

О ДЕНДРИТАХ В РУДАХ ВУЛКАНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУРИЛО-КАМЧАТСКОЙ ОСТРОВНОЙ ДУГИ

Андреева Е.Д.¹, Ким А.У.¹, Шишканова К.О.¹ (аспиранты)

Мозжерина А.Ю.² (4 курс)

¹ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

² *Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга*

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

Приведены первые результаты изучения дендритовидного строения наиболее распространенных сульфидов (пирит, сфалерит, галенит, пирротин) и сульфосолей (блеклая руда) вулканогенных месторождений Камчатки и Японии, локализованных в западной части зоны перехода континент-океан. Показано, что дендриты представлены весьма разнообразными формами - от игольчатых до ветвящихся структур. С помощью рентгеноспектрального с электронным зондом микроанализа выявлено неоднородное строение, обусловленное вариациями концентраций As, Fe, Mn, Te, Bi, Pb, Sb.

Ключевые слова: дендриты, сульфиды, сульфосоли, самородное золото, структура.

Термин дендрит употребляется в течение нескольких веков. Тем не менее пока нет единого мнения в понимании «что же такое дендрит?» Зачастую очень сложно провести границу между скелетными кристаллами и дендритовыми сростками. Во многих случаях эти термины используются как идентичные. В широком смысле под дендритами (от греческого - «дерево») понимаются расщепленные скелетные формы, сложные кристаллические образования, имеющие древовидную ветвящуюся структуру. Дендритовидные сростки кристаллов образуются, как правило, в процессе ускоренного роста или стесненной кристаллизации в неравновесных условиях. Примерами типичных дендритов могут служить снежинки, ледяные узоры на оконном стекле, самородная медь в зонах окисления рудных месторождений, решетчатые дендриты самородного висмута и, конечно, самородного золота [1].

Дендритовидные формы самородного золота известны давно и отличаются удивительным разнообразием. Достаточно обычны они и для руд эпитермальных месторождений Камчатского края (Кумроч, Агинское, Мутновское, Асачинское, Бараньевское). Они отличаются большим разнообразием: как не явные дендритоподобные сростки кристаллов, которые обычно в той или иной степени деформированы в виду стесненных условий роста (Агинское месторождение) или в процессе транспортировки делювия (месторождение Кумроч). Наиболее эффективным строением отличаются классические, весьма редко встречающиеся в природе, кристаллы золота и их одно- и многоствольные дендритовидные (Бараньевское месторождение) сростки (рис. 1).

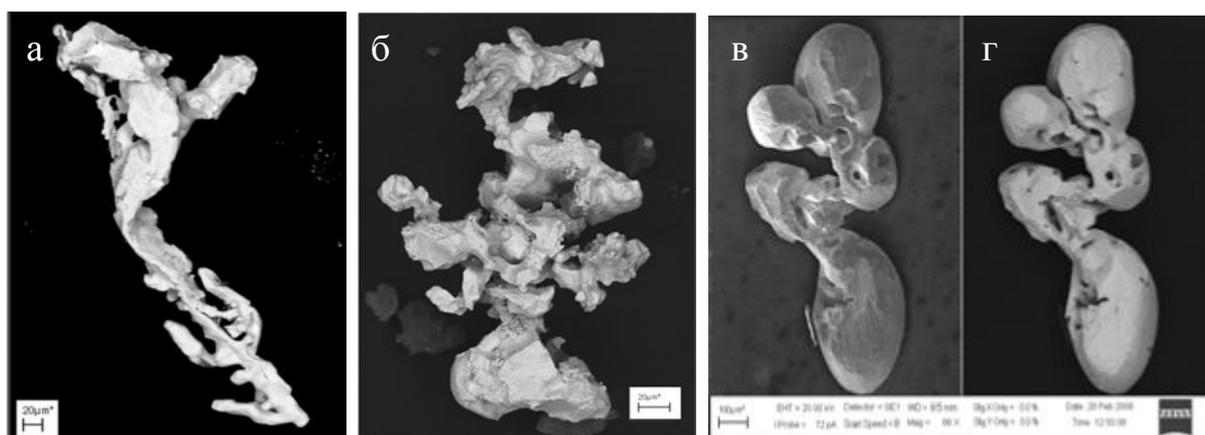


Рис. 1. Дендриты самородного золота вулканогенных месторождений:
а - Кумроч; б - Агинское; в - Бараньевское. Микрофотографии СЭМ.

