

УДК 549.65.651.11

АДУЛЯР ВУЛКАНОГЕННЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАМЧАТКИ

*Руссу К.И.¹ (4 курс),
Андреева Е.Д.², Ким А.У.², Пузанков И.М.²,
Шишканова К.О.² (аспиранты)*

¹ Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга

² Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН

Научный руководитель: к.г.-м.н. Округин В.М.

В работе приводятся новые данные о типоморфных особенностях адуляра вулканогенных гидротермальных месторождений и рудопроявлений благородных металлов Камчатки (Агинское, Асачинское, Вилючинское, Кумроч, Родниковое), для сравнения - японское эпитермальное месторождение Хишикари. Этот минерал участвует в строении ореолов окolorудных изменений во вмещающих породах и типичен для рудных продуктивных парагенезисов. Знание типоморфных особенностей адуляра можно использовать для детальной классификации золоторудных месторождений и оценки степени их перспективности.

Ключевые слова: адуляр, барий, Камчатка, типоморфные особенности, вулканогенные гидротермальные месторождения.

Адуляр - типичный жильный минерал эпитермальных месторождений типа low sulfidation (малосульфидный), названный по первой находке в жилах Альпийского типа (горы Адула, Швейцария) [6]. Благодаря характерной морфологии, и особенностям структуры этот минерал выделен отдельную разность калиевых полевых (КПШ) шпатов [1]. Адуляр встречается на различных гипсометрических уровнях и ореолах окolorудных изменений гидротермальных месторождений.

Изучением оптических и структурных характеристик адуляра занимались многие исследователи, которые показали, что минерал обладает многообразием форм выделения. Это разнообразие объясняется изменчивостью температуры и кинетических условий во время кристаллизации [1,5,7]. На основе опыта эксплуатации активных гидротермальных систем Браун (1978) предположил, что жильный адуляр отлагается из флюида

с щелочным рН. Это можно было считать как показатель вскипания гидротермального раствора [6].



Рис. 1. Схематические карты локализации объектов исследований.

Бучанан (1981), суммировав данные более чем 60-ти эпитегрмальных объектов западной части США, сделал вывод о том, что они весьма богаты на содержания адуляра [6]. По морфологическим особенностям выделяется четыре основных типа адуляра: ромбовидный (полуромбический), ромбический, таблитчатый и псевдоигольчатый (рис. 2) [6].

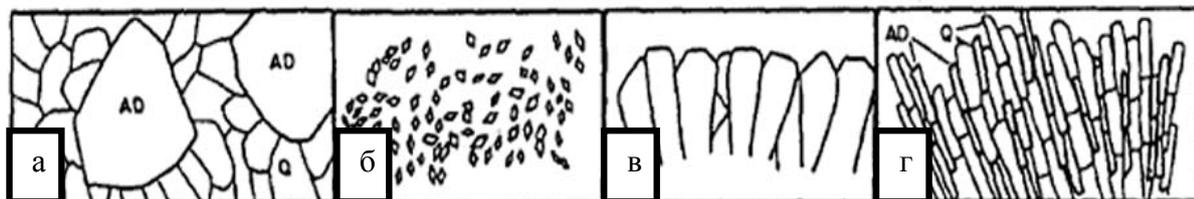


Рис. 2. Морфологические типы адуляра: а - ромбовидный (полуромбический), б - ромбический, в - таблитчатый, г – псевдоигольчатый.

Минералогическими и минераграфическими методами были охарактеризованы типы адуляра по размерности его зерен и структура кварца, ассоциирующего с ним (табл. 1).

Таблица 1. Размерность зерен адуляра и структура ассоциирующего с ним кварца.

Тип адуляра	Размер зерен	Структура кварца
Ромбовидный	0,30 – 0,45 мм	микрозернистая
Ромбический	< 0,20 мм	микрозернистая
Таблитчатый	0,04 – 0,50 мм	мелкокристаллическая
Псевдо-игольчатый	0,03 – 0,04 мм	микрозернистая

Макроскопически адуляр, практически, невозможно распознать (рис. 3), но при определенных условиях он может образовывать игольчатые кристаллы молочно-белого цвета (рис. 4).

