

УДК 553.411.07(075.65)

## ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ ЮГА ОМОЛОНСКОГО МАССИВА

Фомина М.И.

*Северо-Восточный комплексный институт им. Н.А. Шило, Дальневосточное отделение Российской академии наук, Магадан, Россия (685000, г. Магадан, ул. Портовая, 16), e-mail: [mif-74@yandex.ru](mailto:mif-74@yandex.ru)*

Охарактеризовано полихронное оруденение на Абкитском и Ноддинском выступах архейского фундамента Омолонского массива (Магаданская область). Проведен сравнительный анализ золотого оруденения, связанного с тектоно-магматической активизацией различных эпох – PR<sub>2</sub>, PZ<sub>1</sub>, PZ<sub>2-3</sub>, MZ<sub>2</sub>, проявленных в этой структуре. Показано: позднепротерозойская эпоха характеризуется отложением золота в рифейских габброидах и железистых кварцитах. Раннепалеозойская эпоха ознаменована формированием жил с золото-теллур-висмутовой минерализацией. Средне-позднепалеозойская – образованием кварц-карбонатных и кварц-флюоритовых жил с полисульфидной с золотом и золото-теллуровой минерализацией. С позднемезозойской эпохой связана золото-серебряная минерализация. При этом в пространственно совмещенном оруденении проявляются черты унаследованности более ранних эпох.

Ключевые слова: полихронность, Омолонский массив, эпохи золотого оруденения.

## STAGES OF FORMATION OF GOLD MINERALIZATION SOUTH OMOLONSKY ARRAY

Fomina M.I.

*The North-East Interdisciplinary Science Research Institute them. N.A. Schilo, The Far-East Branch of the Russian Academy of Science, Magadan, Russia (685000, Magadan, Portovaja str., 16), e-mail: [mif-74@yandex.ru](mailto:mif-74@yandex.ru)*

Polychronic mineralization is characterized by Abkitskom and Noddinskom ledges Archean basement Omolonsky array (Magadan Oblast). A comparative analysis was conducted for determinations of gold mineralization associated with tectonomagmatic activation of various epochs – PR<sub>2</sub>, PZ<sub>1</sub>, PZ<sub>2-3</sub>, MZ<sub>2</sub>, – manifested in this structure. It has been demonstrated: that the Late Proterozoic Age is characterized by deposition of gold within the Riphean gabbroids and ferruginous quartzites. The Early-Paleozoic Epoch is characterized by formation of veins with gold-tellurium-bismuth mineralization. The Middle-Late-Paleozoic Epoch is characterized by formation of quartz-carbonate and quartz-fluorite veins with polysulphidic gold and gold-tellurium mineralization. Gold/silver mineralization is associated with the Late Mesozoic Epoch. At the same time, the spatially converged mineralization demonstrates traces of inheritance of earlier epochs.

Keywords: polychronism, Omolon Massif, gold mineralization epochs.

### Введение

Полихронное оруденение нередко формирует крупные месторождения полезных ископаемых за счет совмещения в пространстве различных формационных типов. При изучении подобного оруденения одним из важных инструментов расшифровки событий является построение схем последовательности рудообразования. Это давно известный и детально описанный способ еще со времен Линдгрена и Шнейдерхена [8]. На Северо-Востоке Азии наиболее благоприятной структурой для изучения полихронного оруденения является Омолонский массив (ОМ), а именно выходы кристаллического фундамента, на площади которых пространственно совмещенно оруденение нескольких металлогенических эпох, связанных с тектоно-магматической активизацией (ТМА). В настоящей работе будут рассмотрены основные черты оруденения различных эпох на примере Абкитского

(Джугадакского) и Ноддинского выступов, где автором проведены полевые и камеральные исследования.

### **Этапы золотого оруденения на Омолонском массиве**

Омолонский массив, расположенный в междуречье рек Омолон и Колыма, представляет собой жесткий блок, сложенный архейскими глубоко метаморфизованными комплексами (гранито-гнейсы, амфиболовые гнейсы, плагиогнейсы, гранат-биотитовые гнейсы амфиболиты и др.), прорванный рифейскими (матабазиты, метадолериты) и палеозойскими (граниты, гранодиориты, гранодиорит-порфиры и др.) породами, в южной и западной частях массива и перекрытый чехлом вулканогенно-осадочных пород [6].

