

---

---

## МИНЕРАЛЫ И ПАРАГЕНЕЗИСЫ МИНЕРАЛОВ

---

---

### ТИПОМОРФИЗМ АУТИГЕННОГО ЗОЛОТА РИФЕЙСКИХ ПЕСЧАНИКОВ КЫВВОЖСКОГО ЗОЛОТОРОССЫПНОГО ПОЛЯ (ВОЛЬСКО-ВЫМСКАЯ ГРЯДА, СРЕДНИЙ ТИМАН)

© 2022 г. Д. чл. М. Ю. Сокерин<sup>1</sup>, \*, д. чл. Ю. В. Глухов<sup>1</sup>, \*\*, д. чл. Б. А. Макеев<sup>1</sup>, \*\*\*,  
К. Г. Пархачева<sup>1</sup>, \*\*\*\*, В. А. Салдин<sup>1</sup>, \*\*\*\*\*,  
д. чл. Ю. С. Симакова<sup>1</sup>, \*\*\*\*\*, д. чл. Н. В. Сокерина<sup>1</sup>, \*\*\*\*\*,

<sup>1</sup>Институт геологии им. акад. Н.П. Юшкина ФИЦ Коми НЦ Уральского отделения РАН,  
ул. Первомайская, 54, Сыктывкар, 167982 Россия

\*e-mail: m\_sokerin@mail.ru

\*\*e-mail: glukhov@geo.komisc.ru

\*\*\*e-mail: makboris@mail.ru

\*\*\*\*e-mail: ksparhacheva@yandex.ru

\*\*\*\*\*e-mail: litgeo@komisc.ru

\*\*\*\*\*e-mail: yssimakova@rambler.ru

\*\*\*\*\*e-mail: sokerina@geo.komisc.ru

Поступила в редакцию 31.03.2022 г.

После доработки 07.07.2022 г.

Принята к публикации 12.10.2022 г.

Приводятся результаты комплексного исследования морфологии, состава и внутреннего строения тонкого аутигенного золота, впервые обнаруженного в коренных породах на площади Кыввожского золотороссыпного поля. Оно имеет сложные специфические округло-комковатые, комковато-ветвистые агрегатные формы и гладкую без следов механического воздействия ростовую поверхность. Как показали рентгенографические исследования, для дебаеграмм аутигенного золота характерны рефлексы в виде штриховых колец. По мнению авторов, это свидетельствует об отсутствии у изученного аутигенного золота экзогенных деформаций. Внутреннее строение золотин характеризуется наличием однородной области, окруженной тонкой (~1 мкм), обогащенной серебром низкопробной каймой. Все частицы изученного золота имеют примерно одинаковую среднюю пробность (899–918 ‰). В качестве механизма образования обнаруженного аутигенного золота предполагается его кристаллизация путем заполнения свободного пространства вмещающих песчаников. Его присутствие в рифейских породах рассматривается в качестве индикатора формирования первичного ореола рассеяния и является прямым поисковым признаком развития потенциально продуктивного золотого оруденения в этой части Среднего Тимана.

*Ключевые слова:* аутигенное золото, Средний Тиман, Вольско-Вымская гряда

**DOI:** 10.31857/S0869605522060065, **EDN:** DGMLVT

Россыпная золотоносность центральной части Вольско-Вымской гряды Среднего Тимана была выявлена в 80-х годах прошлого века (Дудар, 1996; Плякин и др., 2012). Открытие россыпей на ручьях Кыввож, Средний Кыввож и Димтемьель – левых притоков р. Белая Кедва – позволило объединить их в составе Кыввожского золотороссыпного поля. Основная часть россыпного золота сконцентрирована в трещиноватой

кровле пород среднерифейского сланцевого комплекса и пойменно-руслowych приплотиковых псефитах. Присутствие в россыпях крупного неокатанного самородного золота и его сростков с кварцем рассматривались предшественниками как показатель близости коренного оруденения гидротермально-метаморфогенной золото-кварцевой или золото-кварц-сульфидной формации (Глухов и др., 2018). Однако неоднократно предпринимавшиеся поиски коренных источников россыпей успеха не имели.