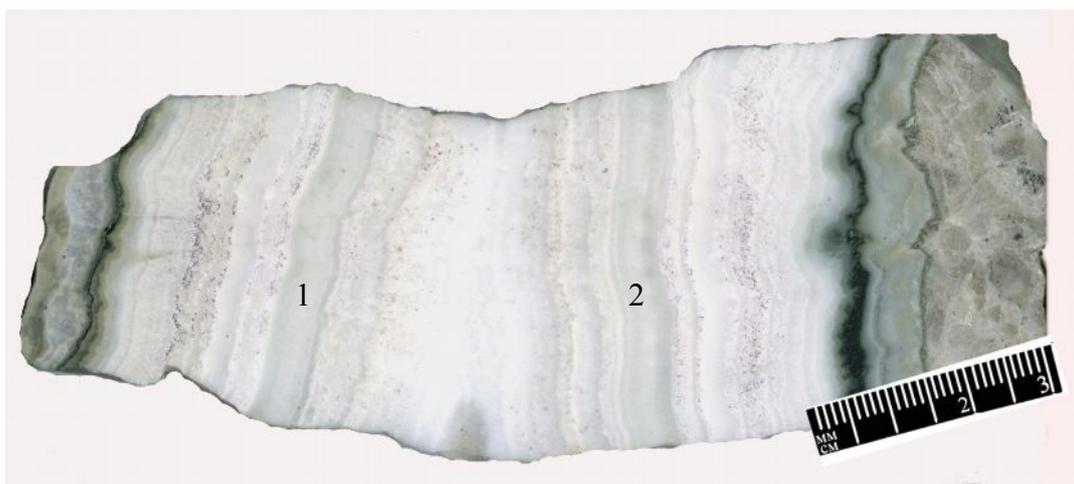


Рис. 3. Золото-кварц-адуляровая полосчатая руда. Жила Сейсен, месторождение Хишикари. Полированный штуф. 1 и 2 – участки, обогащенные адуляром.

Эпитермальные месторождения - частный случай вулканогенных гидротермальных месторождений, которые образовались в тесной связи с вулканическими процессами. Формирование происходило на небольших глубинах (1-2 км), при невысоких температурах (150-300⁰С) из гидротермальных растворов в условиях постоянного или периодического сообщения магматического очага с поверхностью.



Рис. 4. Золото-кварц-адуляровая руда с полосчатой и фестончатой текстурой. Молочно-желтые игольчатые агрегаты – адуляр. Рудное тело Блуждающее, Агинское месторождение. Полированный штуф.

Их главная особенность – локальная приуроченность к центрам проявления вулканизма или к субвулканическим интрузивам, сопровождающим формирование вулканогенных формаций. С вулканогенными гидротермальными месторождениями связаны месторождения золото-серебряной формации, дающие значительную часть добычи золота [5].

Цель исследования: типизация вулканогенных гидротермальных месторождений на основе изучения типоморфных особенностей адуляра (морфология, размеры, химический состав и взаимоотношения с другими минералами) золоторудных месторождений Камчатки.

Авторами были выбраны следующие объекты исследований: Кумроч, Агинское, Родниковое, Вилючинское, Асачинское (Камчатка); Хишикари (Япония) (рис. 1).

Восточная Камчатка. Месторождение Кумроч располагается в пределах палеовулканической постройки Шиш. Вмещающими служат осадочные породы верхнего мела и миоценовая интрузия диоритов. Минерализация представлена двумя типами: золото-серебряным и медно-порфировым. Содержания золота колеблются от первых до 777,0 г/т, серебра до 876,8

г/т. Запасы - 120 т золота, 400 т серебра. Возраст месторождения 1,9-1,2-0,98 млн. лет [3].

Центральная Камчатка. Агинское золото-теллуридное месторождение расположено на северо-восточном склоне кальдеры Агинского палеовулкана, сложенного андезибазальтами и их туфами. Тип минерализации - малосульфидный золото-телур-кварц-адуляровый. Среднее содержание золота составляет 38,0 г/т, серебра - 12,5 г/т. Запасы золота и серебра 30,0 т и 5,4 т, соответственно. Возраст месторождения 7,4-7,9 млн. лет [3].

