

## **Особенности эпитермальной минерализации северного фланга рудопроявления Эвевпента (Северная Камчатка, Россия)**

*Жегунов П.С.<sup>1</sup>, Москалева С.В.<sup>1</sup>, Швейгерт П.Е.<sup>2</sup>*

## **Epithermal mineralization of the northern flank of the Eevvmenta ore occurrence (Northern Kamchatka, Russia)**

*Zhegunov P.S.<sup>1</sup>, Moskaleva S.V.<sup>1</sup>, Schweigert P.E.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;  
e-mail: pavel.zhegunov@bk.ru*

<sup>2</sup> *Санкт-Петербургский горный университет (СПГУ), г. Санкт-Петербург*

В работе приведены первые данные о минералогии и последовательности минералообразования на северном фланге рудопроявления Эвевпента. Приводятся сведения о формах нахождения благородных металлов на рудопроявлении. Описаны особенности химического состава и взаимоотношений наиболее распространенных сульфидов и минералов благородных металлов.

### **Введение**

Рудопроявление Эвевпента находится на севере полуострова Камчатка, в 40 км к северу от с. Тымлат (Карагинский район Камчатского края). В минерагеническом отношении приурочено к Северо-Камчатскому рудному району, в пределах которого известно большое число и других эпитермальных золото-серебряных рудопроявлений и месторождений (Озерновское, Тутхливаям, Эруваям, Северное и др.) [4, 5]. Геологическое строение рудопроявления Эвевпента было детально изучено в результате геолого-минерагенической съемки масштаба 1:200 000 [3], а также поисково-разведочных работ [1, 2]. Однако детальных минералогических исследований предшественниками не проводилось, чем и обусловлена цель данной работы.

### **Краткая геологическая характеристика**

Район работ обладает двухъярусным строением. Нижний структурный этаж сложен позднемеловыми покровными образованиями ирунейского базальтового комплекса. Верхний структурный этаж выполнен вулканитами наложенного Центрально-Камчатского вулканического пояса. В геологическом строении участка принимают участие эффузивно-пирокластические толщи среднего-кислого состава среднемиоценового умуваямского и позднемиоцен-раннеплиоценового толятоваямского вулканических комплексов. Вулканические толщи прорываются штоками и дайками базальтов, андезитов, дацитов. Рудоносные тела представляют собой жилы, гидротермальные брекчии, зоны кварцевого прожилкования, приуроченные к субвулканическим телам дацитов. Околожилные метасоматиты адуляр-кварцевого, кварцевого состава, по мере удаления от основных рудных тел, сменяются аргиллизитами, а на периферии и вдоль зон разломов переходят в зоны пропилитизации.

### **Материалы и методы**

Образцы и сколки для аншлифов отобраны из поисковых канав участка Северный рудопроявления Эвевпента. Текстуры рудных жил и прожилков колломорфно-полосчатые, с элементами брекчиевых, крустификационных, кавернозных друзовых. Изучение минерального состава, установление взаимоотношений между минералами проведены с помощью оптической и сканирующей электронной микроскопии в Институте вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. Химический состав минеральных фаз установлен на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 (Oxford Instruments X-Max, 80 mm<sup>2</sup>).

## Результаты

По макроскопическим и микроскопическим наблюдениям за минеральными взаимоотношениями в образцах рудных жил участка Северный выделено два этапа минералообразования: гипогенный и гипергенный (рис. 1). Внутри гипогенного этапа выделено до трех стадий минералообразования. На первой стадии кристаллизовался дорудный скрытокристаллический халцедоновидный зеленовато-серый кварц I массивной, с элементами реликтовой пластинчатой текстуры. С кварцем первой стадии связана незначительная пиритовая минерализация.

Минерал	Гидротермальный этап			Гипергенный этап
	1	2	3	
	I	II	III	
Кварц				
Адуляр				
Иллит				
Пирит				
Fe-Молибденит				
Халькопирит				
Сфалерит				
Гессит				
Петцит				
Самородное золото				
Рутил				
Монацит				
Барит				
Англезит				
Вульфенит				
Мелковит				
Ярозит				
Ковеллин и спинокопит (Cu <sub>39</sub> S <sub>28</sub> )				
Неназванные Мо-Те фазы				

Рис. 1. Стадии минералообразования и ассоциации рудных и жильных минералов на рудопроявлении Эвепента.

На второй стадии кристаллизовался кварц II халцедоновидный, колломорфной текстуры с примесью адуляра. Кварц второй стадии цементирует обломки кварца I. Со второй стадией минералообразования связана основная сульфидная и благороднометалльная минерализация, представленная пиритом, Fe-молибденитом, халькопиритом, сфалеритом, гесситом, петцитом, самородным золотом. Среди сульфидов наибольший интерес представляют Fe-молибденит и пирит.