Авторы данного сообщения – аспиранты ИВиС ДВО РАН и студенты КамГУ им. Витуса Беринга под руководством научного руководителя Округина В.М. и при участии сотрудников лаборатории вулканогенного рудообразования ИВиС ДВО РАН предприняли попытку изучить не только собственно самородного золота, но и другие рудные минералы.

Основная цель настоящей работы - характеристика особенностей дендритов сульфидов и сульфосолей, отлагающихся в условиях близповерхностного вулканогенного рудообразования. Предпринята попытка систематизации различных форм дендритовидного строения сульфидов

золото-серебряных, золото-серебро-полиметаллических месторождений Камчатского края и Японии, локализованных в западной части зоны перехода континент-океан (рис. 2). В качестве типичных золото-серебряных объектов были выбраны: Агинское и Асачинское; золото-серебро-полиметаллических - Мутновское. Для сопоставления взяты образцы дендритов сульфидов одного из самых крупных полиметаллических месторождений жильного типа Японии - Тоеха.

Методы исследований: минералогический, минераграфический, локальный рентгеноспектральный с электронным микронзондом анализ.

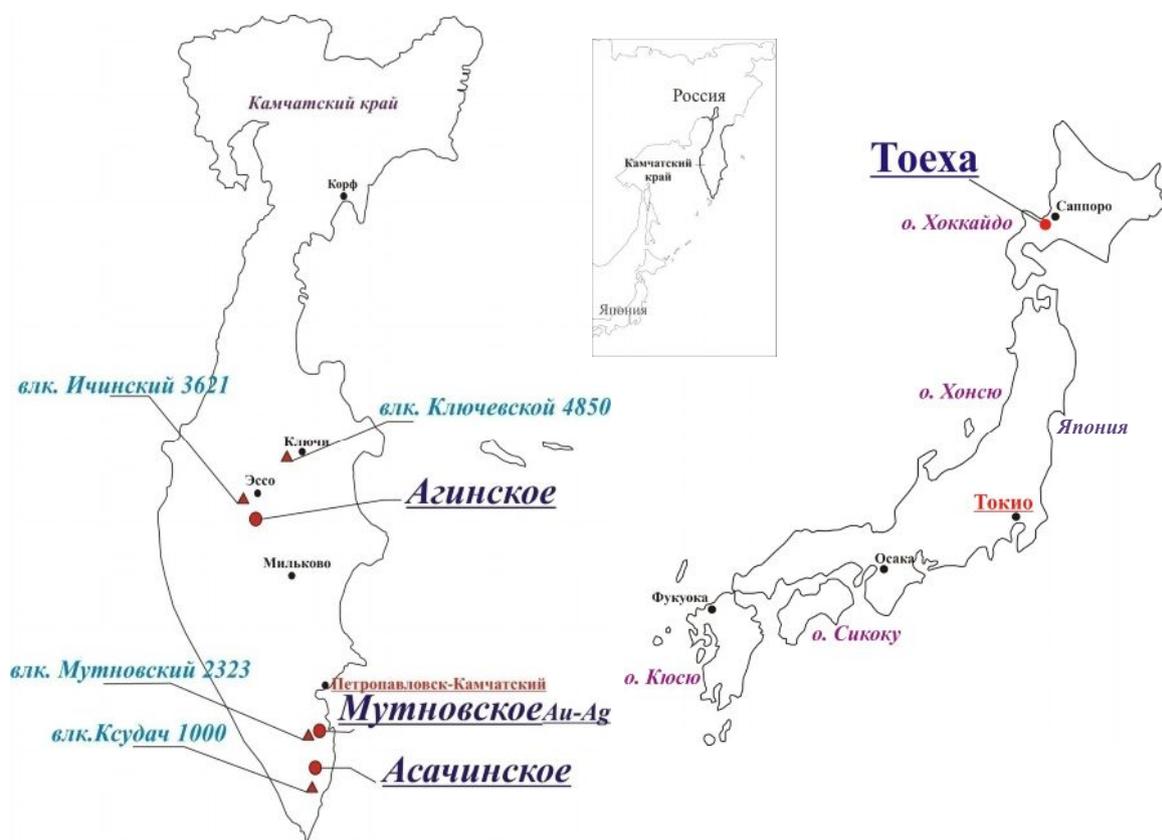


Рис. 2. Схематическая карта локализации золото-серебряных, золото-серебро-полиметаллических объектов исследований.

Агинское золото-теллуридное месторождение (7,4-7,9 млн. лет) находится в пределах Центрально-Камчатского горнорудного района. Оно приурочено к Агинской палеовулканической постройке миоценового возраста. Запасы золота достигают 30 т [3].

Асачинское золото-серебряное месторождение (4,1 млн. лет) - один из наиболее значимых рудных объектов Южно-Камчатского горнорудного района. Оно локализовано в пределах одноименной палеовулканической постройки плейстоценового возраста. Запасы золота – 20,8 т, серебра – 44,8 т [3].