Южная Камчатка. Вилючинское рудопроявление расположено в блоке, ограниченном двумя крупными тектоническими зонами северо-восточного простирания и серией разрывных нарушений северо-западного направления. Тип минерализации - золото-серебро-полиметаллический. Содержание золота и серебра в главной карбонат-кварцевой жиле Регина составляет 0,2-48,0 г/т и 6,4-945,4 г/т, соответственно. Возраст месторождения 5,3-1,5 млн. лет [3].

Родниковое золото-серебряное месторождение приурочено к полукольцевой морфоструктуре вулканогенного происхождения диаметром около 8 км. Оно локализовано преимущественно в интрузивных телах диоритов и габбро-диоритов. Тип минерализации: малосульфидный кварц-адуляровый. Среднее содержание золота - 10 г/т, серебра - 84 г/т. Запасы: более 40 т Au. Возраст месторождения 0,9-1,1 млн. лет [2].

Асачинское золото-серебряное - локализовано в центральной части Асачинской вулcano-тектонической структуры и приурочено к одноименной палеовулканической постройке. Вмещающие породы - покровные и субвулканические андезиты, дациты, интрузивные диоритовые порфири-ты, брекчии андезитов. Минерализация представлена малосульфидным кварц-адуляр-селенидным типом. Среднее содержание золота по рудным телам варьирует от 16 г/т до 28 г/т, серебра - от 24 г/т до 68 г/т. Запасы золота и серебра 20,8 т и 44,8 т, соответственно. Возраст месторождения 4,5 млн. лет [3].

Золото-серебряное месторождение Хишикари находится в Японии в северо-восточной части о-ва Кюсю. В тектоническом отношении локализовано в 40 км к западу от современного вулканического фронта и около 150 км южнее Срединной тектонической линии (зона Рёке). В геологическом строении рудоносной площади принимают участие осадочные породы мелового возраста, четвертичные вулканические породы (дациты, андезиты) и аллювиальные отложения. Тип минерализации - малосульфидный кварц-адуляровый. Среднее содержание золота 44,7-290,3 г/т, серебра 26,3-167,0 г/т. Запасы золота - более 400 т. Возраст месторождения - 1,25-0,66 млн. лет [4].

Месторождение Кумроч. Кристаллы адуляра ромбической и ромбовидной формы характеризуются довольно мелкими размерами порядка 0,09 мм (рис. 5 д, е). Встречается в ассоциации с кварцем и пиритом. Среди элементов примесей обнаружен барий в количествах до 8,97 % мас.

Агинское месторождение. Наиболее типичная форма выделения адуляра – таблитчатые кристаллы размерами 0,02-0,06 мм. Повсеместно наблюдается псевдоигольчатая структура, образованная за счет замещения кристаллов адуляра мелкокристаллическим кварцем. Минерал ассоциирует с кварцем и такими рудными минералами, как самородное золото, золото-серебряные теллуриды и сульфиды свинца, цинка, меди и железа (рис. 5 а, б). Концентрация бария как элемента-примеси составляет не более 1,01 % мас.

Вилючинское рудопроявление. Преобладают ромбический и ромбовидный типы адуляра. Размеры кристаллов варьируют в довольно широких пределах 0,03-0,6 мм. Ассоциирует с кварцем в основном. Ромбические кристаллы адуляра показывают четко выраженное зональное строение, что обусловлено обогащением отдельных зон барием в пределах 2,12 и более % масс. (рис. 6а, б).

