

УДК 553.411

САМОРОДНОЕ ЗОЛОТО ИЗ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КЫВВОЖСКОГО РАЙОНА И ЕГО ВЕРОЯТНЫЕ КОРЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ (ВОЛЬСКО-ВЫМСКОЕ ПОДНЯТИЕ, СРЕДНИЙ ТИМАН)

© 2024 г. К. Г. Пархачева^{а, *}, Ю. В. Глухов^а, М. Ю. Сокерин^а, С. К. Кузнецов^а,
Р. И. Шайбеков^а

^аИнститут геологии ФИЦ Коми научный центр УрО РАН, ул. Первомайская, 54, Сыктывкар, 167982 Россия

*E-mail: ksparhacheva@yandex.ru

Поступила в редакцию 14.06.2023 г.

После доработки 21.03.2024 г.

Принята к публикации 22.03.2024 г.

На основе изучения типоморфных особенностей золота из аллювиальных отложений Кыввожского района Среднего Тимана, включая промышленные россыпи, определены наиболее вероятные генетические типы коренных источников. Величина частиц золота варьирует в широких пределах, достигая размеров небольших самородков, наряду с окатанными встречаются слабо окатанные и неокатанные частицы. Многие из них претерпели повторные деформации в виде конвертообразных изгибов, вмятин и разрывов. У большинства золотин наблюдаются высокопробные каймы. В составе золота всегда присутствует Ag, иногда — Cu, Pd и Hg. Часто обнаруживаются частицы золота блочного строения с высокосеребристыми прожилковидными зонами. В сростках с золотом и в виде включений в нем отмечаются пирит, галенит, изредка — минералы ряда кобальтин-герсдорфит, анкерит, галеновисмутит, самородный висмут, ауристобит, а также судовиковит (PtSe₂), впервые установленный в регионе. Выделено три типа золота: 1 — гомогенное серебросодержащее, 2 — блочное с высокосеребристыми прожилковидными зонами, 3 — редко встречающееся серебросодержащее с примесями Cu, Pd. Морфология, состав и строение россыпного золота свидетельствуют о его поступлении в россыпи из различных, в том числе близко расположенных источников. Наибольший интерес представляют зоны развития в рифейских породах гидротермальной прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации, ориентированные в северо-западном направлении, частично вскрытые при разработке россыпей. Золото с примесями Cu и Pd, вероятнее всего, связано с производными базитового магматизма. Вольско-Вымское, а также Цилемское и Четласское поднятия Среднего Тимана могут рассматриваться как перспективные в отношении коренной золотоносности, заслуживают дальнейшего изучения и проведения поисковых работ.

Ключевые слова: самородное золото, Средний Тиман, аллювий, типоморфизм, элементы-примеси, минеральные включения, коренные источники

DOI: 10.31857/S0016777024040038, **EDN:** casxwk

ВВЕДЕНИЕ

Средний Тиман относится к перспективным рудным районам в отношении золота, алмазов, титана, редких металлов, бокситов. Представления о металлогении золота являются наиболее слабо разработанными: не ясны генетические типы коренной минерализации, а немногочисленные имеющиеся россыпи изучены весьма поверхностно.

Изучение геологического строения региона и поисковые работы ведутся в течение многих лет. В 1980-х гг. в северной части Вольско-Вымского поднятия открыта золото-редкометально-алмазоносная палеороссыпь Ичет-Ю, приуроченная

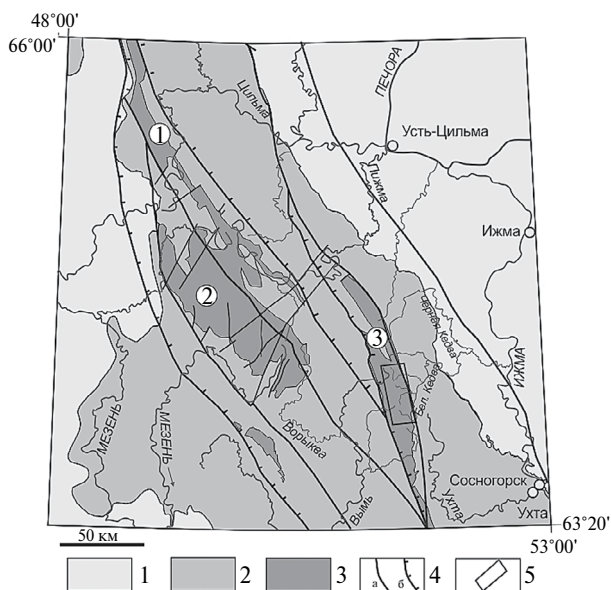
к девонским кварцевым гравелитам и конгломератам. В то же время А.А. Котовым, А.М. Плякиным, М.Ю. Острижним, В.А. Капустиным, Ф.Л. Юмановым, В.А. Дударом, И.М. Пармузиным и другими геологами Ухтинской ГРЭ проведены специализированные поисковые работы на россыпное золото с охватом значительной территории Среднего и Южного Тимана. Установлено его широкое распространение в четвертичных отложениях, в ассоциации с золотом обнаружены минералы платиновых металлов. В 1988–1989 гг. В.А. Дударом, П.П. Битковым, В.Г. Шаметко в ходе поисковых работ на алмазы попутно обнаружены

промышленные содержания россыпного золота, в том числе крупного (вплоть до самородков), в пойменно-руслowych отложениях руч. Кыввож. Позднее Ф.А. Кулбаковой, П.П. Битковым, М.М. Дуняшевым были выявлены террасовые и пойменно-руслowe россыпи на руч. Средний Кыввож, Левый Кыввож, Димтемьель, объединенные в Кыввожское золотороссыпное поле. В 2009–2014 гг. В.П. Савельевым и другими геологами ООО “Ухтагеосервис” проведены поисково-оценочные работы с подсчетом запасов золота Среднекыввожской, Кыввожской, Димтемьельской россыпей, которые позже были частично отработаны.

Основные сведения о золотоносности Кыввожского района изложены в ряде производственных отчетов и частично опубликованы (Дудар, 1996; Майорова, 1996; Макеев и др., 1996; Макеев, Дудар, 2003 и др.; Тиманский кряж, 2009; Глухов и др., 2018). Несмотря на значительный объем геологических работ, коренные источники россыпного золота не были выявлены. В последние годы ФГБУ “ВСЕГЕИ” с участием Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН выполнено геологическое доизучение Кыввожского района. Целью наших исследований являлось установление степени окатанности, состава, строения и других типоморфных особенностей самородного золота из аллювиальных отложений, включая промышленные россыпи, определение на их основе дальности переноса золота и генетического типа возможных коренных источников, выделение наиболее перспективных участков.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РАЙОНА

В геологическом отношении Средний Тиман является частью крупной Тиманской складчато-надвиговой структуры, вытянутой в северо-западном направлении и входящей в состав Печорской плиты, ограничивая ее с юго-запада (Гецен, 1987; Тиманский кряж, 2009 и др.; Государственная ..., 2015). Выделяется два структурных этажа: рифейский фундамент, сложенный метаморфизованными и сильно дислоцированными терригенными и терригенно-карбонатными толщами, и платформенный чехол, представленный фанерозойскими осадочными и вулканогенно-осадочными породами. Прослеживается ряд крупных разрывных нарушений северо-западного простирания, в частности, Центрально-Тиманский надвиг, Западно-Тиманский и Восточно-Тиманский разломы. Рифейские породы выходят на поверхность в пределах Четласского, Вольско-Вымского и Цилемского поднятий (фиг. 1).

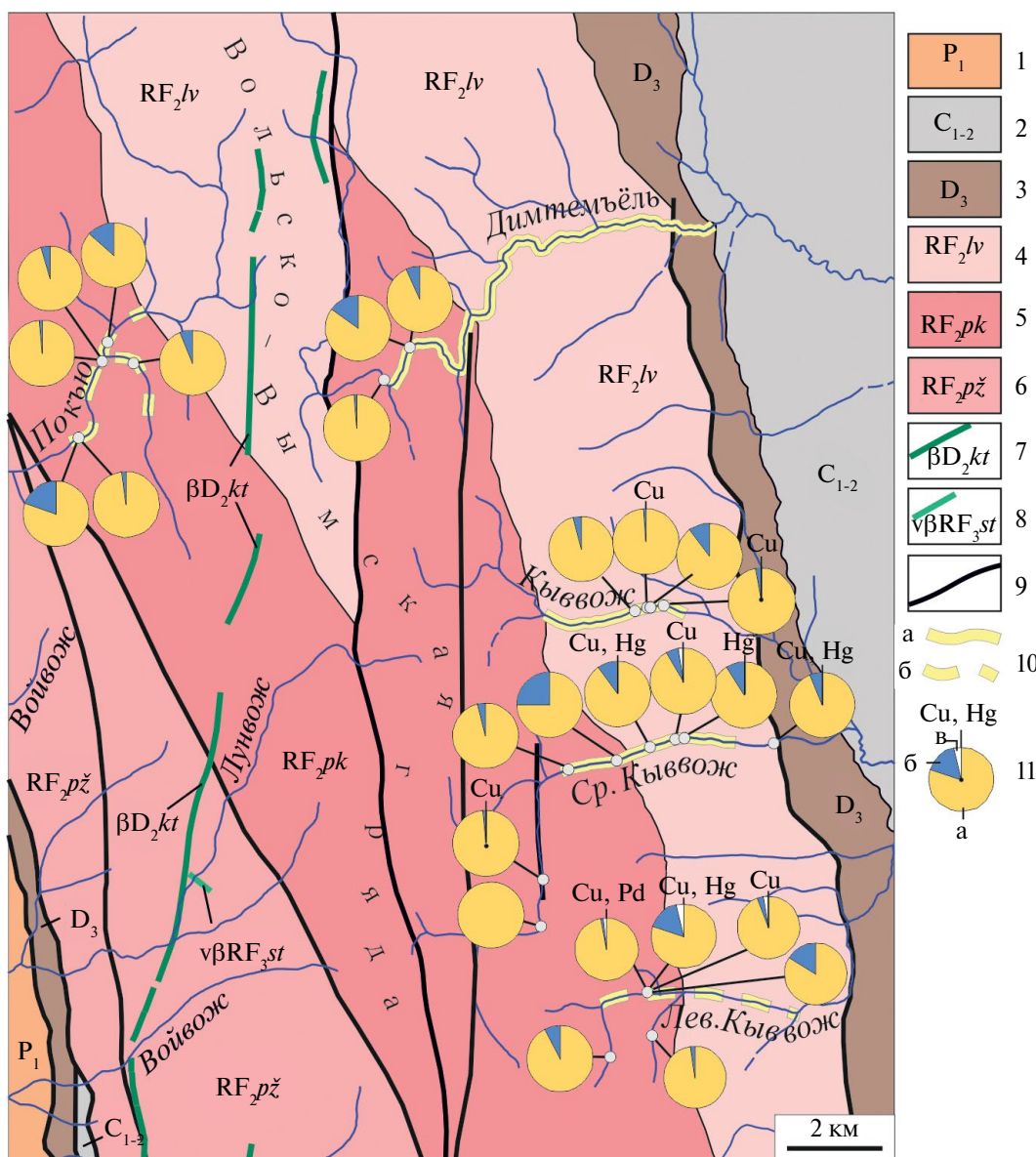


Фиг. 1. Схема расположения поднятий рифейского фундамента Среднего Тимана. 1 — мезозойские отложения; 2 — палеозойские отложения; 3 — породы рифея; 4 — разрывные нарушения: а — разломы, б — надвиги; 5 — Кыввожский район. Цифрами обозначены поднятия: 1 — Цилемское; 2 — Четласское, 3 — Вольско-Вымское.

Вольско-Вымское поднятие представляет собой горст-антиклиналь. В ее осевой зоне обнажены рифейские породы, которые на крыльях с резким угловым и стратиграфическим несогласием перекрыты палеозойскими отложениями. Вывернутые водораздельные пространства и понижения заболочены. Обнаженность района слабая. Небольшие коренные выходы пород наблюдаются в центральной части поднятия по долинам наиболее крупных рек Покъю и Белой Кедвы и ручьев Средний Кыввож, Кыввож, Димтемьель.

Кыввожский район занимает центральную часть Вольско-Вымского поднятия и сложен преимущественно породами верхнего рифея, претерпевшими региональный метаморфизм зеленосланцевой фации (фиг. 2). Выделяются кислоручейская и вымская серии. Кислоручейская серия представлена сланцами и песчаниками пижемской свиты, обнажающимися в юго-западной части поднятия. Основная площадь района сложена породами вымской серии, которая включает покъюскую и лунвожскую свиты, характеризующиеся близким литологическим составом с преобладанием серицит-кварц-хлоритовых алевросланцев с линзами и прослоями серицит-кварцевых углеродсодержащих алевросланцев и отдельными слоями кварцевых и кварцитовидных песчаников.

Магматические образования Вольско-Вымского поднятия делятся на два комплекса: среднетиманский



Фиг. 2. Схема геологического строения Кыввожского района (по материалам отчета о результатах работ по объекту “ГДП-200 листов Q-39-XXXV, XXXVI (Кыввожская площадь) ФГБУ “ВСЕГЕИ”, 2020 г., с упрощениями и дополнениями) и особенности состава аллювиального золота. 1 – нижнепермские отложения: глины и алевролиты, мергели, прослои песчаников, известняков, доломиты, известняки; 2 – нижне-среднекаменноугольные отложения: глины, аргиллиты, мергели, известняки, доломиты; 3 – отложения верхнего девона: глины, переслаивание известняков и глин, алевролиты, песчаники, известняки, аргиллиты; 4–6 – среднерифейские отложения: 4 – метапесчаники, переслаивание метапесчаников и метаалевролитов, переслаивание алевросланцев и филлитовидных сланцев лунвожской свиты, 5 – кварцитопесчаники, метапесчаники, метаалевролиты, алевросланцы, сланцы покъюской свиты, 6 – сланцы и метапесчаники пижемской свиты; 7 – дайки долеритов канино-тиманского субвулканического долеритового комплекса; 8 – дайка габбродолеритов среднетиманского габбродолеритового комплекса; 9 – разрывные нарушения; 10 – золотоносные россыпи (а) и россыпепроявления (б), 11 – средний состав золота (мас. %): а – Au, б – Ag, в – другие элементы-примеси (указаны над диаграммой).

