



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
Федеральное государственное бюджетное учреждение

Министерство природных ресурсов и
экологии Российской Федерации

Федеральное агентство по
недропользованию

Использование типомофных признаков самородного золота и минералов спутников в ряду: «коренной источник — кора выветривания — россыпь» как поисковый признак (на примере золото-полисульфидно-кварцевого оруденения Урала)

**Н.Н. Позднякова
Т.П. Зубова**

При проведении поисковых работ часто отбираются шлиховые пробы, по которым делается минералогический анализ с попутным извлечением золота. На золоте и его минералах-спутниках отражаются преобразования, происходящие с ними в экзогенных условиях.

На примере **золото-полисульфидно-кварцевой** минерализации месторождений Урала рассмотрены преобразования в ряду: **«коренной источник — кора выветривания — россыпь»**.

Минеральный тип имеет россыпеобразующее значение, с ним нередко связаны наиболее богатые и протяжённые россыпи.

Коры выветривания в данном ряду являются промежуточным коллектором. В нём происходит разрыхление материала, высвобождение золота из сростков. При этом они сами преобразуются в щебнисто-песчано-глинистые гипергенные руды с преобладанием свободного золота гравитационных классов крупности до 60-90%.

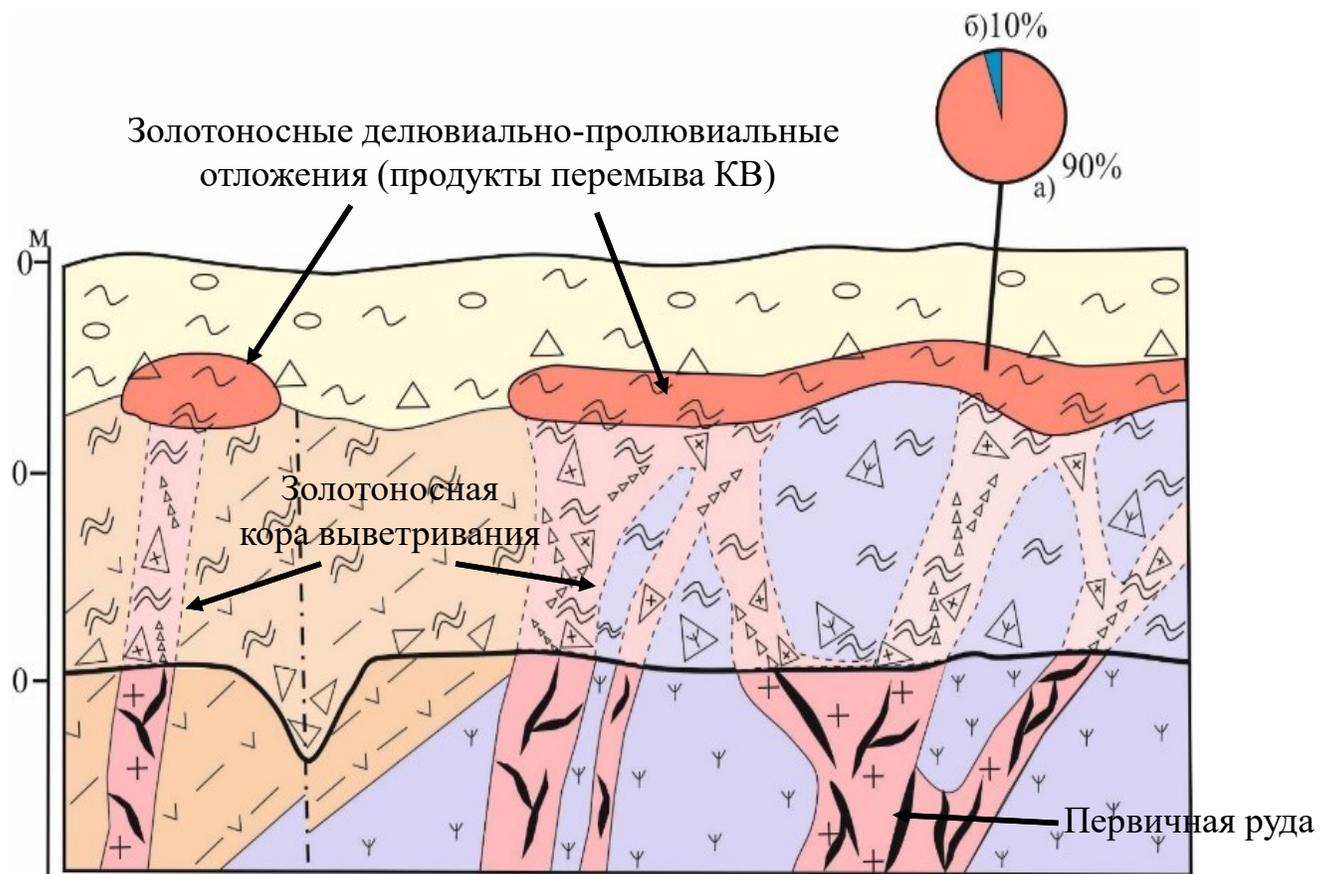


Рис. 1 Схематический геологический разрез через Первомайско-Зверевское месторождение, Средний Урал

(составлен Р.О. Берзоном по материалам А.Г. Баранникова)

Золото-полисульфидно-кварцевая минерализация на ряде объектов Северного и Среднего Урала приурочена к кварцевым, полевошпат-кварцевым жилам и прожилкам, образующим трещинные (штокверковые) зоны, часто в апикальных частях интрузий гранодиоритов, кварцевых диоритов, либо в них самих, либо на контактах с породами, которые они прорывают: андезитобазальтами, серпентинитами.

Мощность кварцевых жил варьирует от сантиметров до нескольких метров. Содержания золота в них в среднем – **3-10 г/т**, в отдельных гнездах значения могут достигать **80-600 г/т**.

В рудах абсолютно преобладает **кварц** разнообразного облика.

Подчинённое значение имеют карбонаты, серицит, альбит, хлорит, турмалин.

Количество сульфидов не превышает 7-12%. Среди них преобладает пирит, также встречаются: арсенопирит, галенит, блёклые руды, халькопирит, сфалерит, шеелит.

Размер самородного золота в *первичных рудах* варьирует в широких пределах: от мелких до крупных (0,15-0,8 см), вплоть до самородков, нередко сростания его с кварцем и/или с сульфидами (Рис. 2).

Для золотин характерны объёмные комковидные и кристаллические формы, реже – дендритовидные и проволоковидные выделения, встречаются трещинные частицы (прожилково-пластинчатые, прожилково-чешуйчатые). Структура выделений золота моно-, полизернистая, с двойниками. Пробность золота варьирует в пределах 784-980‰, в среднем – 919‰, что характерно для золотин, относимых к золото-полисульфидно-кварцевой формации, в отличие от золото-кварцевой, где средняя пробность золота составляет 943‰, при разбросе значений от 870 до 972‰. В золоте, кроме Ag, отмечаются примеси Cu, Te, Bi, Hg, W, иногда Sn, As, Pt.