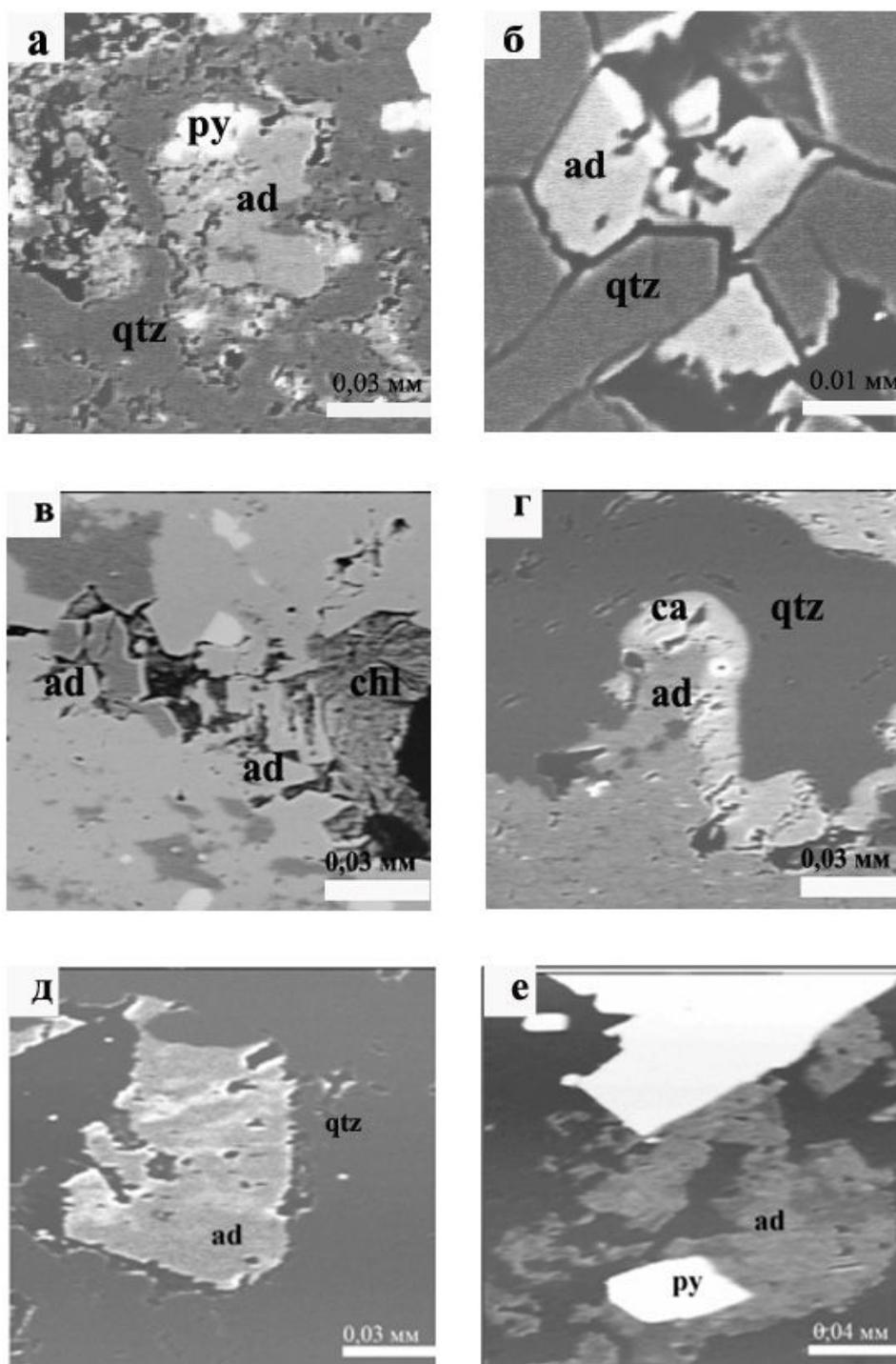


Рис. 5. Формы выделения адуляра и его взаимоотношения с минералами: а, б - Агинское месторождение; в, г - Родниковое месторождение; д, е - месторождение Кумроч. Микрофотографии в обратно рассеянных электронах; ad - адуляр, qtz - кварц.

Родниковое месторождение. Адуляр образует ромбические кристаллы с размерами около 0,03 мм. Встречается в ассоциации с кварцем,

кальцитом и хлоритом (рис. 5 в, г). Для некоторых зерен адуляра типично наличие бария в концентрациях до 2,15 % мас.

