

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.736.3:553.07 (282.256.861)

DOI 10.18522/0321-3005-2016-1-84-89

ЛИТОГЕНЕЗ ПЕРМСКИХ ТОЛЩ АЯН-ЮРЯХСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ  
ЯНО-КОЛЫМСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

© 2016 г. А.А. Астахова, А.Э. Хардигов

Астахова Анна Александровна – соискатель, кафедра минералогии и петрографии, Южный федеральный университет, ул. Зорге, 40, г. Ростов-на-Дону, 344090.

Хардигов Александр Эдуардович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, кафедра минералогии и петрографии, Южный федеральный университет, ул. Зорге, 40, г. Ростов-на-Дону, 344090, e-mail: khardikov@sfedu.ru

Astakhova Anna Aleksandrovna – Competitor, Mineralogy and Petrography Department, Southern Federal University, Zorge St., 40, Rostov-on-Don, 344090, Russia,

Khardikov Aleksandr Eduardovich – Doctor of Geologic and Mineralogical Science, Professor, Mineralogy and Petrography Department, Southern Federal University, Zorge St., 40, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: khardikov@sfedu.ru

Рассматриваются особенности литогенеза пермских вулканогенно-осадочных отложений, входящих в состав Верхоянского терригенного комплекса Яно-Колымской складчатой области. Пермский осадочный бассейн играл важную роль в начальной мобилизации и перераспределении рудного вещества. На примере атканской свиты показана возможность реализации элизионно-катагенетического механизма образования золотоносных комплексов в пермских толщах Аян-Юряхского антиклинория. Породы атканской свиты в пределах Аян-Юряхского антиклинория разделены на два литолого-фациальных комплекса: проток авандельты и бровки шельфа и континентального склона. Показана генетическая связь золота с пермскими вулканогенно-осадочными комплексами. Латеральная миграция золоторудных растворов из одного литолого-фациального комплекса происходила во время катагенетических преобразований толщи.

**Ключевые слова:** Аян-Юряхский антиклинорий, атканская свита, верхняя пермь, золотоносность, элизионно-катагенетический механизм.

*Lithogenesis of the Permian volcano-clastic deposits of the Ayan-Yurakh Anticlinorium are observed in the paper. Permian basin plays important role in the initial mobilizing and distribution of ore material. Origin of the ore gold formation in the Permian rocks is explained with the elision-catagenetic mechanism. The basic parameters of this mechanism are shown in terms of Atkan suite. Two lithofacies of the Atkan suite are recognized: shelf or delta front and shelf edge or slope break facies. Gold and volcanic material are deposited in Permian basin with the clastic products at the same time. Lateral distribution of the gold from one complex to another occurs during diagenesis.*

**Keywords:** Ayan-Yurakh Anticlinorium, atkan suit, upper Permian, ore gold, elision-catagenetic mechanism.

Аян-Юряхский антиклинорий является частью Яно-Колымского металлогенического пояса. В нем локализованы месторождения, суммарная минерально-сырьевая база которых на сегодняшний день составляет не менее 2–2,5 тыс. т золота. Механизм их формирования до сих пор остается невыясненным. В соответствии с представлениями А.А. Сидорова, В.А. Бурыка, А.А. Волкова [1] о первопричинах формирования золоторудных месторождений сульфидно-вкрапленного типа в складчатых осадочных толщах природу таких месторождений следует рассматривать как полигенную метаморфогенно-магматогенную. Имеется в виду, что в формировании руд этих месторождений велика роль как метаморфогенных процессов на ранних этапах их концентрационного обособления,

так и магматогенных, способствующих обогащению и вместе с тем вызывающих дифференциацию первичных руд на поздних этапах.