габбро-долеритовый комплекс позднего рифея и канино-тиманский долеритовый комплекс среднего девона. К среднетиманскому комплексу относится небольшая дайка габбродолеритов, вскрытая в районе среднего течения руч. Лунвож. Порода канино-тиманского комплекса представлены

дайками долеритов, ориентированными в суб-меридиональном направлении, прорывающими породы пижемской, покъюской и лунвожской свит.

Широко развиты разрывные нарушения различной ориентировки. Наиболее крупными являются разломы северо-западного простирания,

в пределах которых породы интенсивно расщеплены, наблюдаются зоны вкрапленной и прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации (зоны пиритизации). Нередко обнаруживаются признаки кор выветривания, представленных на сопредельных территориях, в частности, девонскими бокситами.

Четвертичные отложения, с которыми связаны рассматриваемые золотоносные россыпи, формировались в возрастном диапазоне от среднего неоплейстоцена до голоцена. Их мощность обычно не превышает нескольких метров, но у подножия склонов может быть значительно выше. Присутствуют моренные отложения, залегающие во впадинах дочетвертичного рельефа, в долинах рек. Морены сложены суглинками, разнородными песками, валунами и галькой различной степени окатанности. Грубообломочный материал литологически неоднороден и представлен песчаниками, известняками, доломитами, кварцитами, базальтовыми порфиритами, кварцево-эпидотовыми породами, кремнисто-глинистыми сланцами, которые по своему облику и составу близки к уральским и тиманским породам. Вместе с этим отмечаются чуждые для региона породы, такие как граниты, биотитовые гнейсы и другие, известные на достаточно удаленных территориях, откуда, вероятно, происходил снос различного материала. С моренами тесно связаны флювиогляциальные отложения, состоящие из суглинков, песков, галечников.

Повсеместно распространены аллювиальные отложения, слагающие надпойменные террасы различных уровней, а также поймы и русла рек и ручьев. В основном это суглинки, супеси, разнородные пески с гравием и галечники. Преобладает материал местных пород. На плоских водораздельных возвышенностях и склонах развиты элювиальные и делювиальные отложения. Отмечаются озерно-аллювиальные отложения, которые представлены толщами алевритистых глин и песков с тонкими прослоями торфа.

Основные золотоносные россыпи приурочены к долинам руч. Средний Кыввож, Кыввож и Димтемьель. Среднекыввожская россыпь включает пойменно-русловые и террасовые отложения и протягивается на 3 км при ширине от 10 до 40 м. Продуктивный золотоносный пласт приурочен к приплотиковой части аллювия и сложен галечно-щебнисто-глинистыми отложениями с небольшим количеством валунов. Мощность пласта составляет 0.5–1.5 м. Распределение золота имеет струйный характер, выделяется несколько струй шириной до 15 м. Кыввожская россыпь

расположена в среднем течении руч. Кыввож. Длина россыпи составляет 1.7 км, ширина — до 80 м. Продуктивный пласт располагается в приплотиковой части пойменно-руслового аллювия. Основная часть пласта представлена галечно-щебнистыми и глинисто-гравийно-галечными отложениями с отдельными угловато-окатанными обломками валунной размерности. Как и для Среднекыввожской россыпи, распределение золота в пределах пласта струйное. Димтемьельская россыпь расположена севернее кыввожских россыпей в среднем течении руч. Димтемьель и протягивается на расстояние 9.6 км при средней ширине 46 м. Золото сосредоточено преимущественно в приплотиковых песчано-гравийно-галечных отложениях.

Коренные породы, слагающие плотик золотоносных россыпей и обнажающиеся в русле ручьев, образуют сланцевые щетки, ориентированные преимущественно поперек направления течения и заполненные песчано-глинистым материалом, в котором почти всегда присутствует золото.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе полевых работ проведено шлиховое опробование аллювиальных отложений руч. Средний Кыввож, Кыввож, Димтемьель, Левый Кыввож и р. Похью. Пробы отбирались из современного руслового, пойменного аллювия и разборного плотика (сланцевых щеток). Объем проб варьировал от 0.01 до 0.1 м³. Пробы промывались до серого шлиха, бромформировались с выделением тяжелой фракции. Затем проводился ее количественный минералогический анализ и отбор монофракций золота. Всего проанализировано 169 шлиховых проб. Визуальная диагностика минералов завершалась методами рентгеноструктурного анализа. Изучено около 1700 частиц золота. С использованием оптического бинокулярного микроскопа МБС-9 оценивались их величина, форма, степень окатанности. Особенности микрорельефа, внутреннее строение и состав частиц золота и содержащихся в них минеральных включений изучались при помощи растрового электронного микроскопа Tescan VEGA 3 LMN с использованием приставки INCA X-MAX фирмы Oxford Instruments с напряжением 20 кВ, вакуумом 0.05 Па и диаметром пучка 2 мкм. Время экспозиции — 500000 импульсов. Препараты для электронно-микроскопических исследований готовились по стандартной методике. Для изучения морфологии частицы золота помещались на металлические шайбы, покрытые двусторонним электропроводящим скотчем. При изготовлении препаратов для исследования внутреннего

строения и состава золота частицы помещались на пластиковые шайбы, покрытые двусторонним скотчем, которые заливались эпоксидной смолой, а затем шлифовались. Напыление препаратов проводилось углеродом.

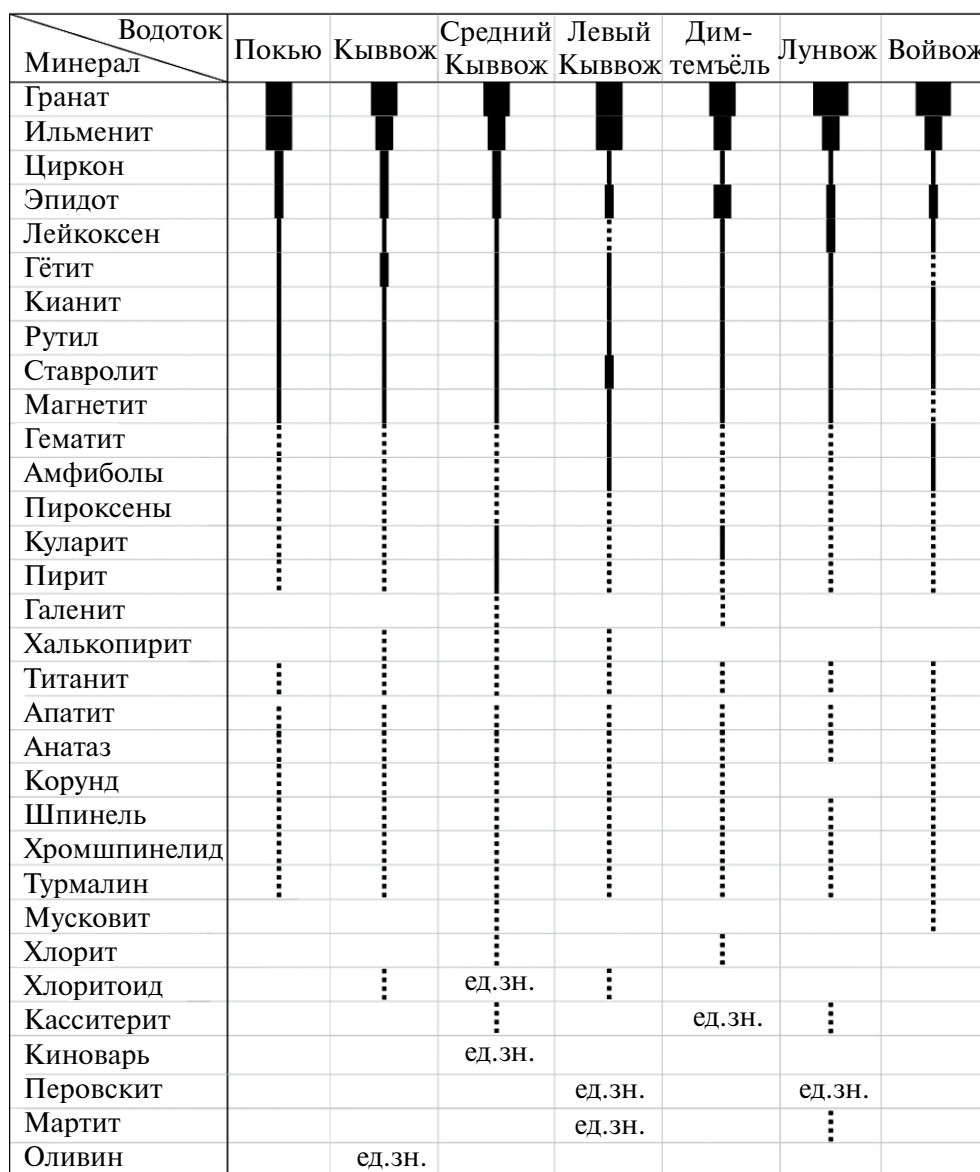
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Минеральный состав тяжелой фракции аллювиальных отложений

Тяжелая фракция аллювиальных отложений Кыввожского района представлена 33 минералами (фиг. 3). Наиболее широко распространенными

являются гранат и ильменит. В меньшем количестве, но почти постоянно присутствуют циркон, эпидот, лейкоксен, гётит, кианит, рутил, ставролит, магнетит, гематит, амфиболы. Спорадически встречаются титанит, апатит, анатаз, корунд, шпинель, хромит, турмалин, слюдистые минералы, хлорит и хлоритоид, касситерит, монацит, мартит. В отдельных пробах отмечаются единичные зерна киновари, перовскита и оливина.

Самородное золото обнаружено в большинстве шлиховых проб. Его содержание варьирует в широких пределах, достигая 350 мг/м³. Наиболее высокое содержание золота, в том числе



■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5 ■ 6

Фиг. 3. Среднее содержание минералов тяжелой фракции из аллювиальных отложений Кыввожского района (отн. %): 1 – более 50, 2 – 25–50, 3 – 10–25, 4 – 5–10, 5 – 1–5, 6 – менее 1; ед. зн. – единичные знаки.

крупного, установлено в гётит- и пирит-содержащих минеральных ассоциациях на руч. Средний Кыв-вож и Кыввож, размывающих зоны вкрапленной сульфидной минерализации в рифейских толщах. Совместно с золотом во многих пробах в виде единичных знаков встречаются минералы платиновых металлов, в частности, изоферроплатина, тетраферроплатина, Os-Ir-Ru сплавы, ранее отмечавшиеся в аллювии руч. Кыввож и р. Черной Кедвы (Макеев и др., 1996).

Самородное золото

Самородное золото имеет преимущественно однородный желтый, красновато-желтый цвет, реже встречаются соломенно-желтые частицы. На поверхности золотин нередко наблюдаются корочки черных и красновато-бурых оксигидроксидов марганца и железа, представленных тодорокитом, пиролюзитом, лепидокрокитом.

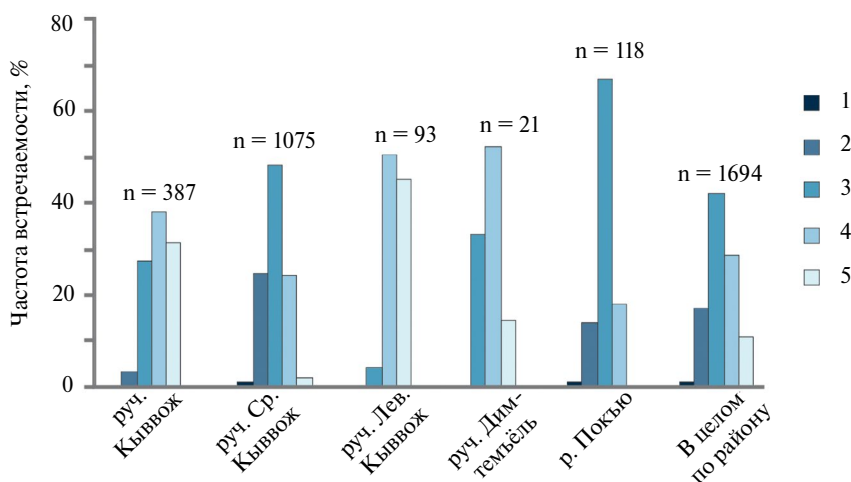
Гранулометрия. Величина частиц золота в из-ученных шлиховых пробах варьирует от 0.05 до 2.0 мм (фиг. 4). Наиболее распространенным (59%) является мелкое золото (0.25–1.0 мм) с преобладанием частиц 0.25–0.5 мм. В меньшей степени отмечается весьма мелкое золото величиной от 0.1 до 0.25 мм, составляющее 29%. В основном оно наблюдается в шлиховых пробах руч. Кыввож, Левый Кыввож и Димтемьель. Доля тонкого золота (менее 0.1 мм) обычно не превышает 1%. Исключением является руч. Кыввож и Левый Кыввож, где его концентрация выше. Самые крупные золотины размером до 2.0 мм встречены нами в пробах руч. Средний Кыввож и р. Пожью. Их доля не превышает 1%.