В процессе развития этой структуры установлено проявление нескольких этапов ТМА, выделенных Кузнецовым В.М., Гельманом М.Л., Шевченко В.М., Мерзляковым В.М., Тереховым М.И., Дылевским Е.Ф. и др. С этими этапами связаны различные металлогенические эпохи ( $PR_2$ ,  $PZ_1$ ,  $PZ_{2-3}$ ,  $MZ$ ). Поисковыми работами установлена рудоносность выступов кристаллического фундамента. На это указывают и известные россыпи золота, приуроченные к окраинам впадин на рассматриваемых площадях.

Ранний *позднепротерозойский* ( $PR_2$ ) этап ТМА характеризуется внедрением силлов и даек габброидов, по данным Rb-Sr-датирования, их возраст –  $1479 \pm 31$  Ма [2]. В позднепротерозойский период происходит образование золото-сульфидно-вкрапленного оруденения и слабо золотоносных железистых кварцитов. По данным Константинова М.М. и др. [4], возраст золото-сульфидно-вкрапленного оруденения, определенный Rb-Sr-датированием, составляет  $1148 \pm 23$  Ма, а по данным Жулановой И.Л. (1990), возраст железистых кварцитов  $1150 \pm 78$  Ма.

В результате регионального метаморфизма габброиды преобразовались в матабазиты, что сопровождалось амфиболитизацией пород фундамента: замещение роговой обманки хлоритом, плагиоклаза – серицитом. Минералогические наблюдения подтверждаются геохимическими данными – вынос  $MgO$ ,  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$ . В матабазитах установлено повышенное содержание  $Cu$  и  $Fe$ , связанное с присутствием в них тонкой вкрапленности магнетита, халькопирита, пирротина и борнита.

С преобразованными матабазитами связано золото-сульфидно-вкрапленное оруденение позднепротерозойского этапа с медистым золотом, что типично для подобных пород. Состав матабазитов на Джугаджакском и Ноддинском выступах идентичный, и при последующей метасоматической проработке также остается сходным. Концентрации золота в матабазитах 1,9–8,17 г/т (данные атомно-абсорбционного анализа, СВКНИИ ДВО РАН, аналитик Колесова В.П.). Самородное золото отлагается между чешуйками хлорита и амфибола. Кроме того, в халькопирите, образующем вкрапленность в матабазитах, обнаружены

микроскопические включения самородного золота. Золото характеризуется субмикроскопическими размерами от 5 до 10 мкм. Обладает характерным розовым оттенком, связанным с примесью меди. Средняя пробность этого золота 800–950‰. В россыпях (из областей сноса с Джугаджакского выступа) установлено золото с каймами аурикуприда [7] и самородной медью в межзерновом пространстве (примесь меди до 15%). Такое золото характеризуется высокой степенью грануляции и сильным раздвижением межзерновых границ. Подобное «древнее» золото встречается на месторождениях Станового хребта, в некоторых районах Урала, в поясе Абитибби (Канада).

С этим же этапом ТМА связано образование слабо золотосных железистых кварцитов, возникших в результате регионального метаморфизма архейских пород. При минераграфическом изучении на границе зерен магнетита и кварца установлено самородное золото, размером до 0,55 мм.

Второй *раннепалеозойский этап (PZ<sub>1</sub>)* ТМА характеризуется внедрением пород абкитского комплекса, что способствовало дополнительному привносу и концентрации раннего вкрапленного золотого оруденения на Ноддинском и Джугаджакском выступах. Возраст гранитоидов абкитского комплекса, определенный К-Аг-методом, составляет  $420 \pm 14$  Ма [3]. Наиболее отчетливо этот этап проявился на Джугаджакском выступе, так как он примыкает к северо-восточному экзоконтакту Абкитского гранитоидного плутона. Здесь формируется оруденение золото-теллур-висмутового типа золото-сульфидно-кварцевой формации. На Ноддинском выступе в это же время сформировался Коаргычанский интрузив. Вмещающие толщи вовлекаются в метасоматический процесс, сопровождающийся отделением флюида, что приводит к эпидотизации, гематитизации, хлоритизации и гидрослюдизации пород. Именно в этот этап происходит наложение пропилитов на зеленокаменные изменения. При этом по ним развивается актинолит и происходит вторичная хлоритизация роговой обманки. Метабазиты вдоль контактов с кварцевыми жилами интенсивно хлоритизированы и характеризуются пониженным содержанием  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  и MgO, в них по магнетиту и гематиту широко развиты пирротин и пирит.

