

ОСОБЕННОСТИ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ ЗОЛОТА ИЗ ДРЕВНИХ РОССЫПЕЙ ПРИАМУРЬЯ

А. А. САПРЫКИН, С. В. ЯБЛОКОВА (ЦНИГРИ)

При решении ряда вопросов геологии россыпей, относящихся к выявлению связи с коренными источниками, и времени поступления металла в россыпи обычно используются геологические и геоморфологические данные. При этом самому золоту и особенно его внутренней структуре часто уделяется недостаточное внимание. Между тем изучение особенностей внутренней структуры золота может дать очень важную информацию, способствующую решению ряда практических и теоретических задач.

Как показали исследования Н. В. Петровской и А. И. Фасталовича [4, 5], золото в россыпях, сохраняя зернистую структуру, свойственную рудным выделениям, под влиянием факторов, действующих в условиях россыпей, приобретает некоторые новые черты. Во-первых, на золотилах появляются высокопробные оболочки с тонкозернистой полиэдрической структурой. Происхождение этих оболочек вызвано электролитической коррозией, в процессе которой происходит выщелачивание серебра. Во-вторых, под влиянием механического воздействия кластического материала в золоте возникают структуры деформации — линии скольжения, распад первичных зерен, двойникование.

Как известно из металлографии [1], деформированный металл находится в неравновесном, неустойчивом состоянии. В металлургии снятие деформаций осуществляется путем отжига металла, при этом на месте деформированных зерен возникают новые, более устойчивые мелкие зерна — происходит рекристаллизация. Н. В. Петровской и А. И. Фасталовичем [4] впервые были описаны структуры рекристаллизации в самородном золоте и доказана возможность этого процесса в условиях россыпей при низкой температуре. Таким образом, в-третьих, в золоте из россыпей наблюдаются структуры рекристаллизации.

Следует обратить внимание на то, что Н. В. Петровская, А. И. Фасталович и другие авторы процессы электрохимической коррозии и рекристаллизации считают несвязанными, протекающими независимо один от другого. Между тем характер структур рекристаллизации, по их описанию, полностью соответствует структурам высокопробной оболочки, а интенсивное развитие этих структур зависит от одного и того же фактора — длительности пребывания золота в россыпи и наблюдается главным образом в древних россыпях. Эти совпадения не слу-

чайны и обусловлены, вероятно, взаимосвязанностью в определенных условиях процессов рекристаллизации и электрохимической коррозии. Известно, что деформации уменьшают коррозионную стойкость металла, увеличивают его химическую активность [1], поэтому электрохимическая коррозия деформированного россыпного золота происходит более активно, чем недеформированного рудного, что и подтверждается наблюдениями над золотом из коренных источников и россыпей. Как указывалось выше, признаки преобразования в россыпи проявляются в виде высокопробной оболочки, развивающейся по периферии золотины, то есть там, где она испытывает наибольшие деформации. В рудном же золоте электрохимическая коррозия проявляется в образовании межзерновых высокопробных прожилков, пронизывающих всю золотитину, и в отличие от высокопробной оболочки не имеет зернистого строения.

Исходя из приведенных соображений, нам представляется, что в условиях россыпей процессы коррозии связаны с деформацией и рекристаллизацией золота и что образование высокопробной оболочки следует рассматривать как результат деформации развивающейся по ней рекристаллизации и электрохимической коррозии.

Изучение этих признаков вторичного преобразования золота в россыпях представляется очень важным, так как позволяет по степени их развития судить об условиях транспортировки, накопления золота, а также о длительности его пребывания в россыпи. Наибольший интерес в этом плане представляет золото из древних россыпей.

В предлагаемой статье излагаются некоторые результаты изучения внутренней структуры золота из древних неоген-нижнечетвертичных россыпей Приамурья. Как известно, для Приамурья характерны сохранившиеся на пенецинизированных поверхностях древние неоген-нижнечетвертичные россыпи. Они отличаются интенсивной выветрелостью аллювия, характерным составом шлиха, в котором преобладают устойчивые к выветриванию минералы.

