

**Не все то золото, что блестит**  
(народная мудрость)





***Мы утверждаем:  
«Не все, что золото, то блестит»***

**Подтверждением справедливости  
нашего утверждения  
(как минимум, с минералогической  
точки зрения) является наш доклад**

**Первая находка горчичного золота  
в золоторудных месторождениях  
Фенноскандинавского щита**

***Авторы: Калинин А.А., Савченко Е.Э.,  
Селиванова Е.А.***

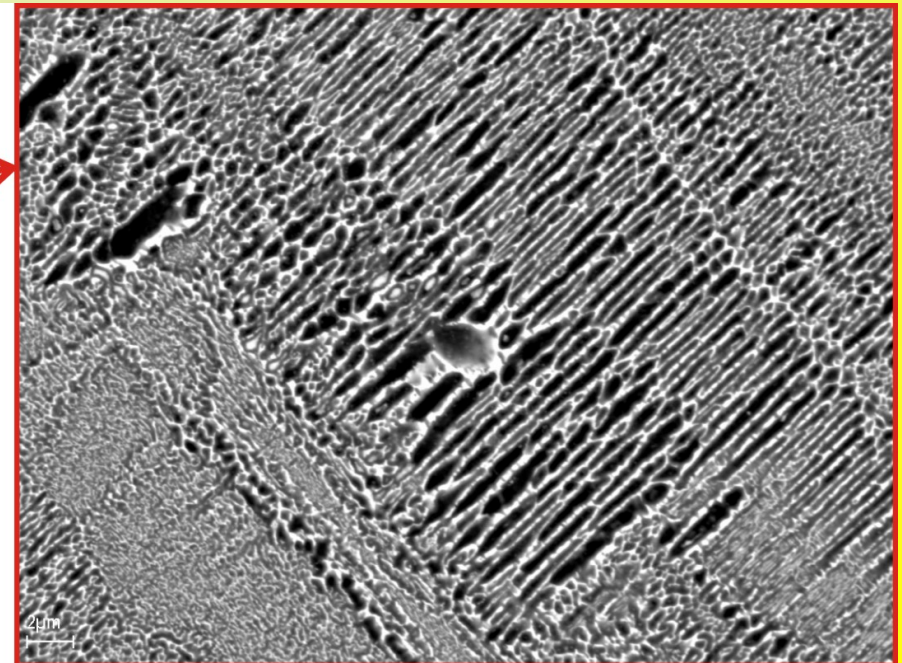
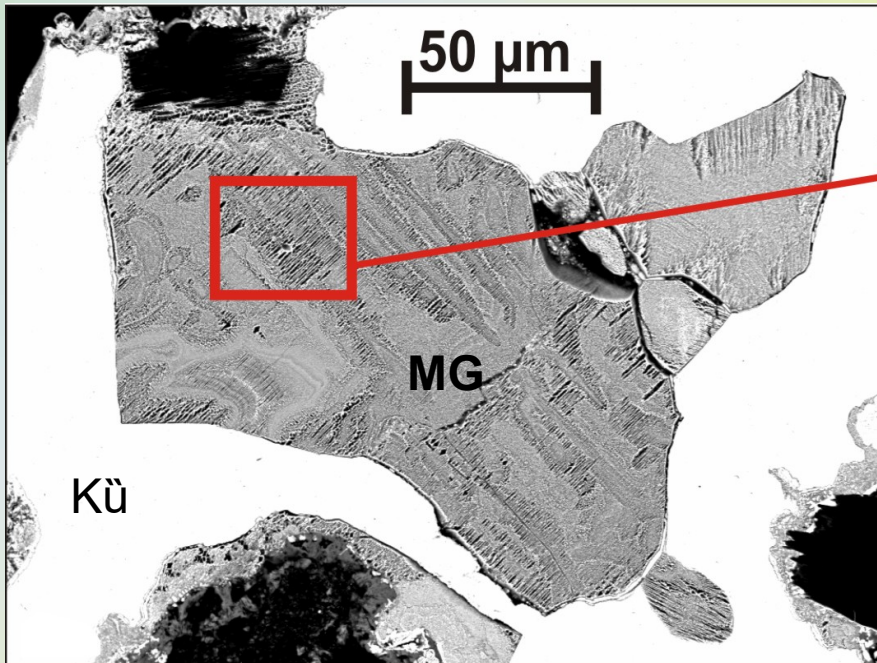
***Геологический институт КНЦ РАН***

Свое название горчичное золото получило благодаря цвету, варьирующему от желто-коричневого до кирпично-красного, который обусловлен заполняющими ячейки гидроокислами железа, и за землистую, рыхлую текстуру.

Выделения горчичного золота, как правило, ассоциируют с самородным золотом – горчичное золото нарастает на поверхность золотин, образует вроски в них, при этом само может обрастать поздним высокопробным золотом.



Горчичное золото представляет собой ажурную тончайшую решетку из частиц (глобул) золота с порами исключительно мелкого размера (нередко менее 1 мкм), заполненными чаще всего кислородными соединениями Fe, Te, Pb, Cu, Au, Ag, Sb, Hg и некоторых других элементов. Такие образования формируются в зоне гипергенеза золото-теллуридных и золото-сурьмяных месторождений при окислении и разложении теллуридов, антимонидов и интерметаллидов золота.