Нами в одной из протолочных проб кварцевых песчаников удалось выделить 23 знака тонкого самородного золота рудного облика, не имеющего следов окатывания. Это первая находка коренного золота на площади Кыввожского золотороссыпного поля. Задачей настоящего исследования стало изучение типоморфных свойств найденного самородного золота и определение его генезиса.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал для исследований был отобран из борздовых проб при документации траншеи, пройденной на стадии разведки Среднекыввожской россыпи. Образцы самородного золота были выделены из раздробленной до 0.5 мм пробы кварцевых песчаников весом 19 кг.

Химический состав пород изучался силикатным анализом на 14 компонентов, минеральный – методами оптической и электронной микроскопии. Содержание Au в породе определялось методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Нижний предел обнаружения металла составил 2 мг/т. Фазовый состав глинистой фракции определялся по дифрактограммам ориентированных образцов, подвергнутых стандартным диагностическим обработкам. Исследовались дифракционные кривые воздушно-сухих и насыщенных этиленгликолем препаратов. Съемка проводилась на рентгеновском дифрактометре Shimadzu XRD-6000, излучение  $\text{CuK}\alpha$ , Ni фильтр, 30 kV, 20 mA. Структурные характеристики золота регистрировались фотометрическим методом в камере Дебая-Шеррера (РКД) с диаметром 57.3 мм на аппарате АРОС с рентгеновской трубкой с железным анодом, ток 10 mA, напряжение 30 kV, фильрование не проводилось. Изучение поверхности, внутреннего строения и состава частиц золота проводилась при помощи растрового электронного микроскопа Tescan VEGA 3 LMN с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy 450 (рабочее напряжение 20 kV, напыление углеродом). Структурное травление приполированных образцов самородного золота производилось царской водкой.

Материал обрабатывался и исследовался на базе Центра коллективного пользования “Геонаука” в Институте геологии им. академика Н.П. Юшкина, определение содержания Au в породе – в Центральной лаборатории ВСЕГЕИ.

### ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Кыввожское золотороссыпное поле расположено на восточном склоне Вольско-Вымской гряды Среднего Тимана. В структурном плане оно приурочено к центральной части Вымского блока Тиманского складчато-надвигового сооружения, сложенного терригенными породами покьюской, лунвожской и кыввожской свит среднерифейского возраста. Свиты в пределах поля характеризуются близким литологическим составом (серицит-кварц-хлоритовые, кварц-серицит-хлоритовые углеродсодержащие алевросланцы и алевропесчаники с редкими слоями кварцевых песчаников) и различаются по количественному соотношению этих литотипов в различных интервалах разреза и текстурно-структурным особенностям. Залегание пород осложнено мелкоамплитудной складчатостью, послонными срывами, взбросами и крутопадающими разрывными нарушениями. Последние контролируют участки катаклаза, брекчирования, сопровождаемые серицитизацией и каолинизацией пород, окварцеванием,

**Таблица 1.** Химический состав кварцевых песчаников, мас. %  
**Table 1.** Chemical composition of quartz sandstones, wt %

Компонент	5310-9-6	5310-9-7	5310-9-8
SiO <sub>2</sub>	80.12	81.00	93.80
TiO <sub>2</sub>	0.42	0.60	0.20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.26	10.19	3.52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.05	2.42	0.62
FeO	0.34	0.25	0.20
MnO	0.01	0.03	0.01
MgO	0.16	0.16	0.10
CaO	0.12	0.46	0.35
Na <sub>2</sub> O	0.14	0.28	0.10
K <sub>2</sub> O	1.19	2.08	0.73
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.05	0.02
п.п.п.	3.6	2.69	0.86
Сумма	98.48	100.21	100.51
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.59	0.36	0.24
CO <sub>2</sub>	0.10	0.10	0.10

Примечание. Обр. 5310-9-6 – тектоническая брекчия кварцевых песчаников в каолинит-гидрослюдистом заполнителе; обр. 5310-9-7 – катаклазированный золотосодержащий кварцевый песчаник; обр. 5310-9-8 – массивный кварцевый песчаник.

вкрапленной пиритизацией и развитием кварцевой и кварц-карбонатной жильной минерализации.