Наиболее четко особенности золота, типичные для неоген-четвертичных россыпей, выявлены нами в Яснополянской и Максимовской группах россыпей Дамбукинского района. В Яснополянской группе (рис. 1) древняя россыпь приурочена к яснополянской толще нижнечетвертичного возраста, протягивающейся в восток-северо-восточном направлении по выположенным междуречьям правого берега р. Иликан. Толща представлена переслаивающимися галечниками, валунниками и песками мощностью около 40 м. В результате выветривания большая часть галек и валунов превращена в дресву, а в шлихе преобладают высокоустойчивые к выветриванию минералы — ильменит, циркон, рутил и др.

Золото яснополянской толщи морфологически довольно однообразно — это лепешковидные, реже комковидные изометричные средне- и хорошо окатанные золотины. Класс 1—2 мм составляет около 50%. Поверхность неровная, корродированная, многие золотины покрыты красноватыми пленками гидроокислов железа, проба, по данным пробирного анализа, колеблется ст 967 до 987. Большинство золотин, как показали измерения отражательной способности и определение пробы на пробирном камне, имеют неоднородный состав. Основная часть площади среза золотин отличается темным красноватым цветом, проба ее 960—980. Среди этого красноватого высокопробного золота выделяются небольшие светлые участки, приуроченные, как правило, к центральной части золитины, проба их равна 850—900. Структурное травление золота показало, что участки низкопробного светлого золота характеризуются крупнозернистой структурой, представляющей собой реликты

первичной структуры рудного золота. Периферическая высокопробная часть золотин отличается мелкозернистой полиэдрической структурой, составляющие ее зерна размером 0,008 мм и меньше имеют неровные рубчатые контуры. Часто наблюдается двойниковое строение с двойниками прорастания, обрывающимися внутри зерен.

Судя по соотношению низкопробного и высокопробного золота, последнее представляет собой высокопробную оболочку, но в отличие от обычно встречающегося в средне-верхнечетвертичных, а также голоценовых россыпях золота, где толщина высокопробной оболочки не превышает 0,02 мм, в золоте яснополянской толщи степень преобразования настолько велика, что сохраняются только небольшие реликты первичного золота. Следует отметить, что наблюдающаяся мелкозернистая, полиэдрическая структура высокопробной оболочки имеет много общих черт со структурами рекристаллизации — это уменьшение по сравнению с исходными размеров зерен, полигональность, наличие двойников и т. д. В дальнейшем нами эти структуры высокопробной оболочки, сходные со структурами рекристаллизации, называются структурами перекристаллизации. Для большей наглядности приводятся гистограммы процентного соотношения золота, в различной степени перекристаллизованного. Для этого золотины в протравленных монтированных аншлифах разделялись на 6 классов (рис. 1). В каждом пункте россыпи просматривалось от 20 до 60 таких золотин.

В Яснополянской россыпи перекристаллизованные в различной степени золотины составляют 92—98% от общего числа просмотренных золотин. При этом преобладает (60%) золото, перекристаллизованное на 75—100%, 36% золота преобразовано в более слабой степени и только 5% золота сохраняет первичную структуру. В соответствии с высокой степенью перекристаллизации золота яснополянской толщи, его проба в целом очень высока и отвечает составу перекристаллизованной высокопробной оболочки (967—987).

В современной россыпи р. Джалты, которая пересекает полосу распространения яснополянской толщи, наблюдается золото, сходное с яснополянским: 70% его составляют классы крупнее 0,75 мм, оно хорошо и средне окатано, большая часть золотин имеет уплощенную лепешковидную форму. По данным изучения внутренней структуры золота джалтинской россыпи значительная часть его переотложена из яснополянской россыпи. Большая часть золотин имеет мощную высокопробную оболочку с мелкозернистой полиэдрической структурой. Количество и характер преобразованного золота, его проба в каком-либо пункте долиновой россыпи рч. Джалты меняются в зависимости от положения относительно древней яснополянской долины (рис. 1). В устье руч. Горациевского перекристаллизованное золото составляет всего лишь 59%. Ниже по течению рч. Джалты пересекает полосу развития яснополянской толщи. Это сразу отражается на характере золота, его проба повышается до 960, а количество перекристаллизованного золота до 72%. Ниже полосы развития древней толщи содержание измененного золота достигает 90%. (Смещение максимума содержания перекристаллизованного золота по рч. Джалты на несколько сотен метров ниже полосы развития яснополянской толщи объясняется переносом золота вниз по течению). Помимо количества перекристаллизованного золота, о питании россыпи р. Джалты за счет яснополянской свидетельствуют также сходные гистограммы распределения различных по степени перекристаллизации классов золота. Измененное золото встречается не только в яснополянской россыпи, но и в россыпях размывающих ее рек. Естественно предположить, что одновременно древний аллювий формировался и в других долинах, и в нем также происходили процессы