BSE фото

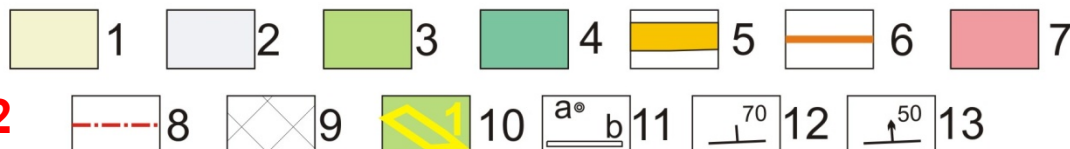
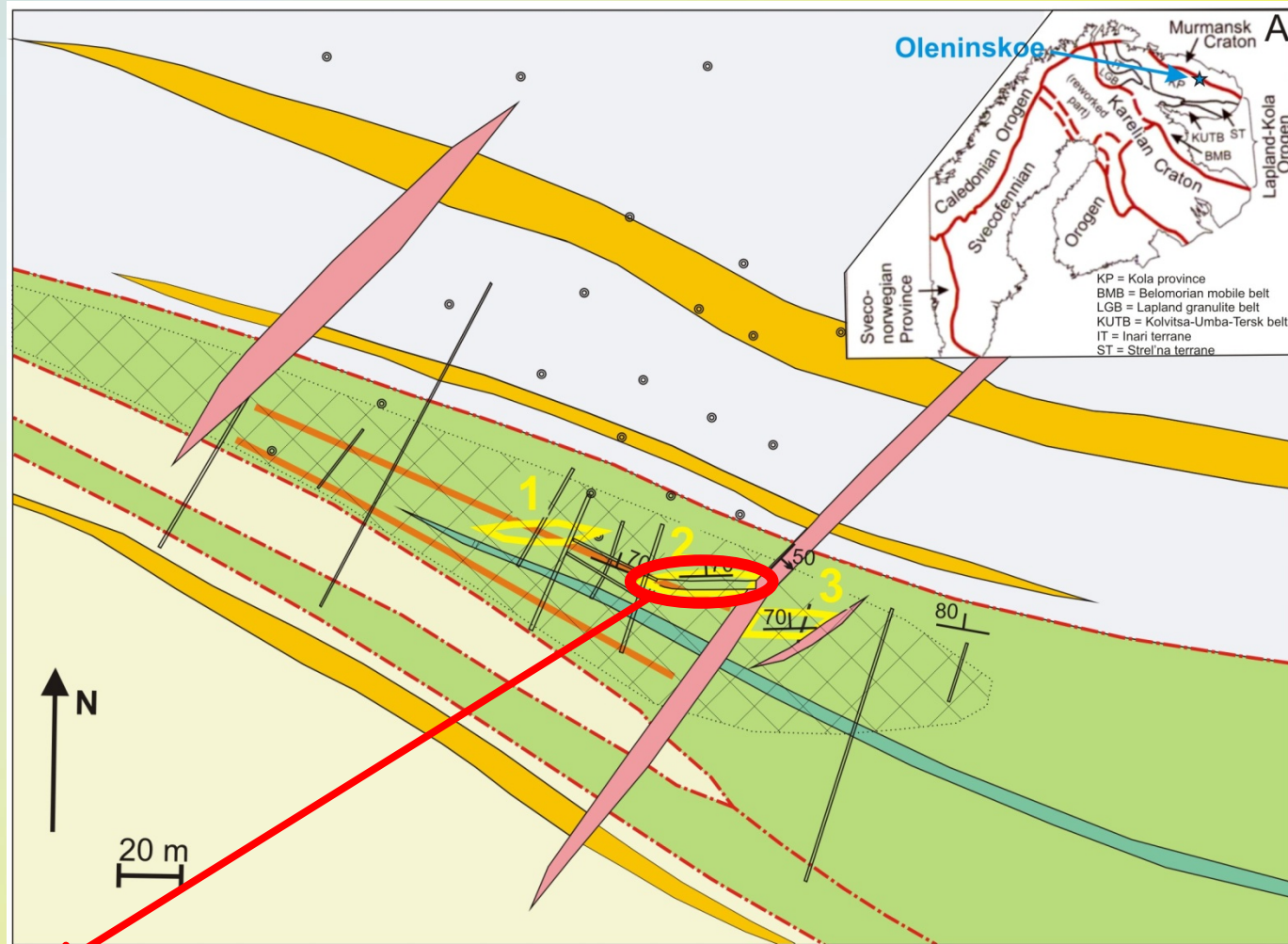
Kù - кюстелит, MG – горчичное золото

Оленинское месторождение золота в зеленокаменном поясе Колмозеро-Воронья - рудный объект, нетипичный по своим минералого-геохимическим характеристикам для докембрийских зеленокаменных поясов. Отношение Au/Ag в рудах 1/5 – 1/10.