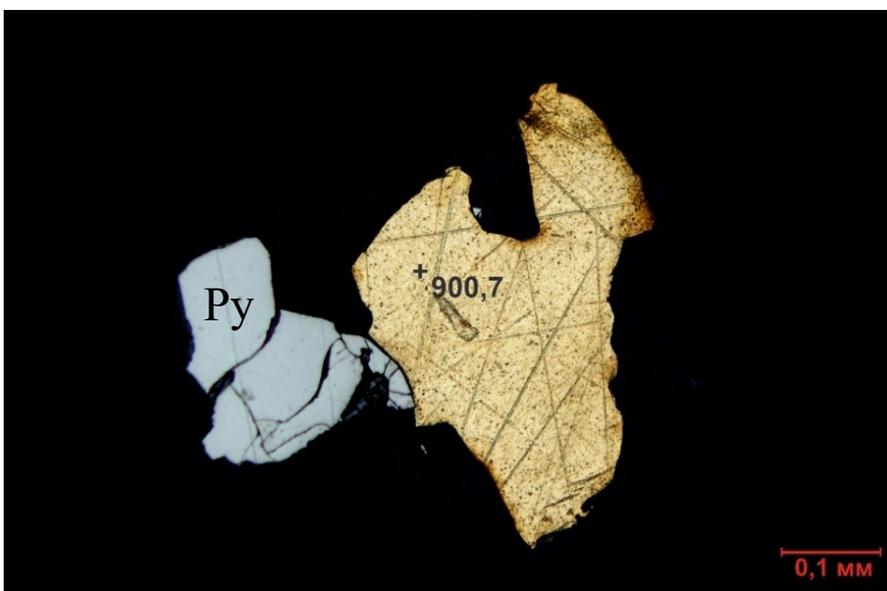
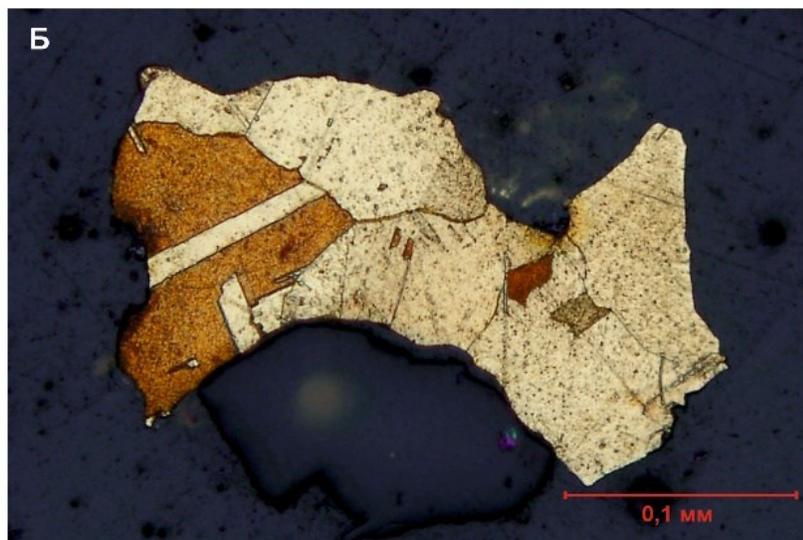
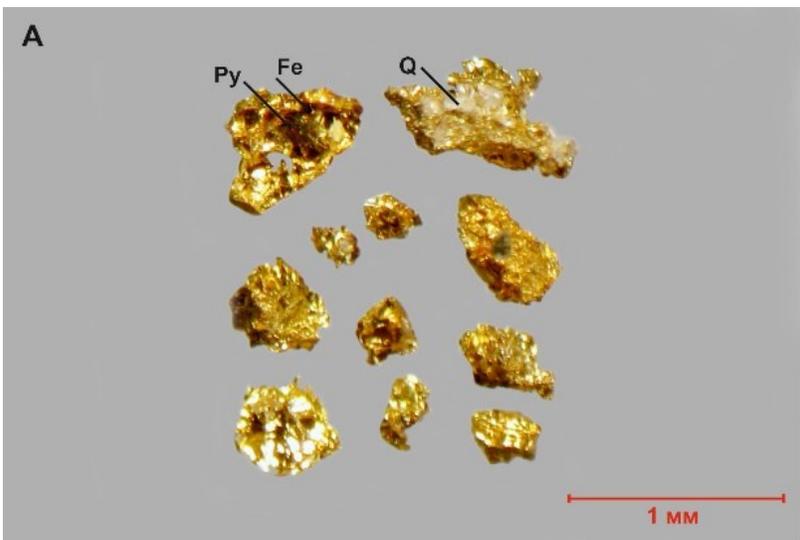


Рис. 2 Сростание самородного золота (жёлтое) с пиритом (серое).
Монтир. полир. шлиф, травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$