Мутновское золото-серебро-полиметаллическое месторождение (1,3-1,1-0,7-0,5-0,3 млн. лет) с прогнозными ресурсами золота свыше 10 т, и серебра до 5 тыс. т располагается между Родниковым эпитермальным золото-серебряным и Мутновским геотермальным месторождением. Оно располагается в пределах Жировской палеовулканической постройке позднеплиоцен-раннеплейстоценового возраста [3]. Этот объект удивительно похож на одно из самых известных комплексных свинцово-цинковых месторождений мира - Тоеха (2,93-2,20-0,49 млн. лет). Месторождение залегает в вулканическом массиве юго-западной части о. Хоккайдо, сложенном знаменитой формацией зеленых туфов миоценового возраста [5].

В рудах вулканогенных месторождений Курило-Камчатской островной дуги дендритовидное строение типично для таких сульфидов и сульфосолей, как пирит, галенит, сфалерит, пирротин, блеклая руда. Для них характерно весьма неоднородное строение, обусловленное обогащением отдельных зон Cu, As, Ag, Sb, Fe, Mn, Te, Bi, Pb.

Наиболее распространены дендриты пирита. Они были обнаружены во всех изученных нами месторождениях (от Агинского до Тоеха). Такие дендриты отличаются сложным неоднородным строением не только по микроструктуре, но и составу. Изучение их с помощью электронного микроанализатора позволило обнаружить неоднородное строение, обусловленное неравномерным распределением таких химических элементов как

медь и мышьяк (рис. 3, 4, 5). Локальное концентрирование названных элементов приводит к появлению светлых зон, в которых содержания меди достигают 0.5-1.2% масс. (Агинское) и мышьяка - 4,42 (Мутновское), 3,0-4,0 % масс. (Асачинское).

Дендритовидные формы характерны для галенита. Они установлены в полиметаллических рудах Мутновского месторождения, где образуют крупные обособления в форме вытянутых игл. При исследованиях с помощью ЕМРА в режиме «обратно рассеянные электроны» в них встречены своеобразные ламели, сложенные нестабильными под пучком электронов серебряными сульфосолями типа пираргирита (Ag_2SbS_3), в которых концентрации Ag достигают 57,38, а Sb – 28,05 % масс. (рис. 6).