Траншеей, пройденной вкрест простирания пород и вскрывшей слой золотосодержащих песчаников, обнажен тектонический контакт темно-серых тонкоплитчатых серицит-кварц-хлоритовых алевросланцев и светло-серых массивных кварцевых песчаников лунвожской свиты. Породы в области контакта, представляющего собой крутопадающий взброс, интенсивно изменены. Алевросланцы на расстоянии метра от контакта превращены в пестро окрашенную ржаво-бурую дресвяно-щебнисто-глинистую, пропитанную рентгеноаморфными соединениями железа породу, песчаники – в брекчию с глинистым заполнителем того же цвета, постепенно сменяющуюся через 0.6 м интервалом катаклазитов мощностью 0.8 м. К концу этого интервала интенсивность катаклаза в песчаниках уменьшается, и порода приобретает массивный облик. Видимая мощность песчаников, вскрытых траншеей, составляет 7 м.

Изменения в химическом составе песчаников в направлении от массивных к брекчиям наиболее контрастно выражены в увеличении содержания глинозема (табл. 1). Пересчеты данных химических анализов на нормативный минеральный состав (табл. 2), результаты рентгеноструктурного анализа фазового состава глинистых минералов (Симакова и др., 2021), изучение шлифов и микронзондовые исследования объясняют эту тенденцию интенсивным развитием каолинита и иллита в брекчированных и катаклазированных разновидностях песчаников.

Валовое содержание золота в алевросланцах, вскрытых траншеей, изменяется от 2 мг/т в неизмененных разновидностях до 7 мг/т в приконтактной зоне дезинтеграции. Концентрация металла в брекчированных песчаниках (пр. 5310-9-6) составила 9 мг/т, в катаклазированных (пр. 5310-9-7) и в массивных (пр. 5310-9-8) – 5 мг/т. Самородное золото удалось выделить только из пробы катаклазированных кварцевых песчаников. Указанные содержания несколько выше регионального фона для пород лунвожской

**Таблица 2.** Нормативный минеральный состав кварцевых песчаников, мас. %  
**Table 2.** Normative mineral composition of quartz sandstones, wt %

Минерал	5310-9-6	5310-9-7	5310-9-8
Кварц	63.5	66.9	88.6
Кальцит	0.2	0.2	0.2
Апатит	0	0	0
Рутил*	0.4	0.6	0.2
Лимонит*	0.4	2.2	0.6
Каолинит	19.5	8.3	1.9
Мусковит*	6.2	13.1	3.9
Альбит	1.1	2.6	1.1
Калиевый полевой шпат	2.8	2.3	1.7
Хлорит	0.4	0.7	0.6

Примечание. Рутил\* – оксиды титана Ti, лимонит – оксиды и гидроксиды Fe, мусковит\* – мусковит и иллит.