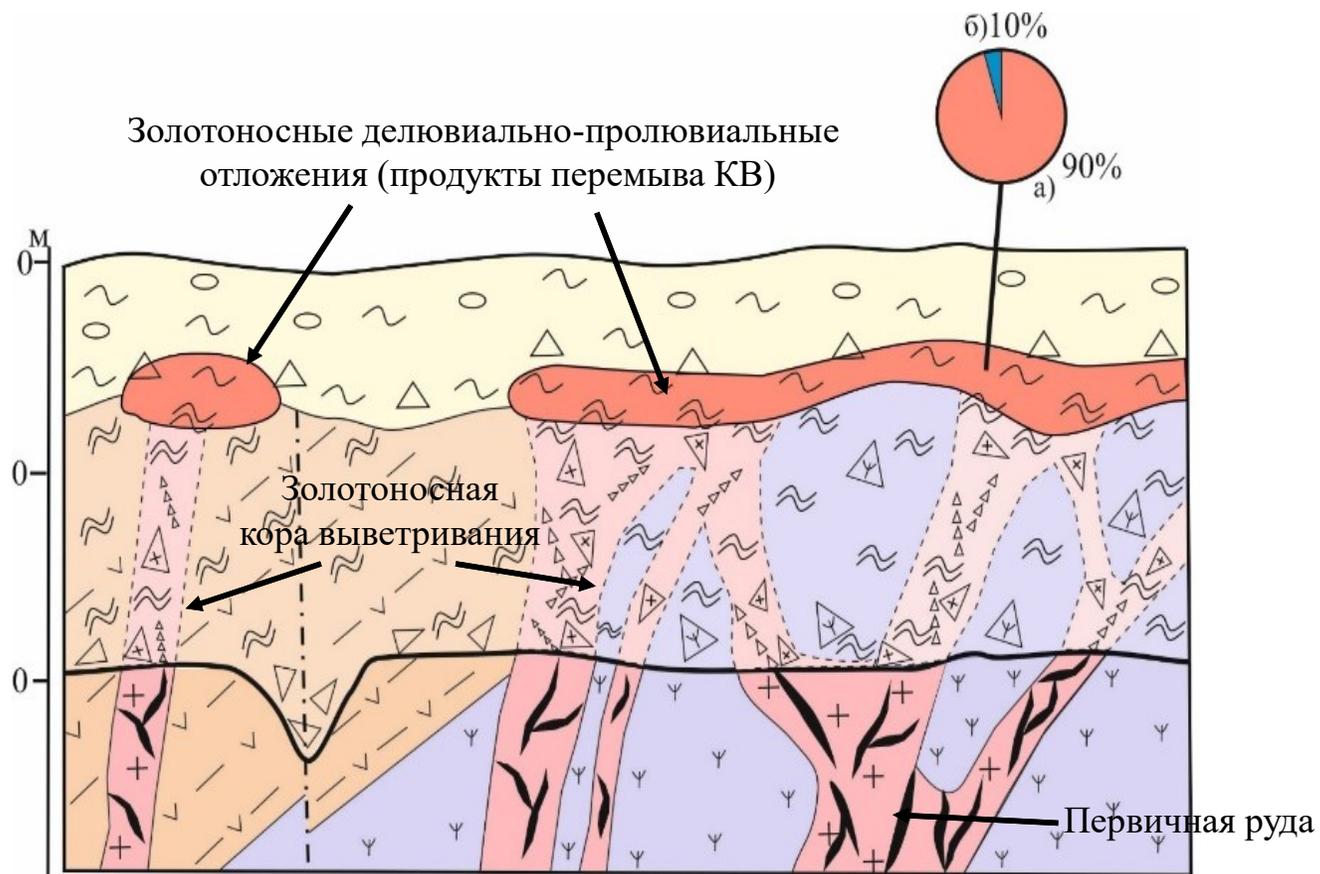


Особенности золота из первичных руд сохраняются в россыпях, формирующихся вблизи коренного источника.

Для них характерно присутствие золотин «рудного» облика, частые сростания золота с кварцем, неокисленными/частично окисленными сульфидами; внутреннее строение – ненарушенное (разнозернистая структура с чёткими границами двойников) (Рис. 3).

Рис. 3 Золото рудное:

А) трещинно-прожилковидные и гемиморфные частицы в сростании с кварцем (Q), пиритом (Py);
Б) структура высокопробной золотины зернистая, двойниковая. Монтир. полир. шлиф, травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$



Схематический геологический разрез через Первомайско-Зверевское месторождение, Средний Урал

(составлен Р.О. Берзоном по материалам А.Г. Баранникова)

По штокверковому оруденению формируется **остаточная кора выветривания линейно-площадного типа** неполного профиля, в которой выделяются две нижние зоны:

- 1) дезинтеграции;
- 2) гидратации и начального выщелачивания с сохранением, как правило, текстурно-структурных особенностей пород.

Нередко видно, как глинизированный материал гранодиоритов пронизан дезинтегрированными, часто ожелезнёнными кварцевыми жилами и прожилками. Мощность коры выветривания может достигать 40 м, в линейных зонах – 100 м. Количество глинистого материала варьирует от 30 до 60%.

Среди минералов тяжёлой фракции в шлиховых пробах в связи с окислением сульфидов и темноцветных минералов, преобладают гидроксиды железа и марганца; в незначительном количестве сохраняются магнетит, гематит, хромит, ильменит, пирит. В лёгкой фракции преобладают неокатанный кварц, кавернозный, обохренный, а также глинизированный полевой шпат.

Самородное золото в коре выветривания в целом сохраняет морфологию рудного золота; на 70-90% преобладают частицы комковидно-смешанной формы, кристаллы, в меньшем количестве присутствуют трещинно-прожилковые и дендритовидные выделения.

В зависимости от интенсивности корообразовательных процессов, происходит **«растворение» поверхности золотин**, особенно на выступах, частицы приобретают **«оглаженный/оплавленный»** вид, а её поверхность становится занозисто-губчатой микропористой (Рис.4).

Оглаженность часто путают с окатанностью, приобретённой золоти́нами при перемещении в россыпи.

Широко распространено золото в сростании с кварцем, часто обохренном, ожелезнённом, а также с окисленными и полуокисленными сульфидами. На поверхности золота и в углублениях присутствуют примазки гидроксидов железа и глинистых минералов (Рис.5).

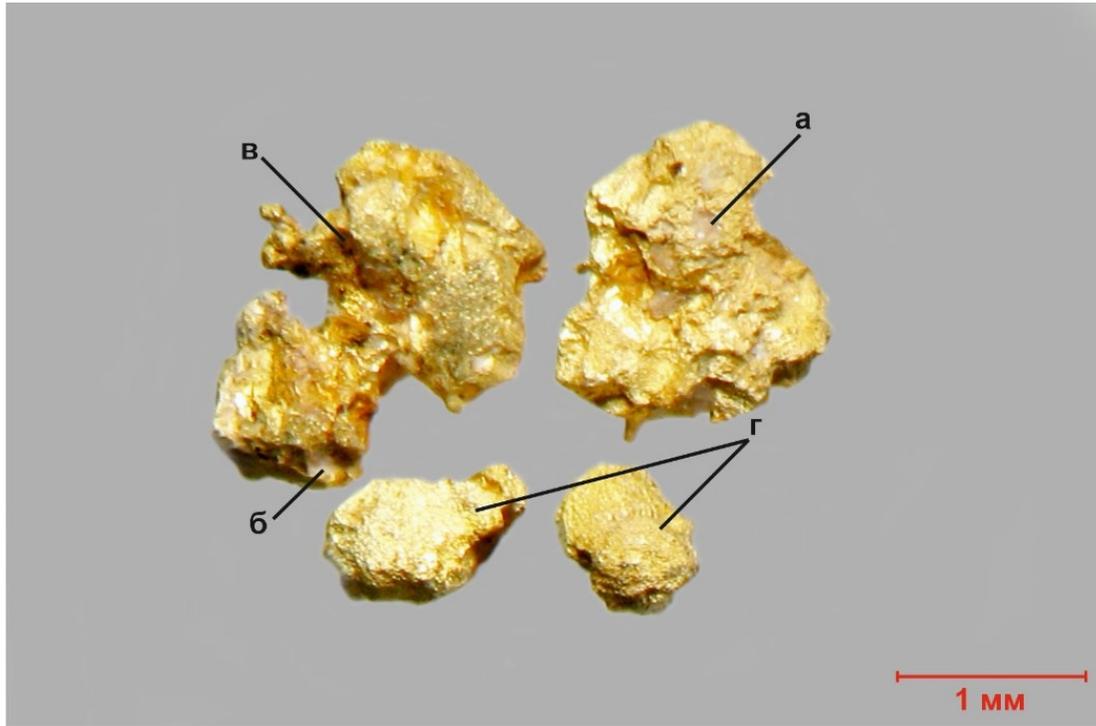


Рис. 4 Золото не окатанное, с оглаженными выступами, с включениями кварца (а), глинистых минералов (б) и примазками гидроксидов железа (в). На ямчато-бугорчатой поверхности видны чёткие следы выщелачивания (г) в результате пребывания золотин в коре выветривания