*Молибденит* MoS<sub>2</sub>. Рассчитанная формула: (Mo<sub>0.93</sub>Fe<sub>0.17</sub>)<sub>1.10</sub>(S<sub>1.88</sub>Te<sub>0.02</sub>)<sub>1.90</sub> – колломорфный агрегат черного цвета, образует тесные сростания с иллитом (рис. 2а), ассоциирует с другими сульфидами (пиритом, халькопиритом, сфалеритом). В качестве примеси установлены Fe до 7.21 масс. % и Te до 4.85 масс. %.

*Пирит* FeS<sub>2</sub>. Рассчитанная формула: Fe<sub>0.97</sub>(S<sub>1.99</sub>As<sub>0.04</sub>)<sub>2.03</sub>. Пирит образует идиоморфные зерна, которые иногда слагают друзовые агрегаты в пустотках в кварце. В виде минеральных включений содержит гессит и петцит (рис. 2в), а также сростается с ними (рис. 2б). В составе пирита установлена примесь As до 1.9 масс. %.

*Гессит* Ag<sub>2</sub>Te. Рассчитанная формула: (Ag<sub>1.98</sub>Au<sub>0.05</sub>)<sub>2.03</sub>(Te<sub>0.90</sub>S<sub>0.07</sub>)<sub>0.97</sub>. Ксеноморфный по отношению к жильным минералам и пириту, выполняет микротрещины в кварце, образует сростания с петцитом, а также каймы обрастания и

включения в пирите (рис. 2б, в). В гессите установлены примеси Se (до 1.60 масс. %), Au (до 4.25 масс. %) и S (до 1.29 масс. %). Для химического состава гессита характерны недостаток теллура и избыток серебра.

*Петцит*  $Ag_3AuTe_2$ . Рассчитанная формула:  $Ag_{3.09}Au_{0.95}Te_{1.96}$ . Ксеноморфный по отношению к жильным минералам и пириту. В сростании с гесситом встречается в виде включений в пирите (рис. 2б, в). Часть зерен петцита содержат примесь Se (до 1.36 масс. %). Состав петцита повсеместно характеризуется избытком серебра при дефиците теллура и золота.

*Самородное золото* Au – встречается редко, выполняет трещины раскрытием в первые мкм в гессите (рис. 2б).