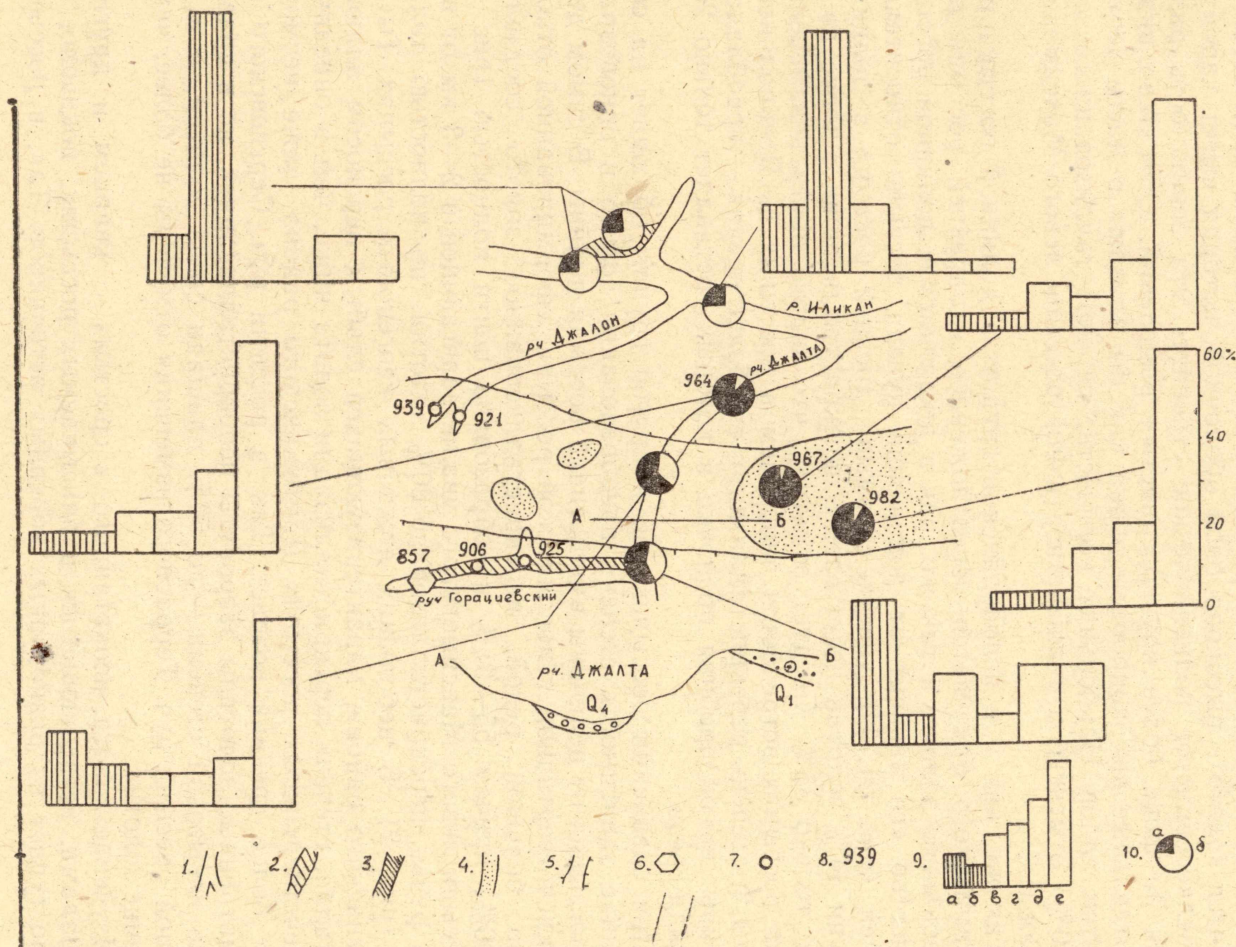


Рис. 1. Схема распределения золота различной структуры в Яснополянской группе россыпей