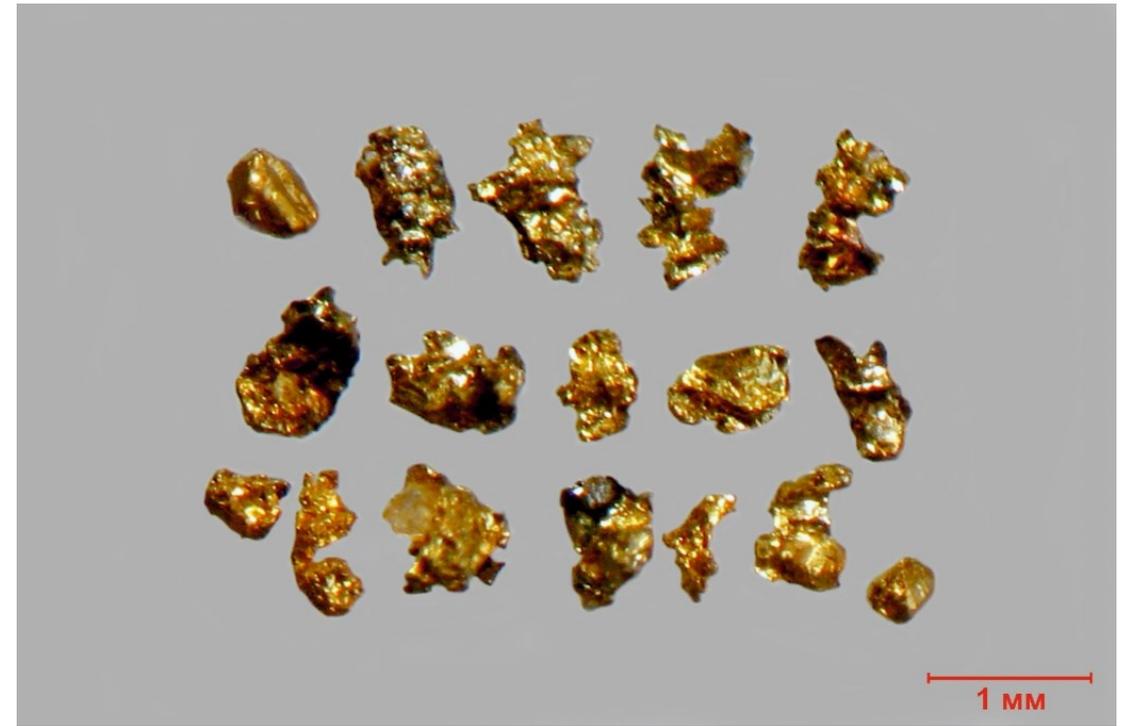


Рис. 5 Золото «рудного» облика с включениями кварца, в плёнках гидроксидов железа.

В структуре золотин, в результате гипергенных процессов в коре выветривания, появляются и разрастаются межзерновые высокопробные прожилки (Рис.6), наблюдается начальное разрушение зёрен (рекристаллизация), выраженная в размытости их контуров.

Как правило, в верхних горизонтах профиля выветривания отмечается увеличение мощности высокопробной коррозионной оболочки, вплоть до полного преобразования частиц золота без сохранения его реликтов.

Встречается новообразованное (гипергенное, вторичное) золото натёчно-почковидной формы, охристо-коричневого цвета с ямчато-бугорчатым микрорельефом.

