метаморфическими минеральными ассоциациями мусковит-биотитовой (биотит альбит эпидот мусковит) и ставролитовой (ставролит гранат эпидот мусковит кварц биотит альбит) субфаций. Максимальные параметры метаморфизма  $T$  500 С,  $P$  300—650 МПа [17]. По данным [13], Р-Т условия метаморфизма на юге пояса составляют  $P$  200—400 МПа,  $T$  150—250 С.

Зоны метаморфизма являются секущими относительно стратиграфических границ и складок [17]. Метаморфические изменения сопряжены с зонами скальвания [20]. Определение значений петроструктурного коэффициента деформированности  $K_d$  позволило выделить три группы динамометаморфических пород [19]. По мере приближения к осевой части зон скальвания наблюдается последовательный ряд динамометаморфических структур (от седиментных без видимых следов стресс-метаморфизма, до структур развитого тектонического течения), соответствующих I—III классам сланцеватости пород (плитчатая делимость пород, грубосланцевое и совершенно сланцевое их сложение) [19]. Первая группа отвечает начальному этапу деформации породы  $K_d$  1—2 (пластинчато-сдвиговый морфологический тип структур течения). На микроуровне видны угловатые обломки неправильной формы. Закономерная ориентировка отсутствует. Вторая группа соответствует катакластическому морфологическому типу  $K_d$  2,0—4,5. В шлифах отмечается бластез обломочных зерен кварца с удлинением их по сланцеватости и образованием «бород» регенерированного кварца, а также процессы хлоритизации и серицитизации. Характерна директивная ориентировка минеральных зерен со структурами обтекания. Данная группа разделена на две подгруппы  $K_d$  2,0—3,5 и 3,0—4,5, которые отличаются интенсивностью развития зерен породообразующих минералов линзовидно-эллиптической формы в тонкокристаллическом матриксе. Вторая подгруппа имеет более выраженную направленность распределения порфирокластов кварца с волнистым погасанием. В породах третьей группы ( $K_d$  5,0) наблюдаются линзовидные сегрегации кварца и полевого шпата интенсивно линейаризованной милонитовой основной ткани. Заметно появление магистральных зонок и выравнивание поверхностей сланцеватости (сегрегационно-струйчатый морфологический тип структур течения). Обязательное условие преобразований — наличие ориентированного давления, а следствие — постадийная упорядоченность минералов, слагающих породы, увеличение степени перекристаллизации, метаморфизма, ориентировки зерен и кристаллов при уменьшении зернистости.

Глубина образования оруденения в зонах скальвания по геологическим реконструкциям более 3 км [7]. Давление во флюидных системах около 200 МПа [2], что сопоставимо с условиями метаморфизма вмещающих пород. Косвенное свидетельство формирования оруденения на относительно больших глубинах — практически полное отсутствие естественной термолюминесценции у рудного кварца [10].

Остается дискуссионным вопрос об источнике рудного вещества: являются ли им только вмещающие или магматические породы, или же рудоносные растворы — продукт смешения флюидов разных процессов [2, 4, 8, 10, 12].

Устанавливается двухэтапное формирование золотого оруденения. При этом большинством исследователей принимается гидротермально-метаморфогенная природа растворов первого этапа. Признается основная роль второго этапа в формировании промышленной золотоносности. Однако на природу растворов существует две точки зрения: повторная активизация гидротермальных растворов при энергетическом воздействии нескрытых интрузий [3] и смешанный характер флюидов, отражающих их магматогенную и метаморфогенную составляющие, на пути их миграции к рудолокализирующим структурам [4, 5].

Минералогическая зональность в Юрско-Бриндакитском рудном поле не проявлена, но достаточно отчетливо наблюдается по изменению состава минералов и примесей в них. В частности, с севера на юг от месторождения Бриндакит через месторождение Юрское к месторождению Дуэт отмечается некоторое возрастание сернистости арсенипирита ( $S/As$  1,213—1,301—1,328) и возрастание пробности (в %) золота 800—830—850. В этом же направлении в кварце возрастают концентрации (в г/т) As (40—120—200), Pb (7—9—20) и уменьшаются Cu (34—31—21). В метасоматических арсенипирите и кварце с севера на юг закономерно уменьшается содержание V и возрастает содержание Ni. Возможно, это является отражением геохимических особенностей терригенных пород, вмещающих рудные тела, так как в них содержания V и Ni изменяется аналогичным образом.