Во время метаморфогенного этапа протекают процессы первичного осадконакопления и диагенеза осадков; образования вкрапленной сульфидной минерализации в погребенных толщах донных отложений в ходе их катагенеза и метагенеза; интенсивного складкообразования (на стадии орогенеза); регионального метаморфизма (с проявлением углеродистого метасоматоза) толщ до фации зеленых сланцев, включающей сульфидизацию осадочных пород и формирование межпластовых и секущих кварцевых тел магматогенной природы.

Сами черносланцевые толщы считаются «базовыми формациями», поскольку в ряде работ пока-

зана литогенная природа некоторых золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах и выявлена тесная связь процессов литогенеза и рудообразования.

Развитие литогенных систем происходит в течение длительного периода предыстории месторождения, приводящего к возникновению крупных участков скопления повышенных концентраций золота. Только в некоторых случаях могут возникать промышленные концентрации. Образование предрудной минерализации можно объяснить одной из существующих моделей: эксгальационно-осадочной, седиментационно-диагенетической или элизионно-катагенетической. Элизионно-катагенетическая модель наиболее четко проявлена в формировании золоторудных систем Яно-Колымского складчатого пояса, где основная золотоносность связана с Верхоянским терригенным

верхнепалеозойско-нижнемезозойским комплексом. Его отложения накапливались на пассивной окраине Сибирской платформы и представляли собой разнообразные лавинные накопления зерновых и суспензионных автокинетических потоков долинно-веерных систем шельфа и континентального склона.

Анализ пермского осадконакопления в пределах современного Аян-Юрхского антиклинория позволяет говорить о фациальной неоднородности пионерской, атканской и омчакской свит (пермь). В составе каждой из них выделены песчано-алевритовые и существенно глинистые литолого-фациальные комплексы.

На примере фациально изменчивой атканской свиты показана возможность реализации элизионно-катагенетического механизма образования золотоносных комплексов (рис. 1).