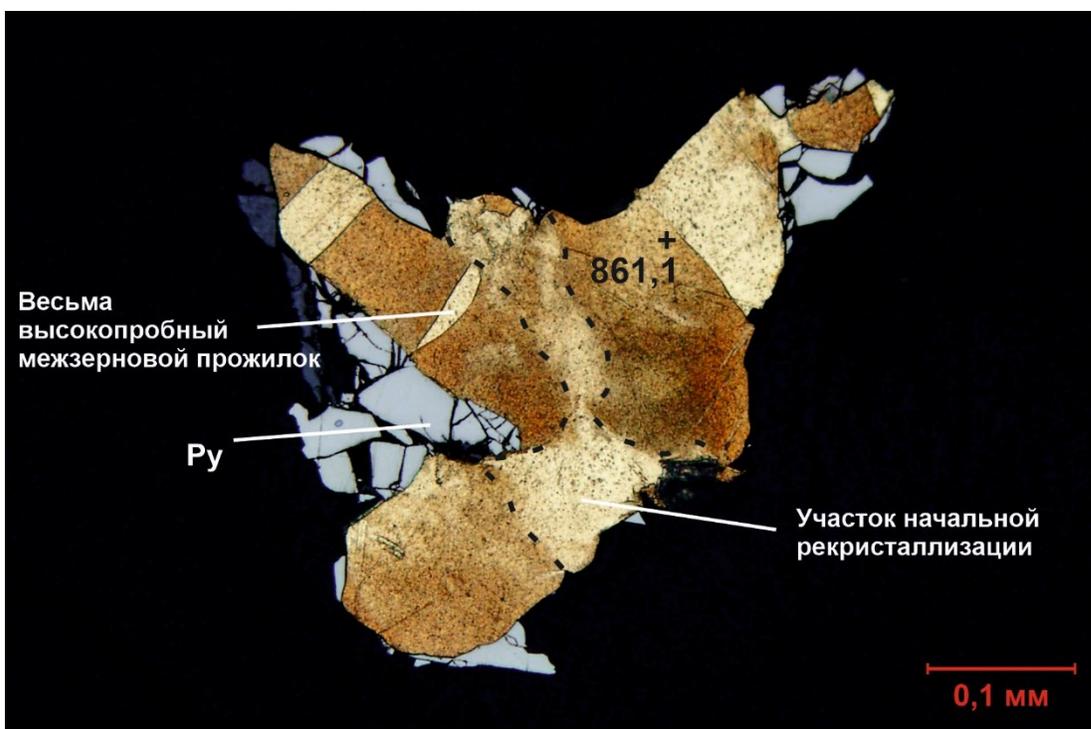
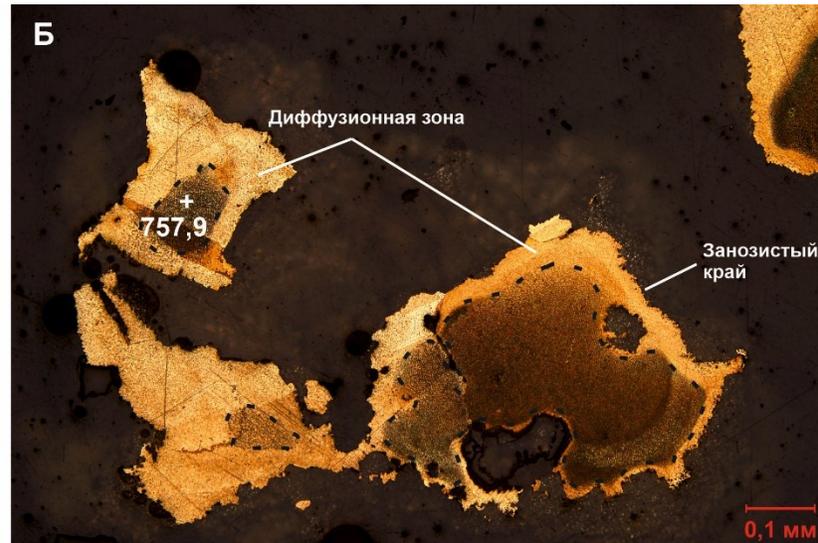
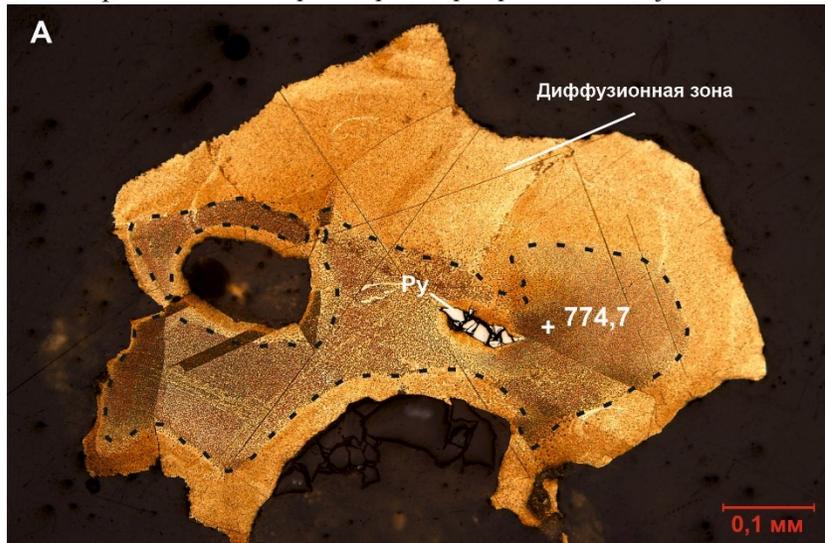


Рис. 6 Структура золота, с слабыми преобразованиями в коре выветривания. Монтир. полир. шлиф, травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$



При более глубоких гипергенных изменениях формируются широкие диффузионные зоны с выносом Ag и других элементов-примесей, с размытой границей от сохранившегося реликтового матрикса к краевым зонам (Рис.7А). Край частиц при этом становится тонкозанозистый, мелкопористый (Рис.7Б).

Рис. 7 Структура золота, с более глубокими преобразованиями в коре выветривания. Монтир. полир. шлиф, травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$

В щебнисто-глинистом материале коры выветривания возможна просадка золота с верхних горизонтов в нижние. При этом происходит механическое воздействие на золото: на поверхности частиц появляются единичные борозды и шрамы, в краевой части структуры золота видна деформация его двойников (Рис.8).

Пробность золота в коре выветривания увеличивается, её значения колеблются в диапазоне 868-998‰, в среднем составляя 936‰; в центральной (реликтовой) не корродированной части зёрен сохраняются элементы-примеси, характерные для рудного золота (Cu, Ag, Pb, W).