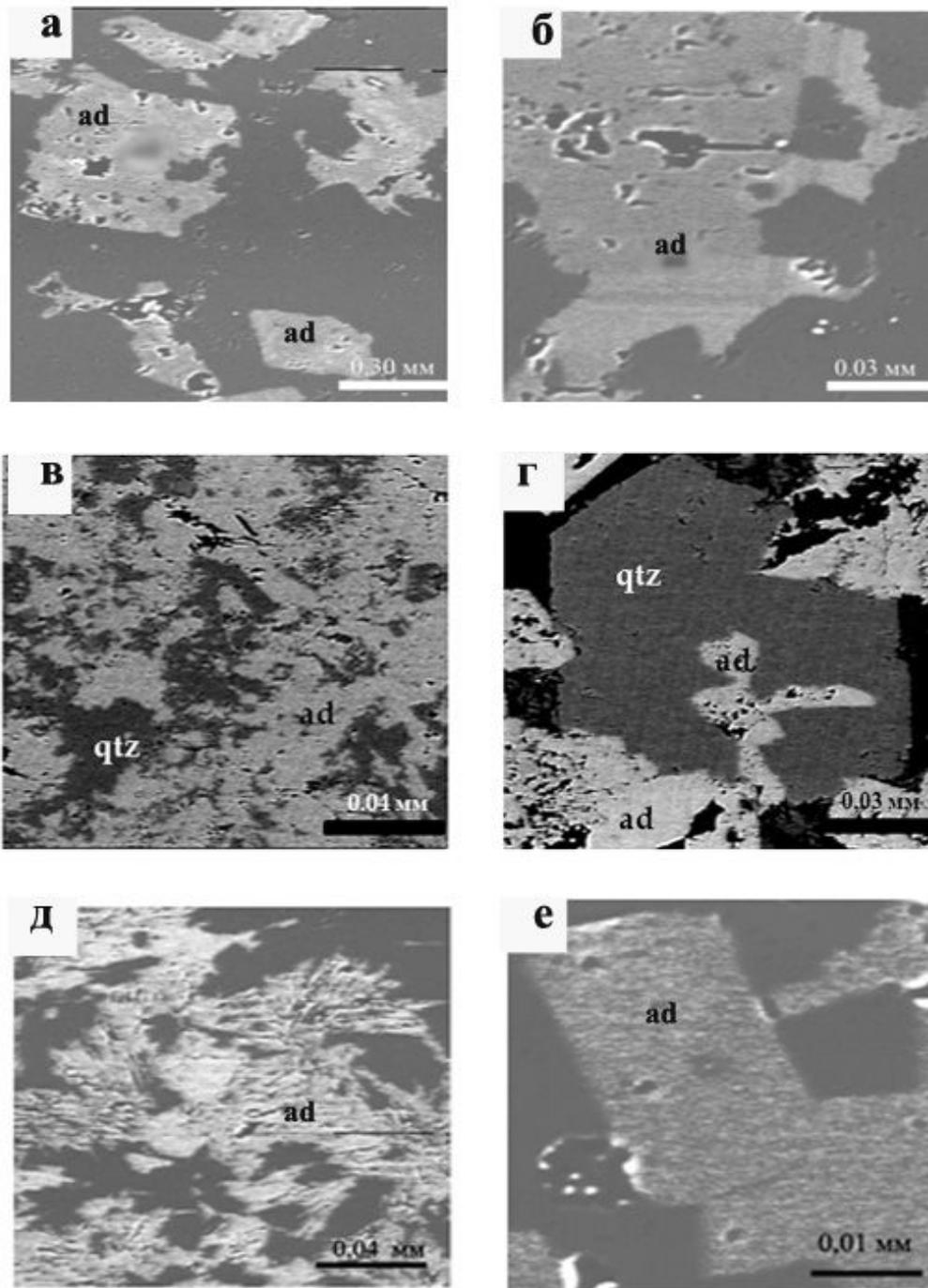


Рис. 6. Формы выделения адуляра и его взаимоотношения с минералами: а, б - Вилучинское рудопроявление; в, г - Асачинское месторождение; д, е - месторождение Хишикари. Микрофотографии в обратно рассеянных электронах; ad - адуляра, qtz - кварц.