Следует заметить, что ранее золото Среднекыввожской россыпи при опытно-промышленных работах характеризовалось как крупное (более

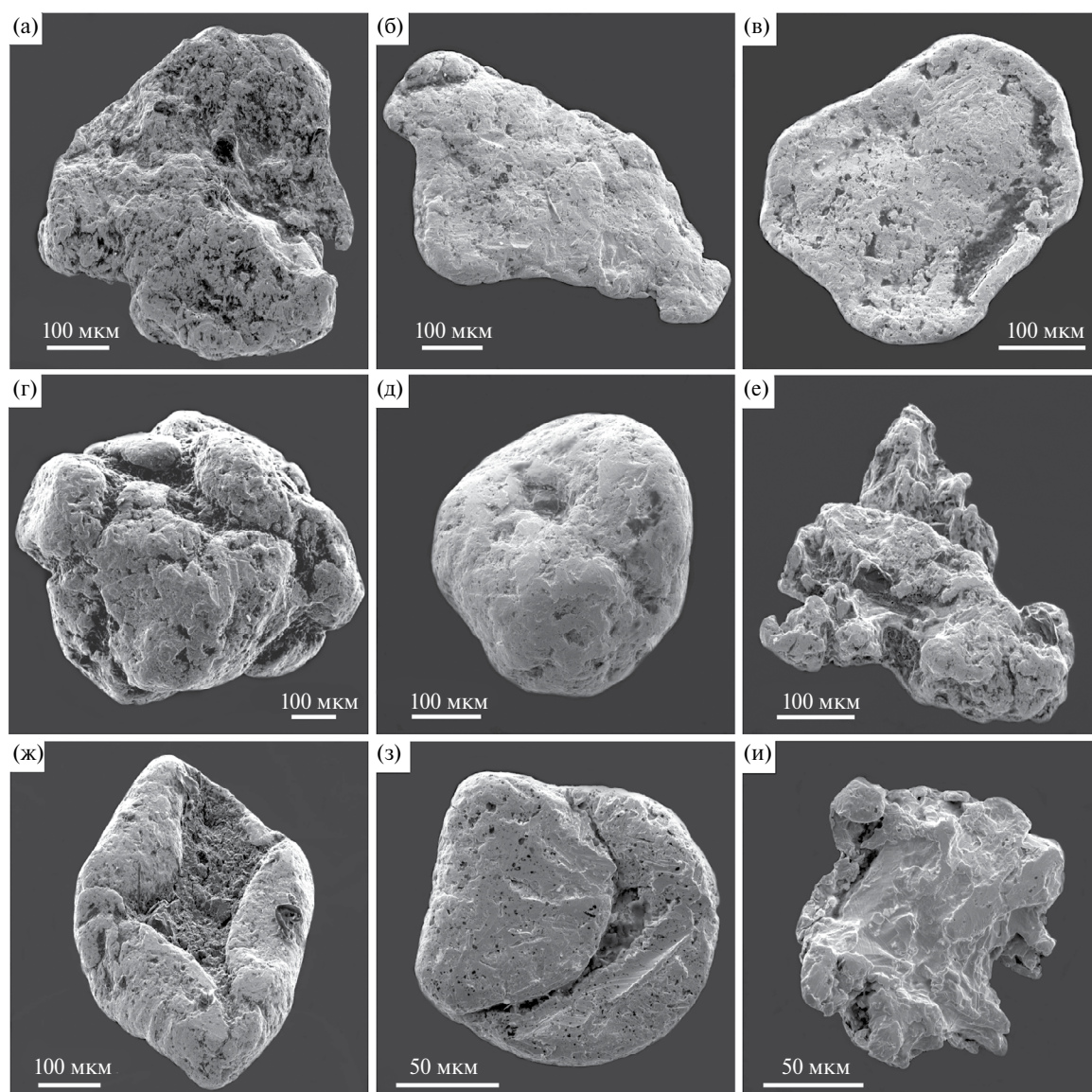
0.5 мм), встречались самородки размером до 2 см и весом до 24 г (Дудар, 1996; Макеев, Дудар, 2003).

Морфология. Подавляющая часть самородного золота Кыввожского района имеет пластинчатую, таблитчатую и комковидную форму (фиг. 5). Среди пластинчатых и таблитчатых частиц выделяются угловато-округлые, округлые, удлинённые, утолщено-таблитчатые, субизометричные, в редких случаях — чешуйчатые частицы. Наряду с ними присутствуют частицы сложной формы. Редкими являются шаровидные и стержневидные частицы. По степени уплощенности золото подразделяется на умеренно- (73%) и сильно уплощенное (22%), субизометричное (5%). Исключением является участок Пожью, где преобладают сильно уплощенные формы (64%), а умеренно уплощенные встречаются в подчиненном количестве (36%). Важно отметить, что для многих частиц золота характерны повторные деформации, возникшие, вероятно, уже после их окатывания в водном потоке и выражающиеся в конвертообразном смятии, изгибах, сдавливании, сложных контурах, похожих на разрывы.

По степени окатанности золото делится на неокатанное, слабоокатанное, полуокатанное, хорошо и совершенно окатанное (фиг. 6). Неокатанное золото встречается в единичных случаях на всех участках, кроме участка Пожью. Несмотря на его редкую встречаемость в русловом аллювии, оно в достаточно большом количестве обнаружено нами в шлиховых концентратах, полученных при промышленной разработке россыпей (фиг. 7). Частицы золота имеют сложную, часто ветвящуюся форму с полным отсутствием признаков окатанности. Поверхность частиц имеет сложный рельеф с многочисленными угловатыми неровностями, буграми, ямками, отпечатками.



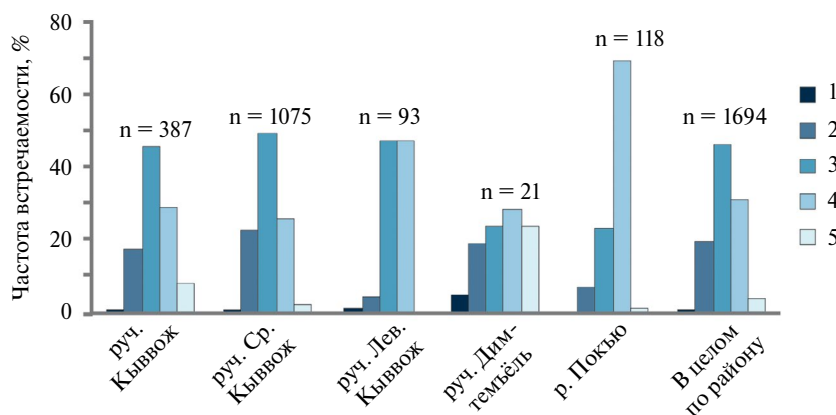
Фиг. 4. Гистограмма встречаемости золота по гранулометрическим классам в Кыввожском районе: 1 — 1.0–2.0 мм, 2 — 0.5–1.0 мм, 3 — 0.25–0.5 мм, 4 — 0.1–0.25 мм, 5 — менее 0.1 мм, n — количество зерен.



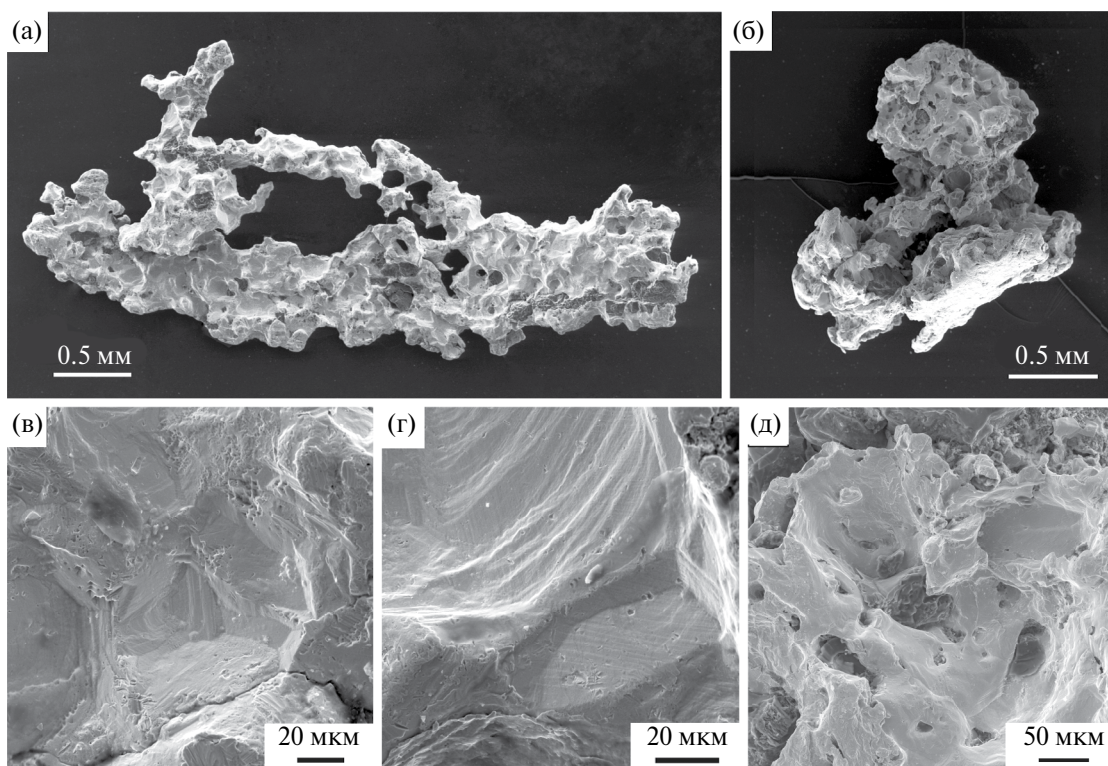
Фиг. 5. Форма и окатанность типичных частиц золота: а, б — пластинчатая, удлиненно-пластинчатая с хорошей степенью окатанности; в — пластинчатая хорошо окатанная с торцевым валиком; г — комковидная полуокатанная; д — округло-шаровидная совершенно окатанная; е — сложная полуокатанная; ж, з — пластинчатые хорошо окатанные с конвертообразным смятием; и — сложная слабоокатанная. Изображения во вторичных электронах.

Слабоокатанное золото встречается в небольшом количестве на всех участках, содержание его варьирует от 4% (Левый Кыввож) до 23% (Средний Кыввож), в среднем по всем участкам составляет 19%. Золотины имеют сохранившиеся первоначальные рудные формы (фиг. 5и). Они преимущественно угловатые, со слабо обмятыми краями, как правило, сложной ангедральной ростовой формы. Иногда отмечаются небольшие участки с валиками. Золото этой группы характеризуется пониженными средними показателями уплощенности и высокой сохранностью отпечатков рудных минералов и индукционных поверхностей. Доля округлости в контуре частиц составляет от 5 до 25%.

Полуокатанное золото широко распространено в исследуемом районе, частота его встречаемости составляет 45%. На Кыввожском и Среднекыввожском участках такое золото преобладает. При этом в верховьях ручья Средний Кыввож встречаемость полуокатанного золота выше, чем в пределах расположенной ниже по течению промышленной россыпи, где его окатанность возрастает. На участке Левый Кыввож полуокатанное золото встречается в приблизительно равном соотношении с хорошо окатанным золотом. Для полуокатанного золота характерен уплощенный угловато-округлый облик, имеющий угловатые и полностью сглаженные выступы на поверхности (фиг. 5е). У него могут



Фиг. 6. Гистограммы встречаемости золота по степени окатанности на участках Кыввожского района: 1 — неокатанное, 2 — слабоокатанное, 3 — полуокатанное, 4 — хорошо окатанное, 5 — совершенно окатанное, n — количество зерен.



Фиг. 7. Неокатанное золото сложной формы (а, б) и типичный рельеф его поверхности (в, г, д). Изображения во вторичных электронах.

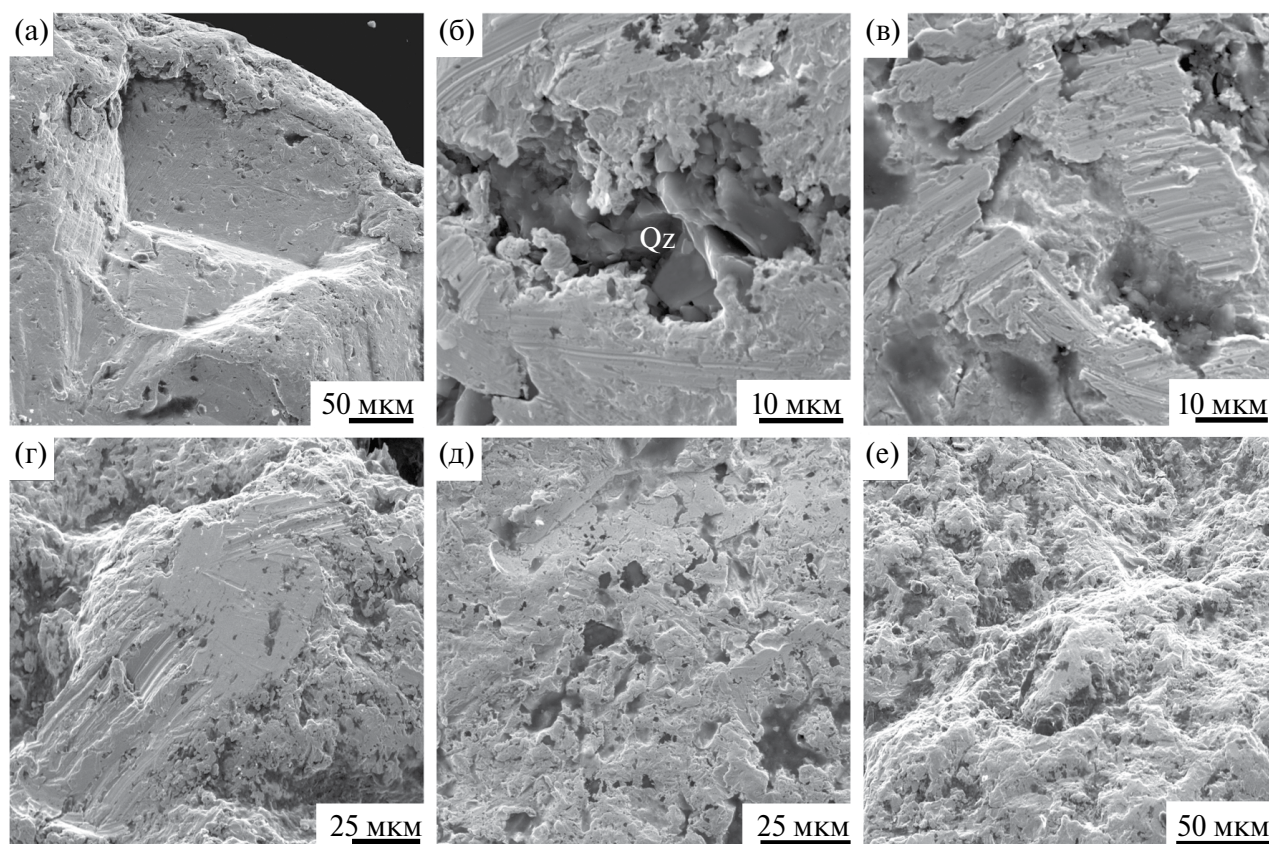
наблюдаться протяженные участки с наклепами и валиками, частицы сложной формы могут быть окомкованы (фиг. 5г). Доля округлости в контуре частиц золота составляет от 25 до 50%.

Хорошо окатанное золото встречается довольно часто (30%), при этом его распределение по различным участкам неравномерное. На участке Пожью оно преобладает (69%), а на других участках частота встречаемости значительно ниже — от 26 (на Среднем Кыввоже) до 47% (на Левом Кыввоже). Золото представлено преимущественно лепешковидными частицами с валиками по краям

(фиг. 5а–в, ж, з). Менее распространены комковатые, чешуйчатые, эллипсоидальные и гантелеобразные формы с почти или полностью сглаженными выступами. Доля округлости в контуре частиц золота составляет от 25 до 50%.

