

# Подвижный элемент: геологи установили необычное поведение золота на крупнейшем российском месторождении

Учёные СФУ [изучили](#) процессы аккумуляции и миграции золота в окисленных рудах Олимпиадинского месторождения — одного из крупнейших месторождений золота в России и в мире.



Олимпиадинское месторождение находится на полтысячи километров севернее города Красноярск. Начиная с 80-х годов 20 века на месторождении добыли более пятисот тонн золота и, по расчётам специалистов, еще около тысячи тонн осталось в недрах.

Первичные руды Олимпиады — это плотные породы с вкраплением сульфидных минералов (соединений металлов и серы) и очень мелкого самородного золота (рис. 1). Содержание золота в таких рудах составляет 3-5 граммов на тонну.

Месторождение образовалось около 800 миллионов лет назад. За это время на его руды воздействовали природные процессы, главными компонентами которых являются вода и кислород. Под их действием сульфиды и многие другие минералы разрушались и окислялись, превращаясь в бурую рыхлую массу — так образовались окисленные руды. Но главное, что при этом гипергенном процессе может происходить аккумуляция золота.

Максимальное содержание золота в окисленных рудах Олимпиадинского месторождения достигало 450 граммов на тонну. Ранее считалось, что в таких условиях золото ведет себя как инертный металл — не подвергается коррозии и окислению, и, в отличие от большинства «неблагородных» металлов, не реагирует с щелочами и кислотами (кроме «царской водки»). Однако исследователи СФУ получили доказательства его подвижности и активности золота в гипергенных условиях, при воздействии на него особых геологических и климатических факторов.

Для этого научный коллектив, состоящий из университетских исследователей и специалистов предприятия «Норильскгеология» (Красноярский край), исследовал четырёхсотметровую толщу окисленных руд Олимпиадинского месторождения. Оказалось, что при окислении первичных руд, золото, содержащееся в сульфидных минералах в виде отдельных [атомов](#), высвобождается, образует комплексные соединения с другими элементами и легко мигрирует.

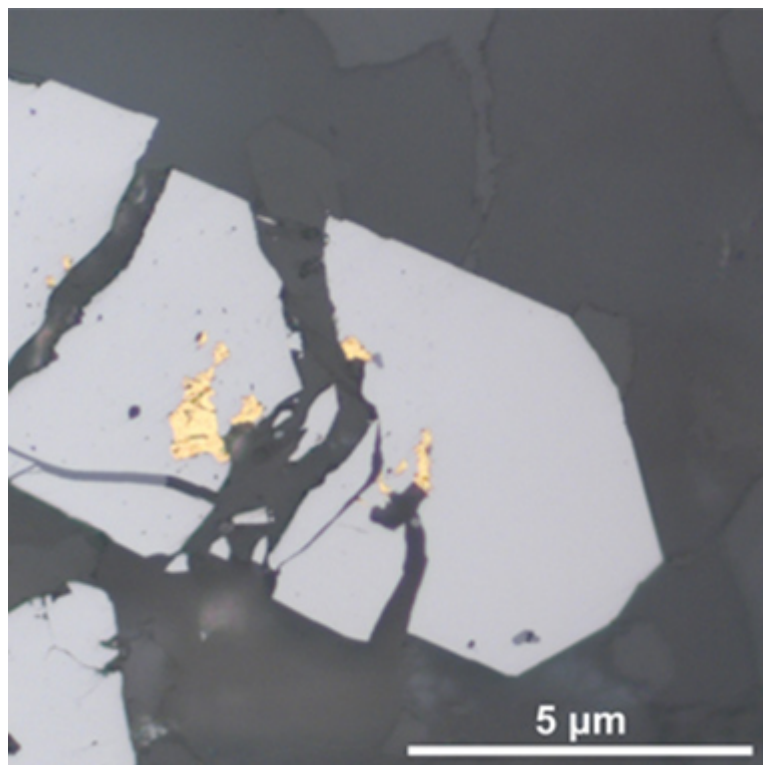


Рис. 1. Самородное золото (желтое) в трещинах кристалла арсенопирита (белое)