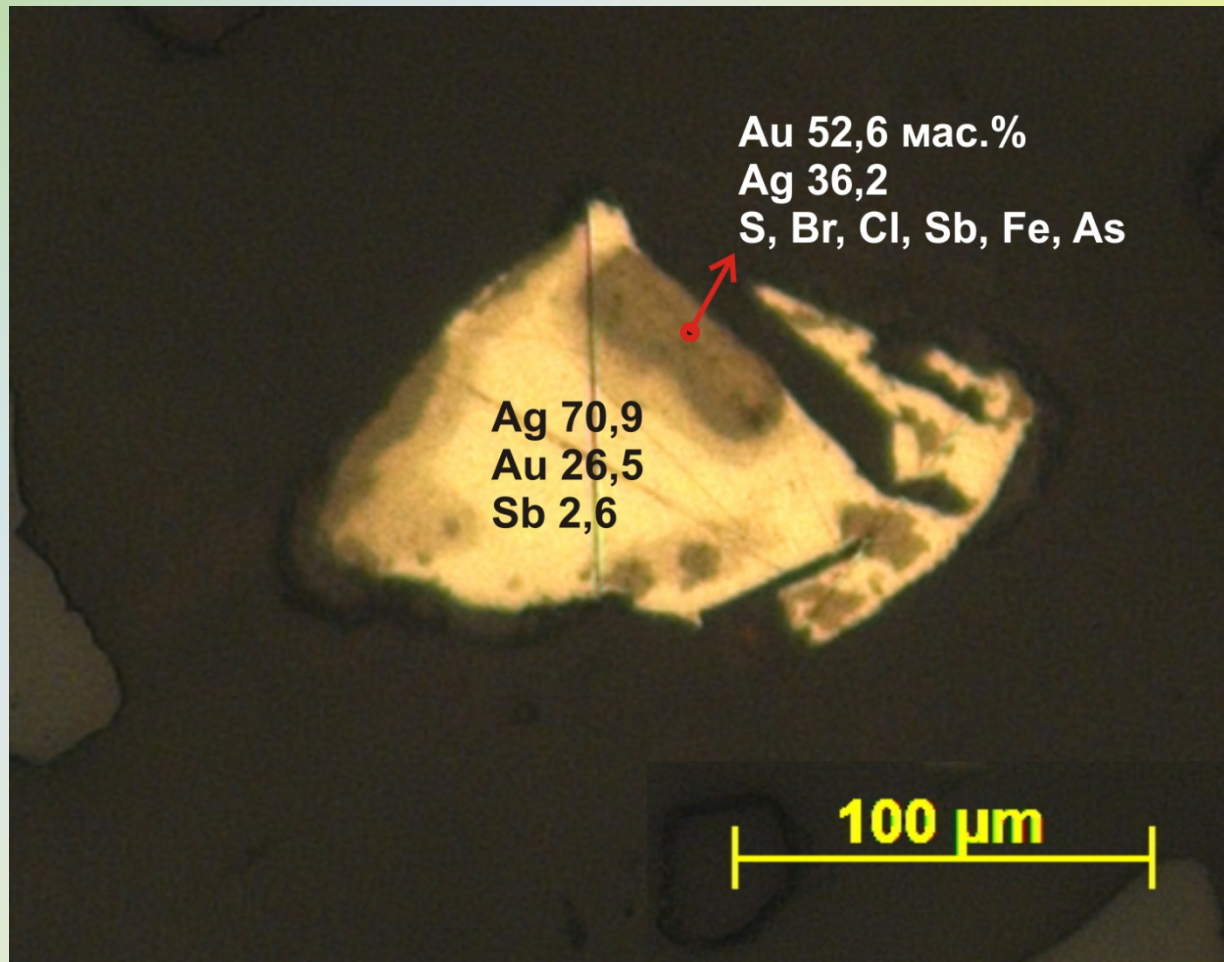
Здесь широко распространены соединения Sb, в том числе с Ag и Au, а минералы ряда Ag-Au богаты Ag (3 из 4 генераций представлены золотистым серебром – кюстелитом).

Попытки отыскать аналоги месторождения в докембрийских комплексах всего мира не увенчались успехом.

**Все находки горчичного золота сделаны в линзе 2**



На Оленинском месторождении горчичное золото развивается за счет золотистого серебра (кюстелита), содержащего примесь сурьмы 1–3 масс. %. В приповерхностных низкотемпературных условиях серебро более подвижно, чем золото, и может быть мобилизовано из золото-серебряных сплавов в кислотных условиях в виде комплексных соединений с  $\text{Cl}^-$  или  $\text{Br}^-$  (Пальянова, Колонин, 2007, Пальянова, 2008).



В исходных зернах кюстелита отношение  $\text{Au/Ag} \sim 1/3$ . При выносе Ag и остаточном обогащении золотом образуется тонкая решетка самородного золота (точнее, электрума) с отношением  $\text{Au/Ag} > 1$  с микропорами, заполненными различным материалом.

Установлено горчичное золото в образцах, отобранных из полотна канавы, вскрывающей по простиранию зону золото-серебряной минерализации, и в минералогических пробах перекрывающих эту зону рыхлых отложений.