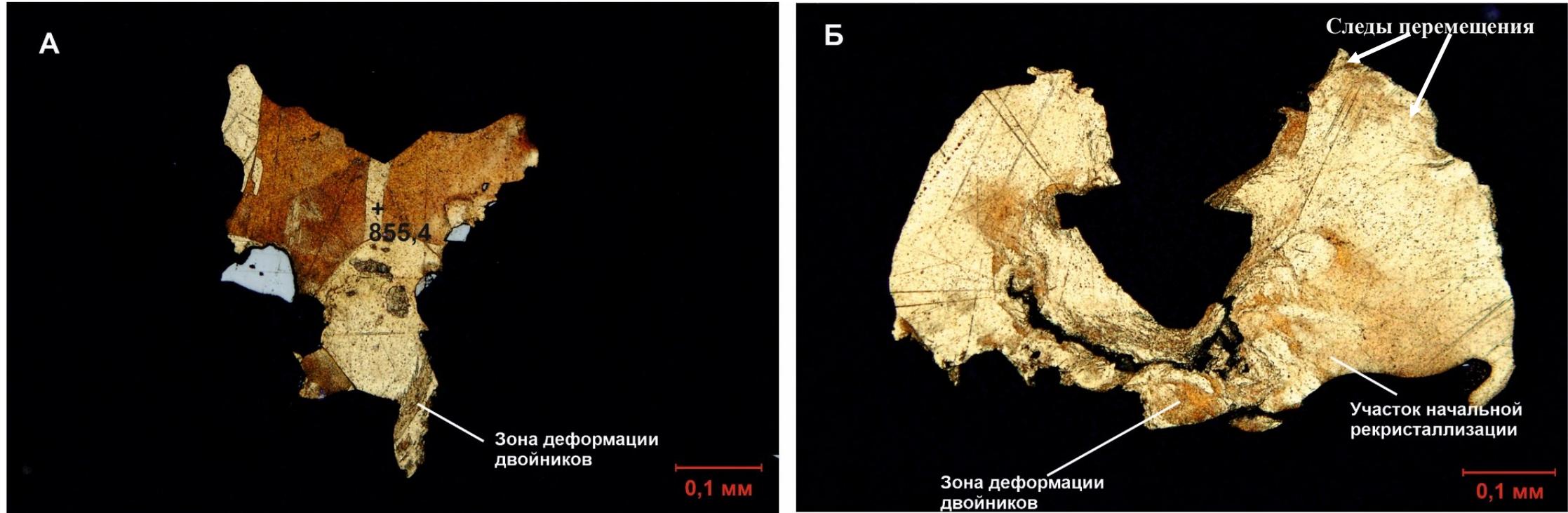
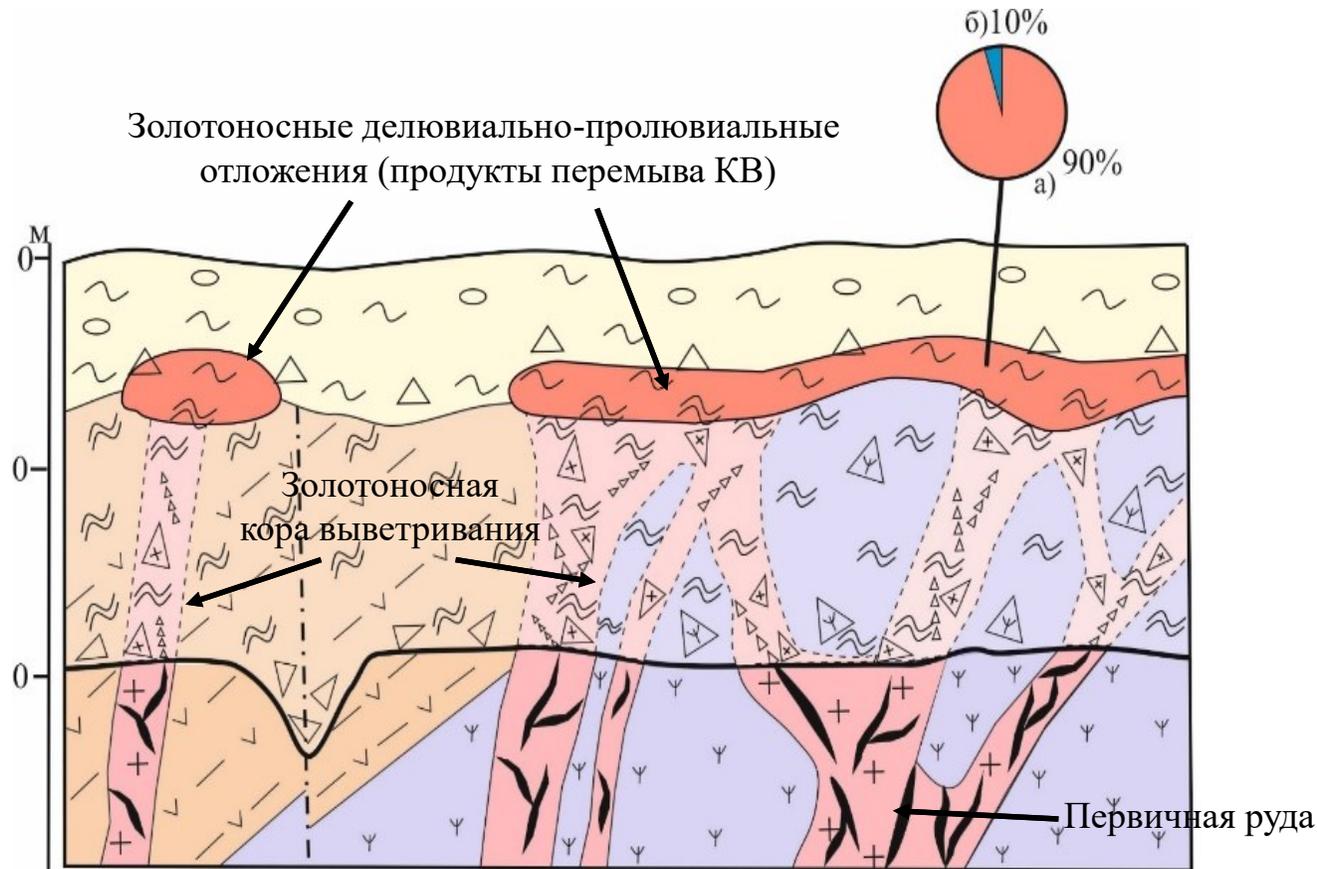


Рис. 8 Внутреннее строение золота из коры выветривания:

А) деформация двойников в краевой части зерна за счёт просадки золотины в зоне дезинтеграции коренных пород;

Б) более интенсивная деформация с зонами трансляций по периферии зерна – результат механических воздействий (просадки частиц) и признаки начальной рекристаллизации золотины – результат длительного пребывания частицы в глинистой коре выветривания



Схематический геологический разрез через Первомайско-Зверевское месторождение, Средний Урал

(составлен Р.О. Берзоном по материалам А.Г. Баранникова)

Остаточная ЗКВ часто является промежуточным коллектором для образования **россыпей ближнего сноса** (пролювиальных, делювиально-пролювиальных). Отложения, слагающие тело россыпи, это продукты частичного перемыва коры выветривания, которые характеризуются высокой глинистостью, слабо проявленными процессами сепарации. Часто пласты россыпи находятся над минерализованными зонами в коре выветривания.

В минералогическом составе шлиховых проб, отобранных из россыпей ближнего сноса, отмечаются повышенные количества гидроксидов железа, встречаются - полуокисленный пирит, обломки пород с вкрапленностью рудных минералов и признаками метасоматических изменений. Обломочный материал имеет разную степень окатанности: от остроугольных обломков до полу-среднеокатанных, редко хорошо окатанных.

В россыпях ближнего сноса (**пролювиальных и делювиально-пролювиальных**) золотины начинают уплощаться, незначительно окатываются (до полуокатанного класса), выступы обминаются (*Рис.9*). Золото нередко находится в сростании с кварцем и сульфидами. На его поверхности сохраняются примазки гидроксидов железа, часто образуются борозды и шрамы волочения (*Рис.10*).



Рис. 9 Полуокатанные уплощённые сростки кристаллов золота из россыпи ближнего сноса с примазками глинистых минералов и локальными плёнками гидроксидов железа, с ямчато-бугорчатой или выровненной поверхностью