Совершенно окатанное золото наблюдается редко, его доля составляет около 4%. Такое золото имеет ровный контур, участки с валиками и сильную сглаженность микрорельефа (фиг. 5д). Доля округлости частиц золота составляет более 90%.

Поверхность в той или иной степени окатанных частиц золота ямчатая, ямчато-бугорчатая



Фиг. 8. Особенности микрорельефа частиц золота: а — угловатые и ступенчатые отпечатки минералов-сростков; б — каверна с частицами кварца (Qz) и новообразованным губчатым золотом; в, г — борозды скольжения, царапины; д, е — ямчатый и ямчато-бугорчатый рельеф. Изображения во вторичных электронах.

Таблица 1. Химический состав типичных частиц золота Кыввожского района

№ пп	№ образца	Место определения	Содержания элементов, мас. %						K _n	Проб- ность, ‰
			Au	Ag	Cu	Pd	Hg	Сумма		
руч. Средний Кыввож										
1	201202	центр	99.85	—	—	—	—	99.85	1.00	1000
2		кайма	99.75	—	—	—	—	99.75		1000
3	203201/1	центр	99.08	0.89	0.52	—	—	100.49	1.00	986
4		край	99.53	—	—	—	—	99.53		1000
5		темный участок	83.57	16.13	—	—	—	99.70		838
6	600302	центр	90.92	9.20	—	—	—	100.12	1.10	908
7		кайма	99.63	—	—	—	—	99.63		1000
8		прожилка	89.69	9.36	—	—	—	99.05		906
9	600202	центр	98.54	3.23	—	—	—	101.77	1.01	968
10		кайма	99.13	—	—	—	—	99.13		1000
11	600203/2	центр	89.52	10.61	—	—	—	100.35	1.12	894
12		кайма	100.48	—	—	—	—	100.48		1000
13	60002/3	центр	57.75	41.92	—	—	—	99.67	1.73	579
14		кайма	99.91	0.88	—	—	—	100.79		991
15	ЮГ-1в/2	матрица	92.80	3.05	3.48	—	—	99.33	1.07	934
16		ламель	90.66	0.59	9.41	—	—	100.66		901
17		кайма	98.94	—	—	—	—	98.94		1000

Таблица 1. Продолжение

№ пп	№ образца	Место определения	Содержания элементов, мас. %						K _n	Проб- ность, ‰
			Au	Ag	Cu	Pd	Hg	Сумма		
18	ЮГ-3/2	центр	82.28	17.50	—	—	—	99.78	1.21	825
19		кайма	99.72	—	—	—	—	99.72		1000
20	2902к-СКЫ-18/29	центр	92.84	6.89	—	—	—	99.73	1.07	931
21		кайма	99.80	—	—	—	—	99.80		1000
22		прожилка	55.45	44.33	—	—	—	99.78		556
23	ЮГ-146/1	центр	98.14	1.58	—	—	—	99.72	1.02	984
24		кайма	100.56	—	—	—	—	100.56		1000
25	2902-СКЫ-18/12	центр	97.99	2.26	—	—	—	100.25	1.02	977
26		кайма	99.70	—	—	—	—	99.70		1000
27		прожилка	49.77	50.68	—	—	—	100.45		495
28	6078К-5	центр	75.85	24.79	—	—	—	100.64	1.30	754
29		кайма	98.68	—	—	—	—	98.68		1000
30	6078М-2	центр	82.12	14.43	—	—	4.03	100.58	1.22	816
31		кайма	100.52	—	—	—	—	100.52		1000
32	6079К-3	центр	91.69	8.81	—	—	—	100.50	1.08	912
33		кайма	98.82	1.94	—	—	—	100.77		981
34	5427/3	центр	85.66	11.67	—	—	4.32	101.65	1.17	843
35		кайма	100.4	—	—	—	—	100.4		1000
36	5427/4	центр	97.27	2.51	—	—	—	99.78	1.02	975
37		кайма	99.0	—	—	—	—	99.00		1000
38		прожилка	48.54	52.6	—	—	—	101.14		480
39	5428/9	центр	88.48	0.40	10.71	—	—	99.58	1.14	888
40		кайма	100.46	—	—	—	—	100.46		1000
41	601601/5	центр	99.05	0.91	—	—	—	99.96	1.00	991
42		край	99.24	—	—	—	—	99.24		1000
43	601601/6	центр	77.21	20.54	—	—	3.81	101.57	1.25	760
44		кайма	96.64	3.54	—	—	—	100.18		965
45	601601/7	центр	95.31	2.04	2.81	—	—	100.16	1.05	952
46		кайма	100.17	—	—	—	—	100.17		1000
руч. Кыввож										
47	2907Ар-КЫВ-18/4	центр	96.11	3.81	—	—	—	99.92	1.05	962
48		кайма	100.65	—	—	—	—	100.65		1000
49		прожилка	87.77	12.59	—	—	—	100.36		875
50	2907а-КЫВ-18/14	центр	69.26	31.87	—	—	—	101.13	1.44	685
51		кайма	99.50	—	—	—	—	99.50		1000
52	2909в-3	центр	100.21	0.84	—	—	—	101.05	1.00	992
53		кайма	100.19	—	—	—	—	100.19		1000
54		прожилка	94.89	5.19	—	—	—	100.08		948
55	2909в-4	центр	99.72	1.17	—	—	—	100.89	1.01	988
56		кайма	100.32	—	—	—	—	100.32		1000
57		прожилка	28.58	71.28	—	—	2.85	102.72		278
58	2912а-5	центр	99.55	1.84	—	—	—	101.39	1.00	982
59		кайма	99.93	—	—	—	—	99.93		1000
60		прожилка	81.49	19.02	—	—	—	100.52		811
61	2954-7	центр	99.17	0.64	—	—	—	99.81	1.01	994
62		кайма	100.43	—	—	—	—	100.43		1000

Таблица 1. Продолжение

№ пп	№ образца	Место определения	Содержания элементов, мас. %						K _n	Проб- ность, ‰
			Au	Ag	Cu	Pd	Hg	Сумма		
63	2955-1	центр	99.96	0.78	—	—	—	100.74	1.00	992
64		кайма	99.92	—	—	—	—	99.92		1000
65		прожилка	48.13	53.05	—	—	—	101.18		476
66	510-01-7	центр	92.64	5.84	0.48	—	—	98.96	1.08	936
67		кайма	99.61	—	—	—	—	100.14		1000
руч. Левый Кыввож										
68	2940Ка-4	центр	98.95	1.47	—	—	—	100.42	1.01	985
69		кайма	99.71	—	—	—	—	99.71		1000
70	2940Ка-7	центр	96.62	4.16	—	—	—	100.78	1.02	959
71		кайма	99.01	—	—	—	—	99.01		1000
72	2941б-1	матрица	81.34	17.33	0.69	—	—	99.36	1.23	819
73		ламель	77.65	—	21.92	—	—	99.57		780
74		кайма	100.01	—	—	—	—	100.01		1000
75	2941б-2	центр	98.06	0.51	2.29	—	—	100.86	1.01	972
76		кайма	99.51	—	—	—	—	99.51		1000
77	2941г-3	центр	97.38	0.88	0.38	1.89	—	100.53	1.01	969
78		кайма	97.88	—	—	1.06	—	98.93		989
79	2941г-4	центр	91.30	5.77	2.71	—	—	99.78	1.09	915
80		кайма	99.74	—	—	—	—	99.74		1000
81	2941г-6	центр	97.92	3.38	—	—	—	101.30	1.02	967
82		кайма	99.47	0.37	—	—	—	99.84		996
83	2941в-19-3	центр	70.44	29.44	—	—	—	99.88	1.42	705
84		край	100.34	—	—	—	—	100.34		1000
85		прожилка	87.95	12.02	—	—	—	99.97		880
86	2941г-19-6	центр	87.56	12.29	—	—	—	99.85	1.14	877
87		край	99.84	—	—	—	—	99.84		1000
руч. Димтемьёль										
88	2919г-ДИМ-18/3	центр	82.90	17.08	—	—	—	99.98	1.20	829
89		кайма	99.56	—	—	—	—	99.56		1000
90	2919г-ДИМ-18/1	центр	95.66	6.02	—	—	—	101.68	1.04	941
91		кайма	99.91	—	—	—	—	99.91		1000
92	2918б-ДИМ-18/1	центр	99.73	1.37	—	—	—	101.10	0.99	986
93		кайма	98.31	—	—	—	—	98.31		1000
94		прожилка	58.42	42.10	—	—	—	100.52		581
95	2919г-ДИМ-18/6	центр	91.94	7.32	—	—	—	99.26	1.09	926
96		кайма	100.57	—	—	—	—	100.57		1000
97	2919Д-1	центр	88.28	11.80	—	—	—	100.08	1.15	882
98		кайма	101.17	0.45	—	—	—	101.62		996
р. Покью										
99	205303/1	центр	72.91	27.14	—	—	—	100.05	1.36	729
100		кайма	99.38	0.65	—	—	—	100.04		994
101	204701/3	центр	85.71	14.40	—	—	—	100.11	1.15	856
102		кайма	98.86	—	—	—	—	98.86		1000
103	205601	центр	93.66	6.33	—	—	—	99.98	1.06	937
104		кайма	99.19	0.80	—	—	—	99.99		992
105	204704/19	центр	92.65	8.29	—	—	—	100.94	1.07	918
106		кайма	99.47	—	—	—	—	99.47		1000

Таблица 1. Окончание

№ пп	№ образца	Место определения	Содержания элементов, мас. %						K _n	Пробность, ‰
			Au	Ag	Cu	Pd	Hg	Сумма		
107	204704/10K	центр	98.73	1.05	—	—	—	99.78	1.01	989
108		кайма	99.93	—	—	—	—	99.93		1000
109		прожилка	66.92	32.81	—	—	—	99.73		671

Примечание. Прочерк — элемент не установлен. K_n — коэффициент неоднородности, рассчитанный как отношение содержания Au в кайме к содержанию Au в центральной части.

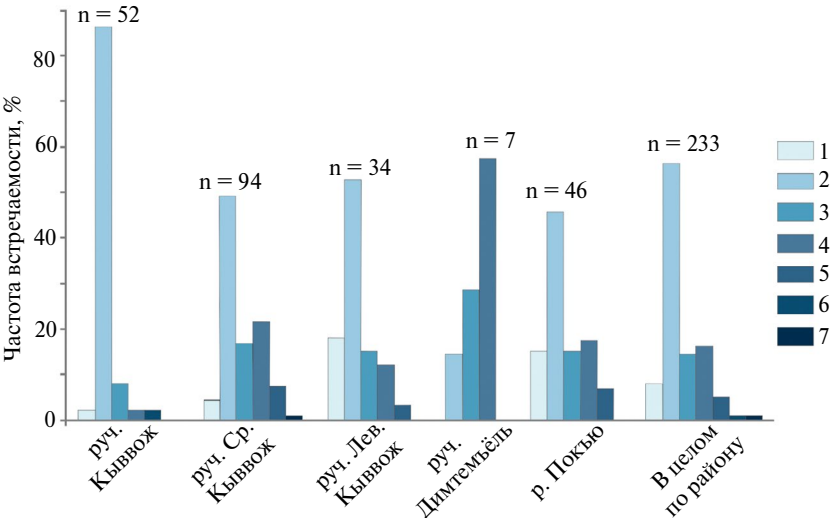
(фиг. 8). Иногда наблюдаются каверны с новообразованным в экзогенных условиях губчатым золотом. Участки, не затронутые окатыванием, более гладкие, иногда наблюдаются угловатые или ступенчатые отпечатки минералов, находившихся в сростаниях с золотом. Большой интерес, на наш взгляд, представляют борозды скольжения, свидетельствующие об уже отмечавшихся выше повторных деформациях частиц золота.

Внутреннее строение и химический состав. Частицы россыпного золота характеризуются неоднородным внутренним строением. Наблюдаются каймы, блочность, прожилковидные зоны, существенно различающиеся по химическому составу. Содержание примеси Ag в золоте в центральных относительно однородных участках зерен варьирует в широких пределах, достигая 41.9 мас.% (табл. 1). Наиболее часто встречается золото с концентрацией Ag от 0.4 до 4.1 мас.%. Максимальные содержания Ag характерны для золота Среднекыввожского участка. В редких случаях в золоте руч. Средний Кыввож, Кыввож и Левый Кыввож отмечаются Cu — 0.4–10.7, Pd — 0.4–1.9, Hg — 2.2–4.3 мас.%. На участках Димтемъяль и Покъю в золоте установлено только Ag.

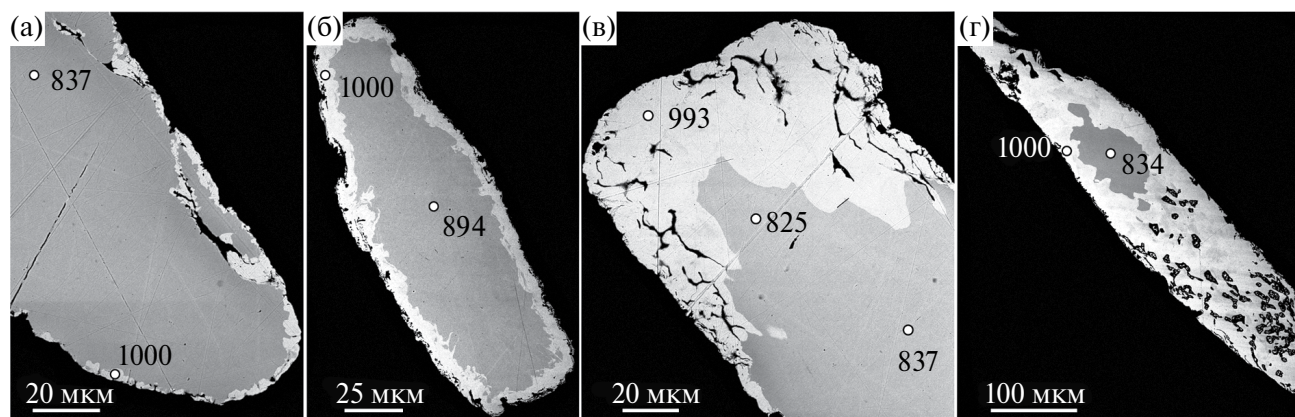
Пробность золота колеблется от 579 до 1000‰. Наиболее часто на всех участках встречается высокопробное золото — 951–999‰ (фиг. 9). В верховьях руч. Средний Кыввож и на участках Левый Кыввож и Покъю присутствует весьма высокопробное золото, в котором Ag и другие примеси не обнаруживаются.