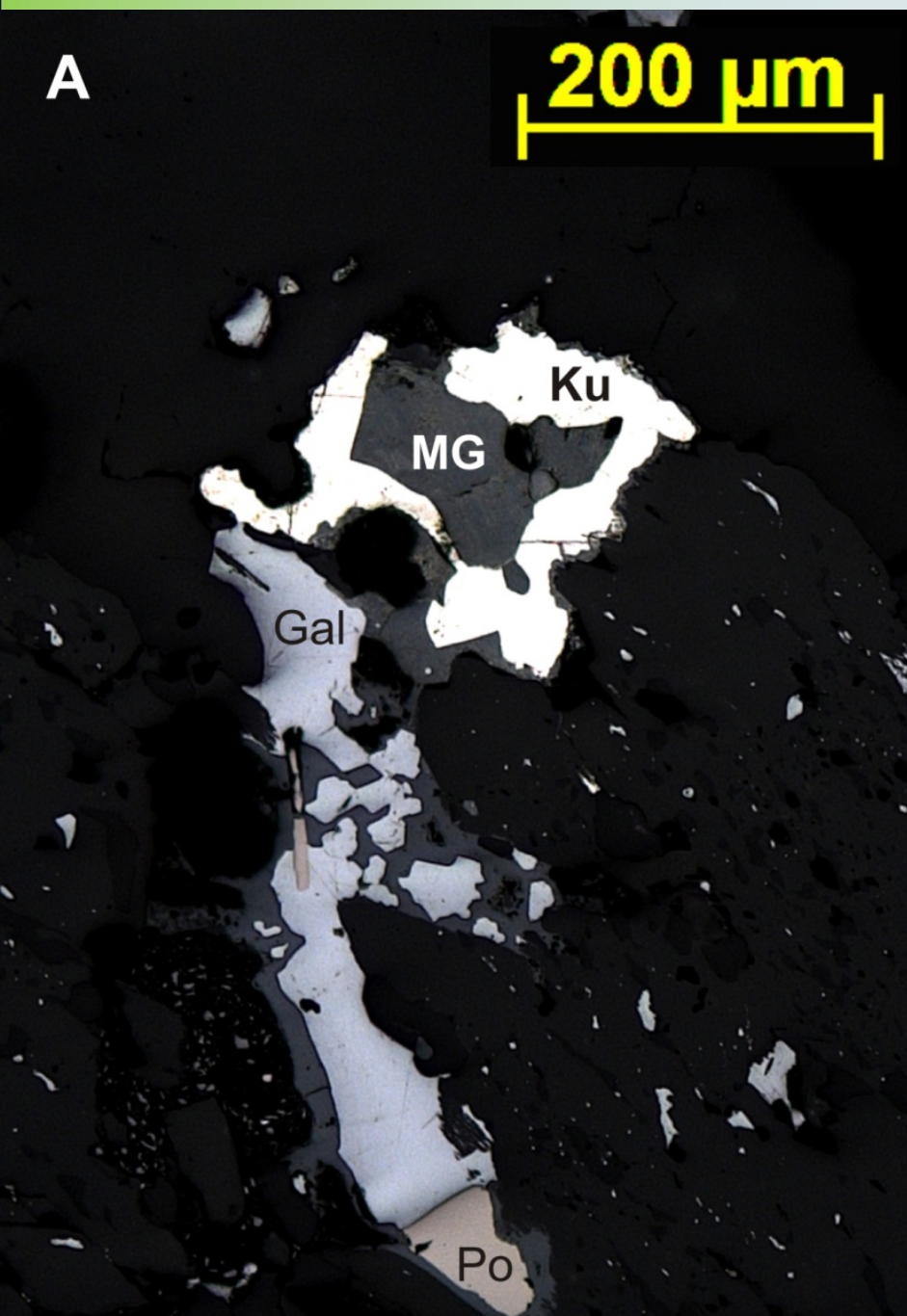
В Оленинском месторождении выявлено несколько разновидностей горчичного золота в зависимости от состава материала, выполняющего поры:

- с кислородными соединениями железа, сурьмы (а также в отдельных случаях таллия, свинца)
- с сульфидами серебра;
- с хлоридами и бромидами серебра.