Сфалерит, как и пирит с галенитом, стремится к образованию дендритов. Его дендриты отличаются сложным строением, обусловленным сочетанием почковидных агрегатов, раскристаллизация которых приводит к появлению микродендритов и собственно дендритов. Для них также характерна неоднородность не только по микроструктуре, но и по составу.

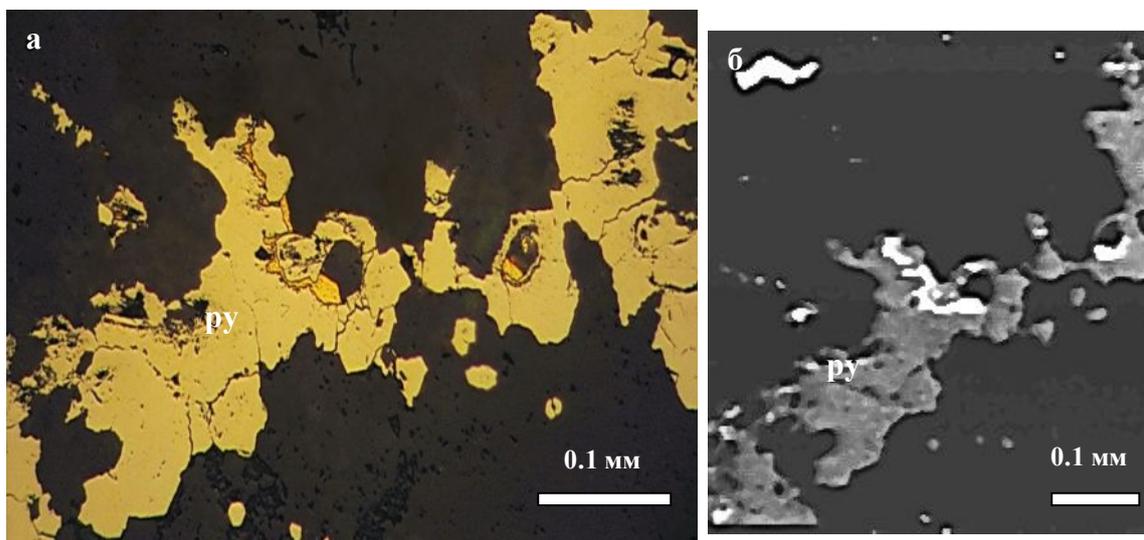


Рис. 3. Дендритовидное строение почек пирита (py), Агинское месторождение. Микрофотографии в отраженном свете (а), обратно рассеянных электронах (б).

