

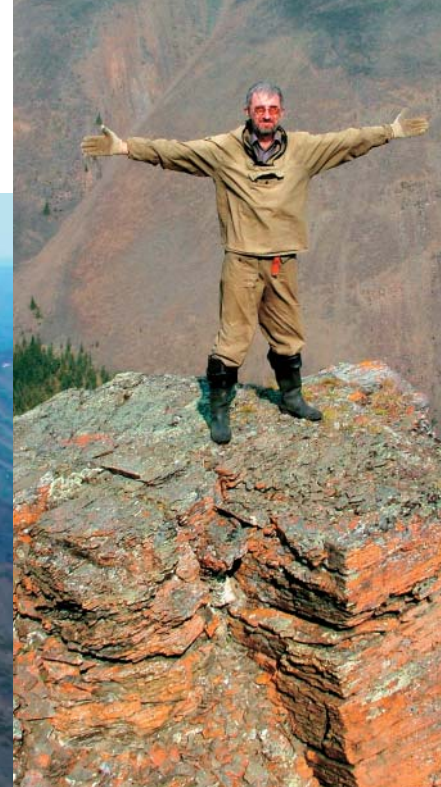
А.В. КОСТИН

# «Живое» серебро Олонхо

*Серебро – один из древнейших металлов, добываемых из недр. Оно не окисляется на воздухе, обладает рекордными электропроводностью и теплопроводностью, легко сплавляется с другими металлами. Благодаря этим свойствам серебро применяется в промышленных технологиях, медицине и ювелирном деле. Потребление серебра устойчиво растет, а потребность в нем превышает предложение, ведь большинство богатых месторождений уже выработаны. Одно из исключений – серебряные залежи Якутии, где встречается удивительное самородное серебро, внешним видом напоминающее обычные минералы*

**С**еребро, как и положено «благородному» металлу, – далеко не распространенный химический элемент: в земной коре его содержание не превышает стотысячной доли процента. Основная часть серебра встречается в природе в виде минералов – соединений серы, сурьмы и т. д., а также в полиметаллических рудах.

Самородное серебро попадает нечасто. Его основные промышленные месторождения находятся в Германии (Рудные горы), в Северной Америке (Кордильеры), в Европе (Карпаты), в Японии, Новой Зеландии. Находки крупных серебряных самородков – очень редкое событие. В основном это случалось в Западной Европе: например, в месторождении серебра в Шнееберге в Рудных горах был обнаружен самородок весом около 20 тонн! Много серебряных самородков находили и в России в XVIII в. (на Алтае и о. Медвежьем).



КОСТИН Алексей Валентинович – доктор геолого-минералогических наук, заведующий лаборатории геологических информационных технологий и лаборатории геологии и минералогии благородных металлов Института геологии алмазов и благородных металлов СО РАН (Якутск). Автор и соавтор свыше 70 научных работ. Хобби – фотография



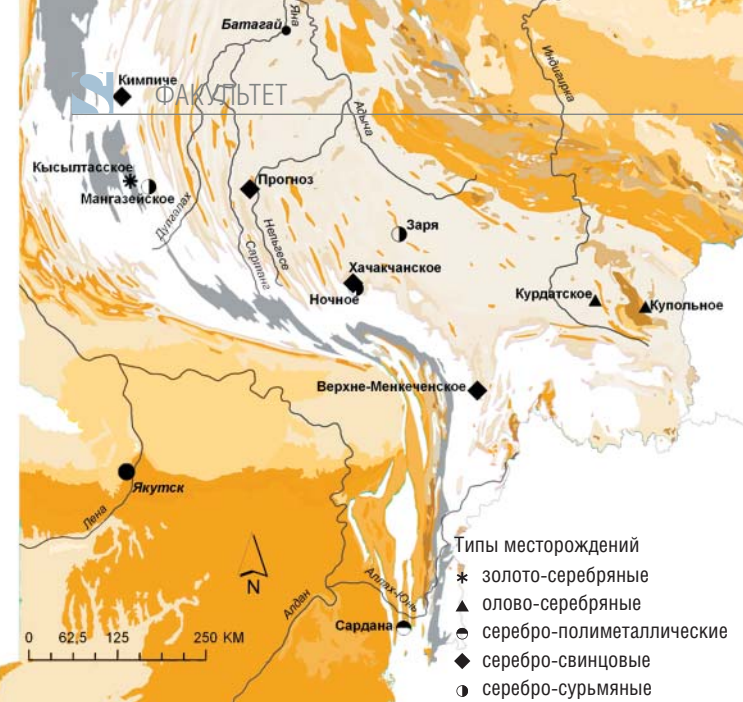


Схема размещения главных месторождений серебра Западно-Верхоянского геолого-экономического района (Якутия). По оценкам, промышленные запасы серебра составляют здесь около 60 000 т

Сегодня большинство богатых серебряных месторождений выработаны, на многих добываются даже бедные серебром руды. К числу районов с абсолютно не тронутыми месторождениями серебра относится Западно-Верхоянский геолого-экономический район Восточной Якутия. Его ресурсный потенциал – 60 тысяч тонн серебра! Изучением этих перспективных месторождений занимаются ученые из Института геологии алмаза и благородных металлов Якутского научного центра СО РАН.