A

200  $\mu\text{m}$

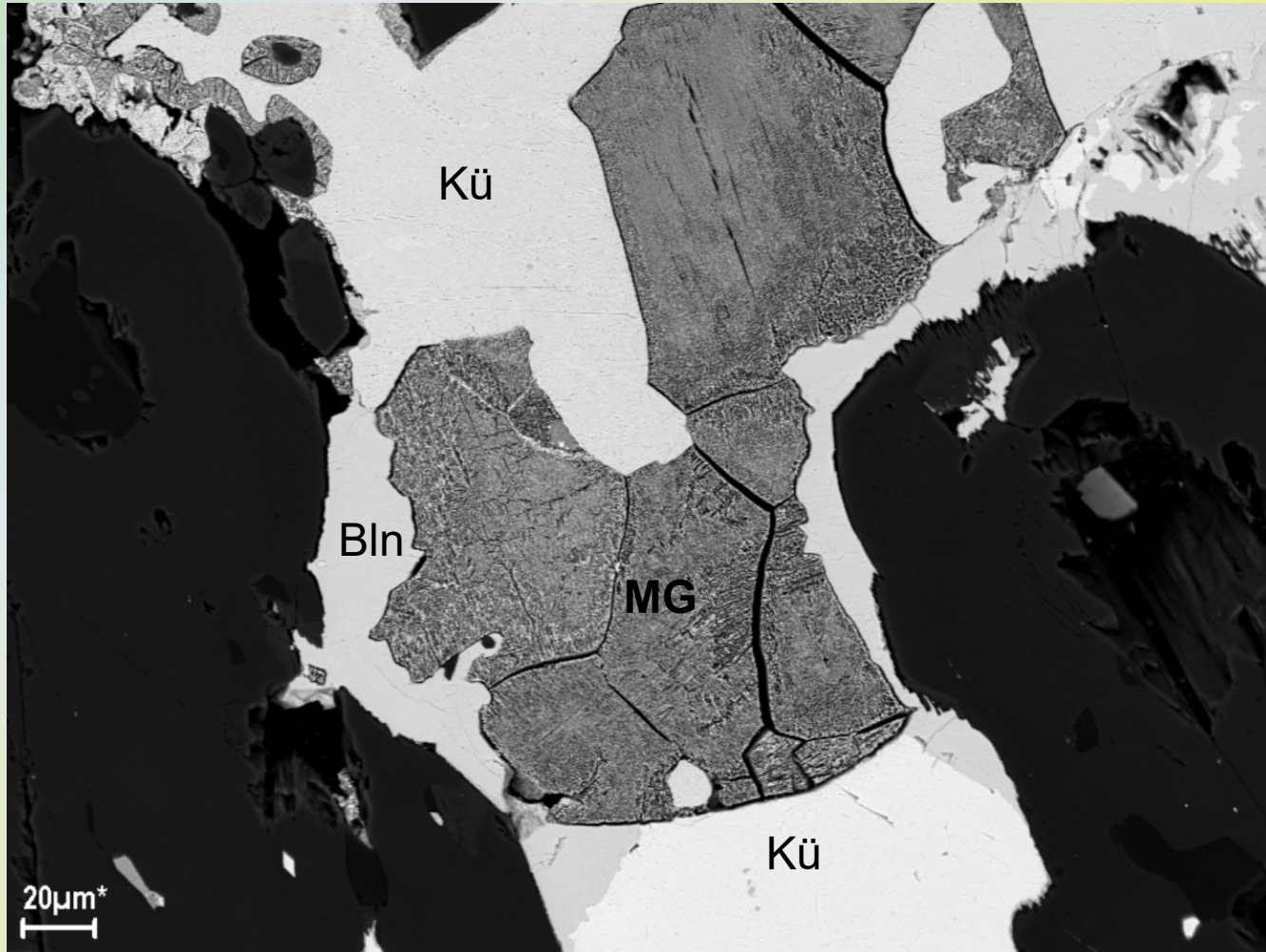


В данном зерне горчичного золота установлены:  
Au, Fe, Sb, Ag, Pb, O, S, (Mg, Al, Si).

*Здесь и далее в скобках – элементы-примеси, содержание которых менее 1 мас.%*

*Фото аншлифа,  
без анализатора*

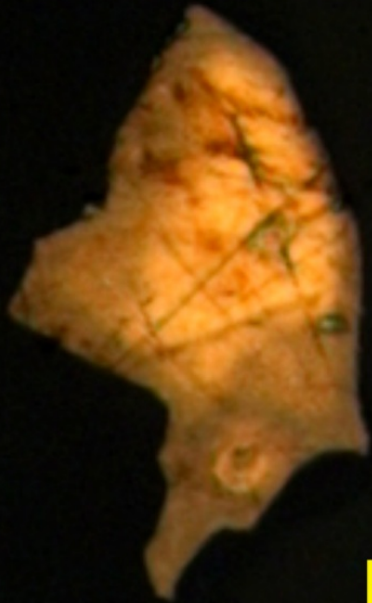
Горчичное золото по золотистому серебру, поры выполнены окислами Fe и Sb, BSE-фото



Установлены: Au, Ag, Sb, Fe, O, (Al, Si)

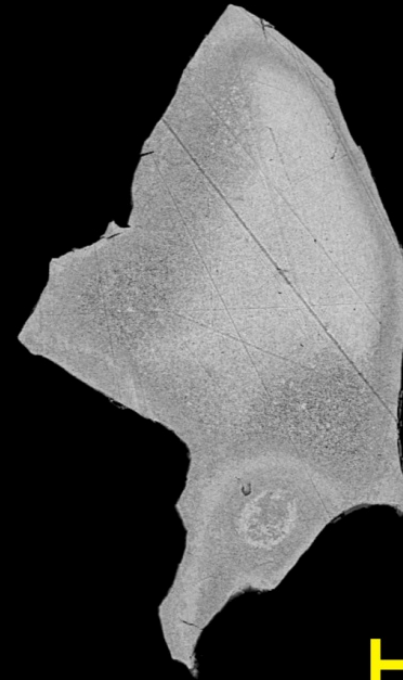
# Зерно таллийсодержащего горчичного золота

A



100  $\mu\text{m}$

B



100  $\mu\text{m}$

Установлены: Au, Ag, Tl, Fe, (Al)