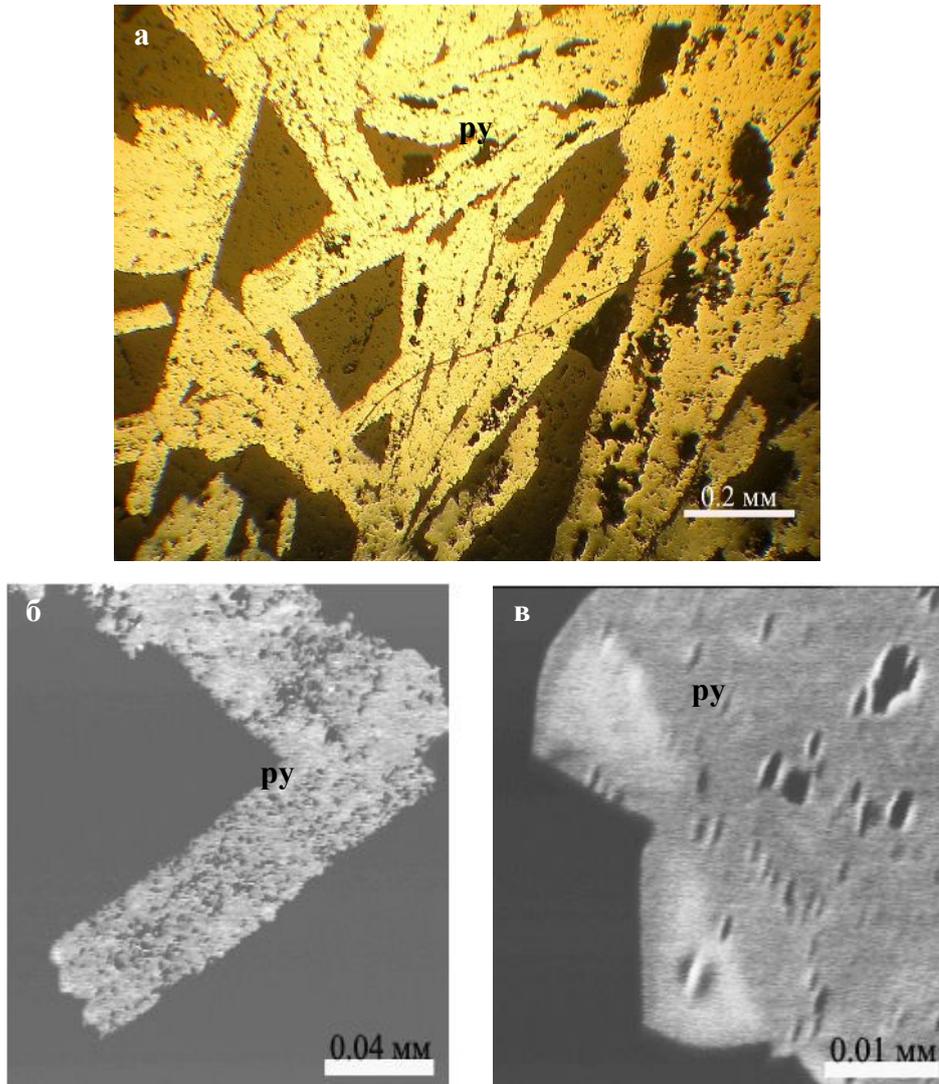


Рис. 4. Дендритовидное и неоднородное строение игольчатых агрегатов пирита (py), Мутновское месторождение. Микрофотографии в отраженном свете (а), обратно рассеянных электронах (б, в); белые участки - зоны обогащенные As.

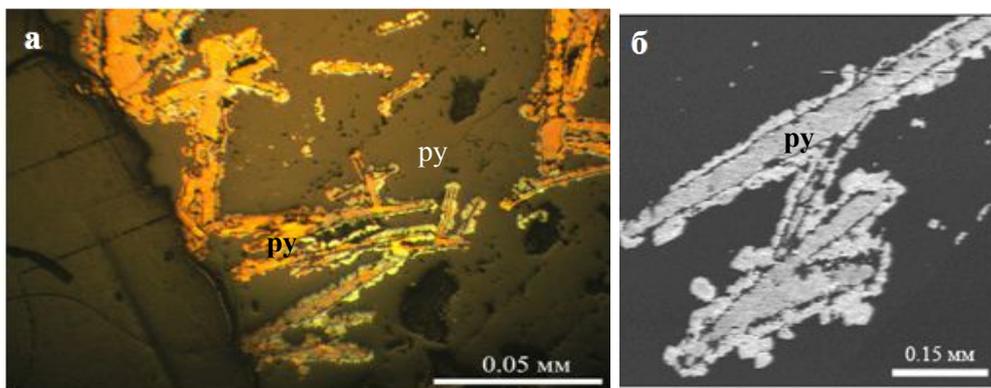


Рис. 5. Дендритовидное строение агрегатов пирита (py), Асачинское месторождение. Микрофотографии в отраженном свете (а), обратно рассеянных электронах (б). Каймы вокруг пирита - зоны обогащенные As.