Являясь достаточно редким минералом, серебро изучается, может быть, более детально и тщательно, чем многие другие минералы, что приносит неожиданные открытия. Именно это и случилось с якутскими учеными на Мангазейском месторождении в Западном Верхоянье.

### Серебряный «мох»

Самородное серебро геологи ищут всегда – его находки издавна считаются большой удачей. Дело в том, что они являются свидетельством определенных условий рудообразования, отвечающих самым богатым участкам серебряных месторождений – *рудным столбам*.

Поэтому, работая на Мангазейском месторождении, образцы из рудных жил исследовали в первую очередь на наличие в них самородного серебра. Чаще всего его там не оказывалось; в других же случаях в друзах карбоната или кварца попадались пучки каких-то по виду то ли ржавых «проволочек», то ли пучков засохшего мха.



Самородное серебро в кварц-сидеритовой друзе рудной зоны Вертикальная. Месторождение Мангазейское. *Находка аспиранта ИГАБМ СО РАН Л.В. Осипова*

Проволоки самородного серебра, покрытые гидроксидами железа в друзе окисленного сидерита

Серебро самородное – минерал из класса самородных элементов; химический состав колеблется от почти чистого серебра (не более 1,5 % примесей) до природных твердых растворов с золотом, сурьмой и ртутью. Самородное серебро обычно встречается в виде тонких неправильных пластин и листочков, проволокообразных или дендритоподобных сростков, зерен неправильной формы и более крупных сплошных скоплений (самородков), изредка – в виде кубов и октаэдров. Цвет самородного серебра в свежем изломе – белый, часто поверхность покрыта черной пленкой. В полированных шлифах отличается очень высокой отражательной способностью



Геологи не обращали внимание на эти артефакты, пока при бурении с глубины 180 м не был поднят керн, содержащий такой же «мох». Истина оказалась рядом: это были проволокообразные сростки из чистого серебра!

Часть их была покрыта гидроксидами железа и имела вид ржавой проволоки, другая была ослепительно белого цвета, как будто только что с прилавка ювелирного магазина.

Чуть позднее такое самородное серебро было найдены в большом количестве в рудных жилах на поверхности месторождения. Форма находок была самой различной: в виде проволок, дендритов, тонких пластинок и даже фольги, выросшей между гранями кристаллов карбоната.

Удивительно, что его оказалось так много и такого разного, но еще удивительнее было то, что геологи наконец-то научились его «видеть». И, конечно, заинтересовались происхождением, составом и строением этого минералогического феномена.

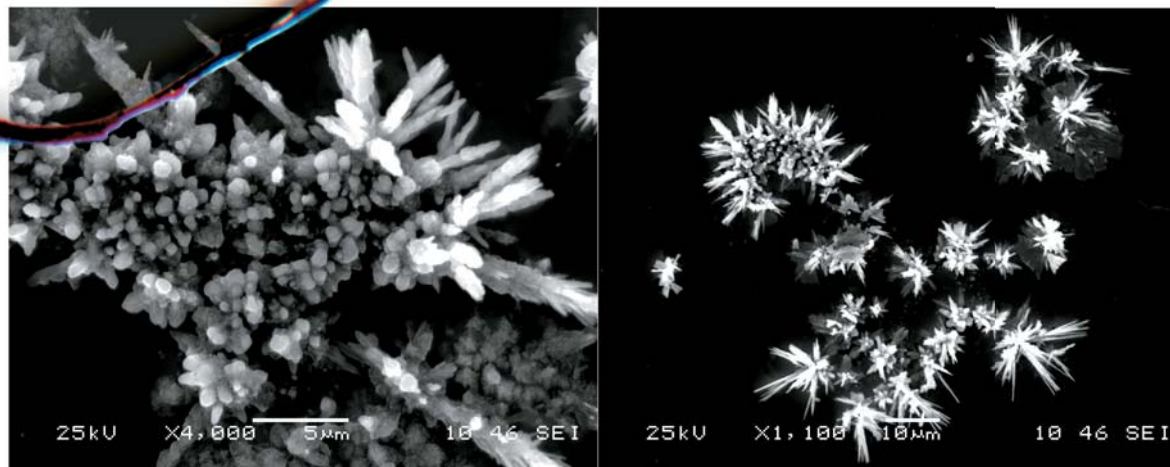
### Родом из фрейбергита?