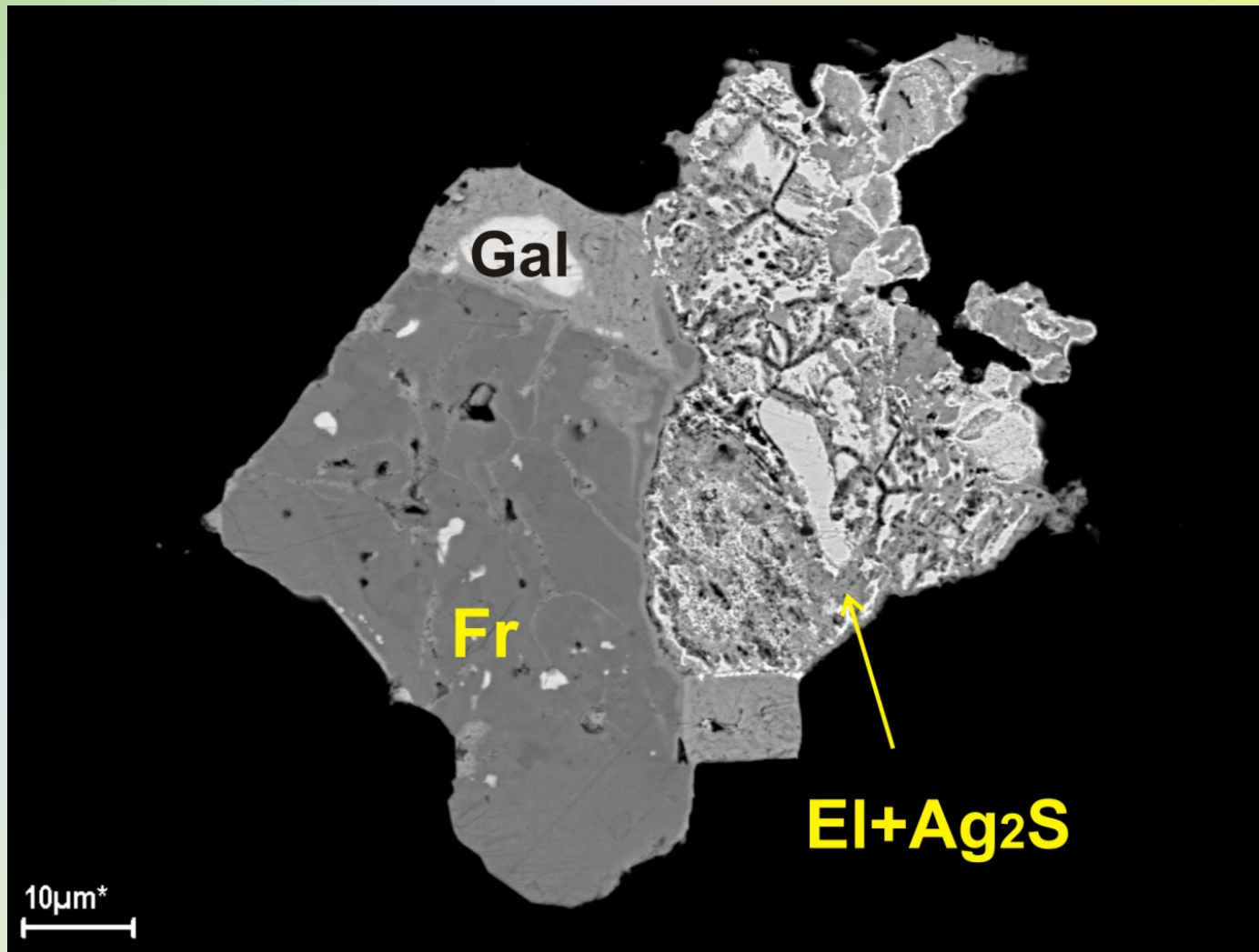
**Au, Ag, Br  
(S, Cl, Sb, Fe, As)**



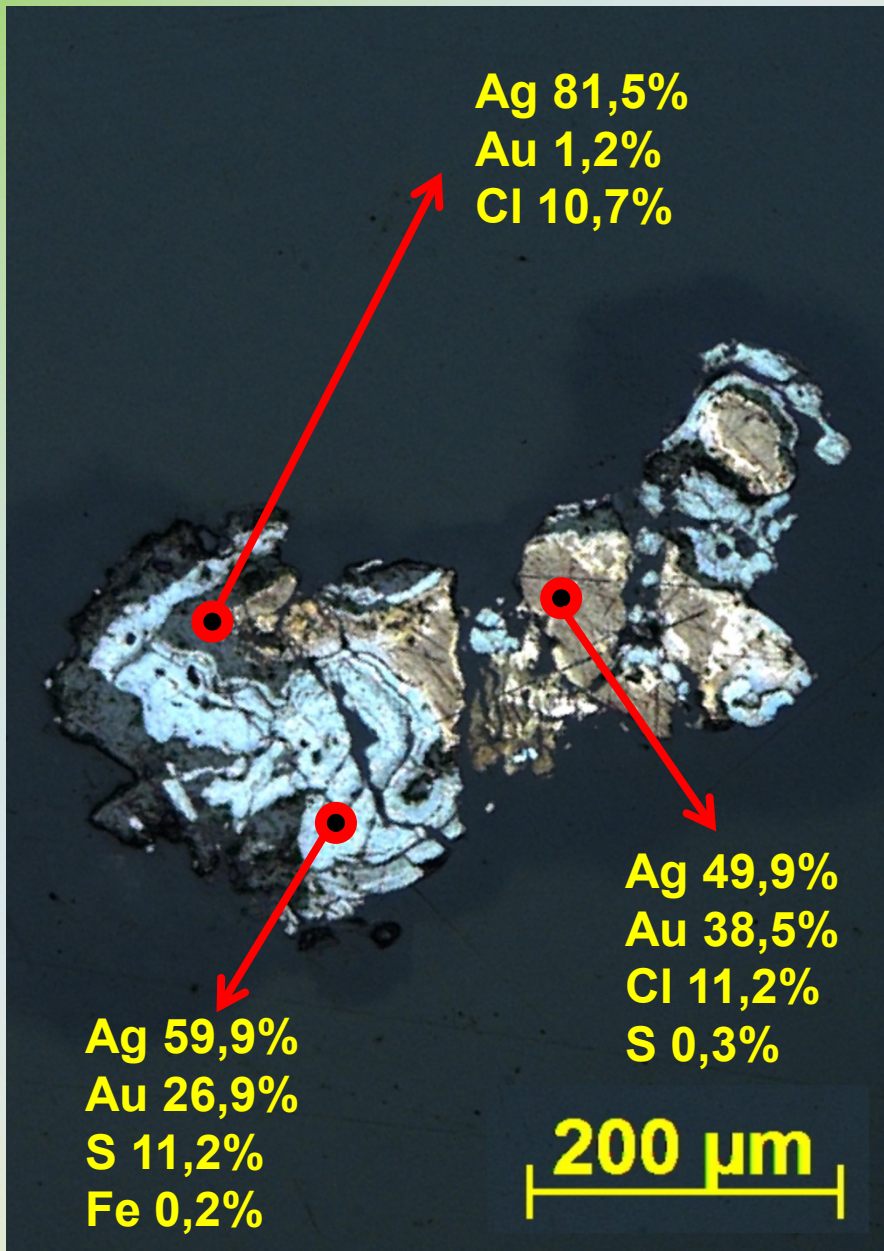
**Au 34,6%  
Ag 64,5%  
Sb 0,9%**

Бромсодержащее  
горчичное золото  
по кюстелиту