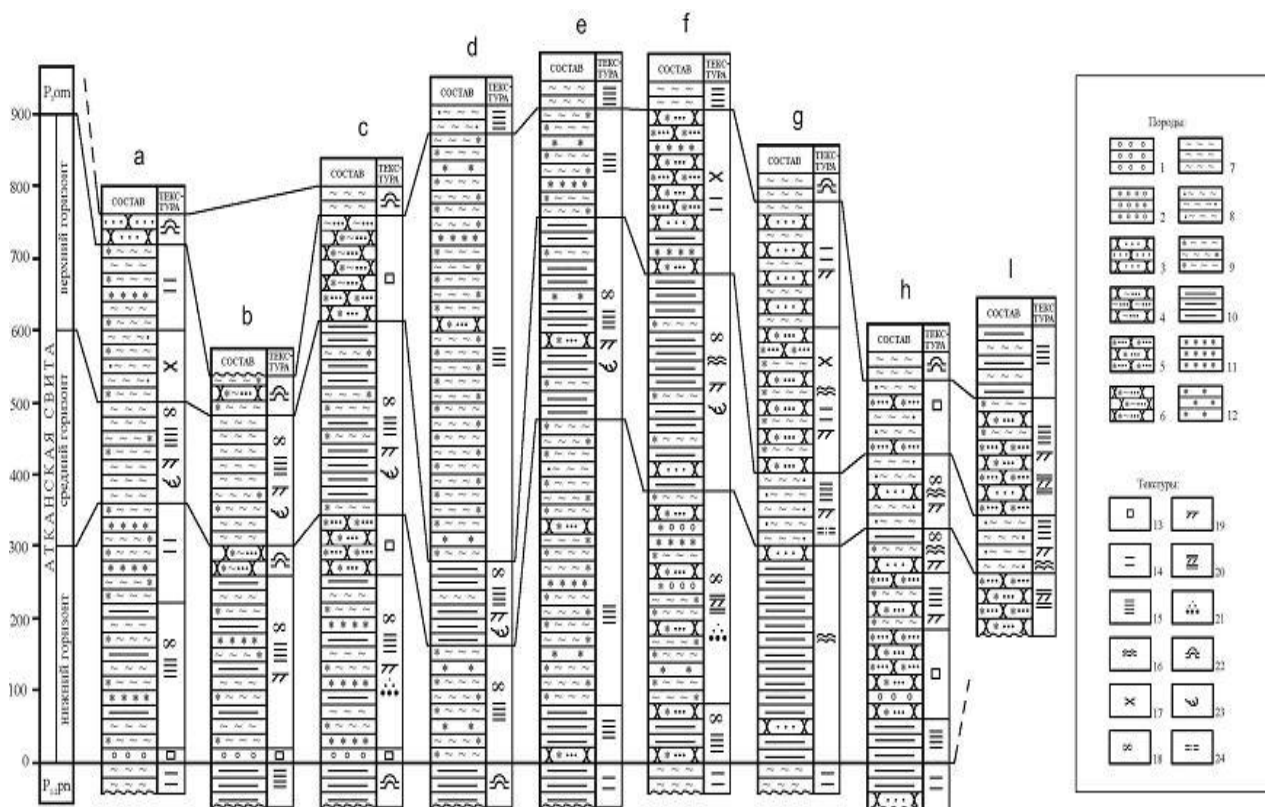


Рис. 1. Характерные разрезы атканской свиты: а – междуречье Истыннах-Вороний (правобережье р. Аян-Юрх); б – водораздел Истыннах-Улахан Матрайбыт; с – правобережье верхнего течения р. Улахан Матрайбыт; d – междуречье Лошкאלлах-Тырсеах (левобережье нижнего течения р. Аян-Юрх); e – левобережье нижнего течения р. Улахан Матрайбыт; f – водораздел Улахан Матрайбыт-Хугланнах; g – бассейн р. Талгичан; h – исток р. Нерючи; i – левобережье р. Токичан. 1 – гравелиты; 2 – гравелиты туфогенные; 3 – песчаные; 4 – песчаники алевритистые; 5 – песчаники туфогенные; 6 – песчаники туфогенные алевритистые; 7 – алевролиты; 8 – алевролиты песчанитые; 9 – алевролиты туфогенные; 10 – аргиллиты; 11 – туфы; 12 – туффиты; 13 – массивная текстура; 14 – горизонтальная слоистость; 15 – тонко-мелкая горизонтальная слоистость; 16 – волнистая слоистость; 17 – линзовидная слоистость; 18 – тонко-мелкая линзовидная слоистость; 19 – косая слоистость; 20 – диагональная слоистость; 21 – градиционная слоистость; 22 – неясная слоистость; 23 – текстура оползания; 24 – нерезкие границы напластования

Формирование атканской свиты происходило в условиях трансгрессии моря и выдвигания дельт рек, впадавших в морской бассейн с юго-запада (с Охотского массива). Наблюдаемая смена по площади одних типов пород другими позволяет выделить в составе атканской свиты два литолого-фациальных комплекса отложений: 1) проток авандельты; 2) бровки шельфа и континентального склона [2, 3].

Первый литолого-фациальный комплекс получил распространение в юго-западной части исследуемой территории (рис. 2). Он представлен толщей чередования мелкозернистых алевроитистых

туфопесчаников и песчаных туфоалевролитов. Комплекс содержит пачки кремнистых аргиллитов и туфоаргиллитов, а также маломощные невыдержанные прослои гравийно-псаммитовых литокристаллокластических туффитов андезидацитов, иногда гравелитов и галечных конгломератов.

Осадконакопление происходило на внешнем шельфе нормального морского бассейна в условиях миграции мелких проток авандельты, донных течений, слабого волнового воздействия, лавинной седиментации и недокомпенсированного прогибания дна моря.