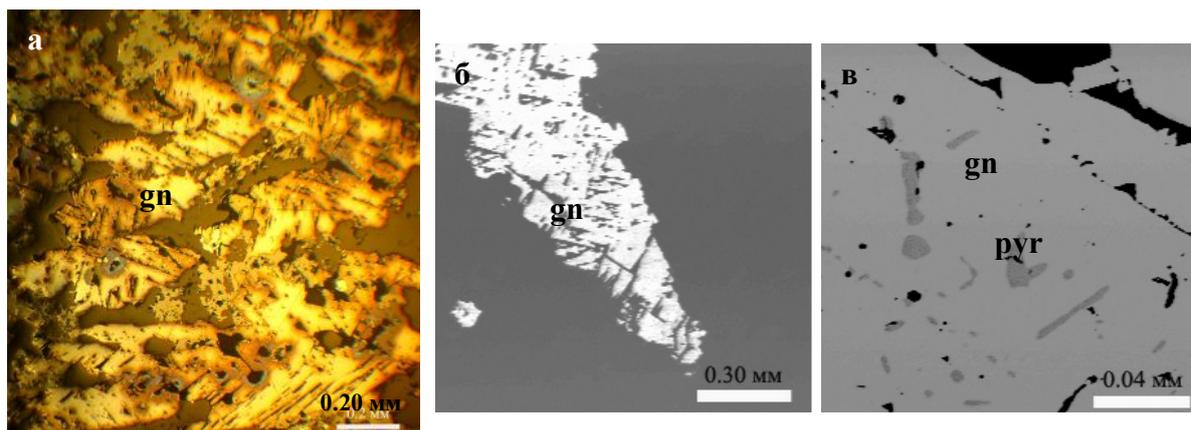


Рис. 6. Дендритовидные формы выделения галенита (gn), Мутновское месторождение. Темное - проявление эмульсионной вкрапленности пираргирита (pyr). Микрофотографии в отраженном свете (а), обратно рассеянных электронах (б, в).

Она связана с локальным обогащением отдельных участков железом, кадмием, индием и марганцем. Концентрации железа и марганца варьируют по периферии от более темного участка к более светлому. В темных зонах Fe достигает до 7,10, Mn - до 0,82; в светлых зонах - Fe - до 1,45, Mn - до 0,17 % мас. (рис. 7).

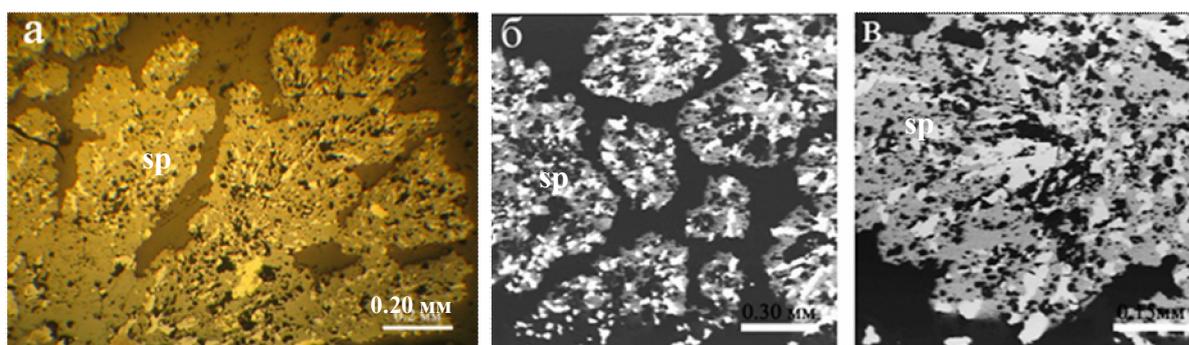


Рис. 7. Дендритовидное строение сфалерита (sp), Мутновское месторождение. Микрофотографии в отраженном свете (а), обратно рассеянных электронах (б); темные зоны - участки наиболее обогащенные Fe, Mn.