Продуктивная Au-Te-Bi-ассоциация представлена теллуридами Bi и Ag, самородным золотом (Джугаджак), а на Ноддинском выступе фиксируется только в микропримесях. Она сопровождается гидротермальным окварцеванием и карбонатизацией пород. Золото отлагается в интерстициях кварца и в срастании с теллуридами Bi и Ag. Размеры обособлений золота от долей миллиметра до 3–4 мм, средняя крупность 1,5 мм. Средняя пробность 850–980‰. Оно обладает структурой грануляции слабой степени и небольшим раздвижением межзерновых границ. В золоте установлены включения теллуридов Bi.

*Средне-позднепалеозойский (PZ<sub>2-3</sub>) этап* ТМА на ОМ характеризуется специфической металлогенией, обусловленной формированием кедонского вулканоплутонического пояса и гранитоидов булунского комплекса. Для этого периода характерно формирование золото-серебряной формации с участием золото-теллуридной минерализации. С этим этапом связано формирование месторождений вулканогенной Au-Ag-формации. Определение возраста оруденения по калишпату из кварц-калишпатовых жил с Ноддинского и Джугаджакского выступов –  $325 \pm 15$  и  $353 \pm 15$  Ма соответственно, что вполне отвечает периоду формирования вулканитов кедонской серии (K-Ar-датирование показало возраст  $346 \pm 2$  Ма). Наиболее отчетливо его влияние проявилось на Ноддинском выступе и в его обрамлении.

С образованием кедонских вулканитов в позднедевонское время связана мобилизация и привнос Mo, Te, Au и Ag. На Джугаджакском выступе, кроме кедонских вулканитов, формировались булунские гранитоиды, в связи с чем интенсивно проявились калиевый метасоматоз, карбонатизация пород, образование кварц-карбонатных жил с полисульфидной минерализацией, золотом и теллуридами Au и Ag, а также гематитизация. Для рудопроявлений Ноддинского выступа характерны такие минеральные парагенезисы, как сильванит + петцит + гессит + самородное Au. Главными жильными минералами служат кварц, кальцит и флюорит. На Джугаджакском выступе наложение минерализации среднепозднепалеозойского этапа ТМА фиксируется по пересечению ранних золото-кварц-теллуридно-висмутовых жил раннепалеозойского этапа, более поздними кварц-карбонат-полисульфидными жилами с золотом и теллуридами Au и Ag. Золото в месторождениях, связанных с этим этапом, характеризуется субмикроскопическими размерами от 5 до 20 мкм. Образует включения в кварце и флюорите, а также сростается с полисульфидами и теллуридами Au и Ag. Средняя пробыность самородного золота 762–844%. В этом золоте встречаются включения теллуридов Au и Ag, галенита и сфалерита.

*Позднемезозойский (преимущественно позднемеловой) (MZ<sub>2</sub>) этап* ТМА на Омолонском массиве связан с формированием Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Период его становления характеризуется вулканической и интрузивной деятельностью позднемелового возраста, во время которого произошло образование протяженных вулканоплутонических структур (Конгинской и Коркодон-Наяханской) и формирование месторождений вулканогенно-плутонической формации. Наиболее ярко проявлена Конгинская металлогеническая зона субмеридионального направления, которая отвечает одноименной зоне ТМА. Позднемезозойские интрузивные породы установлены как на Ноддинском, так и на Джугаджакском выступах. В этот период произошло образование небольших штоков, даек и тел вулканитов среднего-кислого состава, происходит очередное

