

**Текстурные особенности кварца как индикатор рудообразующих процессов, на примере эпitherмального рудопоявления Эвевпента (Камчатка, Россия)**

**Жегунов П.С.<sup>1</sup>, Грибушин К.А.<sup>2</sup>, Швейгерт П.Е.<sup>1</sup>, Буханова Д.С.<sup>1</sup>**

**Textural features of quartz as an indicator of ore-forming processes, using the example of epithermal ore occurrence Evevventa (Kamchatka, Russia)**

**Zhegunov P.S., Gribushin K.A., Schweigert P.E., Bukhanova D.S.**

<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 имени Императрицы Екатерины II,  
г. Санкт-Петербург*

В работе рассматриваются текстурные особенности рудных жил с целью выявления признаков процессов, ответственных за формирование рудной минерализации.

### **Введение**

В эпitherмальных условиях структурно-текстурные особенности рудоносных жил являются важным индикатором процессов, с которыми связано формирование рудной минерализации [3, 4, 6, 7]. С генетической точки зрения выделяют текстуры первичные, текстуры перекристаллизации и текстуры замещения [4, 6, 9]. К первичным относят текстуры, для которых характерен свободный рост минералов, прямое осаждение из гидротермальных растворов. К данному типу структур относят, например, друзовую, крустификационную, колломорфную. Текстуры перекристаллизации формируются в результате перекристаллизации первичного метастабильного кремнезема в стабильный кварц, к таким структурам относят: мозаичную, перистую и др. Текстуры замещения формируются в результате частичного или полного псевдоморфного замещения минералов-предшественников более поздними кварцем, полевым шпатом и др. К данному типу текстур относят, например, каркасно-пластинчатую.

### **Материалы и методы**

Для данной работы методом оптической микроскопии были изучены 20 прозрачно-полированных пластинок, изготовленных из образцов рудоносных жил серебрино-золоторудного проявления Эвевпента.

### **Результаты**

На участке Центральный изученные образцы представляют собой ортоклаз-кварцевые («адуляр»-кварцевых) жилы, связанные с продуктивной золото-теллуридно-кварцевой минеральной ассоциацией. Для изученных образцов наиболее характерна текстура, в которой скомбинированы каркасно-пластинчатая, крустификационная и друзовая текстуры (рисунок, а-б). Пластины сложены ортоклазом, который макроскопически обладает желтым, рыжевато-желтым цветом (рисунок, а). Полигональные полости между пластинками заполняются крустификационным и друзовым кварцем (рисунок, б). Рудная минерализация рассеяна по жильной массе либо образует ортоклаз-кварцевые стяжения черного цвета («гингуро»), которые резко обогащены минералами благородных металлов, сульфидами, теллуридами и самородным золотом.

На участке Северный изученные образцы представляют собой ортоклаз-кварцевые ( $\pm$ халцедон, иллит) жилы, связанные с продуктивной теллуридно-сульфидно-кварцевой минеральной ассоциацией (рисунок, в-е). В образце, представленном на рисунке (рисунок, в), можно выделить три генерации жильных минералов. Первая генерация ( $Qz^1$ ) обладает мозаичной текстурой с элементами пластинчатой, где пластинки, сложенные ортоклазом, погружены в микрокристаллическую мозаичную основную ткань ортоклаз-кварцевого состава,

рудные минералы редки, представлены рассеянной пиритовой вкрапленностью. Вторая генерация ( $Qz^2$ ) колломорфной текстуры, сложенная скрытокристаллическим кварцем (халцедоном), по которому рассеяны сульфидные минералы, теллуриды, сульфиды благородных металлов и самородное золото (рисунок, д). Третья генерация ( $Qz^3$ ) характеризуется комбинацией крустификационной и друзовой текстур (рисунок, е), с ней связано развитие кислородных фаз вульфенит, мелковит (?), неназванная фаза состава Mo-Te-O.