Впервые были обнаружены дендриты сложенные блеклой рудой. Они характерны для сульфополиметаллической ассоциации Мутновского месторождения. Они представлены преимущественно двумя фазовыми разновидностями: белая - сростания блеклой руды с сульфоселени-

дами Pb, Bi, Ag, темная- неоднородная зональная блеклая руда в которой содержания Te достигают 15,77, а Bi до 1,93 % масс. (рис. 8).

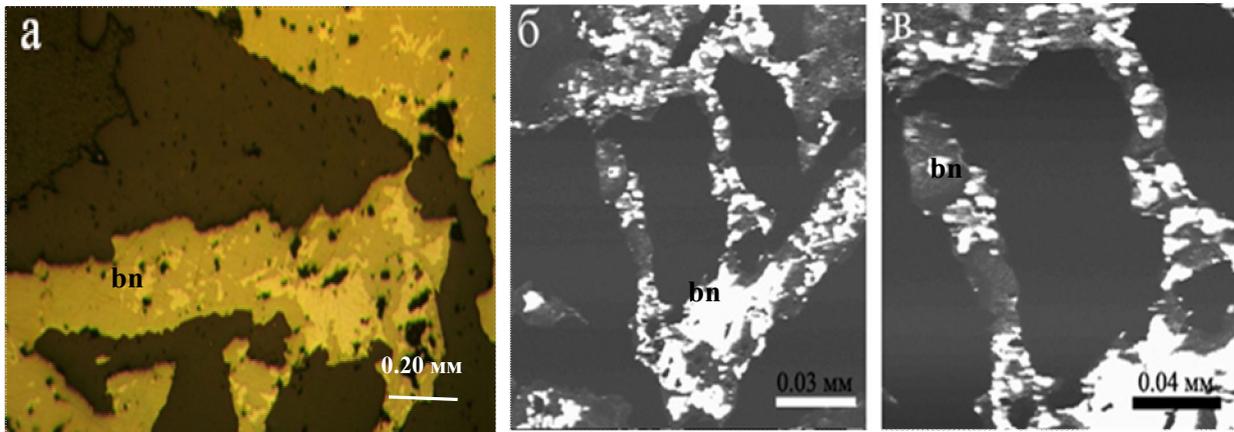


Рис. 8. Дендритовидное строение блеклой руды (bn), Мутновское месторождение. Микрофотографии в отраженном свете (а), обратно рассеянных электронах (б).

При изучении руд месторождения Тоеха были обнаружены дендриты пирротина, имеющие неоднородное (зональное) строение за счет обогащения отдельных зон свинцом и сурьмой до 4,06 и 1,14 % мас. (рис.9).