окварцевание пород, развитие сульфидной вкрапленности (в основном пирита), а также хлоритизация пород, подтверждаемая геохимическими данными. С этим этапом связано формирование месторождений преимущественно эпитермальной золото-серебряной и серебро-полиметаллической формаций, сопровождающихся золото-кварцевыми жилами с теллуридами  $\text{Vt}$  и самородным  $\text{Ag}$ . В шлиховых ореолах в областях сноса мезозойских пород с Джугаджакского и Ноддинского выступов она устанавливается по наличию самородного серебра, кюстелита и электрума. Кроме того, влияние позднемезозойского этапа на участках наложения молодой минерализации отражается в омоложении возраста протерозойских рудовмещающих метабазитов (по  $\text{K-Ar}$ -датированию - до 165,8 Ma), что совпадает с возрастом оруденения этого этапа (165±20Ma, С.Ф. Стружков, 2001 г.). Самородное золото в рудах месторождений мезозойской эпохи относительно мелкое – не более 1 мм. Средняя пробность 450‰. Оно характеризуется яснозональной структурой, не затронутой процессами метаморфизма, что соответствует структурам самородного золота мезозойского этапа [7]. В этом золоте отмечаются включения галенита и кварца.

### **Выводы**

Обобщенные результаты проведенных исследований систематизированы на схеме, на которой показаны возрастные рубежи магматических событий, связанных с этапами активизаций, а также особенности метасоматизма и рудной минерализации, присущие каждому из этапов. Золотое оруденение разных эпох отличается по типу метасоматических изменений, по рудноформационной принадлежности, и даже по пробности самородного золота (рис. 1). Результаты исследований показали, что на Джугаджакском выступе обнажено совмещенное в пространстве оруденение всех четырех эпох, а на Ноддинском выступе - позднепротерозойской, средне-позднепалеозойской и мезозойской металлогенической эпох. Каждое магматическое событие, проявленное на Омолонском массиве, изменяло ход развития оруденения, что отчетливо наблюдается на выступах кристаллического фундамента, где в пространстве совместились праформация железистых кварцитов, золото-сульфидно-вкрапленное оруденение, золото-кварцевая и золото-серебро-теллуридная формации, связанные с различными этапами ТМА.

Повсеместно отмечается унаследованность черт оруденения предыдущих этапов: а) повышенная железистость более молодых золоторудных проявлений от железистых кварцитов; б) золото-теллуридно-висмутовое оруденение наследуется с гранитоидами раннепалеозойского этапа; в) теллуриды золота и серебра – от вулканитов среднего-позднего палеозоя; г) самородное серебро, характерное для оруденения позднемезозойского этапа активизированных жестких массивов, является региональной закономерностью, определяющей интенсивность проявления оруденения [1]. Полихронность является одним из

признаков крупных и суперкрупных месторождений [5], что позволяет прогнозировать открытие на Омолонском массиве значительных по запасам золоторудных объектов.