Условные обозначения: 1 — долинные россыпи; 2 — верхнечетвертичные террасовые россыпи; 3 — среднечетвертичные террасовые и водораздельные россыпи; 4 — нижнечетвертичные террасовые и водораздельные россыпи; 5 — предполагаемые границы яснополянской нижнечетвертичной долины; 6 — пункт россыпи с преобладанием неокатанного золота; 7 — пункт россыпи с преобладанием окатанного золота; 8 — проба золота; 9 — гистограмма процентного содержания золота с различной структурой: а) золотины, сохраняющие первичную структуру без следов перекристаллизации, б) с тонкой перекристаллизованной оболочкой, в) золотины с высокопробной оболочкой, составляющей 25% площади среза, г) то же 25—50%, д) то же 50—75%, е) то же 75—100%; 10 — диаграмма, показывающая соотношение (а) перекристаллизованного (сумма 9 в+9 г+9 д+9 е) и (б) неперекристаллизованного (сумма 9 а+9 б)

перекристаллизации золота. При размыве древнего аллювия золото попадало в молодые россыпи. Такое перекристаллизованное золото встречено в незначительных количествах на левой террасе и в долинной россыпи р. Иликан выше устья рч. Джалты.

Вместе с тем в современных россыпях описываемой Яснополянской группы встречаются плохоокатанные золотины часто в сростании с кварцем, свидетельствующие о близости рудных источников питания. В этом золоте первичная крупнозернистая структура сохраняется почти полностью, а вторичное преобразование проявляется в виде маломощной высокопробной оболочки. Количество его возрастает по мере удаления от известных древних россыпей.

По сравнению с Яснополянской группой россыпей, где древняя толща выполняет относительно большую долину, в Максимовской группе нижнечетвертичная россыпь приурочена к долине небольшого ключа и залегает на террасе высотой 6—8 м. Помимо древней россыпи, здесь известны террасовые россыпи верхнечетвертичного (у пос. Гальчима), среднечетвертичного (правый Максимовский увал) возраста (рис. 2).

Во всех перечисленных россыпях в том или ином количестве содержится золото с высокопробной оболочкой, которая имеет характерное мелкозернистое полиэдрическое строение. Эта зернистость развивается на фоне более крупнозернистых выделений. Отчетливо видно, как отдельные высокопробные зерна как бы плавают в массе первичных кристаллов. Наибольшее количество перекристаллизованного золота (80%) отмечено в нижнечетвертичной россыпи левого Максимовского увала.

Так же, как и в яснополянской группе, в долинной россыпи руч. Максимовского отмечается переотложенное из древней россыпи преобразованное золото, и так же, как в джалтинской долинной россыпи, количество его зависит от положения пункта россыпи относительно древней (рис. 2). На участке размыва древней россыпи в долинной россыпи 44% золотинок несут следы перекристаллизации, а ниже по течению только 35%. Следует отметить, что золото почти неизменное в этих россыпях встречается чаще, чем в россыпях из Яснополянской группы, и степень перекристаллизации его более низкая — преобладают золотины, высокопробная оболочка в которых составляет только 25% площади среза.

При сравнении россыпей той и другой группы обращает на себя внимание зависимость степени преобразования золота в разновозрастных россыпях от величины вмещающей россыпи долины. В самом деле, в нижнечетвертичной яснополянской россыпи, сформированной относительно большой рекой, перекристаллизованное золото составляет 92—96%, причем 55—61% преобразовано почти полностью (рис. 1). В россыпи левого Максимовского увала, залегающей в 2—3 км от вершины ручья, перекристаллизовано 80% золотинок, но полностью только 24% (рис. 2). В небольших ложковых неогеновых россыпях Тыгда-Улунгинского района, характеризующихся слабым переносом аллювия и металла, степень перекристаллизации золота ниже, чем в описанных нижнечетвертичных россыпях Дамбукинского района, даже несмотря на их более древний возраст. Так, в россыпи руч. Сергиевского все просмотренные золотины затронуты перекристаллизацией, но в сравнительно невысокой степени — до 50% площади среза золотинок, а в небольшой россыпи руч. Террасного изменения отмечены не более, чем в половине золотинок.