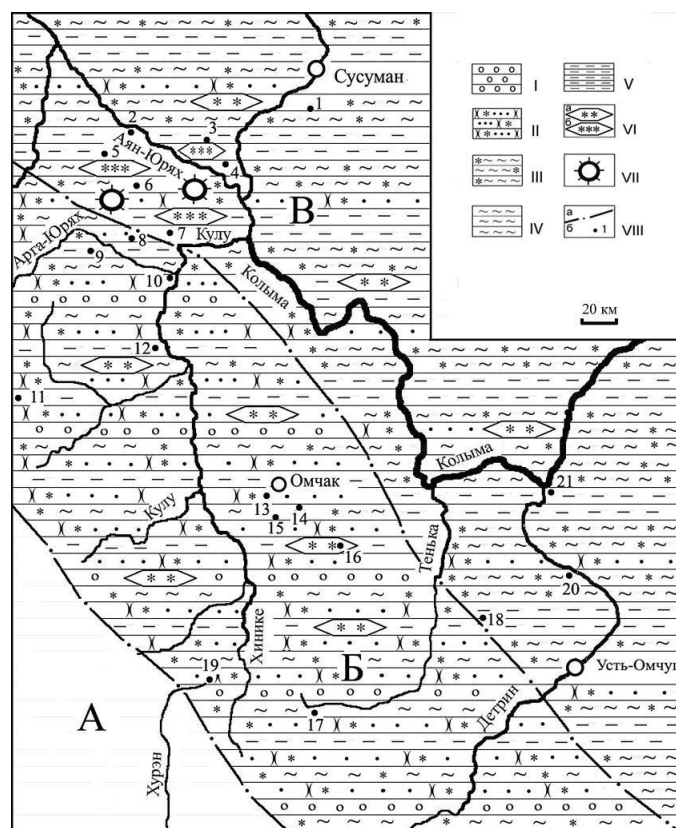


Рис. 2. Литолого-палеогеографическая схема бассейна верхнего течения р. Кольма для времени формирования атканской свиты: А – северо-восточное обрамление Охотского массива (область отсутствия отложений атканской свиты); Б – литолого-фациальный комплекс отложений подводно-аллювиальных проток авандельты; В – литолого-фациальный комплекс отложений бровки шельфа и континентального склона (центральная и юго-восточная части Аян-Юряхского антиклинария).

I – гравелиты; II – туфопесчаники; III – туфоалевролиты; IV – алевролиты; V – туфоаргиллиты и кремнистые аргиллиты;

VIa – линзовидные прослои туффитов; VIб – линзовидные прослои туфов; VII – центры вулканических извержений;

VIIIa – границы литолого-фациальных комплексов; VIIIб – разрезы отложений атканской свиты (бассейн р. Берелех:

1 – водораздел Берелех – Сума; бассейн р. Аян-Юрях: 2 – р. Аян-Юрях; 3 – руч. Лошкаллах; 4 – руч. Тырсеях; 5 – руч. Вороний; бассейн р. Кулу: 6 – руч. Афанасий; 7 – руч. Хугланнах; 8 – руч. Межевой; 9 – руч. Апогей; 10 – устье р. Арга-Юрях; 11 – р. Нерючи; 12 – руч. Индус; бассейн р. Тенька: 13 – руч. Наталкин; 14 – руч. Омчак; 15 – руч. Павлик; 16 – водораздел Старатель – Грустный; 17 – правобережье верхнего течения р. Тенька; 18 – правобережье верхнего течения р. Нелькоба; бассейн р. Хурэн: 19 – руч. Титан; бассейн р. Детрин: 20 – руч. Вакханка; 21 – устье р. Детрин)

Судя по отсутствию в разрезе так называемых волновых песчаников, можно считать, что данная часть бассейна крайне редко подвергалась сильным волновым воздействиям типа штормов, цунами и

т.д., приносящим значительные порции песчаного материала. В течение времени формирования отложений атканской свиты в зоне развития описываемого литолого-фациального комплекса суще-

ствовали периоды активизации дельтового привноса. Им соответствуют толщи переслаивания туфопесчаников и туфоалевролитов с подчиненными пластами аргиллитов и гравелитов. Эти периоды сменялись ослаблением дельтовой активности.