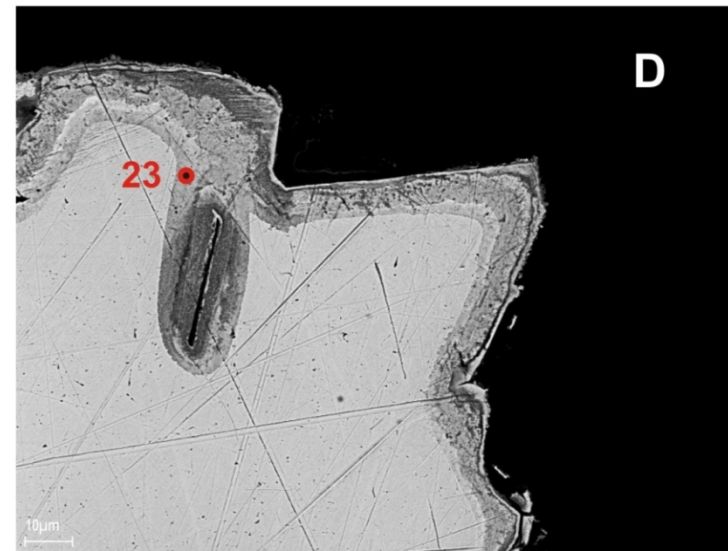
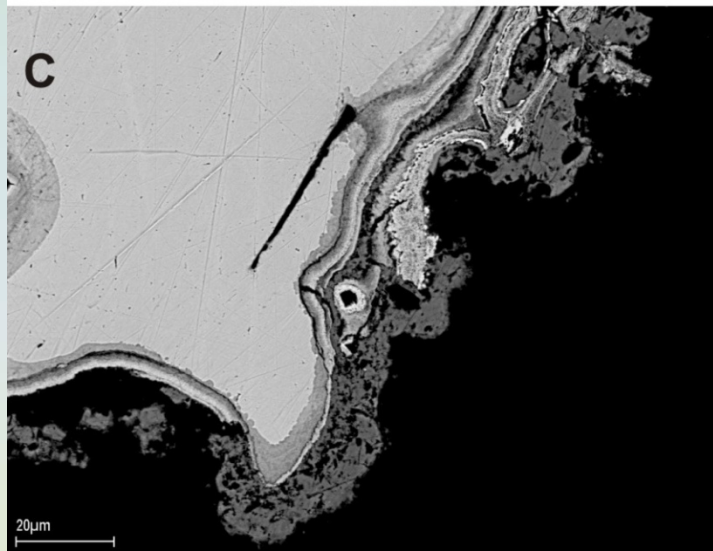
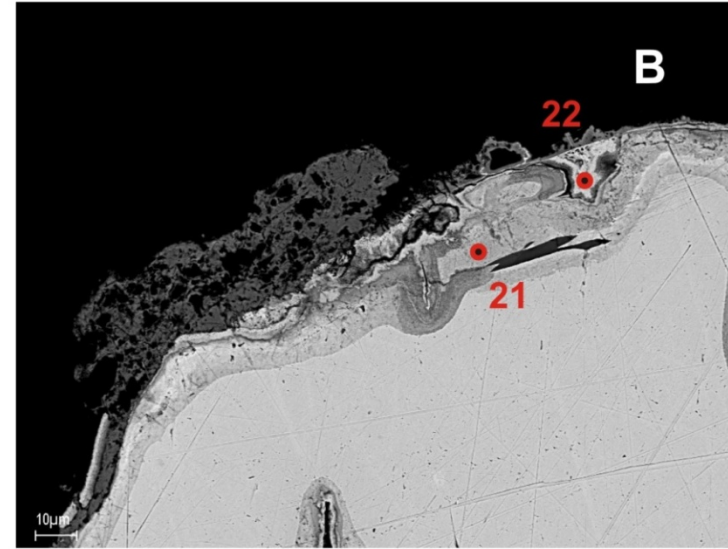
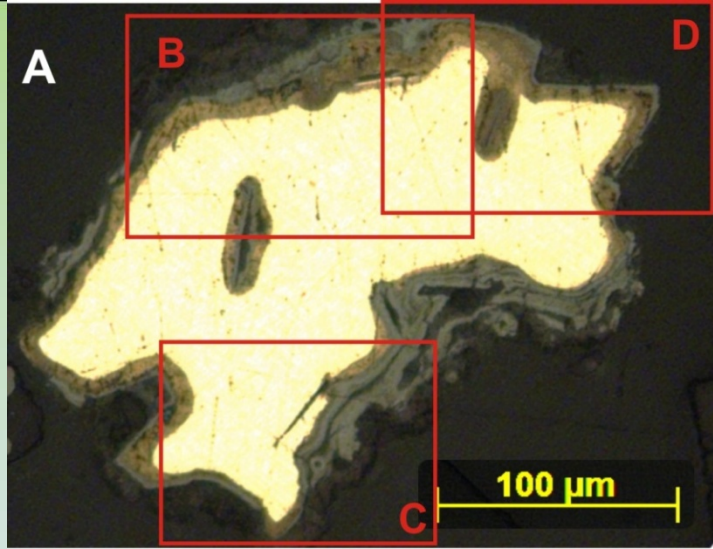
# Электрум с сульфидом серебра, предположительно акантитом