Асачинское месторождение. Адуляра встречается в виде дендритовидных и ромбовидных кристаллов, размеры которых составляют 0,03-0,04

мм (рис. 6 в, г). Выявлены ассоциации этого минерала с кварцем и пиритом. Некоторые разновидности отличаются неоднородным зональным строением по бария, количество которого достигает 3,75 % мас.

В сравнения типоморфных особенностей адуляра месторождений Камчатского края были изучены образцы богатых руд золото-серебряного месторождения Хишикари. Для адуляра этого месторождения характерны разнообразные формы выделения: сплошные массы кристаллов, дендритовидные агрегаты в сростании с кварцем, таблитчатые кристаллы. Их размеры, как правило, не превышают 0,04 мм. Обычно кристаллизация таблитчатого адуляра предшествовала осаждению мелкокристаллического кварца [6]. Также, как и в рудах Агинского месторождения, широко распространена псевдоигольчатая структура (рис. 6 д, е). Типичны ассоциации с кварцем, кальцитом, самородным золотом. В изученном адуляре содержания бария низкие - до 0,22% мас.

Группу КПШ можно выделить в качестве ведущего индикатора рудообразующих систем и постоянного спутника промышленного оруденения. Адуляр - один из самых распространенных нерудных минералов вулканогенных гидротермальных месторождений. Он участвует в строении ореолов окolorудных изменений во вмещающих породах.

Выводы:

- адуляр гидротермальных эпитеpmальных месторождений Северо-Западной Пацифики характеризуется следующими формами выделения: игольчатые (Агинское, Хишикари), таблитчатые (Агинское, Хишикари), ромбовидные (Асачинское, Вилючинское, Кумроч), ромбические (Родниковое, Вилючинское), дендритовидные (Хишикари, Асачинское) кристаллы;
- в качестве элемента-примеси присутствует барий в концентрациях (макс. в % масс.): Кумроч - 8,97; Агинское - 1,01; Родниковое - 2,15; Вилючинское - 2,12; Асачинское - 3,75; Хишикари - 0,22;

- наиболее типичны ассоциации с кварцем, кальцитом, самородным золотом, сульфидами и теллуридами.

Сведения о типоморфных особенностях адуляра можно использовать для детальной классификации золоторудных месторождений и оценки степени их перспективности.

Авторы выражают благодарность за помощь в пробоподготовке и аналитических исследованиях сотрудникам ИВиС ДВО РАН Лунькову В.Ф., Куликову В.В., Куликовой Р.Н., Москалевой С.В., Полушину С.В., Чубарову В.М., Философовой Т.М.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Порообразующие минералы. М: Мир, 1964. 476 с.
2. Округин В.М. Родниковое месторождение//Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России, книга 1. Владивосток, Дальнаука, 2006. С. 702-706.
3. Петренко И.Д. Золото-серебряная формация Камчатки. Петропавловск-Камчатский, 1999. 116 с.
4. Родионов С.М, Ханчук А.И. Месторождения типа Хишикари и перспективы выявления на восточной окраине России//Тихоокеанская геология, том 16 № 5, 1997. С. 34-45.
5. Смирнов В.И., Годлевский М.Н. Генезис эндогенных рудных месторождений. М: Недра, 1968. 713 с.
6. G. Dong, G.W. Morrison. Adularia in epithermal veins, Queensland: morphology, structural state and origin//Mineralium Deposita. P. 11-19.

AN ADULARIA IN VOLCANIC RELATED EPITHERM DEPOSITS, KAMCHATKA

Russu K.I., Andreeva E.D., Kim A.U., Puzankov I.M., Sheshkanova K.O.

The present study was conducted on vein samples collected at some epithermal deposits of the Central, Southern and Eastern Kamchatka. Additionally, representative samples of large gold-silver deposit Hishikari (Japan) have been also included in study. The following results have been drawn from the study: adularia occurring in Kamchatka epithermal deposits are characterized by tabular, rhombic, sub-rhombic and pseudo-acicular modes of occurrence. It's closely associates with quartz, calcite, sulfides, tellurides and native gold. Some crystals contain impurities of Ba.