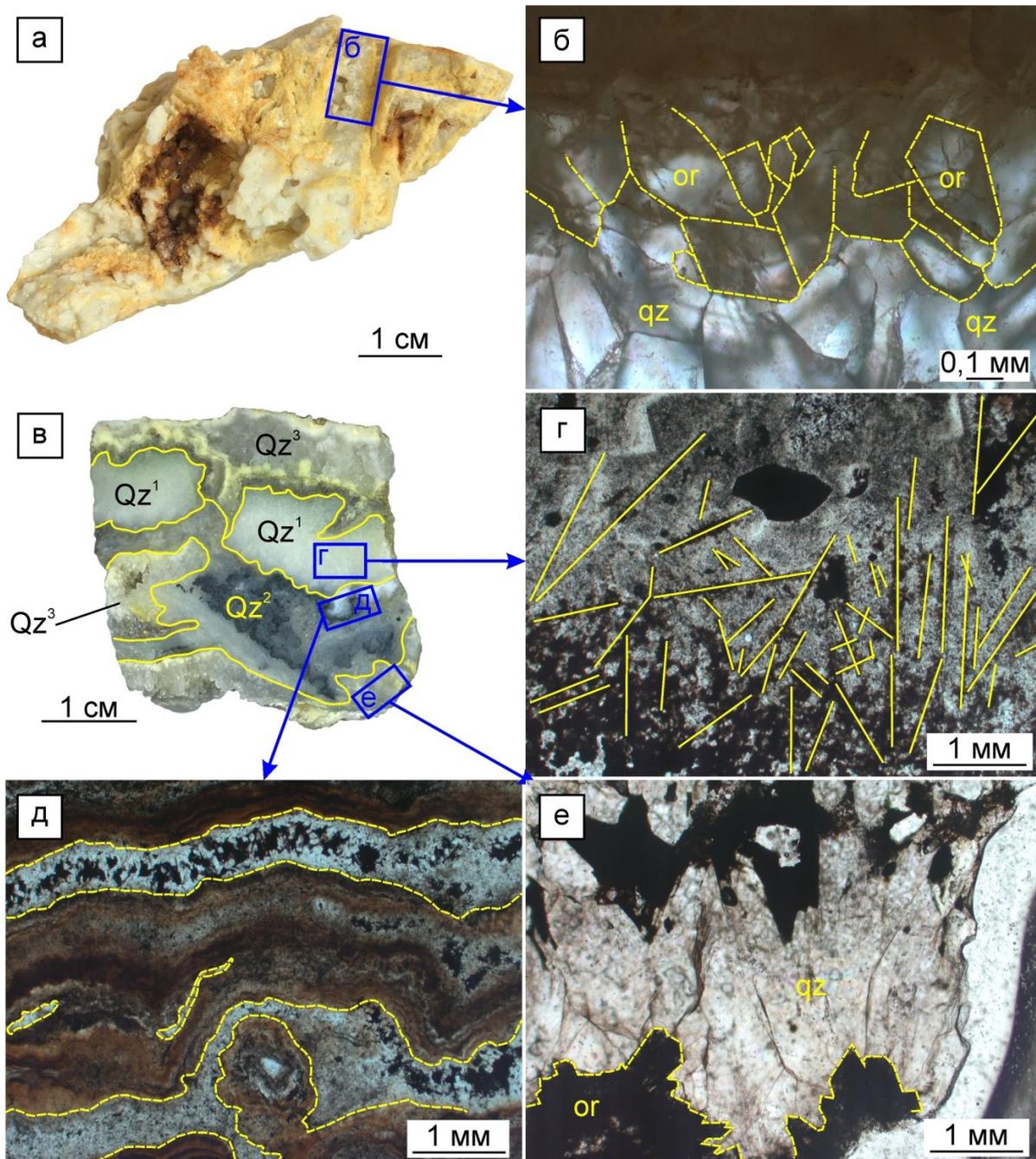


Рисунок. Текстурные особенности ортоклаз-кварцевых жил рудопроявления Эвепента: а – образец жилы каркасно-пластинчатой с элементами друзовой текстуры (участок Центральный); б – пластинки, сложенные ортоклазом (or), на которые нарастает кварц друзовой текстуры (qz); в – образец колломорфной, с элементами пластинчатой, и друзовой текстур (участок Северный), желтые контуры – разные генерации кварца ( $Qz^1$ ,  $Qz^2$ ,  $Qz^3$ , соответственно, пояснения в тексте); г – кварц мозаичной с элементами пластинчатой текстур (желтые линии – пластинки); д – чередование полос халцедона (красновато-коричневый цвет) и мозаичного, микродрузового кварца; е – кварц друзовой текстуры, нарастающий на ортоклаз.