Литолого-фациальный комплекс отложений бровки шельфа и континентального склона расположен в северо-восточной части территории. Он представлен мощной (сотни метров) толщиной туфоалевролитов с маломощными прослоями (первые метры, иногда десятки метров) туфопесчаников, туфоаргиллитов и пачками тонкого линзовидного переслаивания туфоалевролитов, туфоаргиллитов. В толще встречаются невыдержанные прослои и линзы гравийно-псаммитовых лито-кристаллокластических туффитов, пепловых и лапиллиевых туфов андезидацитов, а также лидитов. Мощные пачки неясно-, волнисто- и линзовидно-слоистых песчанисто-глинистых алевролитов, содержащих тонкодисперсное углеродистое вещество, формировались в процессе экстремального выноса взвеси при паводковом режиме рек. Относительно мощные скопления песчаного материала связаны с действием зерновых потоков. Алевритовый осадок с тонкими линзовидными прослоями мелкопесчаных частиц мог накапливаться в результате выпадения тонкой взвеси, отделенной от плотного зернового автокинетического потока континентального склона.

Между сходами автокинетических потоков наблюдается фоновое накопление пелитовой взвеси морского бассейна, нашедшее отражение в прослоях тонко-горизонтально-слоистых аргиллитов. Мощность их зависит от продолжительности межпотоковой паузы, а также от наличия и интенсивности глубоководных течений, размывающих и переотлагающих терригенный материал (тонкое волнисто-слоистое переслаивание алевролитов и аргиллитов).

Диагенез отложений атканской свиты в условиях лавинной седиментации не был завершен в силу своей кратковременности. Поскольку интенсивный привнос материала реками происходил при высоких темпах тектонического проседания дна бассейна, находящегося в неравновесном состоянии реакционно-способное осадочное и вулканогенное вещество очень быстро попадало на глубину в термодинамические условия катагенеза (температура – 30–225 °С, давление – 10–200 МПа), где происходили существенные структурно-минералогические изменения. Породам свойственна неоднородность постседиментационных преобразований. Она зависит от количества седиментационного глинистого цемента и определяется условиями накопления осадков. Алеврито-псаммиты с контурно-поровым цементом интенсивнее изменены, чем алеврито-глинистые и псаммито-алевритовые отложения с

порово-базальным цементом. Это обусловлено лучшей проницаемостью песчаников и алевритистых песчаников. В изначально обедненных глинистым веществом толщах отмечается коррозия и регенерация песчаных кварцевых зерен, окварцевание и альбитизация полевых шпатов, а также образование кварцевых прожилков. Такие преобразования в генетическом отношении не являются метаморфическими, а отвечают катагенетической стадии. В алевритово-глинистых породах катагенетические преобразования почти не сказались на обломочных зернах. Изменениям было подвергнуто только глинистое вещество. Важную роль в этом играло рассеянное углеродистое вещество, имеющее, возможно, органическое происхождение. Учитывая возраст и фациальные условия отложений, можно предположить, что рассеянное органическое вещество в них представлено частицами высших растений. Растительный детрит, находясь во взвешенном состоянии, адсорбировал золото морской воды и накапливался в осадке. Неуравновешенная процессами диагенеза органоминеральная масса вследствие лавинной седиментации оказывалась в зоне катагенеза, ускоряя постседиментационное преобразование глинистых минералов, в первую очередь монтмориллонита, который почти полностью замещен гидрослюдой и хлоритом. Поскольку выделяющиеся при гидрослюдизации воды были перегретыми (дегидратация – это экзотермический процесс), а глинистые минералы обладают высокой сорбционной способностью, то новообразованные водные системы могли быть и являлись переносчиками сорбированных, в том числе рудных, компонентов [4, 5].