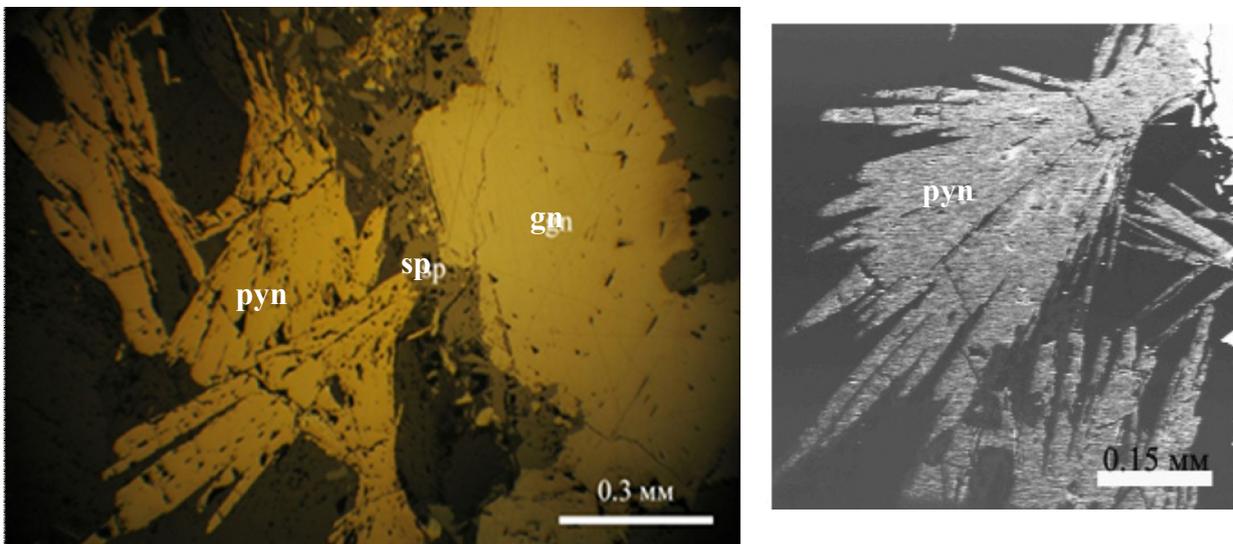


Рис. 9. Дендритовидное строение пирротина (pyr), месторождение Тоеха. Микрофотографии в отраженном свете (а), обратно рассеянных электронах (б); белые участки - зоны обогащенные Pb, Sb.

Полученные авторами данные свидетельствуют о том, что дендритовидные формы выделения не только самородных металлов, но и сульфидов, а также сульфосолей пользуются значительным распространением в рудах вулканогенных гидротермальных и, в первую очередь, близповерхностных эпитеpmальных месторождений.

Таким образом, дендритовидное строение сульфидов и сульфосолей можно рассматривать в качестве нового типоморфного признака этого класса месторождений, что имеет важное значение при проведении детальных поисково-разведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Городецкий А.Ф., Саратовкин Д.Д. Дендритные формы кристаллов, образующиеся при антискелетном росте // Рост кристаллов. Под ред. Шубникова А.В., Шефталы Н.Н. 1957, стр. 190 - 198.
2. Григорьев Д. П. О различии минералогических терминов: скелет, дендрит и пойкилит // Известия вузов. Геология и разведка, № 8, 1965.
3. Карта полезных ископаемых Камчатской области масштаба 1: 500 000. Краткая объяснительная записка. Каталог месторождений, проявлений, пунктов минерализаций и ореолов рассеяния полезных ископаемых // Главные редакторы: Литвинов А.Ф., Патока М.Г. (Камчатгеолком), Марковский Б.А. (ВСЕГЕИ). Петропавловск-Камчатский: Изд-во СП КФ ВСЕГЕИ, 1999, 520 с.
4. Радкевич О. Дендритная и скелетная кристаллизация галенита и сфалерита // Минералогический сборник Львовского Государственного Университета им. Ив. Франко № 21, выпуск 2, 1967, стр. 153-159.
5. Токунага М. Свинцово-цинковые жилы рудника Тоеха // Вулканизм и рудообразование. М.: Мир, 1973, стр. 207-215.
6. Шафрановский И. И. Кристаллы минералов. Кривогранные, скелетные и дендритные формы. М.: Госгеолтехиздат, 1961, с. 332.
7. Ohta E. Polymetallic mineralization at the Toyoha mine, Hokkaido, Japan. Mining Geology, 1991, vol. 41, p. 279-295.

OCCURENCE OF DENDRITES IN EPHTERMAL DEPOSITS IN
THE KURIL-KAMCHATKA ISLAND ARC*Andreeva E.D., Kim A.U., Sheshkanova K.O.**Mozzherina A.Yu.*

Some minerals, such as sulfides and native gold, show very spectacular dendritic structure in ores of the epithermal deposits. The present research was aimed to show various kinds of dendritic sulfides occurring in epithermal Au-Ag and Au-Ag-polymetallic deposits in Kamchatka and Japan. The dendritic sulfides are marked by variety of forms and size, impurities of As, Fe, Mn, Te, Bi, Pb, Sb.

Keywords: dendrites. native gold, sulfides, sulphosaltes, structure.