### Обсуждение результатов

В изученных образцах встречаются три генетических типа текстур: первичные (крустификационная, друзовая, колломорфная), перекристаллизации (мозаичная) и замещения (каркасно-пластинчатая). Формирование каркасно-пластинчатой текстуры происходит в результате замещения первичного пластинчатого кальцита кварцем и/или ортоклазом [4-6, 8]. Образование каркасно-пластинчатого и пластинчатого кальцита связывают с быстрым ростом кристаллов из кипящих жидкостей в результате изменения рН растворов, кипения и потери CO<sub>2</sub> [1, 8]. Впоследствии, под действием относительно более поздних растворов, кальцит замещается ортоклазом и кварцем, при этом наличие ортоклаза также связывают с процессами интенсивного кипения флюида [4, 5]. Формирование крустификационной текстуры также связывают с резким вскипанием жидкости в результате падения давления [2, 4]. Друзовой кварц образуется в результате медленного свободного роста в условиях, близких к равновесным [4]. Другой распространенной текстурой, особенно характерной для участка Северный, является колломорфная. Этот тип текстуры образован в результате выпадения аморфного кремнезема или силикогеля, что возможно при резком вскипании гидротермальных флюидов в результате быстрого падения давления [4, 7]. Микроструктурный кварц мозаичной текстуры интерпретируют как результат перекристаллизации фаз кремнезема-предшественника (аморфный кремнезем или опал) [3, 4, 6].

Таким образом, процессы кипения и дегазации являются важными процессами формирования изученных минеральных ассоциаций, в том числе связанных с рудной минерализацией, поскольку в каждой генерации жильных минералов есть минералогические и текстурные признаки этого процесса. Эти выводы согласуются с общими представлениями, поскольку считается, что кипение и дегазация являются наиболее важными механизмами рудоотложения в эпитеpmальных системах [3, 4, 6].

### Список литературы

1. *Browne P.R.L.* Hydrothermal alteration in active geothermal fields // Annual review of earth and planetary sciences. 1978. V. 6. № 1. P. 229-248.
2. *Buchanan L.J.* Precious metal deposits associated with volcanic environments in the Southwest // Geological Society of Arizona Digest. 1981. V. 14. P. 237-262.
3. *Camprubi A., Albinson T.* Epithermal deposits in México – update of current knowledge, and an empirical reclassification. In: Geological Society of America Special Paper 422 / Alaniz-Álvarez S.A., Nieto-Samaniego Á.F. 2007. P. 377-415. [https://doi.org/10.1130/2007.2422\(14\)](https://doi.org/10.1130/2007.2422(14))
4. *Dong G., Morrison G., Jaireth S.* Quartz textures in epithermal veins, Queensland; classification, origin and implication // Economic geology. 1995. V. 90. № 6. P. 1841-1856. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.90.6.1841>
5. *Etoh J., Izawa E., Watanabe K. et al.* Bladed quartz and its relationship to gold mineralization in the Hishikari low-sulfidation epithermal gold deposit, Japan // Economic Geology. 2002. V. 97. № 8. P. 1841-1851. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.97.8.1841>
6. *Moncada D., Mutchler S., Nieto A. et al.* Mineral textures and fluid inclusion petrography of the epithermal Ag–Au deposits at Guanajuato, Mexico: Application to exploration // Journal of Geochemical Exploration. 2012. V. 114. P. 20-35. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2011.12.001>
7. *Sander M.V., Black J.E.* Crystallization and recrystallization of growth-zoned vein quartz crystals from epithermal systems; implications for fluid inclusion studies // Economic Geology. 1988. V. 83. № 5. P. 1052-1060. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.83.5.1052>
8. *Simmons S.F., Christenson B.W.* Origins of calcite in a boiling geothermal system // American journal of science. 1994. V. 294. № 3. P. 361-400. <https://doi.org/10.2475/ajs.294.3.361>
9. *Zeeck L.R., Monecke T., Reynolds T.J. et al.* Textural characteristics of barren and mineralized colloform quartz bands at the low-sulfidation epithermal deposits of the Omu camp in Hokkaido, Japan: Implications for processes resulting in bonanza-grade precious metal enrichment // Economic Geology. 2021. V. 116. № 2. P. 407-425. <https://doi.org/10.5382/econgeo.4795>