Неравномерность постседиментационных изменений пород атканской свиты, связанная с различием литологического состава отложений юго-западной и северо-восточной частей площади ее распространения, приводит к неравномерному разогреву в условиях катагенеза и миграции кремнезема, золота и других рудных элементов. Поскольку необратимый процесс уплотнения глинистых коллоидно-дисперсных систем сопровождается увеличением их температуры в толще атканской свиты, обладающей литолого-фациальной неоднородностью, возникал латеральный термический градиент и в связи с этим происходила латеральная миграция нагретых элизонных вод. При этом в качестве генератора золотоносных кремнекислых растворов выступает литолого-фациальный комплекс отложений бровки шельфа и континентального склона, а местом разгрузки этих растворов является литолого-фациальный комплекс отложений проток авандельты, в породах которого формируются послойные и секущие кварцевые жилы, прожилки и жильно-прожилковые зоны.

Элизионно-катагенетическая модель применима также к толщам переслаивания алевроито-песчаных и алевроито-глинистых отложений пионерской и омчакской свит Верхоянского комплекса.

На основании анализа строения разрезов пионерской, атканской и омчакской свит, описанных в пределах Аян-Юрхского антиклинория, а также петрографического изучения слагающих их пород можно говорить о существовании здесь единого верхнепионерско-атканско-омчакского вулканогенно-осадочного комплекса отложений, возникшего, с одной стороны, вследствие лавинной седиментации долинно-веерных систем внешнего шельфа и перегиба континентального склона, а с другой – вследствие подводного средне-кислого вулканизма, сопровождавшего терригенное осадконакопление.

Вулканогенно-осадочная природа пермских отложений Аян-Юрхского антиклинория ставит вопрос об источнике столь огромного количества ювенильного материала. Немногочисленные центры его возможных извержений, известные в пределах Охотского массива, как и гипотетическая вулканическая дуга, предполагаемая в пределах современного Охотского моря, не обеспечивают решения этой проблемы, поскольку какой-либо зональности в распределении вулкаников относительно указанных объектов не отмечается. Сравнительно однообразный состав туфов на всех участках Аян-Юрхского антиклинория при их резкой фациальной изменчивости, а также рассеянные в атканской и омчакской свитах псефитовые обломки вулкаников заставляют искать местные, причем весьма многочисленные, источники поступления вулканогенного материала. Вполне вероятно, что группирующиеся в линейную вулканическую цепь, совпадающую с осью Аян-Юрхского антиклинория, дайки Арга-Юрхского магматического комплекса, по своему составу весьма схожие с литокластикой пермских пород, могут рассматриваться как центры подводных вулканических извержений пермского возраста, которые периодически формировали выступавшие над уровнем моря и размываемые вулканические постройки. Даже если считать многочисленные дайки, прорывающие пермские породы, более поздними по времени образования, все равно обращает на себя внимание тот факт, что во всех случаях с этими дайками пространственно связаны прослои туффицитов и туфов, часто образующие единый эффузивный комплекс отложений. Это наводит на мысль о длительной истории развития эруптивного аппарата, поставившего пирокластику в пермский бассейн осадконакопления и сохранившего активность в течение последующих геологических эпох [6]. В полосе развития пионерской, атканской и омчакской свит есть и другие

участки, которые можно считать центрами предполагаемого пермского вулканизма (например, площадь, которую охватывает Омчакский рудно-россыпной узел и другие).

Определение возраста U-Pb SHRIMP-методом для ограненных кристаллов циркона, не удаленных от источника сноса и выделенных из верхней части атканской свиты, показало средневзвешенный возраст этих кристаллов  $256,3 \pm 3,7$  млн лет (пермский). Аналогичные результаты получены А.С. Бяковым с соавторами [7]. Они отмечают, что «...пермские цирконы из исследованных образцов диамиктитов мы интерпретируем как магматические, принимая во внимание морфологию кристаллов (хорошая огранка) и относительно высокое отношение Th/U, варьирующее для большинства кристаллов циркона от 0,4 до 0,8». Все это указывает на пермский возраст пирокластики, входящий в состав отложений Верхоянского комплекса на исследуемой территории.