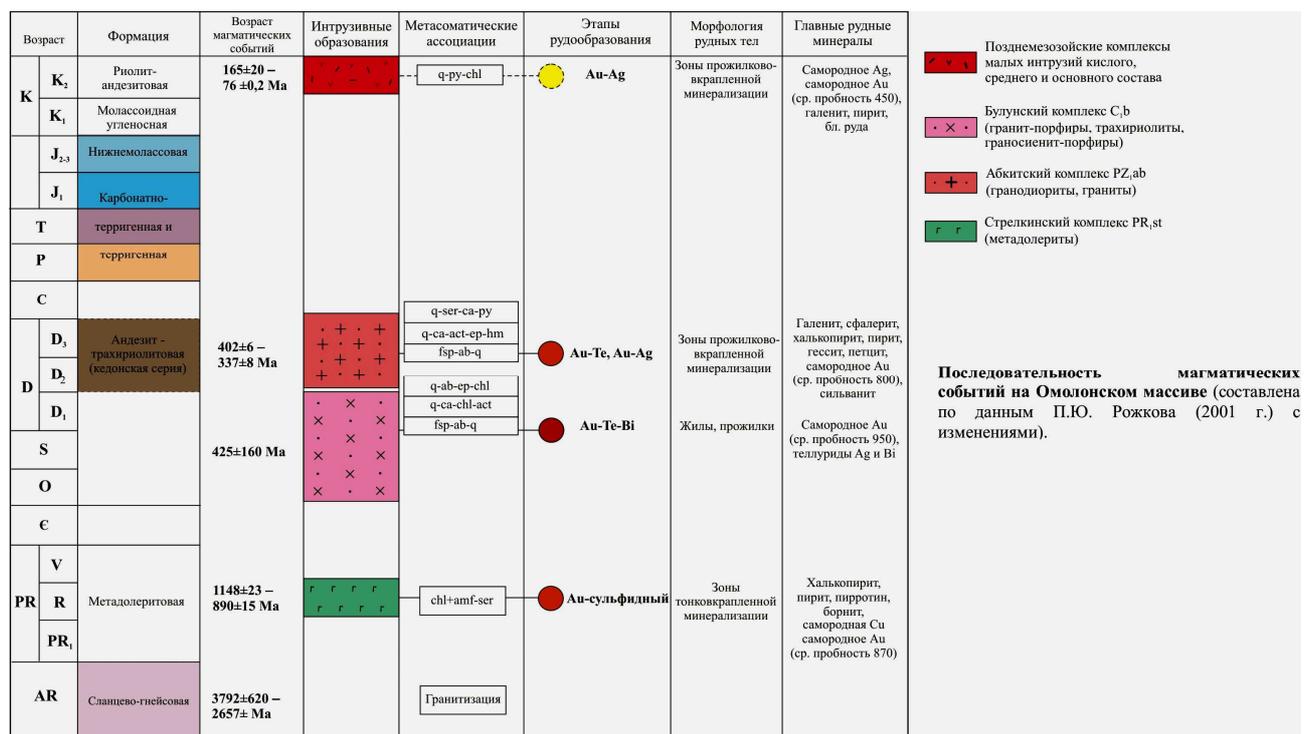


Рис. 1.

### Список литературы

1. Антонов А.Е. Зарубежные месторождения серебра. - 2-е изд., доп. – М. : ГЕОС, 2009. – 312 с.
2. Гагиева А.М. Интрузивный базитовый магматизм в позднедокембрийской истории Омолонского массива (геологические и геохронометрические данные) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2011. - № 3. – С. 18–28.
3. Гельман М.Л. Фанерозойские гранитно-метаморфические купола на Северо-Востоке Сибири. Ст. 1. Геологическая история палеозойских и мезозойских куполов // Тихоокеанская геология. – 1995. – Т. 14, № 4. – С. 102–115.
4. Константинов М.М., Политов В.К., Стружков С.Ф. и др. Омолонский золотоносный регион и его перспективы // Проблемы геологии и металлогении Северо-Востока Азии на рубеже тысячелетий : в 3 т. Т. 2. Металлогения // Материалы XI сессии СВО ВМО «Региональная научно-практическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения Ю.А. Билибина» (Магадан, 16–18 мая 2001 г.). – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 2001. – С. 94–98.

5. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых : в 3-х т. Т. 3. Стратегические виды рудного сырья Востока России. Кн. 2 / под ред. Н.П. Лаверова, Д.В. Рундквиста. – М. : ИГЕМ РАН, 2006. – 392 с.
6. Мерзляков В.М., Терехов М.И., Лычагин П.П., Дылевский Е.Ф. Тектоника, магматизм и металлогения Омолонского массива. – Магадан : СВКНИИ ДВО АН СССР, 1981. – 523 с.
7. Савва Н.Е., Прейс В.К. Атлас самородного золота Северо-Востока СССР. – М. : Наука, 1990. – 292 с.
8. Смирнов В.Н., Годлевский М.Н., Никитин В.Д., Гинзбург А.И., Эпштейн Е.М., Жариков В.А., Беус А.А., Щерба Г.Н., Овчинников Л.Н., Котляр В.Н., Федорчук В.П., Белевцев Я.Н. Генезис эндогенных рудных месторождений. – М. : Недра, 1968. – 719 с.
9. Фомина М.И. Нетрадиционный тип Au-Te-Bi оруденения на Омолонском массиве (на примере рудопроявлений Джугаджак и Нодди) // Региональная геология и металлогения. – 2011. – № 48. – С. 116–123.

**Рецензенты:**

Савва Н.Е., д.г.-м.н., главный научный сотрудник лаборатории рудогенеза ФГБУН «СВКНИИ» ДВО РАН, г. Магадан.

Горячев Н.А., д.г.-м.н., профессор, директор ФГБУН «СВКНИИ» ДВО РАН, г. Магадан.