Для большинства частиц золота характерны визуально наблюдаемые высокопробные каймы (фиг. 10). Эти каймы бывают сплошными или прерывистыми, отличаются наличием многочисленных мелких относительно изометричных или щелевидных ветвящихся пор, выходящих на поверхность золотин. Ширина кайм обычно составляет 5–15 мкм, но иногда достигает 30–70 мкм. Встречаются частицы, в которых первичное золото сохранилось лишь в виде небольших реликтов. Примеси в каймах в большинстве случаев отсутствуют. Тем не менее, иногда отмечается Ag, содержание которого не превышает 3.3 мас.%. В одной из частиц золота участка Средний Кыввож обнаружена Hg — 2.2 мас.%. Пробность кайм варьирует от 910

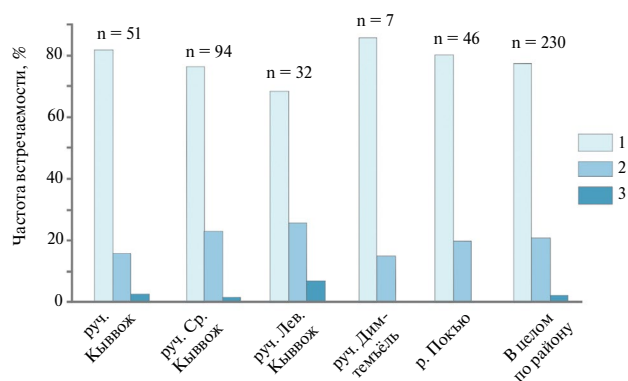
Для большинства частиц золота характерны визуально наблюдаемые высокопробные каймы (фиг. 10). Эти каймы бывают сплошными или прерывистыми, отличаются наличием многочисленных мелких относительно изометричных или щелевидных ветвящихся пор, выходящих на поверхность золотин. Ширина кайм обычно составляет 5–15 мкм, но иногда достигает 30–70 мкм. Встречаются частицы, в которых первичное золото сохранилось лишь в виде небольших реликтов. Примеси в каймах в большинстве случаев отсутствуют. Тем не менее, иногда отмечается Ag, содержание которого не превышает 3.3 мас.%. В одной из частиц золота участка Средний Кыввож обнаружена Hg — 2.2 мас.%. Пробность кайм варьирует от 910



Фиг. 9. Гистограмма пробности в центральной части золотин (‰): 1 — 1000, 2 — 951–999, 3 — 900–950, 4 — 800–900, 5 — 700–800, 6 — 600–700, 7 — 500–600, n — количество частиц.



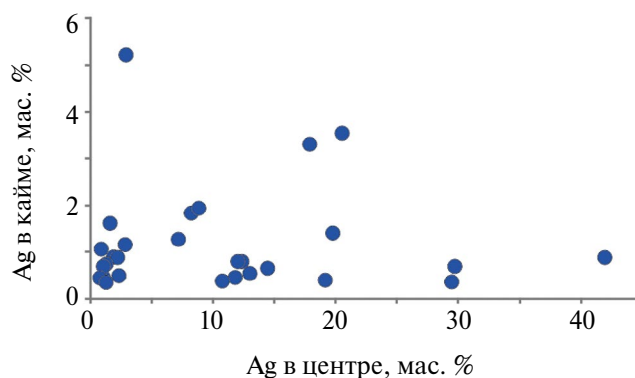
Фиг. 10. Характер развития и ширина высокопробных кайм (светлое) у частиц золота: а — неравномерная узкая, б — сплошная, в — широкая неравномерная, г — широкая с реликтом первичного золота. Цифрами обозначена пробность золота (‰). Изображения в обратно-рассеянных электронах.



Фиг. 11. Гистограмма пробности золота в кайме (‰): 1 — 1000, 2 — 951–999, 3 — 900–950, n — количество золотин.

до 1000‰ (фиг. 11). Преобладают частицы золота с весьма высокопробными каймами. В табл. 1 приведены коэффициенты неоднородности, характеризующие соотношение содержаний Au в каймах и центральных частях золотин, использующиеся в ряде работ (Силаев и др., 1987; Lalomov et al., 2016). Для кыввожского золота в большинстве случаев это соотношение колеблется в пределах 1.0–1.2, но иногда достигает 1.4–1.7 (при относительно низком содержании Au в центральных частях). Можно также отметить, что не обнаруживается четко выраженной прямой связи между содержанием довольно редко присутствующего Ag в каймах и центральных частях золотин (фиг. 12).

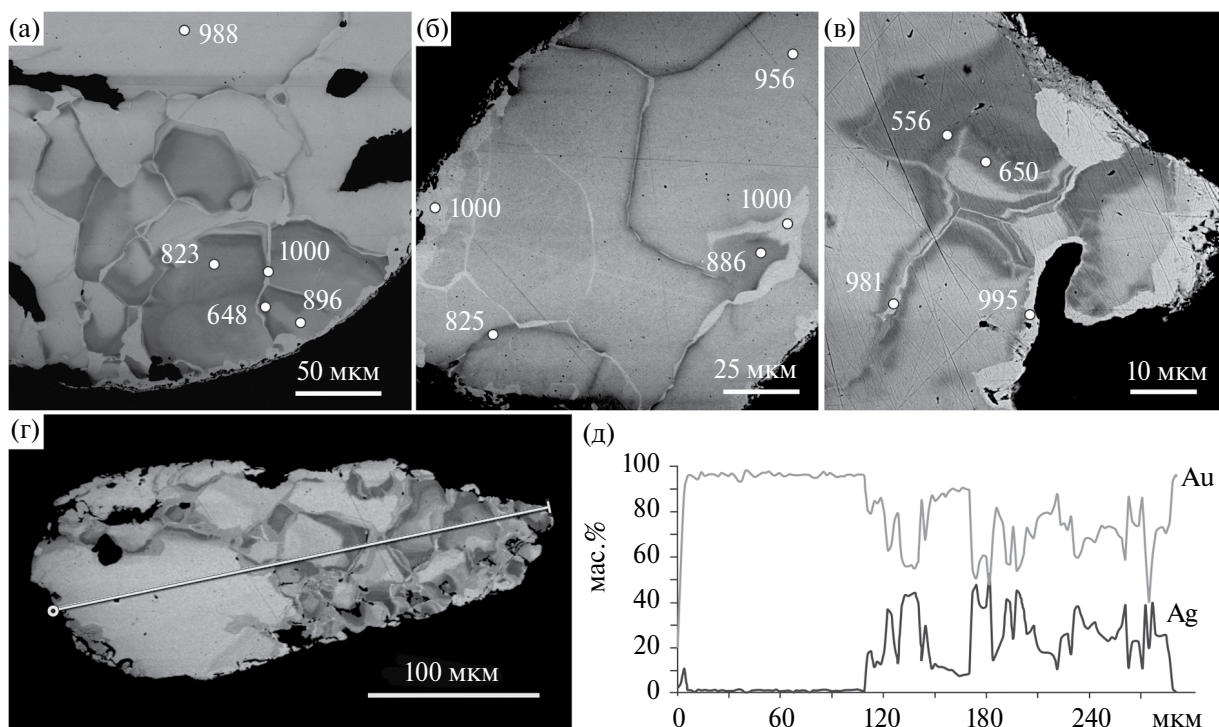
У золота участка Кыввож реже других участков обнаруживается блочное (зернистое) строение. Блоки имеют различные размеры и форму (фиг. 13). Важной особенностью является то, что по периферии блоков часто развиты прожилковидные низкопробные зоны шириной до 50 мкм, не имеющие резких внутренних границ. Содержание Ag в них



Фиг. 12. Соотношение содержаний Ag в центре частиц золота и кайме.

обычно составляет 35–40 мас.%. На Кыввожском участке в одной из частиц золота установлен прожилок с содержанием Ag — 71.3 и Cu — 2.9 мас.%, в другой при содержании Ag — 43.1 мас.% зафиксирован Pd — 0.4 мас.%. По составу прожилки с высоким содержанием Ag соответствуют электруму и кюстелиту. На фиг. 13г, д показано типичное распределение содержаний Au и Ag по профилю в одном из пересечений частицы золота с блочным строением. Как видно, оно имеет сложный, контрастный характер. Интересным является то, что низкопробные прожилковидные зоны на границах блоков часто сменяются еще более узкими весьма высокопробными зонами, вовсе не содержащими серебра и других примесей, а иногда они наблюдаются обособленно друг от друга. При этом обнаруживается их сопряженность с высокопробными внешними каймами.

В одной из частиц золота на участке Средний Кыввож обнаружена отчетливая структура распада Au-Cu твердого раствора (фиг. 14). Содержание Cu и Ag в матрице составляет 2–3 мас.%. В медистых



Фиг. 13. Блочное строение золота: а — блоки с различным содержанием серебра; б, в — прожилковидные низкопробные зоны, развивающиеся по периферии блоков (темное), с наложенными на них узкими высокопробными зонами (светлое); г, д — блочность и характер распределения золота и серебра в линейном профиле. Цифрами указана пробность золота (%). Изображения в обратно-рассеянных электронах.

пластинках содержание Cu — 8–9 мас.%, а Ag — 0.5–0.6 мас.%, по составу они соответствуют фазе Au_3Cu . Наряду с тонкими пластинками наблюдаются более широкие медьсодержащие обособления. В частице золота со структурой распада твердого раствора участка Левый Кыввож установлено более высокое содержание Cu в медистых пластинках — до 21.9 мас.%.

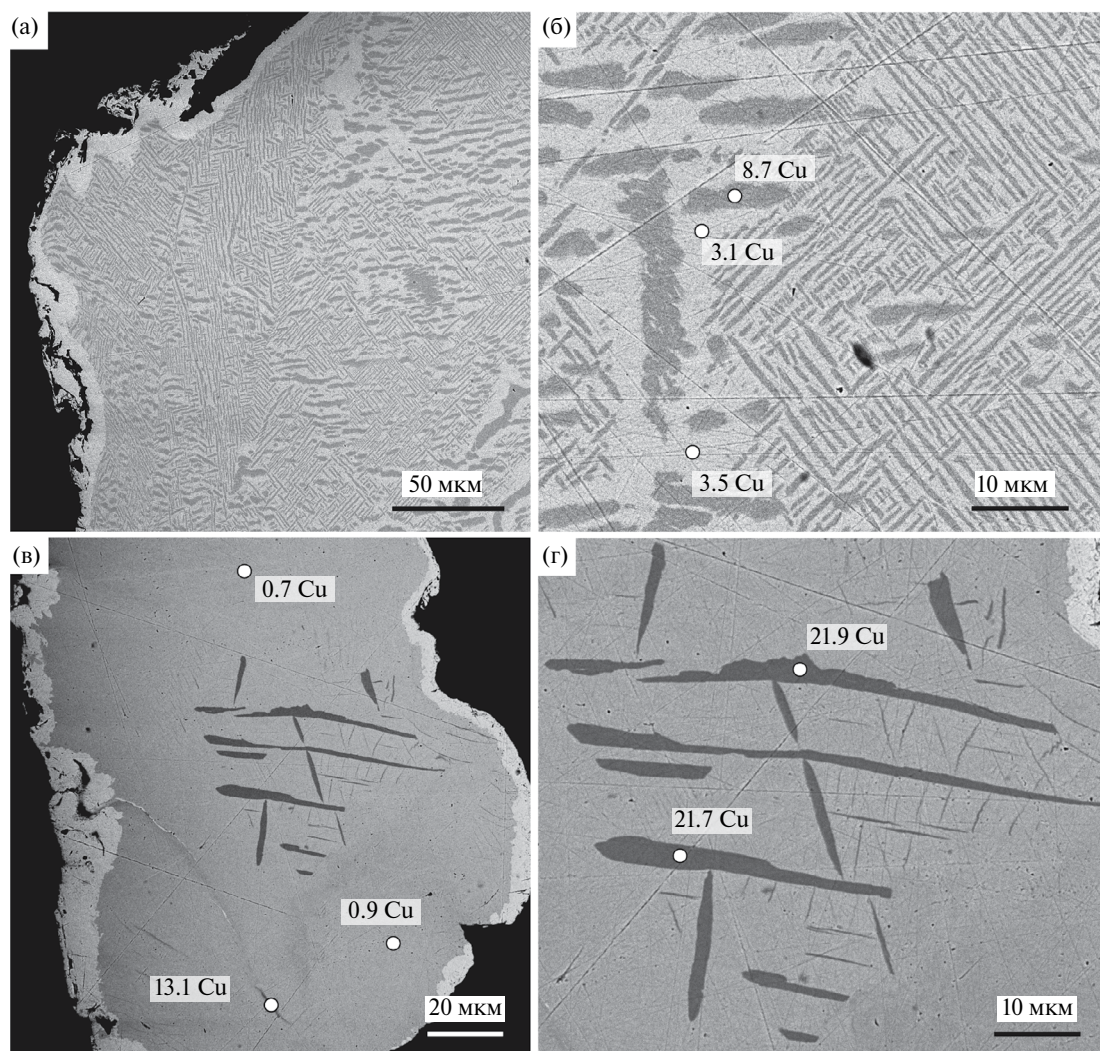
Минеральные сростания и включения. В русловом аллювии отмечается золото с включениями кварца, отпечатками предположительно кристаллов пирита, слюд, Fe-Mg карбонатов. В остаточных продуктах промышленной промывки россыпей, присутствуют сростания золота с кварцем, а также частицы пород серицит-кварц-гётитового состава с находящимся в них золотом (фиг. 15).

В виде микровключений в россыпном золоте участков Кыввож, Покью, Левый Кыввож, Средний Кыввож нами установлены кварц, мусковит, пирит, халькопирит, галенит, анкерит, микроминеральные фазы ряда кобальтин-герсдорфит, галеновисмутит, ауростибит, самородный висмут (фиг. 16). Обращает на себя внимание то, что микроминеральные включения наиболее характерны для золота с блочным строением.