Изучение золота, неокатанного в сростках с кварцем и другими минералами, встречающегося в описываемых россыпях, показало, что оно поступает из разнотипных коренных источников. Так, в россыпях

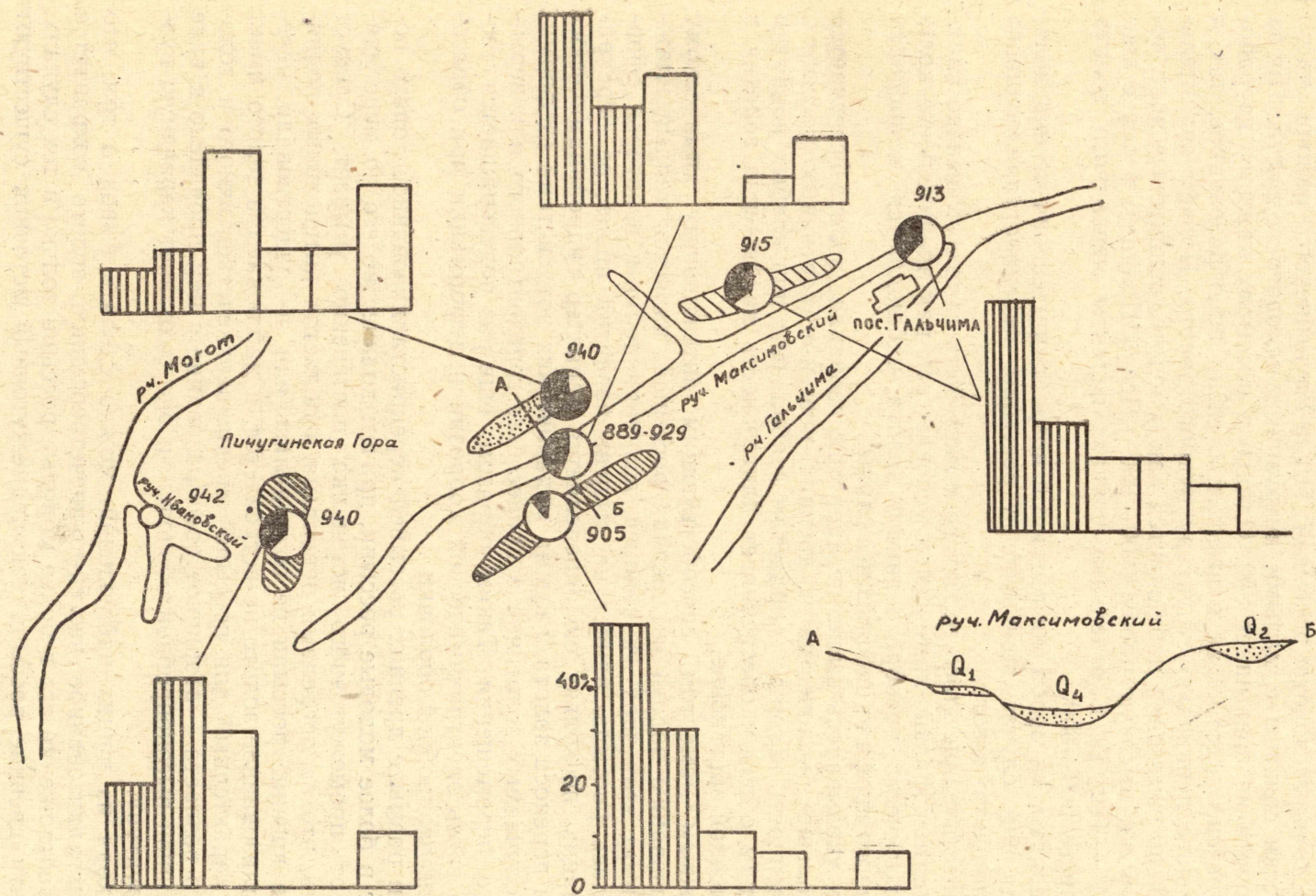


Рис. 2. Схема распределения золота с различной структурой в Максимовской группе россыпей.

