

RMS DPI 2007-1-104-0

**МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ СТЕПЕНИ
ЗАВЕРШЕННОСТИ РУДООБРАЗУЮЩИХ
МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ЗОЛОТОРУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКОЙ
СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ**
**MINERALOGICAL INDICATORS OF A DEGREE OF COMPLETION
OF ORE-FORMING METASOMATIC PROCESSES IN GOLD ORE
DEPOSITS OF THE VERKHOYANSK-KOLYMA FOLD AREA**

Алпатов В.В.

Alpatov V.V.

*Diamond and Precious Metal Geology Institute, SB RAS, Yakutsk, Russia,
alpatov@diamond.ysn.ru*

In gold ore deposits of the region, metasomatic ores formed during the early beresite-type infiltration metasomatism and the late near-vein diffusion metasomatism, are differently abundant. Dependent on a degree of completion of metasomatic process, the early infiltration mineralization is able to form complete and incomplete metasomatic columns. Along with elevated contents of prismatic arsenopyrite (>1-2%), the rocks from inner zones of complete columns with auriferous pyrite and prismatic pyrite representing the commercial impregnated ores are characterized by a high concentration of sulfide iron (>50%), reduced iron content in carbonates and sericite syngenetic to sulfides (<0,2), pentagonal dodecahedron habit of late generations of pyrite metacrystals and their elevated gold and arsenic contents (>2 mass %).

На золоторудных месторождениях Верхояно-Колымской складчатой области, локализованных преимущественно в терригенных породах, реже в магматических породах даек и небольших штоков, в различной мере проявлены процессы метасоматического рудообразования, протекавшие в 2 стадии: раннюю стадию инфильтрационного метасоматоза березитового типа и позднюю стадию околожильного диффузионного метасоматоза. Условием протекания инфильтрационного метасоматоза являлось общее тангенциальное сжатие по отношению к разрывным нарушениям при незначительном объеме участков декомпрессии, всеобщая декомпрессия разрывных нарушений приводила к его прекращению и началу жильной рудообразования, сопровождавшегося околожильной метасоматической арсенопиритизацией. Типоморфным минералом вкрапленных руд является арсенопирит, который в инфильтрационных и диффузионных метасоматитах различается по габитусу метакристаллов, составу, золотоносности и электрическим свойствам [1, 2].

Инфильтрационный метасоматоз березитового типа

контролируется зонами тектонитов и связан с отложением минералов метасоматической (пирротин)-арсенопирит-пирит-кварц-карбонат-альбит-серицитовой ассоциации. Главным отличием всех разновидностей рудоносных березитов является постоянное наличие сингенетичной вкрапленности сульфидов, образующихся за счет замещения железосодержащих минералов ($f' > 0.45$ до начала замещения) - фенгита и железистых карбонатов – менее железистыми разновидностями серицита и карбонатов и ассоциацией сульфидных минералов – хорошо ограненных метакристаллов пирита и арсенопирита и, редко, ксеноморфного пирротина. Железистость новообразованных карбонатов и серицитов уменьшается по мере увеличения степени синберезитовой сульфидизации вмещающих пород [3]. Другой реакцией, характеризующей процессы рудоносной березитизации, является замещение полевых шпатов, главным образом альбита, серицитом и кварцем. На ряде месторождений (Нежданнинское, Кючус, Сарылах, Сентачан) минералы березитовой ассоциации формируют мощные и протяженные зональные ореолы, в которых проявлена полная метасоматическая колонка следующего строения: 0. Протолит: кварц + серицит + карбонат + альбит. 1. Березитизированная порода: кварц + серицит + карбонат + альбит + пирит. 2. Березит: кварц + серицит + карбонат + пирит + арсенопирит. Тыловая зона колонки отличается полным замещением альбита и появлением метакристаллов арсенопирита призматического габитуса, характеризующегося повышенной золотоносностью (>100 г/т) и увеличением содержания As от центра к краю на 2–2,5 ат. %. Здесь же нередко наблюдается 2–3 поколения метакристаллов пирита: ранние более крупные с переходным габитусом от куба к пентагондодекаэдру и палеогранями куба в центре, выявляемыми при травлении ориентированных срезов. Для них характерна зональность в распределении As: увеличение его содержаний от центра к промежуточной зоне и затем уменьшение к краю. В поздних мелких поколениях метакристаллов пирита с пентагондодекаэдрическим габитусом и более золотоносных отсутствуют палеограни куба и максимальные содержания As (>2 мас. %) отмечаются в центре метакристаллов, уменьшаясь по направлению к их краю. В призматических метакристаллах арсенопирита нередко наблюдаются включения пирита, в том числе очень мелкие и не имеющие четких кристаллографических очертаний, сокристаллизующиеся с арсенопиритом. Был проанализирован состав этого пирита, а также арсенопирита на границе с ним, и установлена обратная корреляция между содержанием As в сокристаллизующихся пирите и арсенопирите [4]. Для метасоматитов с призматическим арсенопиритом характерны маложелезистые (<0.2) карбонаты и серицит, встречающиеся иногда

и в оторочках около метакристаллов сульфидов. При отсутствии в исходных терригенных породах диагенетического пирита и наложенной околожильной арсенопиритизации степень синберезитовой сульфидизации метасоматитов тыловой зоны, которая рассчитывалась как атомное отношение суммы (As+S) к двойной сумме железа, всегда выше 50 %. При содержаниях призматического арсенопирита 1–2 % и выше рудоносные березиты являются промышленными вкрапленными рудами.