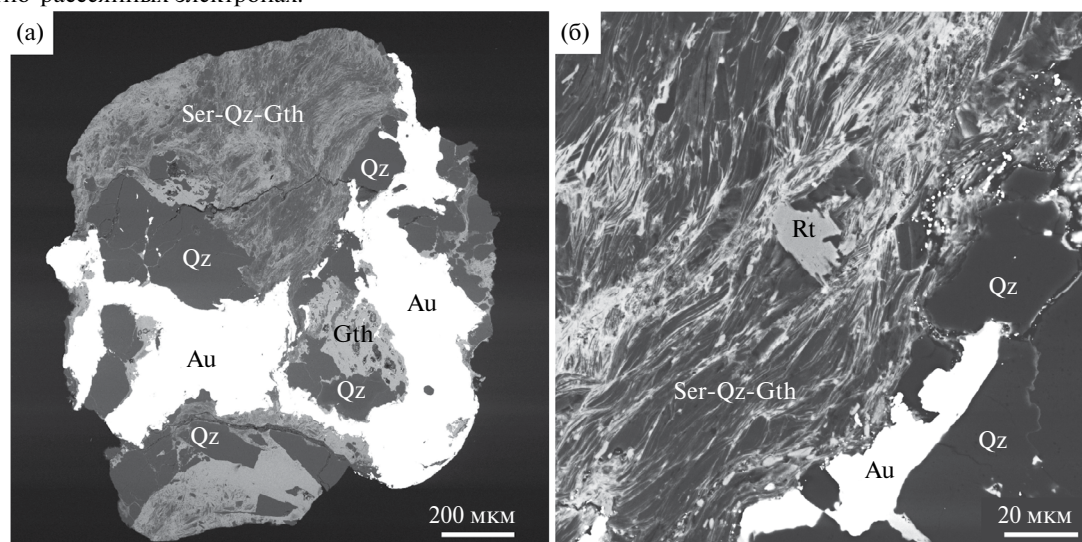
Из сульфидов наиболее часто встречается галенит, иногда с примесью Bi (табл. 2). Отдельные зерна представлены галеновисмутитом, в котором содержание Bi составляет 54.4 мас.%, присутствует Se — 0.4 мас.%. В сростании с галенитом обнаруживаются минеральные фазы ряда кобальтин-герсдорфит с примесью Sb (табл. 3). Кроме того, обособленно или в сростании с галенитом наблюдается ауростибит, в составе которого почти всегда устанавливается Bi в количестве 1.2–3.1 мас.% (табл. 4). В одном случае диагностирован самородный висмут. На Левокыввожском участке обнаружены частицы золота с включениями монацита и селенида платины, являющейся, по-видимому, первой находкой минерала судовиковита (PtSe_2) на Тимане. В качестве основных примесей в судовиковите присутствует Pd и Te (табл. 5). Теллур установлен в этом минерале впервые, что отличает его от судовиковита из метасоматитов Южной Карелии, где он был открыт (Полеховский и др., 1997) и позволяет нам выделить теллурсодержащую разновидность.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

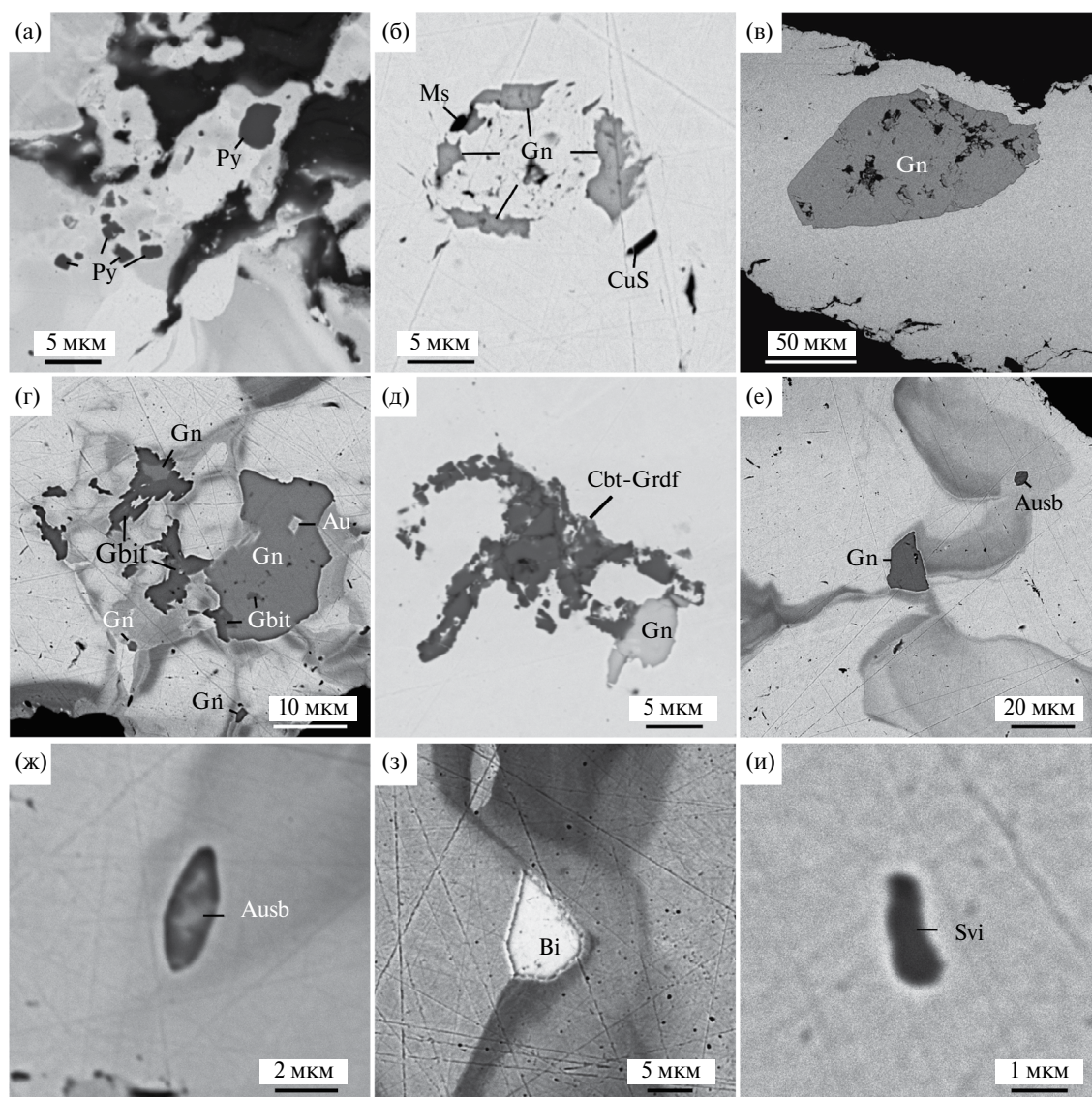
Аллювиальное золото в пределах изученного района достаточно однородно, тем не менее



Фиг. 14. Медьсодержащее золото со структурой распада Au-Cu твердого раствора участков Средний Киввож (а) и Левый Киввож (в) с увеличенными фрагментами (б, г). Цифрами указаны содержания Cu в мас. %. Изображения в обратно-рассеянных электронах.



Фиг. 15. Золото в серицит-кварц-гётитовом агрегате (а) и его увеличенный фрагмент (б). Au – самородное золото; Gth – гётит; Ser-Qz-Gth – серицит-кварц-гётитовый агрегат; Rt – рутил, Qz – кварц. Изображения в обратно-рассеянных электронах.



Фиг. 16. Микроминеральные включения в золоте Кыввожского района: Ausb – ауристобит, Bi – самородный висмут, CuS – ковеллиноподобная фаза, Gbit – галеновисмутит, Cbt-Grdf – минералы ряда кобальтин-герсдорфит, Gn – галенит, Ms – мусковит, Py – пирит, Svi – судовиковит. Изображения в обратно-рассеянных электронах.

обнаруживаются определенные пространственные особенности, выражающиеся, прежде всего, в его строении и составе элементов-примесей. Наиболее широко распространено относительно гомогенное серебросодержащее золото (фиг. 2). Реже, но также на всех участках, присутствует блочное золото с низкопробными прожилками, для которого характерны вторичные деформации и различные микроминеральные включения. На Среднекыввожском участке в серебросодержащем золоте иногда устанавливаются Cu, Hg, на Кыввожском и Левокыввожском участках – Cu, Hg, Pd. У подавляющего большинства частиц золота имеются высокопробные каймы. Можно выделить три типа золота. Два из них являются основными: гомогенное серебросодержащее золото (золото I типа)

и блочное золото с высокосеребристыми прожилковидными зонами (золото II типа). Золото III типа встречается редко и отличается тем, что наряду с Ag в его составе присутствуют Cu и Pd (не всегда сопутствующие друг другу). При этом ртуть отмечается в единичных случаях в золоте разных типов.

При рассмотрении пространственного изменения золота в направлении от верховьев ручья Средний Кыввож вниз по течению, включая площадь промышленной россыпи (полигона), существенных различий в окатанности и составе частиц не установлено (фиг. 17). Низкопробные прожилки и включения сульфидов в золоте встречаются как в верховьях (галенит, кобальтин-герсдорфит), так и в среднем течении в пределах полигона (пирит, галенит, кобальтин-герсдорфит). Тем не менее можно

Таблица 2. Химический состав галенита и галеновисмутита, мас. %

S	Se	Pb	Bi	Сумма	Эмпирическая формула
11.97	—	87.52	—	99.50	$Pb_{1.06}S_{0.94}$
13.94	—	85.15	—	99.09	$Pb_{0.97}S_{1.03}$
11.93	—	88.47	—	100.40	$Pb_{1.07}S_{0.93}$
13.91	—	83.91	2.74	100.56	$(Pb_{0.95}Bi_{0.03})_{0.98}S_{1.02}$
12.33	—	87.63	—	99.96	$Pb_{1.05}S_{0.95}$
12.39	—	88.06	—	100.45	$Pb_{1.05}S_{0.95}$
12.15	—	87.44	—	99.59	$Pb_{1.05}S_{0.95}$
11.99	—	87.92	—	99.91	$Pb_{1.06}S_{0.94}$
17.06	0.40	28.09	54.43	99.97	$Pb_{1.02}Bi_{1.95}(S_{3.99}Se_{0.04})_{4.03}$

Примечание. Прочерк — элемент не установлен.

Таблица 3. Химический состав минералов ряда кобальтин-герсдорфит, мас. %

S	Fe	Co	Sb	Ni	As	Сумма	Эмпирическая формула
21.57	11.98	10.92	—	11.50	44.22	100.19	$(Fe_{0.35}Ni_{0.32}Co_{0.30})_{0.96}As_{0.95}S_{1.09}$
20.20	10.62	10.00	—	13.13	45.34	99.28	$(Ni_{0.37}Fe_{0.31}Co_{0.28})_{0.96}As_{1.00}S_{1.04}$
24.55	3.88	23.08	—	4.36	44.97	100.84	$(Co_{0.62}Ni_{0.12}Fe_{0.11})_{0.84}As_{0.95}S_{1.21}$
24.99	5.48	16.54	—	7.85	45.68	100.54	$(Co_{0.44}Ni_{0.21}Fe_{0.15})_{0.81}As_{0.96}S_{1.23}$
19.14	5.60	6.15	—	22.93	46.76	100.58	$(Ni_{0.65}Co_{0.17}Fe_{0.17})_{0.98}As_{1.03}S_{0.99}$
22.42	5.18	27.32	—	2.62	42.25	99.79	$(Co_{0.75}Fe_{0.15}Ni_{0.07})_{0.97}As_{0.91}S_{1.13}$
20.11	6.04	15.77	0.43	11.35	43.82	99.32	$(Co_{0.75}Fe_{0.15}Ni_{0.07})_{0.97}As_{0.91}S_{1.13}$
20.85	5.93	12.36	0.32	14.41	47.36	101.23	$(Co_{0.46}Ni_{0.33}Fe_{0.18})_{0.96}(As_{0.98}Sb_{0.01})_{0.99}S_{1.05}$
19.53	6.17	12.33	0.33	12.90	42.72	100.22	$(Ni_{0.38}Co_{0.36}Fe_{0.19})_{0.93}(As_{0.99}Sb_{0.01})_{1.00}S_{1.06}$

Примечание. Прочерк — элемент не установлен.

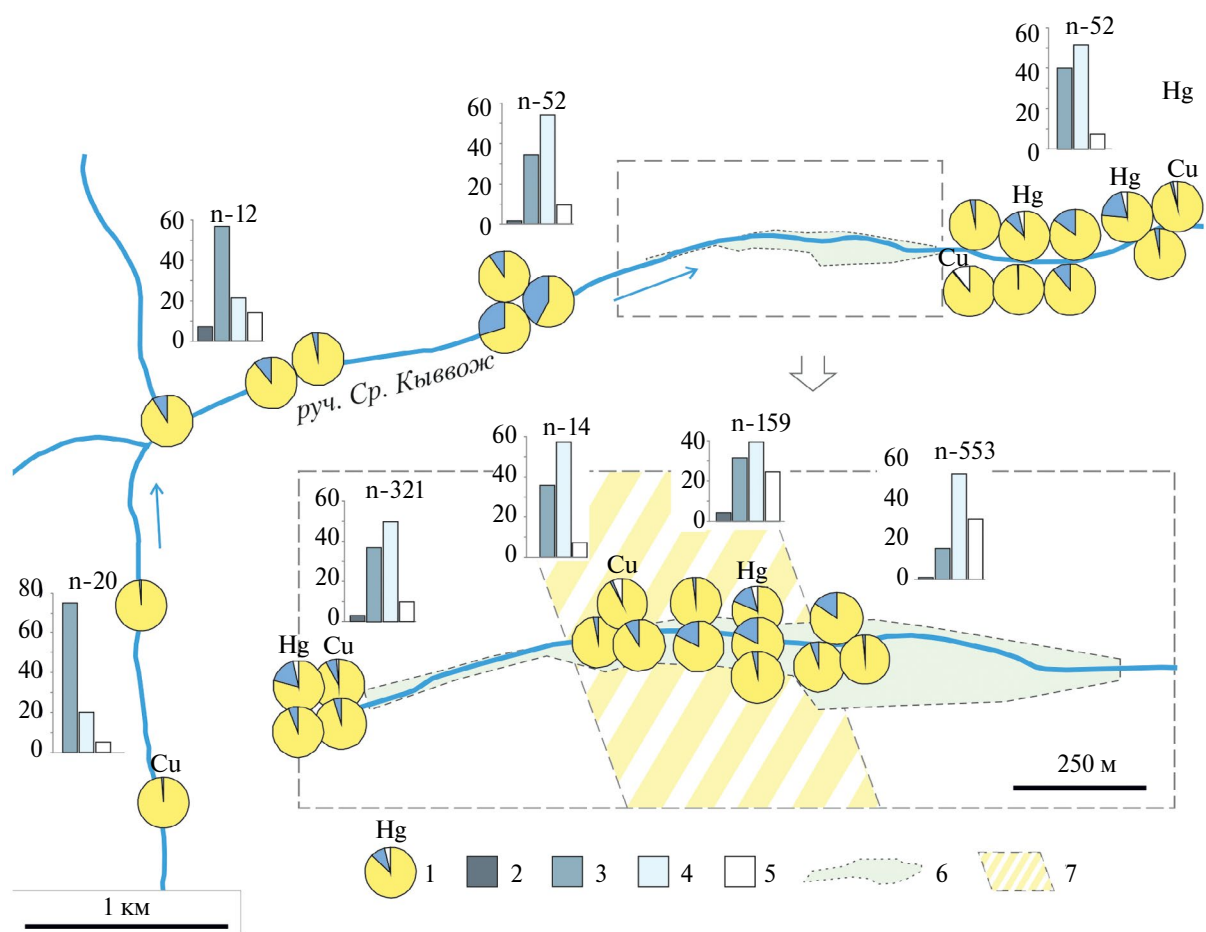
Таблица 4. Химический состав ауристобита, мас. %