Gal – галенит, Fr - фрейбергит

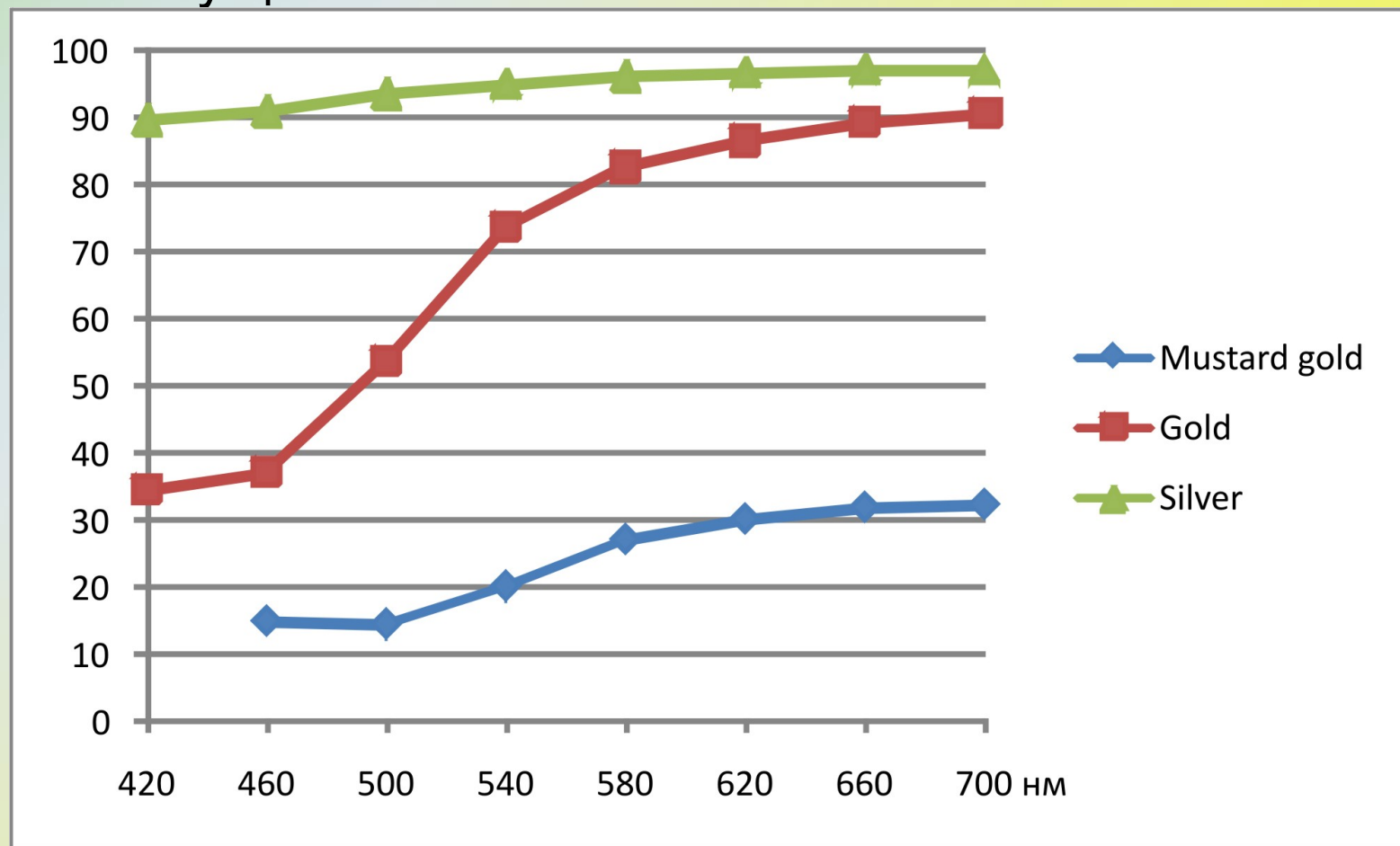


Горчичное золото с хлорагиритом (кремового цвета) в сростании с сульфидом золота и серебра (ютенбогардит? - серо-голубой) и с агрегатом хлораргирита и самородного серебра (серый).



Часто отмечается зональность, связанная с распределением Au и Ag, Br и Cl.), а также галогенов и S. Формируются внутренние зоны желто-коричневого цвета с Cl и Br и внешние голубовато-серые, богатые S (вплоть до образования сульфида серебра и золота в наружной зоне). Снаружи некоторые зерна обрастают хлораргиритом или гетитом.

В отраженном свете зерно горчиного золота (с гидроокислами железа, выполняющими поры) сильно анизотропное, со светло-желтым цветным эффектом. Отражательная способность низкая. Форма спектра отражения такая же как у минералов ряда Ag-Au, только значения существенно ниже.





В России горчичное золото было ранее описано на месторождениях Дальнего Востока и Камчатки (Агинское, Озерновское, Асачинское), в Магаданской области (Нижне-Мякитское рудно-россыпное поле), на юге Якутии (Куранахское рудное поле), то есть в тех металлогенических зонах, где присутствуют эпитермальные месторождения золота золото-теллуридной и богатой серебром золото-сурьмяной формаций в молодых вулканитах (мезозой – кайнозой). Известно оно также в мезозойских вулканогенных комплексах в Китае, Боливии, Чехии.

На докембрийских щитах формировавшиеся близ поверхности эпитермальные месторождения, наиболее вероятно, давно эродированы за редким исключением метаморфизованных эпитермальных месторождений (например, Кутемаярви в поясе Тампере в Финляндии). На таких докембрийских месторождениях возможны, в принципе, находки горчичного золота. В частности, на месторождении Кутемаярви упоминаются симплектитовые срастания самородного золота с теллуридами (Eilu, 2013), которые также могут оказаться горчичным золотом.

Горчичное золото, обнаруженное на Оленинском месторождении, имеет следующие особенности:

- оно формировалось не по теллуридам или антимонидам золота (что встречается чаще), а по золото-серебряным сплавам с примесью сурьмы (ранее такое было отмечено лишь однажды на месторождениях в Якутии).
- выявлены новые разновидности горчичного золота по составу вещества, выполняющего поры – это хлориды и бромиды серебра, а также сульфиды серебра и золота.
- впервые установлено горчичное золото с таллиевыми соединениями.

***Спасибо за  
внимание!***