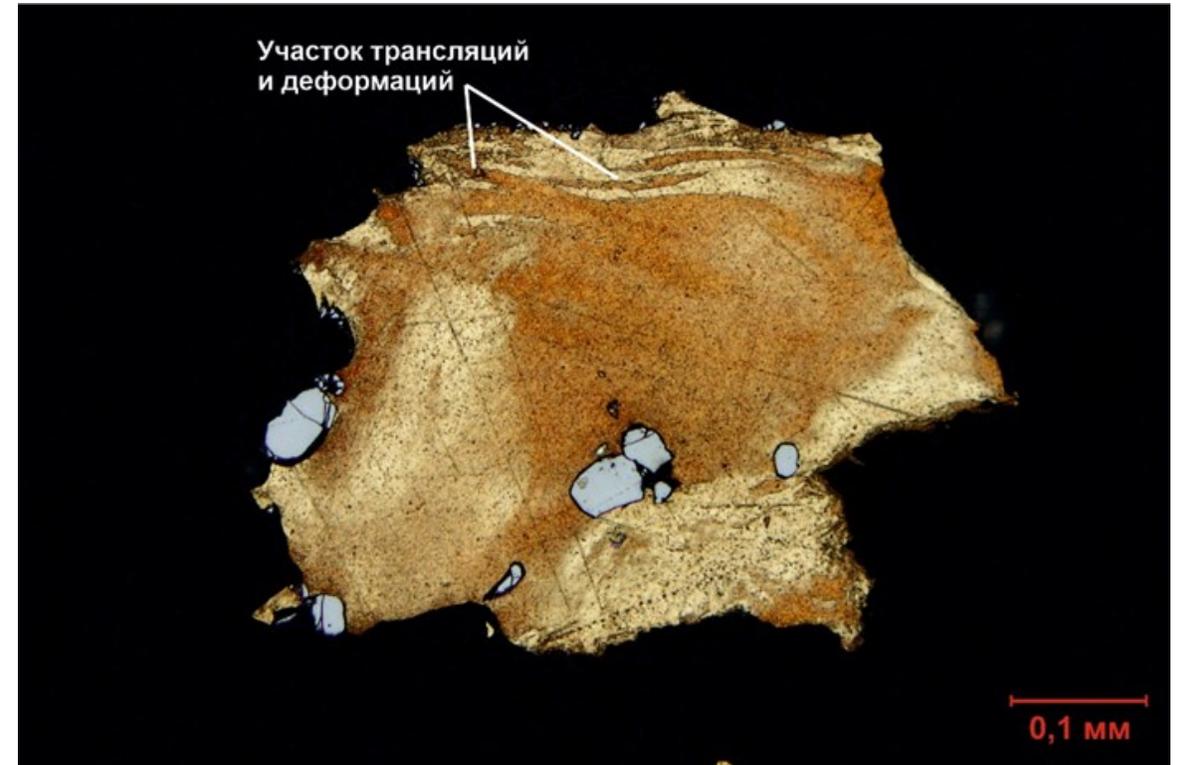


Рис. 10 Структура золота из россыпи ближнего сноса с участками трансляций и деформаций в периферических слоях частицы, с сохранившимся первичным неяснозернистым строением

Коррозионная оболочка (отражение пребывания в коре выветривания) золота неравномерно истирается за счёт слабых гидравлических перемещений (Рис.11).

Изучение внутреннего строения золота при этом показывает, что границы двойников становятся нечёткими, происходит перекристаллизация коррозионного слоя.

Пробность золотин, как правило, становится выше 900‰. Она на 30-50‰ больше, чем в реликтовом рудном золоте.

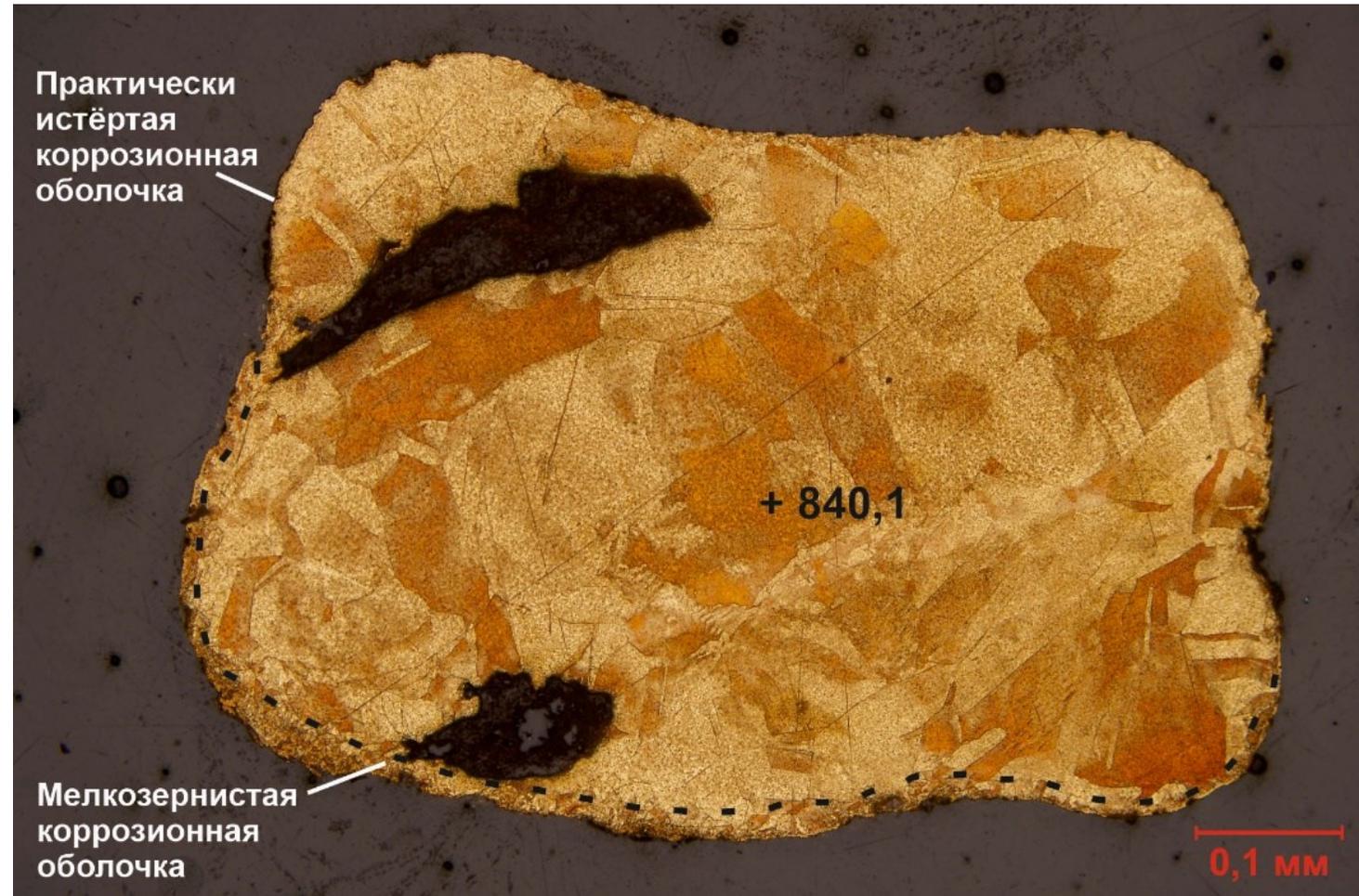


Рис. 11 Зернистая структура полуокатанного золота из россыти ближнего сноса. Коррозионная оболочка неравномерно истёртая, перекристаллизованная, мелкозернистая

В аккумулятивных золотоносных **аллювиальных и аллювиально-озёрных россыпях** за счёт оторванности их от рудной минерализации информация о первичных рудах ослабевает.