Параметры физико-химического режима рудообразующих процессов приводит ряд исследователей. Так, в работе [2] отмечается, что безрудный серый кварц формируется из водно-углекислотных растворов с низкой концентрацией солей при  $T$  280 С и  $P$  100—150 МПа. Для белого рудоносного кварца условия схожие — водно-углекислотный раствор с концентрацией солей 3—5 — 5—10 экв-% NaCl,  $T$  300—330 С и  $P$  200 МПа. Температуры гомогенизации конкретных месторождений оцениваются следующими значениями: Дуэт 230—260 С, Юр 170—230 С, более 310 С; Финн 225—150 С; Некур 280—300 С [2]. По данным хроматографии во флюиде присутствуют  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_2$ ,  $CO$ ,  $N_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$ ,  $H_2$ . Коэффициент окисленности 0,25—0,5. Состав флюидов преимущественно водно-углекислотный не только в кварце, но и в золоте. В кварце на контакте с выделениями золота резко возрастает соленость (до 19 экв.-%  $Ca(Mg)Cl_2$ ).

Температуры гомогенизации молочно-белого продуктивного кварца Юрско-Бриндакитского рудного поля находятся в диапазоне 180—300 С, а по данным вакуумной декрепитации — 120—410 С с максимумами температур декрепитации 210, 260, 310, 380 С. Состав растворов определяется как калиево-магниевый (43K 30Mg 6Na 2Ca) хлоридно-бикарбонатный ( $73Cl$  27 $NaCO_3$ ).

Наличие в Юрско-Бриндакитском рудном поле двух генераций кварца, отмечаемых многими исследователями [7, 10, 16], объясняется двухстадийностью формирования оруденения. Первая стадия формирования ранних генераций кварца связана с домагматическими метаморфогенными флюидами, вторая — с поднятием магм на более высокий коровый уровень [10].

**Факторы формирования стратифицированных золоторудных месторождений.** Рассмотренные геолого-структурные и минералого-геохимические особенности золоторудных месторождений позволяют определить

основные факторы формирования стратифицированных золоторудных месторождений региона, которые могут быть использованы для прогнозирования:

1. Развитие интенсивных линейных разрывных и складчатых деформаций в связи с позднеюрской—раннемеловой аккрецией.

2. Резкое погружение рельефа фундамента, существенно изменившее динамику латерального движения на границе кристаллического фундамента и терригенно-карбонатного комплекса.

3. Развитие на границе терригенно-карбонатного и терригенного структурно-формационных комплексов интенсивных линейных зон пластических деформаций.

4. Наличие конседиментационно активизированных разрывов, резких фациальных изменений, обогащение терригенных толщ рядом рудных элементов. Повторяемость в разрезе пелит-псаммитовых пачек и локальных экранирующих систем, создающих условия для развития многоярусного оруденения.

5. Латеральное дискретное строение линейных зон скалывания, проявляющееся в чередовании субдолготных полос, сложенных породами разной степени структурной зрелости (деформированности).

6. Формирование основного структурного плана территории при коаксиальных напряжениях, горизонтальном близширотном положении оси сжатия во взбросовом поле напряжений. Максимальная дислоцированность пород в зонах скалывания, для которых характерно проявление процессов тектонического течения.

7. Преобразование терригенных толщ с перегруппировкой рудных и петрогенных элементов, сопровождающее синметаморфическое течение толщ.

8. Наличие протяженного и узкого метаморфического пояса вдоль основных разломов взбросо-сдвиговой кинематики.

9. Высокая золотоносность и мышьяковистость терригенных пород верхоянского комплекса.

10. Простой минеральный состав рудных тел. Сочетание раннего серого и позднего молочно-белого кварца.

11. Метасоматические преобразования околожильных пород с обязательной зоной сульфидизации.

12. Выдержанность минерального состава рудных тел по латерали.