Самородное серебро в виде проволоки образуется в основном в друзовых пустотах, сложенных кристаллами *кварца*, *карбоната* и иногда *галенита* (сульфида свинца). Вместе с серебром в образцах почти всегда встречается серебросодержащий минерал *фрейбергит* ((Ag,Cu,Fe)<sub>12</sub>(Sb,As)<sub>4</sub>S<sub>13</sub>). Последний считается одним из главных носителей серебра в рудах.

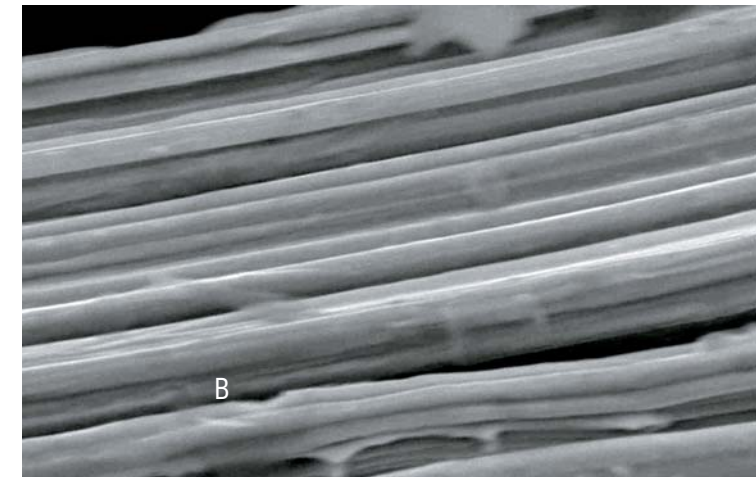
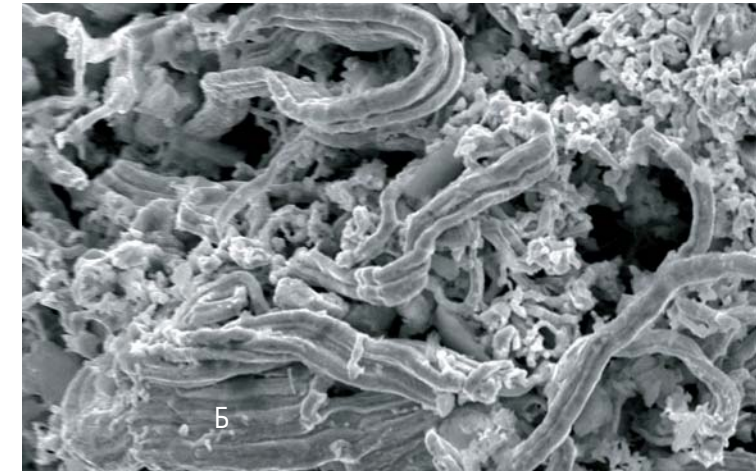
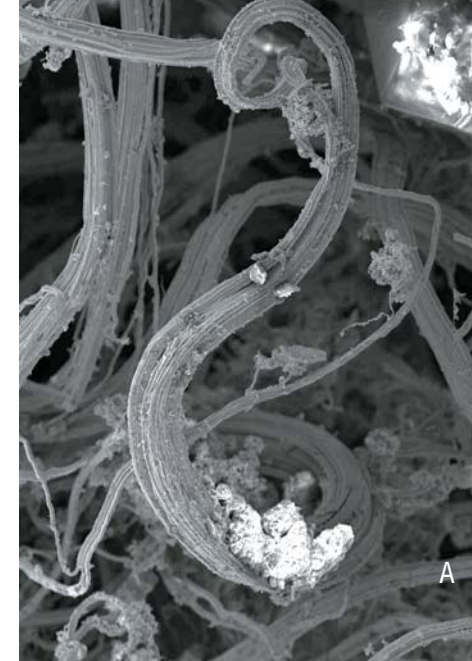
Обычно для изучения минерального состава руд готовятся специальные полированные образцы, которые рассматриваются и анализируются в отраженном свете рудного микроскопа при различных увеличениях. И оказалось, что в полированных образцах фрейбергита под воздействием света действительно может вырасти самородное серебро – это было подтверждено опытным путем. Этот факт натолкнул на мысль, что какая-то часть серебряных «провонок» в природе могла образоваться их фрейбергита.