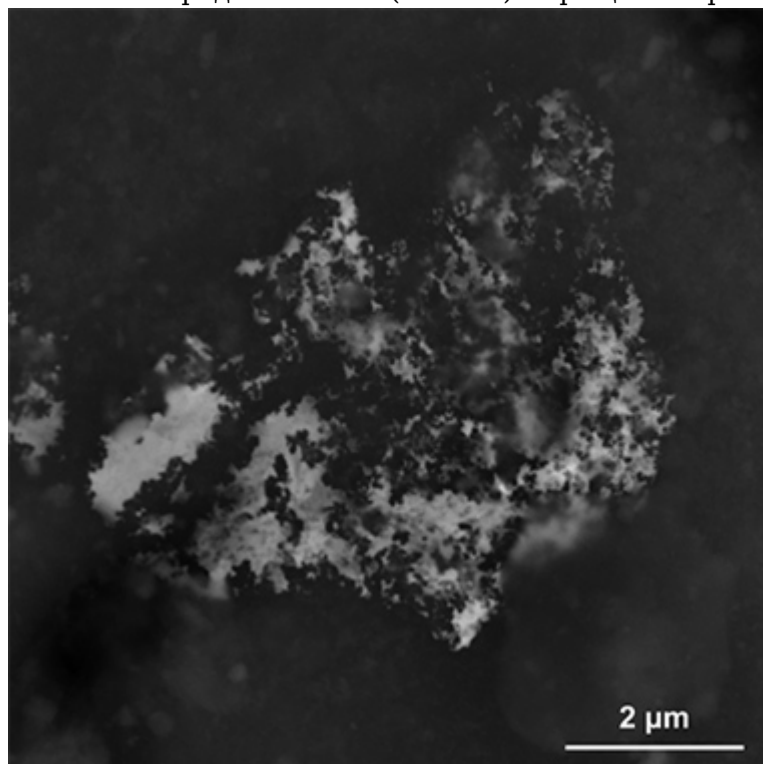


Рис. 2. Губчатое золото (светлое) окисленных руд

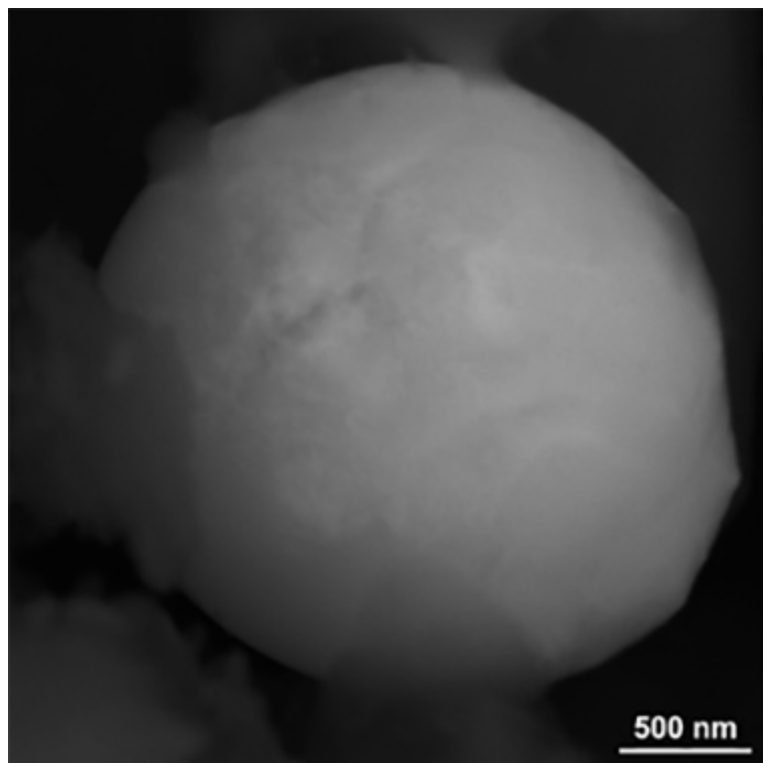


Рис. 3. Глобули золота окисленных руд

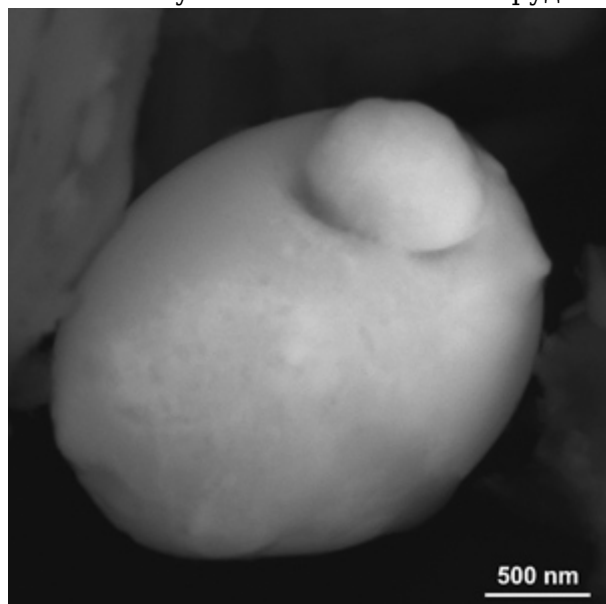


Рис. 3. Глобули золота окисленных руд

Агрессивные воды растворяют и самородное золото, и распространённое на месторождении его соединение с сурьмой — минерал ауристит ( $\text{AuSb}_2$ ). В процессе образуются частицы так называемого губчатого золота (рис. 2), похожего на морскую губку с многочисленными порами, увеличивающими свободную поверхность частиц. Такое строение позволяет агрессивным растворам интенсивней растворять благородный металл.

Стабильность комплексных соединений золота различна, и при изменении условий они могут разрушаться, а освободившееся атомарное золото группируется в нано- и микрообособления, которые зачастую обретают форму шара (глобули) или даже кристалла, что и было обнаружено на месторождении (рис. 3). Сейчас известно, что подобные процессы могут происходить даже с участием бактерий, которые способны восстанавливать наночастицы металлического золота из его соединений с другими элементами.