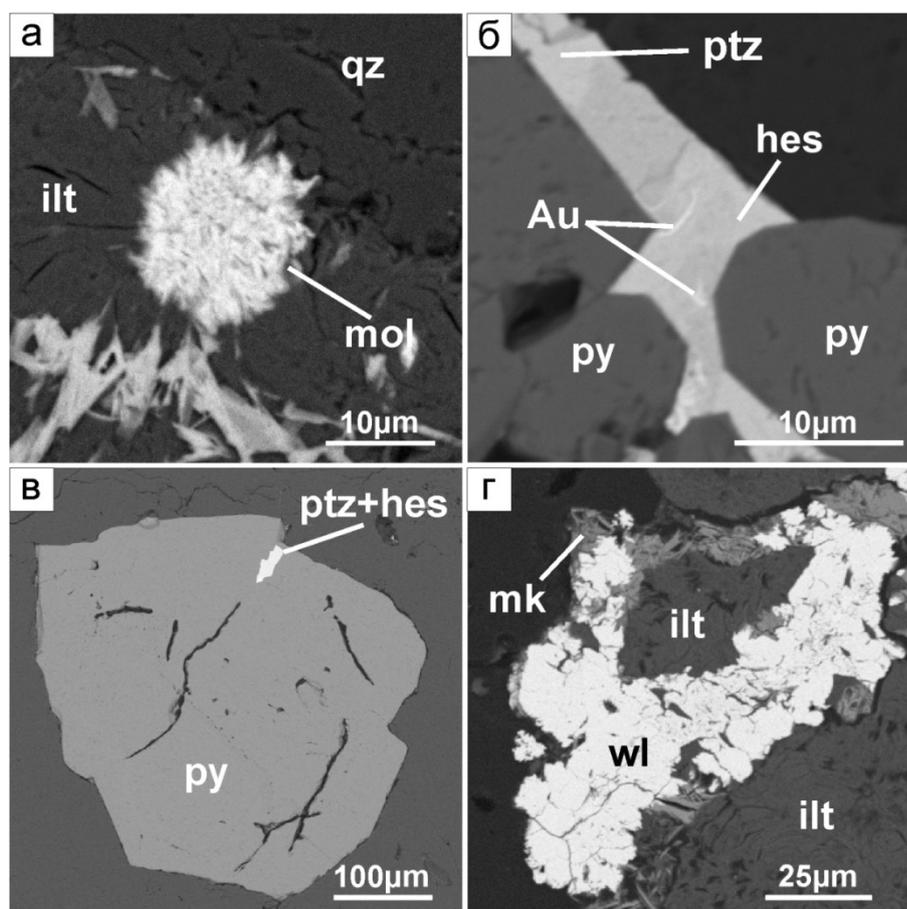


Рис. 2. Изображения, полученные на сканирующем электронном микроскопе в обратно-рассеянных электронах: а – Fe-молибденит в иллит-кварцевом агрегате; б – самородное золото в трещине в гессите; в – включение гессита и петцита в пирите; г – вульфенит в сростании с мелковитом и иллитом. Аббревиатуры минералов: *ilt* – иллит, *qz* – кварц, *mol* – молибденит, *ptz* – петцит, *hes* – гессит, *Au* – самородное золото, *py* – пирит, *mk* – мелковит, *wl* – вульфенит.

На третьей стадии образовался кварц III друзовой текстуры. С ним ассоциируют кислородные соединения, такие как *мелковит*  $CaFe_2^{3+}Mo_5O_{10}(PO_4)_2(OH)_{12} \cdot 8H_2O$  и *вульфенит*  $Pb(MoO_4)$  (рис. 2г).

### Выводы

В результате проведенных минералогических исследований рудоносных жил северного фланга рудопоявления Эвепента установлено:

1) Благородные металлы представлены в двух формах: включения самородного золота в гессите, а также теллуриды золота и серебра (гессит, петцит).

2) Можно выделить одну основную рудную ассоциацию – сульфидно-теллуридную, которая связана с кварцем второй генерации. Схожие минеральные

ассоциации известны на месторождениях Агинское [6], Кочбулак и Карагач [7], где они приурочены к поздним стадиям минералообразования.

3) Образование сульфидно-теллуридной минеральной ассоциации происходило при относительно высоких показателях фугитивности серы и теллура и, по всей видимости, контролировалось их постепенным снижением, что было ранее показано для Кочбулак и Кайрагача [7]. На более поздних этапах развития гидротермальной системы сульфидно-теллуридная ассоциация сменилась кислородсодержащими минералами, что свидетельствует о резком повышении фугитивности кислорода в гидротермальном растворе.

Авторы благодарят сотрудников Кичигинской партии ОСП КГП «Северо-Восточное ПГО» и коллектив лаборатории минералогии ИВиС ДВО РАН.

### Список литературы

1. *Аррибас А., Гьеримски К.* Отчет о результатах работ по Корякскому проекту на участке Эвевпента, выполненных в 1999 г. ЗАО «Паламос» и компанией «Плейсер Доум Эксплорейшн». 1999.
2. *Безрукова Л.А.* Информационный отчет о результатах 1-го этапа поисковых работ, проведенных ОАО «Камгео» в пределах Оссорского рудного района в 1997-2004 гг. 2004.
3. *Казуров В.Н., Гимадеева Л.Ф.* Отчет о геолого-минералогическом картировании масштаба 1:200 000 в Оссорском рудном районе, проведенном Оссорским отрядом в 1988-1994 гг. 1994.
4. Карта полезных ископаемых Камчатской области масштаба 1:500 000. Краткая объяснительная записка. Каталог месторождений, проявлений, пунктов минерализации и ореолов рассеяния полезных ископаемых. Отв. редакторы-составители Ю.Ф. Фролов, А.А. Коляда и др. СПб.: Изд-во Картфабрика ВСЕГЕИ, 1999. 563 с.
5. *Петренко И.Д.* Золото-серебряная формация Камчатки. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Петропавловск-Камчатский, 1999. 116 с.
6. *Andreeva E.D., Matsueda H., Okrugin V.M. et al.* Au–Ag–Te mineralization in Kamchatka // *Resource Geology*. 2013. V. 63. P. 337-349. DOI: <https://doi.org/10.1111/rge.12013>
7. *Plotinskaya O., Kovalenker V., Seltmann R. et al.* Te and Se mineralogy of the high-sulfidation Kochbulak and Kairagach epithermal gold telluride deposits (Kurama Ridge, Middle Tien Shan, Uzbekistan) // *Mineralogy and Petrology*. 2006. V. 87. P. 187-207. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00710-006-0130-z>