Но что послужило толчком – ведь под землей солнечного согрева нет? Вероятно, эту роль могло сыграть высокое давление, обусловленное весом толщи осадочных пород или тектонической активностью.

Волосовидное серебро



Иголки самородного серебра, выросшие из минерала фрейбергита на свету



Образцы самородного серебра в виде проволоки исследовали на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6480 LV. На основе этих данных установлено, что на начальной стадии роста формируются глобулярные, почковидные и тонкозернистые выделения самородного серебра (А). Следующая форма самородного серебра – агрегаты сближенных волокон, из которых произрастают прямые и закрученные серебряные проволоки, на которых при большом увеличении видны зародыши кристаллов пластинчатого серебра размером от 1 до 20 микрон (Б) и параллельно-волоконистое строение агрегатов (В)

### Как и где?

Исследования спомощью электронной микроскопии показали, что на раннем этапе роста серебряная проволока внутри – полая. Серебряные дендриты начинают рост с краев проволок и постепенно вся полость зарастает. Проволока может вырасти до нескольких сантиметров длиной, при этом ее корневая часть толще, чем окончание, что придает ей вид волоса.

Такая форма серебра объясняется тем, что нитевидные кристаллы растут не «головкой», а основанием, выдавливаясь из пористого субстрата, подобно пасте из тюбика. Толщина и форма одной нити соответствует диаметру поры; суммарная толщина пряди из множества нитей может достигать до двух миллиметров. Встреча «головки» агрегата с препятствием не прекращает его рост у основания, а серебро – металл достаточно пластичный. Поэтому кристалл изгибается и продолжает рост. Наверное, именно поэтому мы и находим спутанные проволоки серебра в друзовых полостях, где пространство ограничено.

Самородное серебро часто встречается в зоне окисления богатых серебряных руд. Ее можно проследить по высыпанию «ржавых» камней

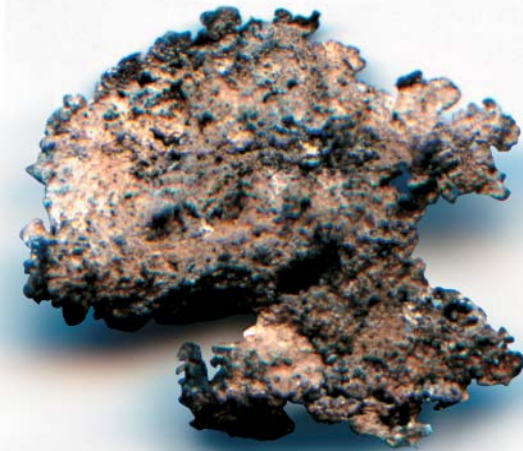


Самородное серебро достаточно часто образуется в зонах окисления месторождений. Для этого богатые серебряные руды должны располагаться на плоской вершине горы. Обычно зона окисления прослеживается по высыпкам «ржавых» камней – остаткам карбонатной жилы с минералами серебра. Если же жила вскрывается на склоне, то она разрушается и вымывается дождевыми и тальными водами, и никакого серебра там не найти.

Одна из наиболее ярких и познавательных зон окисления на Мангазейском месторождении – рудная зона Стержневая, обнаруженная геологом В. В. Шошиным в 1991 г. по развалам окисленных руд с обильными выделениями самородного серебра и малахита. Совместное нахождение этих минералов доказывает, что первичные руды состояли преимущественно из фрейбергита (в его состав входят серебро и медь).



Самородки серебра из зоны окисленных руд



Образец карбонатно-фрейбергитовой окисленной руды. На малахите и карбонате – пластинки самородного серебра



При промывке шлиха из материала окисленных серебряных руд на лотке среди темно-коричневого карбоната остается дорожка из серебряной пыли и серебряные самородки. Таким образом, благодаря окислению и разрушению первичной породы в природе происходит процесс вторичного обогащения серебряной руды: легкорастворимые компоненты выносятся водами, остается то, что химически малоактивно – серебро. По сохранившимся образцам можно судить о том, насколько богатой была первичная серебряная руда, и делать прогноз по добыче. Среди этих образцов и удивительное «проволочное» серебро – разгаданная тайна Мангазейского серебряного месторождения.

*В публикации использованы фото автора*



Серебро в окисленных рудах обычно имеет форму лепестков, прилипших к малахиту. Когда малахит разрушается, лепестки серебра как бы парят в воздухе