Условные обозначения см. рис. 1

Дамбукинского района, приуроченных к областям распространения протерозойских гнейсов, выявлены разновидности золота, связанные с кварцевыми жилами, зонами диафтореза, кварцевыми и кварц-полевошпатовыми метасоматитами. Золото отличается высокой пробой (900—930). Источники золота россыпей Тыгда-Улунгинского района часто генетически связаны с малыми интрузиями мелового возраста. Проба этого золота не превышает 850. Однако в россыпях каждого из районов встречено золото, как в высокой степени преобразованное, так и сохранившее первичную структуру рудного золота. Причем значительная степень изменения наблюдается как в золоте, реликтовые ядра которого имеют высокую пробу (900—930—Ясная Поляна), и более низкую (804—Тыгда). В отдельных случаях реликты первичного золота имели пробу 600—650.

Очевидно, ни проба, ни генезис и возраст оруденения не определяют в данном случае появление в россыпях перекристаллизованного высокопробного золота.

Существование этого золота не может быть также объяснено влиянием местных физико-химических условий, так как значительные колебания количеств преобразованного золота наблюдаются в пределах поперечного профиля небольшой долины.

Как указывалось выше, перекристаллизованное золото встречается в наибольшем количестве в древних неоген-четвертичных россыпях, приуроченность которых к областям стабильным или слабым поднятиям наилучшим образом обеспечивает длительность нахождения золотин в определенной обстановке.

Важным моментом, способствующим интенсивному химическому преобразованию золота из древних россыпей, является теплый влажный климат этих эпох. И, наконец, величина долины, в которой сформировалась россыпь, влияет на степень развития процессов перекристаллизации, поскольку ею определяется характер гидродинамических условий переноса золота и сумма механических воздействий (деформаций), получаемых золотиной в процессе ее горизонтального или вертикального перемещения. Таким образом, еще раз подтверждается теснейшая связь электрохимической коррозии и деформации при образовании высокопробной оболочки.

При размыве древних россыпей перекристаллизованное золото поступает в более молодые россыпи, причем количество его по мере удаления от промежуточного источника постепенно убывает. Следует отметить, что за пределами пепелена в областях интенсивных поднятий, где древние россыпи не сохранились или не существовали, перекристаллизованное золото не встречается, а наблюдаемое золото имеет облик, характерный для россыпей средне-верхнечетвертичного и голоценового возраста — вторичное преобразование в нем проявлено в виде маломощной высокопробной оболочки, и оно сохраняет первичную рудную структуру.

Исходя из наших наблюдений, можно сделать вывод о том, что перекристаллизованное неоген-нижнечетвертичное золото сохраняется при переотложении его в более молодые россыпи только в тех случаях, когда эти древние россыпи как промежуточный источник существуют и в четвертичный период.

Поиски древних россыпей по наличию в русловых россыпях преобразованного золота, вероятно, будут успешнее при применении количественного учета различной степени преобразования перекристаллизованного золота. Такой подход к изучению внутренней структуры россыпного золота позволяет подойти к оценке количества металла, поступающего в россыпь на разных этапах ее формирования, к сравнитель-

ной сценке роли коренных источников и промежуточных коллекторов в питании россыпи и к определению возраста металла в россыпи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лахтин Ю. М. Основы металловедения. Metallurgizdat, 1957.
2. Николаева Л. А. Особенности внутренней структуры самородного золота из россыпи по р. Б. Догалдыну (Ленский район) как критерий относительного времени поступления золота в россыпь. Труды ЦНИГРИ, вып. 25, кн. 2, 1958.
3. Переляев А. П. Критерий для определения возраста золотоносных россыпей. Тр. ГГИ УФАН СССР, вып. 20, минералог. сб., № 2, АН СССР.
4. Петровская Н. В., Фасталович А. И. Морфологические и структурные особенности самородного золота. В кн.: «Материалы по минералогии золота», ОБТИ, Главспеццветмет, 1952.
5. Петровская Н. В., Фасталович А. И. Изменения внутренней структуры самородного золота в условиях россыпей. В кн.: «Вопросы геологии Азии», т. II, АН СССР, 1955.