Sb	Au	Bi	Сумма	Эмпирическая формула
40.23	55.96	—	96.18	$Au_{1.39}Sb_{1.61}$
39.89	57.76	2.34	99.99	$Au_{1.39}(Sb_{1.56}Bi_{0.05})_{1.61}$
39.69	58.14	1.97	99.81	$Au_{1.40}(Sb_{1.56}Bi_{0.04})_{1.60}$
38.14	59.44	2.36	99.94	$Au_{1.45}(Sb_{1.50}Bi_{0.05})_{1.55}$
36.98	60.17	2.71	99.85	$Au_{1.47}(Sb_{1.47}Bi_{0.06})_{1.53}$
39.89	56.34	2.81	99.04	$Au_{1.37}(Sb_{1.57}Bi_{0.06})_{1.63}$
43.06	54.43	3.07	100.56	$Au_{1.28}(Sb_{1.65}Bi_{0.07})_{1.72}$
35.80	61.71	1.21	98.71	$Au_{1.53}(Sb_{1.44}Bi_{0.03})_{1.47}$
40.53	56.21	2.59	99.33	$Au_{1.36}(Sb_{1.58}Bi_{0.06})_{1.64}$

Примечание. Прочерк — элемент не установлен.

Таблица 5. Химический состав теллурсодержащего судовиковита, мас. %

Se	Pd	Te	Pt	Сумма	Эмпирическая формула
44.65	2.11	4.34	49.66	100.76	$(Pt_{0.87}Pd_{0.07})_{0.94}(Se_{1.94}Te_{0.12})_{2.06}$
43.37	1.44	3.81	50.87	99.49	$(Pt_{0.92}Pd_{0.05})_{0.97}(Se_{1.93}Te_{0.10})_{2.03}$
42.33	1.94	4.25	51.54	100.06	$(Pt_{0.93}Pd_{0.06})_{0.99}(Se_{1.89}Te_{0.12})_{2.01}$
41.58	1.25	4.81	52.26	99.9	$(Pt_{0.96}Pd_{0.04})_{1.00}(Se_{1.87}Te_{0.13})_{2.00}$
43.42	1.47	3.92	51.63	100.44	$(Pt_{0.92}Pd_{0.05})_{0.97}(Se_{1.92}Te_{0.11})_{2.03}$



Фиг. 17. Содержание элементов-примесей и степень окатанности золота из аллювиальных отложений Среднекыввожского участка: 1 – диаграмма состава золота: желтый сектор – Au, синий – Ag, белый – другие элементы-примеси (указаны сверху диаграмм); 2–5 – гистограммы степени окатанности золота (%): совершенно окатанное (2), хорошо окатанное (3), полуокатанное (4), слабоокатанное (5); 6 – контур промышленной россыпи (добычной полигон); 7 – потенциально перспективная на золото зона развития сульфидной минерализации.

отметить, что на полигоне содержание золота в аллювиальных отложениях наиболее высокое, и здесь найдены самые крупные частицы золота. В коренных породах прослеживаются зоны развития сульфидной минерализации, в ассоциации с пиритом отмечаются галенит и халькопирит.

Результаты изучения типоморфных особенностей золота из аллювиальных отложений Кыввожского района позволяют судить о его вероятных коренных источниках. Как известно, степень

преобразований первичной формы является показателем дальности переноса золота от коренного источника (Петровская, 1973; Шилов, 2002; Николаев и др., 2015). Преобладание хорошо окатанного и полуокатанного золота на всех участках свидетельствует о его достаточной удаленности от коренных источников. Поскольку заметного изменения степени окатанности частиц золотин в направлении от верховьев ручьев вниз по течению не обнаруживается, весьма вероятно, что их

поступление в русловой аллювий происходило за счет материала водораздельных, склоновых и террасовых участков, протягивающихся вдоль ручьев. Вместе с этим, находки совершенно неокатанного золота и мелких самородков в пределах Среднекыввожской и Кыввожской россыпей свидетельствуют о близости коренных источников, хотя следует иметь в виду, что перенос золота отчасти мог осуществляться в обломках пород с его последующим высвобождением.

Отмеченные нами вторичные деформации частиц золота — изгибы, сплющивание, скручивание, вмятины, разрывы, борозды скольжения — можно объяснить не только переносом золота в водных потоках и соударением с другими частицами, но и их возможным перемещением и сдавливанием в делювиальных отложениях и сланцевых щетках, а также нахождением в промежуточных осадочных коллекторах, в том числе древних россыпях. Частицы золота с разрывами и вследствие этого угловатыми краями могут быть ошибочно отнесены к слабоокатанным или неокатанным, что в действительности не так и не является признаком их ближнего сноса. Подобное псевдорудное золото ранее отмечалось в девонской палеороссыпи Ичетью, расположенной в пределах Вольско-Вымского поднятия севернее Кыввожского района (Филиппов, Никифорова, 1998).

Наличие у большинства частиц золота высокопробных кайм, в том числе широких с полным отсутствием Ag, свидетельствует об их довольно интенсивном преобразовании в зоне гипергенеза, возможно, нахождении в корах химического выветривания. Следует заметить, что природа подобных кайм может быть различной, включая как вынос серебра из приповерхностных участков, так и нарастание нового золота (Николаева, 1978; Мурзин, Малюгин, 1987; Николаева, Яблокова, 2007; Осовецкий, 2016; Никифорова и др., 2020; Groen et al., 1990; Chapman et al., 2021; Lalomov et al., 2023). Несмотря на то что границы кайм и центральных частей изученных нами золотин визуально резкие, можно полагать, что важнейшую роль играли все же процессы выноса серебра. Об этом свидетельствует сложная конфигурация границ, подчеркивающая реликтовый характер первичного золота, наличие пор в пределах самих кайм, отсутствие на поверхности частиц золота ростовых форм. Вариации ширины кайм и отсутствие связи между содержанием Ag в кайме и центральной части золотин можно рассматривать как свидетельство того, что гипергенное воздействие на золото было неравномерным. Образование на поверхности частиц золота, находящихся в аллювиальных отложениях,

нового золота отмечалось нами лишь в единичных случаях в виде губчатых микроструктур.

Обращает на себя внимание блочное золото с низкопробными прожилками, наиболее характерное для сильно деформированных частиц. Подобное золото достаточно широко распространено (Савва, Прейс, 1990; Николаева и др., 2015; Герасимов, 2022). Для кыввожского золота правомерно допустить, что блочность и возникновение низкопробных прожилок обусловлены процессами твердофазной перекристаллизации (грануляции) и механодиффузией серебра к границам блоков под действием давления одновременно с деформацией частиц золота. Образование тонких высокопробных прожилок на границах блоков, сопряженных с высокопробными внешними каймами, связывается нами с одновременным выносом серебра как из приповерхностных, так и из ослабленных внутренних межблочных участков при нахождении частиц золота в экзогенных условиях. При этом нельзя полностью исключать возможность отложения позднего высокопробного золота по трещинам.

Большое значение в отношении установления генетического типа коренных источников аллювиального золота представляют элементы-примеси, а также минеральные сростания и включения (Петровская, 1973; Мурзин и др., 1981; Нестеренко, 1991; Николаева, Яблокова, 2007; Наумов, Осовецкий, 2013; Николаева и др., 2013; Гаськов, 2017; Leake et al., 1998; Chapman et al., 2000; Chapman et al., 2011). Состав россыпного золота Кыввожского района, в котором в большинстве случаев отмечается лишь примесь Ag, является характерным для многих золотосульфидных месторождений. Наряду с Ag в россыпном золоте на участках Средний Кыввож, Кыввож, Левый Кыввож иногда содержится Cu и в единичных случаях Pd. Известно, что Cu достаточно часто отмечается в составе самородного золота. При этом золото с относительно высоким содержанием Cu (более 2–3 мас.%) наиболее характерно для месторождений, локализованных в породах основного состава (Спиридонов, Плетнев, 2002). Что касается Pd, то он устанавливается в золоте значительно реже Cu. Тем не менее палладийсодержащее золото известно на целом ряде месторождений, тяготеющих также к породам основного и ультраосновного состава (Omang et al., 2015) или связанным с ними (Мурзин и др., 2021); встречается и в золотилах (Pd до 0.85 и Pt до 2.23 мас.%) колчеданных руд, залегающих в кислых вулканитах риолит-базальтовой ассоциации (Викентьев, 2003). Находки в россыпях Кыввожского района самородного золота с примесями Cu и Pd указывают на образование такого золота в связи

с имеющимися в этом районе дайками габброидов, что согласуется с ранее высказывавшимися представлениями (Макеев и др., 1996). Изредка отмечающаяся в кыввожском золоте ртуть можно рассматривать в качестве признака глубинного характера разрывных нарушений, прежде всего крупных нарушений северо-западного простирания, участия в рудообразовании поступающих по ним флюидов и влияния пород основного состава. В какой-то мере это подтверждается находками киновари в аллювиальных отложениях. В то же время Hg в самородном золоте встречается в различных гидротермальных месторождениях Урала: медноскарновых, но особенно в карлин-типе и колчеданных, где примесь Hg в самородном золоте может достигать 11–12 мас.% (Викентьев, 2003; Викентьев и др., 2016).

Предположения о том, что потенциальными коренными источниками россыпного золота Среднего Тимана являются гидротермальные золотосульфидные рудопоявления, формирование которых обусловлено процессами тектоно-магматической активизации, проявлявшимися, в частности, в позднедевонское время, высказывались многими геологами (Дудар, 1996; Кочетков, 1996; Майорова, 1996; Тиманский кряж, 2009 и др.). Описанные нами и другими авторами сростания и минеральные включения в золоте являются прямыми свидетельствами его ассоциации в коренных объектах с кварцем, мусковитом, пиритом, халькопиритом, галенитом и карбонатами.

Вместе с этим присутствие в аллювиальных отложениях частиц золота, различающихся по степени окатанности, наличию вторичных деформаций, составу и содержанию элементов-примесей, присутствию тех или иных минеральных включений, указывает на то, что коренные рудные объекты могут отличаться друг от друга условиями локализации и составом руд, а также удаленностью от россыпей. Отмечающееся в аллювии золото с примесями Cu, Pd, Hg в различной комбинации, микровключениями минералов Pd, Pt, Co, Ni, позволяет предположить существование генетической и пространственной связи коренных источников такого золота с базитовым магматизмом и глубинными разломами.

К потенциально золотоносным можно отнести зоны развития прожилково-вкрапленной и вкрапленной сульфидной (сульфидно-кварцевой) минерализации, наблюдающиеся в интенсивно рассланцованных рифейских породах Кыввожского района. Одна из таких зон, отмечавшаяся выше, хорошо вскрыта при промышленной разработке Среднекыввожской россыпи (фиг. 17). Эта зона,

изученная нами ранее (Кузнецов и др., 2014), характеризуется развитием преимущественно пирита, присутствием галенита, халькопирита, герсдорфита, пирротина, кобальтина, сфалерита, ковеллина, минералов висмута и теллура. В ассоциации с ними находятся минералы редких земель — монацит, ксенотим, отмечаются минеральные фазы Ag-Se, Pb-Nb, Th-U, Sr-Tb состава. Выделяются две основные стадии минералообразования: ранняя — пиритовая и поздняя — сфалерит-халькопирит-галенитовая с минералами редких металлов и редких земель. К сожалению, самородное золото в этих зонах пока не обнаружено, но, вероятнее всего, оно отвечает поздней стадии минералообразования и развито весьма неравномерно.

В связи с проблемой коренной золотоносности интересны находки самородного золота в прото-лочных пробах катаклазированных песчаников на их контакте с серицит-кварц-хлоритовыми сланцами лунвожской свиты на Среднекыввожском участке (Сокерин и др., 2023). Золото представлено мелкими частицами округло-комковатой или сложной формы без следов окатанности. Их строение характеризуется относительно однородной внутренней областью и контрастирующей по составу низкопробной каймой. Содержание серебра во внутренних областях варьирует в узком интервале значений — от 6 до 9 мас.%. От центра к краю золотин наблюдается сначала плавное, затем резкое увеличение концентрации серебра до 10–17 мас.%. На поверхности золотин присутствуют небольшие выделения весьма высокопробного золота толщиной до 5 мкм, которые выглядят как поздняя генерация золота, нарастающая на низкопробные зоны. Присутствие такого золота в пробах песчаников не является результатом попадания в них золота из перекрывающих рыхлых отложений. Его образование, вероятнее всего, обусловлено фильтрацией золотоносных гидротермальных растворов вдоль тектонически нарушенного контакта сланцев и песчаников.

Накопление золота в четвертичных отложениях Кыввожского района началось в связи с эрозионно-денудационными событиями в досреднечетвертичное время (Дудар, 1996). Происходил снос золотоносного обломочного материала с возвышенных участков и накопление его в отрицательных формах рельефа, в том числе в долинах существовавших тогда водотоков (древних палеодолинах). Неотектонические движения, определившие современный геоморфологический облик региона, инициировали образование новых врезов речных долин, дальнейшую эрозию коренных золоторудных проявлений, формирование элювиально-делювиальных и аллювиальных

отложений и золотоносных россыпей с возможным переотложением золота из более ранних россыпей, в частности, из девонских палеороссыпей, локализованных в кварцевых гравелитах.