*Исследования поддержаны грантами РФФИ «Дальний Восток» (06-05-96004, 06-05-96070), проектом АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» (РНП. 2.1.2.8582, Интеграционным проектом СО РАН 119.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриянов Н.Г. О взаимоотношении процессов метаморфизма и золоторудной минерализации в Южно-Верхоянском синклинории // Докл. АН СССР. 1973. Т. 211. № 2. С. 434—436.
2. Буряк В.А., Неменман И.С., Бердников Н.В. и др. Флюидный режим формирования и источник рудообразующих растворов золото-кварцевых жил Аллах-Юньской зоны // Тихоокеанская геология. 1990. № 3. С. 62—70.
3. Буряк В.А., Бакулин Ю.И. Металлогения золота. —Владивосток: Дальнаука, 1998.
4. Гамянин Г.Н. Минералогические аспекты формационно-генетического анализа золоторудных месторождений Верхояно-Колымской складчатой области. —М.: Геос, 2001.
5. Горячев Н.А. Происхождение золото-кварцевых жильных поясов севера Пацифика. —Магадан, 2003.
6. Горячев Н.А. Удско-Мургальская магматическая дуга: геология, магматизм, металлогения // Проблемы металлогении рудных районов Северо-Востока России. —Магадан, 2005. С. 17—38.
7. Гринберг Г.А., Бахарев А.Г., Гамянин Г.Н. и др. Гранитоиды Южного Верхоянья. —М.: Наука, 1970.
8. Зайцев А.И., Ненашев Н.И. Изотопный состав стронция из жильного материала золото-кварцевых проявлений Аллах-Юньского района // Отечественная геология. 1999. № 4. С. 62—65.
9. Кокин А.В., Силичев М.К. Литолого-петрохимические и геохимические особенности отложений, вмещающих стратиформное золото-кварцевое оруденение в юго-восточной Якутии // Литология и полезные ископаемые. 1987. № 3. С. 15—29.
10. Константинов М.М., Косовец Т.Н. Золото-кварцевые месторождения в турбидитах Южной Якутии // Руды и металлы. 1996. № 3. С. 5—20.
11. Константинов М.М., Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Стружков С.В. Золоторудные гиганты России и Мира. —М.: Научный мир, 2000.
12. Мирзеханов Г.С., Мирзеханова З.Г. Стратифицированное золото-кварцевое оруденение углеродисто-терригенных толщ Южного Верхоянья. —Владивосток, 1991.
13. Неменман И.С. К методике полевого картирования слабых метаморфических преобразований на юге Аллах-Юньской зоны // Метаморфические комплексы Северо-Востока СССР, их рудоносность и геологическое картирование. —Магадан, 1991. С. 97—106.
14. Прокопьев А.В., Бахарев А.Г., Торо Х. и др. Среднепалеозойский окраинно-континентальный магматизм и мезозойские метаморфические события зоны сочленения Северо-Азиатского кратона и Охотского террейна // Отечественная геология. 2003. № 5. С. 57—63.
15. Семинский Ж.В., Филонюк В.А., Черных А.Л. Структуры рудных месторождений Сибири. —М.: Недра, 1987. С. 183.
16. Силичев М.К., Белоозёрцева Н.В. Роль коллоидов в формировании согласных золото-кварцевых жил Южного Верхоянья // Зап. ВМО. 1986. Т. 115. № 5. С. 563—568.
17. Симанович И.М., Андриянов Н.Г. Начальный метаморфизм пород верхоянского комплекса (Южное Верхоянье) // Литология и полезные ископаемые. 1994. № 3. С. 103—115.
18. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). —М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001.
19. Фридовский В.Ю., Полуфунтикова Л.И. Структурно-метаморфические преобразования пород в зонах скалывания // Изв. вузов. Геология и разведка. 2000. № 2. С. 16—20.
20. Фридовский В.Ю. Структуры золоторудных полей и месторождений Яно-Колымского рудного пояса (Восточная Якутия — территория Верхояно-Колымской коллизионной области) // Металлогения рядов коллизионных геодинамических обстановок. Т. 1. —М.: ГЕОС, 2002. С. 6—241.
21. Яновский В.М. Рудоконтролирующие структуры терригенных миогеосинклиналей. —М.: Недра, 1990.