Установлено, что наиболее богатые залежи золота совпадают с определенными литолого-стратиграфическими уровнями Верхоянского комплекса, содержащими вулканогенно-осадочные породы. Так, около 75 % запасов золота Наталкинского месторождения связаны с пачками пород, содержащими до 40 % вулканогенного материала псефитопсаммитовой размерности.

Состав одно-растворимого комплекса вулканических пеплов и объем тефры крупных извержений эксплозивного типа (десятки-сотни км<sup>3</sup>) предполагает возможность поступления в осадочные бассейны рудных элементов (сурьмы, ртути, мышьяка, кадмия, селена, серебра и золота) вместе с пирокластическими продуктами. Например, установлено, что в процессе постседиментационных преобразований тефры риолитового состава, поступившей в позднекембрийские бассейны осадконакопления Русской и Южно-Китайской платформ, происходило перераспределение золота. На окислительной стадии диagenеза оно накапливалось вместе с оксидами и гидроксидами железа, образованными в результате растворения вулканического стекла и железосодержащих минералов. На последующих стадиях преобразования пирокластического материала и при формировании глинистых минералов золото выносилось из горизонтов вулканического пепла. Аналогичный механизм был возможен при формировании верхнепермских толщ. Поскольку вулканогенный материал в разрезе верхнепермских отложений Аян-Юрхского антиклинория занимает достаточно узкий стратиграфический интервал, можно предположить, что значительное количество золота поступило в толщу осадка за сравнительно короткое время. Накопителем золота могло быть рассеянное органическое вещество [8].

Магматогенный этап развития территории Аян-Юряхского антиклинория и формирования золотого оруденения – это временной интервал, в течение которого имели место одно- или многоактные, периодически повторяющиеся процессы тектономагматической активизации района и становление интрузивно-купольных структур; углубление динамотермального метаморфизма вмещающих пермских пород, сопровождающееся образованием повышенных количеств углеродистых минералов, их преобразованием в высокометаморфизованные разновидности и очередным переотложением (перекристаллизацией) сульфидов с изменением их кристаллохимического состава, соотношения их минеральных форм и размеров, отвечающих новой физико-химической обстановке; высвобождение химически связанного и сорбированного сульфидами, органикой и глинистыми минералами золота и местное концентрирование его в составе новой тонкокристаллической генерации вкрапленных сульфидов; этапное и стадийное формирование гидротермальных растворов, обогащенных как глубинным магматогенным, так и заимствованным из сульфидизированных вмещающих пород рудным веществом.

Как видно из изложенного выше, в ходе литогенеза пермских толщ Аян-Юряхского антиклинория, золото, являясь устойчивым самородным элементом, в то же время химически активно и широко участвует в геологическом кругообороте вещества по схеме: морской бассейн – хемогенное осадконакопление – метаморфогенное концентрирование – магматогенное концентрирование – гидротермальный перенос и рудоотложение с образованием коренных проявлений, но с иным уровнем организации вещества. Это подтверждается тем, что по мере омоложения золоторудных месторождений их минералогический состав усложняется, а формы проявления золота становятся более разнообразными и многочисленными.

#### Литература

1. Сидоров А.А. Очерки исторической металлогении. Магадан, 1995. 68 с.
2. Хардинов А.Э., Парада С.Г., Холодная И.А. Литолого-фациальные условия золотоносности верхнепермских отложений Аян-Юряхского антиклинория Яно-Колымской складчатой области // Руды и металлы. 2009. № 3. С. 22–28.
3. Хардинов А.Э., Холодная И.А. Литолого-фациальные особенности и условия образования верхнепермских отложений Аян-Юряхского антиклинория Верхояно-Колымской складчатой области // Стратиграфия и седиментология нефтегазоносных провинций. 2010. № 1. С. 65–74.