На золоторудных месторождениях с жильно-прожилковым типом оруденения ореолы инфильтрационных березитов либо отсутствуют, либо по составу соответствуют внешней пиритовой зоне колонки березитов, в которой степень синберезитовой сульфидизации не превышает 50 %, карбонаты и серицит отличаются промежуточными значениями железистости ($f^2=0.2-0.45$). Для главного рудного минерала – пирита – здесь характерны кубический, переходный от куба к пентагондододекаэдру иногда кубооктаэдрический, габитусы метакристаллов [5], при невысоких содержаниях в них мышьяка (< 2 мас. %) и золота (до 10 г/т). Такие неполные колонки рудоносных березитов или их отсутствие являются следствием малого времени протекания инфильтрационного метасоматоза в условия компрессии разрывных структур и его незавершенности вследствие декомпрессии.

Работа выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант № 05-05-64803)

- [1] В.В. Алпатов. Минералогия метасоматитов Утинского месторождения. // Минералого-геохимические аспекты магматизма и оруденения Якутии. Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1993. с. 23-32.
- [2] В.В. Алпатов. Вкрапленное золотое оруденение Нежданинского месторождения // Отечественная геология, 1998, № 6, с. 63-65.
- [3] В.В. Алпатов. Минеральные ассоциации и стадийность образования вкрапленного оруденения Нежданинского золоторудного месторождения. / / Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. Тез. докл. Международного Бетехтинского Симпозиума, Москва, 8-10 апреля 1997 г. М.: 1997. с. 113-114.
- [4] В.В. Алпатов. Эволюция состава арсенопирита Нежданинского золоторудного месторождения // Записки ВМО, 2002, № 6. с. 47-54.
- [5] В.В. Алпатов. Морфология кристаллов пирита как показатель эволюции среды минералообразования // Кристаллогенезис и минералогия. Материалы Международной конференции, Санкт-Петербург, 2001. с. 11-12.

RMS DPI 2007-1-106-0

ОСЦИЛЛЯЦИОННАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ И ДИНАМИКА
КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ПЛАГИОКЛАЗА
ИЗ ТЕФРЫ ЮЖНОГО ПРОРЫВА БТТИ (КАМЧАТКА)
OSCILLATION ZONING AND CRYSTALLIZATION DYNAMICS
OF PLAGIOCLASE MEGAPHENOCRYSTS
TOLBACHIK EXPLOSION (KAMCHATKA)

Амелин К.С., Штукенберг А.Г., Пунин Ю.О., Сметанникова О.Г.
Amelin K.S., Shtukenberg A.G., Punin Yu.O., Smetannikova O.G.
St.Petersburg State University, St.Petersburg, Russia, sasha@as3607.spb.edu

A fine oscillation zoning of plagioclase megaphenocrysts from explosive rocks of Tolbachik volcanoes is considered. The zoning profiles have been recorded from BSE images as well as by specially developed optical method. The latter variant is based on the measurements of extinction angles with respect to [001] direction with a space resolution of about 1mm. According to the mathematical fractal analysis neither periodic nor random component dominates and the zoning can be described as a chaotic pattern. The zoning is strongly persistent with the Hurst exponent equal to 0.94. The correlation dimension method gives the strange attractor dimension equal to 4.2(1) reflecting the high complexity of the system. Comparison of our and literature data shows the high degree of similarity of plagioclase zoning patterns from very different volcanic rocks. This strongly argues for the internal control (self-induced oscillations) of the zoning formation and against various external reasons like magma mixing or large-scale convection.

Для эксплозивных выбросов Южного прорыва Толбачинского извержения характерны уникальные двойниковые сростки – кристаллолапилли плагиоклаза. В виде крупных вкрапленников эти сростки присутствуют в мегаплагиопорфировых высокоглиноземистых субщелочных базальтах, являющихся продуктами современных извержений вулканов Ключевской группы Камчатки. По составу плагиоклазы кристаллолапиллей и вкрапленников относятся к лабрадору (48-69 мол. % An) и содержат до 3.5 % ортоклазового минала и до 1.2 мас. % FeO. По данным рентгеновских исследований лабрадор максимально разупорядочен, а К и Fe входят в структуру плагиоклаза, что может быть обусловлено высокими скоростями кристаллизации при больших пересыщениях. В пользу этого свидетельствует и очень сильная уплощенность по (010) субиндивидов комплексных двойников (до 15:1).

Оптическое и микронзондовое исследование, а также съемка в отраженных электронах выявляют интенсивную зональность кристаллов как по основным компонентам, так и по примесям К и Fe. На слабый нормальный тренд состава наложено до четырех зон