В шлиховых пробах отмечается широкий спектр минералов и обломков пород, часто хорошо окатанных.

Самородное золото *при значительном удалении от коренного источника в россыпях* очищается от минеральных примесей, которые сохраняются только в углублениях, уплощается, ещё сильнее окатывается (до средне- и хорошо окатанного), поверхность его выравнивается и уплотняется (Рис.12). Дальнейшие преобразования остаточного золота в россыпях также отражаются и в структуре золота.

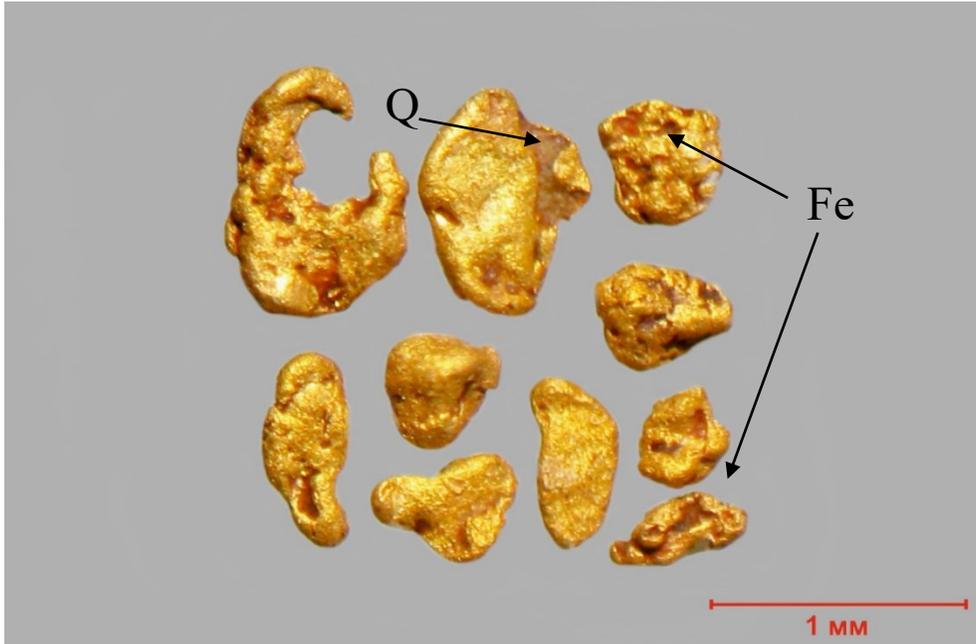


Рис. 12 Полу-, среднеокатанные уплощённые сростки кристаллов, гемиморфные и комковидные золотины. Края деформированные; поверхность уплотнённая, выровненная бугорчатая, частично истёртая; кварц (Q), гидроксиды железа (Fe) и глинистые минералы сохраняются только в углублениях



Рис. 13 Структура хорошо окатанного золота: прерывистая зернистая весьма высокопробная коррозионная кайма средней мощности, деформации, полученные при перемещении в неяснозернистом матриксе зерна

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особенности изменения вещественного состава золото-полисульфидно-кварцевой минерализации в ряду: *коренной источник — кора выветривания — россыпь* на примере месторождений Среднего и Северного Урала и *типоморфизм самородного золота* представлены в *таблице*.

Рассмотренные тенденции преобразования самородного золота и рудовмещающих пород характерны не только для данного типа. Те же закономерности, особенно для самородного золота, наблюдаются и в других типах золоторудной минерализации. Но в связи с его малой размерностью, не всегда отчётливо видны.

Использование этих признаков помогает при интерпретации результатов поисковых работ, особенно на начальной стадии: при проведении геологических маршрутов, опробовании водотоков, площадных шлихо-геохимических работах, проходке горно-буровых выработок.

Минералогические поисковые признаки золото-полисульфидно-кварцевого оруденения в ряду: «коренной источник - кора выветривания - россыпь»

Поисковые признаки	Рудное проявление, Месторождение	Остаточная линейно-площадная золотоносная кора выветривания	Делювиально-пролювиальные (ближнего сноса) россыпи
Минералогические	Кварц с включениями самородного золота, сульфиды, пирит, арсенопирит, галенит, сфалерит, гематит, теллуриды, платиноиды и др.	Самородное золото, гидроксиды железа, марганца, окисленный пирит, много обохренного, кавернозного кварца «рудного» облика, остаточные – магнетит, хромит	Самородное золото, обломки пород разной степени окатанности, преобладают плохо окатанные и неокатанные, повышенное количество гидроксидов железа, кварц ожелезнённый
Типоморфизм самородного золота	Золото разных гранулометрических классов. Преобладают объёмные комковидные и кристаллические формы. Структура золота моно-, полизернистая, с двойниками. В штокверковых прожилково-вкрапленных зонах, оно более мелкое, часть заключена в сульфидах в виде микровключений. Пробность золота варьирует в пределах 784-980‰, в среднем – 919‰	Преобладает свободное золото гравитационных классов крупности (90%), в сростании с кварцем. Оно слабо окатано, с обмятыми, притупленными выступами и рёбрами. Поверхность его ямчато-бугорчатая, с примазками гидроксидов железа и глинистых минералов, часто сглаженного вида со следами «растворения» (тонкозаноцистая) и механических просадок (борозды, шрамы, царапины). Структуры рекристаллизации золота, с широкими диффузионными зонами за счёт выноса Ag, с высокопробными межзерновыми прожилками; коррозионная оболочка разной мощности, край частиц пористый. Пробность золота близка к рудному или может повышаться за счёт глубоких гипергенных преобразований	Золото разной окатанности (от слабой до полуокатанного), сохраняются сростания с кварцем и примазки гидроксидов железа, формы его нередко уплощаются. На поверхности часто видны борозды и шрамы волочения. Благодаря перемещениям золотин коррозионная оболочка уплотняется, истирается, становится неравномерной мощности. Структура золота моно-, полизернистая, границы двойников деформированные и нечёткие, особенно в краевых зонах частиц. Пробность золота, как правило, на 30-50‰ больше, чем у реликтового рудного за счёт глубоких гипергенных преобразований



ЦНИГРИ
Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

**ТИПОМОРФИЗМ
САМОРОДНОГО
ЗОЛОТА**

МЕТОДИЧЕСКИЕ
РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ
РАБОТ

Au

Л. А. Николаева
А. М. Гаврилов
А. Н. Некрасова
С. В. Яблокова
Л. В. Шатилова
Н. Н. Позднякова

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ !

ЦНИГРИ
Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

**ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ПРОГНОЗА,
ПОИСКОВ И ОЦЕНКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА
В КОРАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ**

ЗКВ

Н. М. Риндзюнская
Т. П. Зубова
В. Б. Галенев
А. Н. Краснов
Е. А. Черемисина