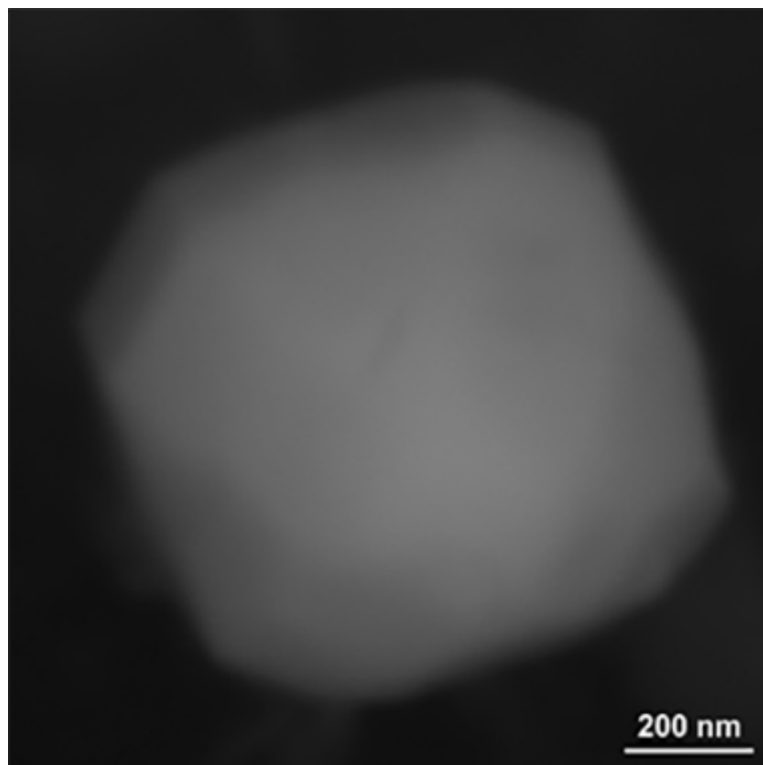


Рис. 3. Микрокристаллы золота окисленных руд

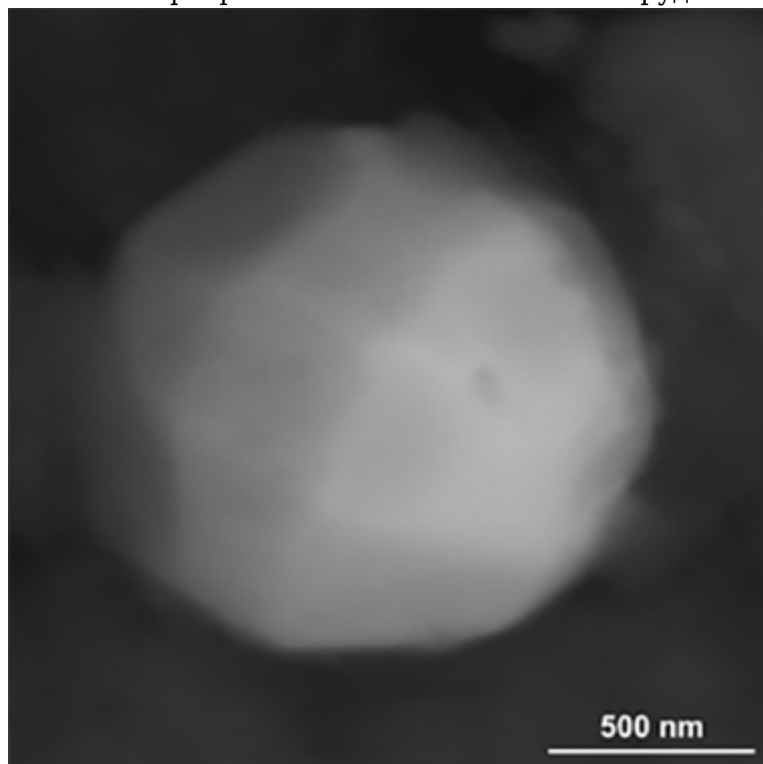


Рис. 3. Микрокристаллы золота окисленных руд

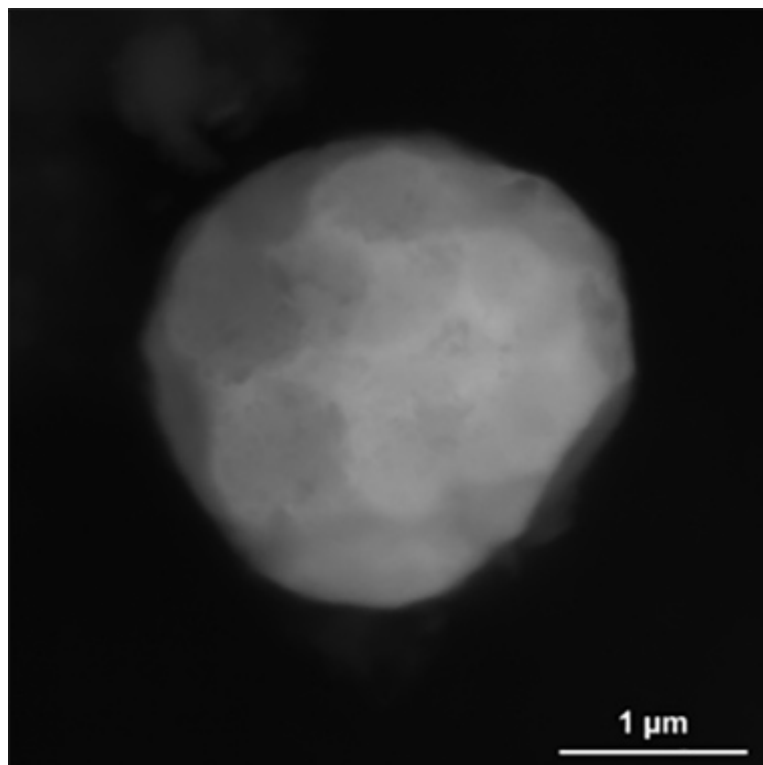


Рис. 3. Микрокристаллы золота окисленных руд

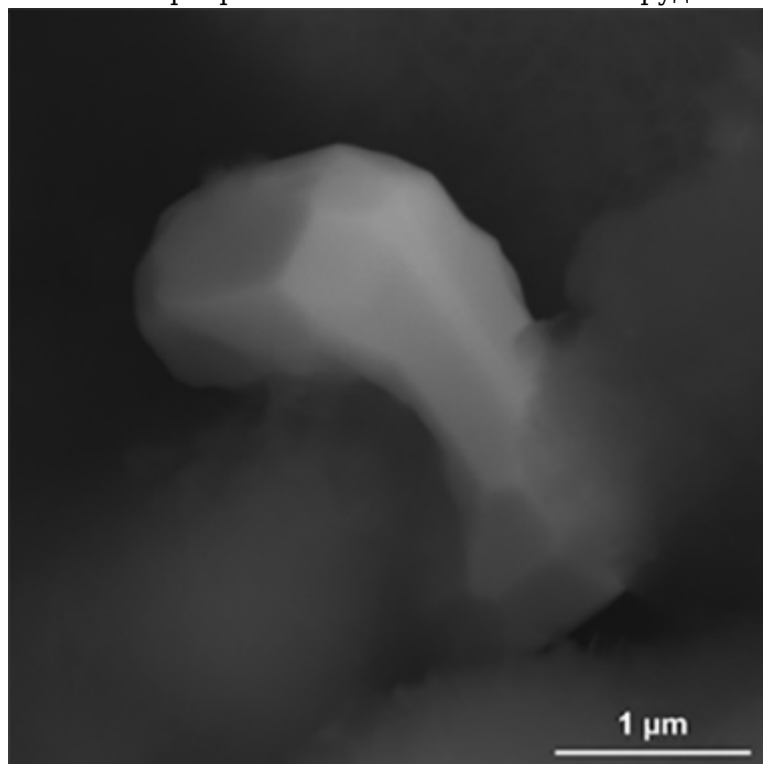
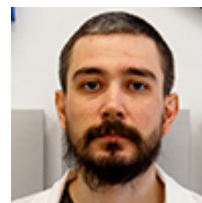


Рис. 3. Микрокристаллы золота окисленных руд

Исследователи отмечают, что процесс формирования окисленных руд, а также миграция и новообразование золота Олимпиадинского месторождения хорошо иллюстрируются в разрезе толщи окисленных руд. В нижней части содержится много реликтового золота первичных руд, а также большое количество губчатого золота. Выше по разрезу доля губчатого и реликтового золота снижается, но увеличивается количество новообразованных глобуль и микрокристаллов. А вот наибольшее количество глобуль и микрокристаллов, как и максимальное суммарное содержание золота (до 60 грамм на тонну в изученных пробах), наблюдается в верхнем слое изученного разреза. Эта зона примечательна еще тем, что здесь найден минерал церианит (оксид церия,  $\text{CeO}_2$ ), выступающий индикатором резкого изменения условий окружающей среды. Именно с этим изменением условий связано новообразование золота, считают авторы.

*«Хотя окисленные руды Олимпиадинского месторождения были отработаны еще в 2007 году, изучение форм нахождения, поведения и распределения золота в них важно по ряду причин. В первую очередь, окисленные руды ценны, поскольку не требуют сложных процессов обогащения и рентабельны даже при низких содержаниях золота в них. С другой стороны, зоны окисления золоторудных месторождений представляют и фундаментальный интерес, связанный с экзогенной геохимией и металлогенией золота», — отметил ведущий инженер кафедры геологии, минералогии и петрографии СФУ **Сергей Сильянов**.*



Соавтор исследования, инженер аналитической лаборатории Научно-технологического R&D центра ГМК «Норильский никель» **Борис Лобастов**, в свою очередь сообщил, что зона окисления исследованного месторождения была самой настоящей лабораторией под открытым небом.

*«Нами было изучено немало техногенных объектов — там процессы переноса вещества и образования новых минералов происходят особенно быстро. Удивительно было увидеть, насколько похожи микрокристаллы золота и многих других минералов из окисленных руд Олимпиадинского месторождения на новообразованные минералы других объектов. Такое внешнее сходство не всегда списывается на конвергенцию — механизмы формирования новых минералов в столь разных обстановках схожи, а изучение одних процессов в данном случае помогает понять все остальные», — сказал учёный.*



Выполненное сибирскими учёными исследование показало, что формирование окисленных руд Олимпиадинского месторождения происходило при сложных геохимических условиях, в которых золото вело себя как подвижный элемент, способный и к перераспределению, и к переотложению на геохимических барьерах (участках изменения условий окружающей среды).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-35-90017\19.

[Пресс-служба СФУ](#), 22 марта 2021 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, [info@sfu-kras.ru](mailto:info@sfu-kras.ru).

Адрес страницы: <https://news.sfu-kras.ru/node/24470>