Типоморфные особенности аллювиального золота свидетельствуют, что его поступление в аллювиальные отложения происходило из различных и разноудаленных коренных источников, в том числе расположенных в непосредственной близости от россыпей. Результаты наших исследований позволяют в качестве перспективной на коренное золото выделить Среднекыввожскую зону развития вкрапленной и прожилково-вкрапленной сульфидной минерализации, протягивающуюся на значительное расстояние, включая расположенный севернее Кыввожский участок. Представляют интерес водораздельные области, особенно главный водораздел Вольско-Вымского поднятия, которые вследствие плохой обнаженности остаются слабо изученными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Самородное золото из аллювиальных отложений Кыввожского района, в том числе Среднекыввожской и Кыввожской промышленных россыпей, характеризуется широкими вариациями формы, окатанности, строения, содержания элементов-примесей и другими особенностями. Преобладает среднее и хорошо окатанное золото, изредка встречаются неокатанные частицы. Величина золотин варьирует в широких пределах вплоть до небольших самородков. Многие частицы золота претерпели повторные деформации. Весьма характерны высокопробные каймы. В составе золота в большинстве случаев устанавливается лишь серебро. Иногда вместе с серебром отмечаются Cu, Pd и Hg. Нередко обнаруживаются частицы золота блочно-мозаичного строения с низкопробными прожилковидными зонами, прослеживающимися по периферии блоков. В сростаниях с золотом и в виде включений отмечаются кварц, пирит, анкерит, галенит, мусковит, изредка – минералы ряда кобальтин-герсдорфит, галеновисмутит, самородный висмут, ауристобит, а также судовиковит, впервые установленный в регионе. Выделяются три типа золота, два из них являются основными: гомогенное серебросодержащее золото (золото I типа) и блочное золото с высокосеребристыми прожилковидными зонами (золото II типа). Золото III типа встречается редко и отличается тем, что наряду с Ag в его составе присутствуют Cu и Pd (не всегда сопутствующие друг другу). При этом ртуть отмечается в единичных случаях в золоте разных типов.

Типоморфные особенности россыпного золота свидетельствуют о его сложной экзогенной

истории. Наиболее вероятными коренными источниками являются зоны развития сульфидной минерализации, локализованные в рифейских сланцевых толщах. Присутствующее в россыпях золото с примесями Cu, Pd и Hg связано с зонами золотосульфидной минерализации – производными базитового магматизма и контролируемые глубинными разломами.

Вольско-Вымское, а также Цилемское и Четласское поднятия Среднего Тимана заслуживают внимания и продолжения поисковых работ на коренное золото. Остаются слабо изученными известные в этих районах углеродистые и углеродсодержащие серицит-кварцевые алевросланцы и коры выветривания, также представляющие интерес в отношении золотоносности.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Викентьев И.В. Состав самородного золота в колчеданных месторождениях Урала // Докл. РАН. 2003. Т. 393. № 5. С. 659–663.
- Викентьев И.В., Тюкова Е.Э., Мурзин В.В., Викентьева О.В., Павлов Л.Г. Воронцовское золоторудное месторождение. Геология, формы золота, генезис. Екатеринбург: Форт Диалог-Исеть. 2016. 206 с.
- Гаськов И.В. Главные элементы-примеси самородного золота и связь их с условиями его образования на примере месторождений складчатых поясов Азии // Геология и геофизика. 2017. Т. 58. № 9. С. 1359–1376. <https://doi.org/10.15372/GiG20170908>
- Герасимов Б.Б. Внутреннее строение зерен россыпного золота как поисковый признак при прогнозировании коренных источников северо-востока Сибирской платформы // ЗРМО. 2022. Ч. CLI. № 4. С. 33–55. <https://doi.org/10.31857/S0869605522030042>
- Гецен В.Г. Тектоника Тимана. Л.: Наука, 1987. 172 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1000000 (третье поколение). Мезенская серия – Лист Q-39 (Нарьян-Мар). Объяснительная записка. СПб.: Изд-во картографической фабрики ВСЕГЕИ. 2015. 517 с.
- Глухов Ю.В., Кузнецов С.К., Савельев В.П., Котречко Е.Ю. Золото из аллювиальных отложений Среднего Кыввожа (Вольско-Вымская гряда, Тиман) // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2018. № 1 (33). С. 49–59.

- Дудар В.А. Россыпи Среднего Тимана // Руды и металлы. 1996. № 4. С. 80–90.
- Кочетков О.С. Золотоносность Тимана // Руды и металлы. 1996. № 4. С. 66–79.
- Кузнецов С.К., Майорова Т.П., Сокина Н.В., Филиппов В.Н., Есев А.А. Минеральный состав зон пиритизации Кыввожского района (Средний Тиман) // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. 2014. № 10. С. 12–16.
- Майорова Т.П. Минералогия и типоморфизм золота кайнозойских россыпей севера Урала и Тимана // Руды и металлы. 1996. № 4. С. 45–55.
- Макеев А.Б., Дудар В.А. Самородки золота россыпных проявлений Приполярного Урала и Среднего Тимана // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО. 2003. № 11. С. 15–18.
- Макеев А.Б., Крапля Е.А., Брянчанинова Н.И. Платиноиды в аллювии и россыпях — ключ к поискам коренных месторождений платины в Республике Коми. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1996. 44 с.
- Мурзин В.В., Малюгин А.А. Типоморфизм золота зоны гипергенеза (на примере Урала). Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 96 с.
- Мурзин В.В., Покровский П.В., Молошаг В.П. Ртуть в самородном золоте Урала и ее типоморфное значение // Геология руд. месторождений. 1981. № 4. С. 86–91.
- Мурзин В.В., Пальянова Г.А., Аникина Е.В., Молошаг В.П. Минералогия благородных металлов (Au, Ag, Pd, Pt) Волковского Cu-Fe-Ti-V месторождения (Средний Урал) // Литосфера. 2021. Т. 21. № 5. С. 643–659. <https://doi.org/10.24930/1681-9004-2021-21-5-643-659>
- Наумов В.А., Осовецкий Б.М. Ртутистое золото и амальгамы в мезозой-кайнозойских отложениях Вятско-Камской впадины // Литология и полезные ископаемые. 2013. № 3. С. 256–273. <https://doi.org/10.7868/S0024497X13030075>
- Нестеренко Г.В. Прогноз золотого оруденения по россыпям: на примере районов Юга Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. 187 с.
- Никифорова З.С., Калинин Ю.А., Макаров В.А. Эволюция самородного золота в экзогенных условиях // Геология и геофизика. 2020. Т. 61. № 11. С. 1514–1534. <https://doi.org/10.15372/GiG2020109>
- Николаева Л.А. Генетические особенности самородного золота как критерии при поисках и оценке руд и россыпей. М.: Недра, 1978. 101 с.
- Николаева Л.А., Яблокова С.В. Типоморфные особенности самородного золота и их использование при геологоразведочных работах // Руды и металлы. 2007. № 6. С. 41–57.
- Николаева Л.А., Некрасова А.Н., Миляев С.А., Яблокова С.В., Гаврилов А.М. Геохимические особенности самородного золота месторождений различных рудно-формационных типов // Геология руд. месторождений. 2013. Т. 55. № 3. С. 203–213. <https://doi.org/10.7868/S0016777013030040>
- Николаева Л.А., Гаврилов А.М., Некрасова А.Н., Яблокова С.В., Шатилова Л.В. Самородное золото рудных и россыпных месторождений России: атлас. М.: Акварель, 2015. 200 с.
- Осовецкий Б.М. “Новое” золото: монография. Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2016. 116 с.
- Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Недра, 1973. 347 с.
- Полеховский Ю.С., Тарасова И.П., Нестеров А.Р., Пахомовский Я.А., Бахчисарайцев Я.Ю. Судовиковит $PtSe_2$ — новый селенид платины из метасоматитов Южной Карелии // ДАН. 1997. Т. 354. № 1. С. 82–85.
- Савва Н.Е., Преис К.В. Атлас самородного золота Северо-Востока СССР. М.: Наука, 1990. 292 с.
- Силаев В.И., Яковлева О.А., Ивановский В.С. Генетико-информационное значение пробы аллювиального золота. Доклады академии наук СССР. 1987. Т. 294. № 6. С. 1432–1435.
- Сокерин М.Ю., Глухов Ю.В., Макеев Б.А., Пархачева К.Г., Салдин В.А., Симакова Ю.С., Сокина Н.В. Типоморфизм аутигенного золота рифейских песчаников Кыввожского золотороссыпного поля (Вольско-Вымская гряда, Средний Тиман) // ЗРМО. 2023. № 1. С. 50–60. <https://doi.org/10.31857/S0869605522060065>
- Спиридонов Э.М., Плетнев П.А. Месторождение медистого золота Золотая Гора. М.: Научный мир, 2001. 216 с.
- Тиманский кряж. Т. 2. Литология и стратиграфия, геофизическая характеристика Земной коры, тектоника, минерально-сырьевые ресурсы: монография. Ухта: УГТУ, 2009. 460 с.
- Филиппов В.Е., Никифорова З.С. Формирование золота при воздействии эоловых процессов. Новосибирск: Наука, 1998. 160 с.
- Шило Н.А. Учения о россыпях: Теория россыпеобразующих рудных формаций и россыпей. Изд. 2-е, перераб. и доп. Владивосток: Дальнаука, 2002. 576 с.
- Chapman R.J., Leake R.C., Moles N.R. The use of microchemical analysis of alluvial gold grains in mineral exploration: experiences in Britain and Ireland // J. Geochem. Explor. 2000. V. 71. P. 241–268. [https://doi.org/10.1016/S0375-6742\(00\)00157-6](https://doi.org/10.1016/S0375-6742(00)00157-6)
- Chapman R.J., Mortensen J.K., LeBarge W.P. Styles of lode gold mineralization contributing to the placers of the Indian River and Black Hills Creek, Yukon Territory, Canada as

- deduced from microchemical characterization of placer gold grains // *Mineral. Deposita*. 2011. V. 46. P. 881–903. <https://doi.org/10.1007/s00126-011-0356-5>
- Chapman R.J., Banks D.A., Style M.T., Walshaw R.D., Piazolo S., Morgan D.J., Grimshaw M.R., Spence-Jones C.P., Matthews T.J., Borovinskaya O. Chemical and physical heterogeneity within native gold: Implications for the design of gold particle studies // *Mineral. Deposita*. 2021. V. 56. P. 1563–1588. <https://doi.org/10.1007/s00126-020-01036-x>
- Groen J.C., Craig J.R., Rimstidt J.D. Gold-rich rim formation on electrum grains in placers // *The Canadian Mineralogist*. 1990. 28. P. 207–228.
- Lalomov A.V., Chefranov R.M., Naumov V.A., Naumova, O.B., Lebarge W., Dilly R.A. Typomorphic features of placer gold of Vagran cluster (the Northern Urals) and search indicators for primary bedrock gold deposits // *Ore Geol. Rev.* 2016. V. 85. P. 321–335. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.06.018>
- Lalomov A., Grigorieva A., Kotov A., Ivanova L. Typomorphic Features and Source of Native Gold from the Sykhoi Log Area Placer Deposits, Bodaibo Gold-Bearing District, Siberia, Russia // *Minerals*. 2023. V. 13. P. 707. <https://doi.org/10.3390/min13050707>
- Leake R.C., Chapman R.J., Bland, D.J., Stone P., Cameron D.G., Styles M.T. The origin of alluvial gold in the Leadhills area of Scotland: evidence from interpretation of internal chemical characteristics // *J. Geochem. Explor.* 1998. V. 63. P. 7–36. [https://doi.org/10.1016/S0375-6742\(98\)00012-0](https://doi.org/10.1016/S0375-6742(98)00012-0)
- Omang B.O., Suh C.E., Lehmann B., Vishiti A., Chombong N.N., Fon A.N., Shemang E.M. Microchemical signature of alluvial gold from two contrasting terrains in Cameroon // *J. African Earth Sciences*. 2015. V. 112. P. 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2015.09>

NATIVE GOLD FROM ALLUVIAL DEPOSITS OF THE KYVVOZHISKY DISTRICT AND ITS PROBABLE PRIMARY SOURCES (VOLSKO-VYMSKOE RISE, MIDDLE TIMAN)

K. G. Parkhacheva¹, *, Yu. V. Glukhov¹, M. Yu. Sokerin¹, S. K. Kuznetsov¹, R. I. Shaybekov¹

¹*Institute of Geology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Pervomayskaya, 54, Syktyvkar, 167982 Russia*

*e-mail: kspakhacheva@yandex.ru

Based on the study of typomorphic features of gold from alluvial deposits of the Kyvvozh region of Middle Timan, including industrial placers, the most probable genetic types of primary sources were determined. The size of gold particles varies widely, reaching the size of small nuggets; along with rounded ones, there are weakly rounded and unrounded particles. Many of them have undergone repeated deformations in the form of envelope-shaped bends, dents and tears. Most gold coins have high-fineness rims. Gold always contains Ag, sometimes Cu, Pd and Cu. Gold particles with a block structure with high-silver vein zones are often found. In intergrowths with gold and in the form of inclusions are noted in it pyrite, galena, and occasionally minerals of the cobaltine-gersdorffite series, ankerite, galenobismutite, native bismuth, aurostibite, and also sudovikovite (PtSe₂), which was first identified in the region. Three types of gold have been identified: 1 – homogeneous silver-containing, 2 – block with highly silvery vein-like zones, 3 – rare silver-containing with impurities of Cu, Pd. The morphology, composition and structure of placer gold indicate its entry into placers from various sources, including nearby sources. Of greatest interest are the zones of development in Riphean rocks of hydrothermal veinlet-disseminated sulfide mineralization, oriented in the northwest direction, partially exposed during the development of placers. Gold with Cu and Pd impurities is most likely associated with derivatives of mafic magmatism. The Volsko-Vymskoe, as well as the Tsilemskoe and Chetlasskoe uplifts of Middle Timan can be considered promising in terms of primary gold content and deserve further study and prospecting.

Keywords: native gold, Middle Timan, alluvium, typomorphism, impurity elements, mineral inclusions, primary sources