4. Габлина И.Ф. Условия меденакпления в красноцветных континентальных формациях. М., 1983. 111 с.
5. Холодов В.Н. Новое в познании катагенеза. Элизийный катагенез // Литология и полезные ископаемые. 1982. № 5. С. 15–32.
6. Сурчилов В.А. О пермском магматизме и тектонической природе Аян-Юряхского антиклинория // Наука Северо-Востока России – начало века. Магадан, 2005. С. 127–132.
7. Бяков А.С., Ведерников И.Л., Акинин В.В. Пермские диамиктиты Северо-Востока Азии и их вероятное происхождение // Вестник Сев.-Вост. науч. центра ДВО РАН. 2010. № 1. С. 14–24.
8. Астахова А.А., Хардинов А.Э. О перспективах золотоносности пермских отложений Аян-Юряхского антиклинория Верхояно-Колымской складчатой области // Материалы 9-го Уральского литологического совещания. Екатеринбург, 2012. С. 12–13.

#### References

1. Sidorov A.A. *Ocherki istoricheskoi metallogenii* [Essays on historical metallogeny]. Magadan, 1995, 68 p.
2. Khardikov A.E., Parada S.G., Kholodnaya I.A. Litologofatsial'nye usloviya zolotonosnosti verkhnepermskikh otlozhenii Ayan-Yuryakhskogo antiklinoriya Yano-Kolymskoi skladchatoi oblasti [Litho-facies conditions of gold-bearing deposits of the Upper-Ayan Yuryakh anticlinorium Yano-Kolyma folded area]. *Rudy i metally*, 2009, no 3, pp. 22-28.
3. Khardikov A.E., Kholodnaya I.A. Litologofatsial'nye osobennosti i usloviya obrazovaniya verkhnepermskikh otlozhenii Kolymskoi Ayan-Yuryakhskogo antiklinoriya Verkhoyano- skladchatoi oblasti [Litho-facies features and conditions of formation of deposits of the Upper-Ayan Yuryakh anticlinorium Verkhoyansk-Kolyma folded area]. *Stratigrafiya i sedimentologiya neftegazonosnykh provintsiy*, 2010, no 1, pp. 65-74.
4. Gablina I.F. *Usloviya medenakopleniya v krasnotsvetnykh kontinental'nykh formatsiyakh* [Accumulation of copper in terms of red continental formations]. Moscow, 1983, 111 p.
5. Kholodov V.N. *Novoe v poznanii katageneza. Elizionnyi katagenez* [New knowledge in katagenesis. Elyision katagenesis]. *Litologiya i poleznye iskopaemye*, 1982, no 5, pp. 15-32.
6. Surchilov V.A. O [About Permian magmatism and tectonic nature Ayan-Yuryakh anticlinorium]. *Nauka Severo-Vostoka Rossii – nachalo veka* [Science North-East of Russia - the beginning of the century]. Magadan, 2005, pp. 127-132.
7. Byakov A.S., Vedernikov I.L., Akinin V.V. *Permskie diamiktity Severo-Vostoka Azii i ikh veroyatnoe proiskhozhdenie* [Perm diamiktity Northeast Asia and their probable origin]. *Vestn. Sev.-Vost. nauch. tsentra DVO RAN*, 2010, no 1, pp. 14-24.
8. Astakhova A.A., Khardikov A.E. [On the prospects of gold-bearing Permian-Ayan Yuryakh anticlinorium Verkhoyansk-Kolyma folded area]. *Materialy 9 Ural'skogo litologicheskogo soveshchaniya* [Proceedings of the Ural lithological 9 meeting]. Ekaterinburg, 2012, pp. 12-13.