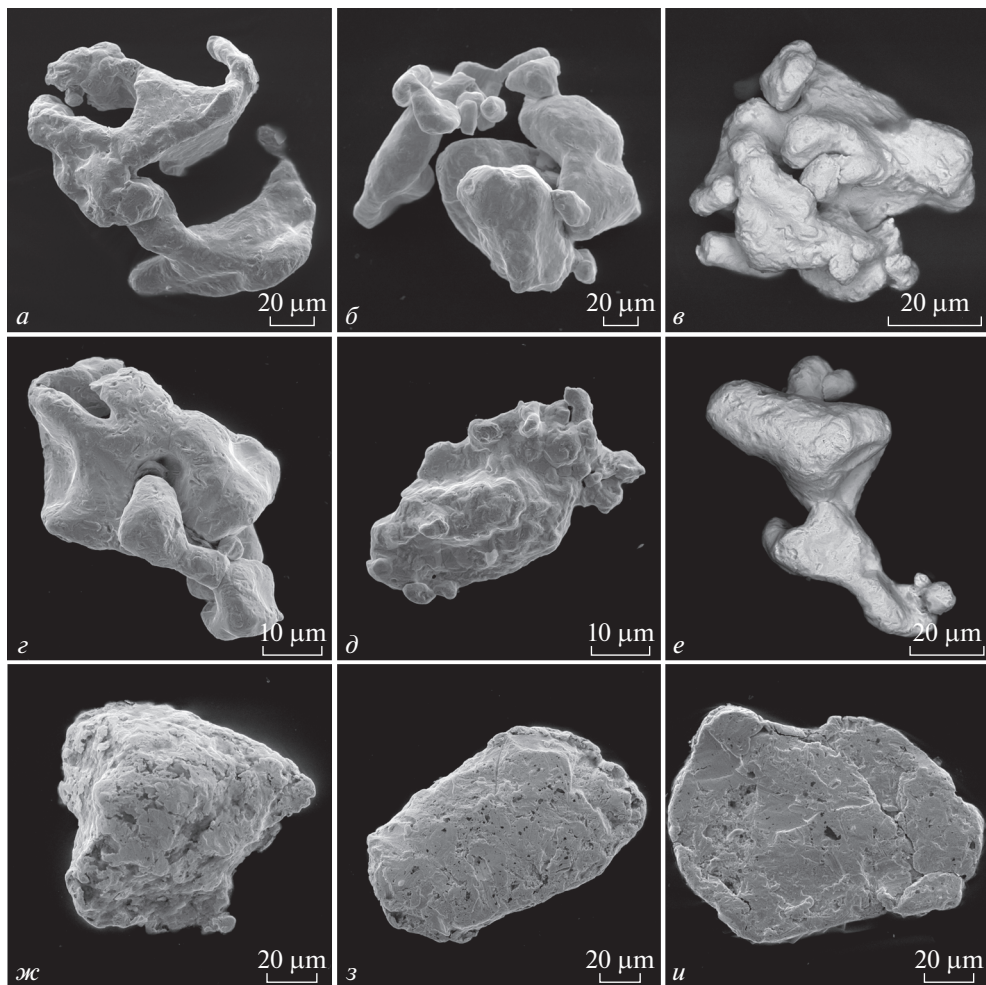
свиты, не превышающего 1 мг/т. Повышенные (до 16 мг/т) содержания золота на площади Кыввожского золотороссыпного поля были зафиксированы в единичных пробах из трещиноватых кварцевых песчаников и зон пиритизации в алевросланцах, отобранных из береговых обнажений. Однако самородное золото из них выделить или не удавалось, или оно оказывалось окатанным – просевшим в породу из россыпей. Аналогично отрицательными оказались результаты опробования жильной минерализации.

Необходимо отметить, что факт находки самородного золота на интервале с не самым “высоким” его содержанием носит случайный характер, обусловленный сложностью гравитационного обогащения проб со столь мелким золотом.

Золотосодержащие песчаники мелко- среднезернистые, хорошо сортированные с преобладающим регенерационным кварцевым, реже с плеченым гидрослюдистым цементом. В качестве минеральной примеси кроме аллотигенных рутила и циркона встречаются чешуйки хлорита, белые округлые или неправильной формы зерна каолинит-иллитового состава, иногда с включениями гётита. Отмечены также тонкая вкрапленность монацита, редкие выделения кальцита, фрамбоидального и кубического пирита и единичные субмикронные зерна галенита. Вторичные изменения выражены в развитии каверн выщелачивания и разориентированных трещин катаклаза, полностью или частично выполненных каолинит-гидрослюдистым, часто лимонитизированным веществом. Отмечены также редкие псевдоморфозы гётита по пириту треугольного, трапецидального или прямоугольного сечения. Пористость песчаников по результатам изучения шлифов не превышает одного процента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА

Золотины, выделенные из катаклазированных песчаников, имеют облик сложных, специфического вида округло-комковатых, комковато-ветвистых, амёбообразных зерен и агрегатов размером по длинной оси от 0.04 до 0.16 мм, в среднем – 0.10 мм (рис. 1, а–е). Отличительной особенностью морфологии является гладкая, без следов механического воздействия ростовая поверхность. В деталях рельефа золотинок хорошо видны ступенчатые участки индукционной поверхности и отпечатки зерен других минералов. Для аллотигенного делювиального и россыпного золота того же размера на том же участке характерны уплощенные формы, средняя и хорошая окатанность, налёпы и бугорчато-ямчатая, часто пористая с механическими микровключениями

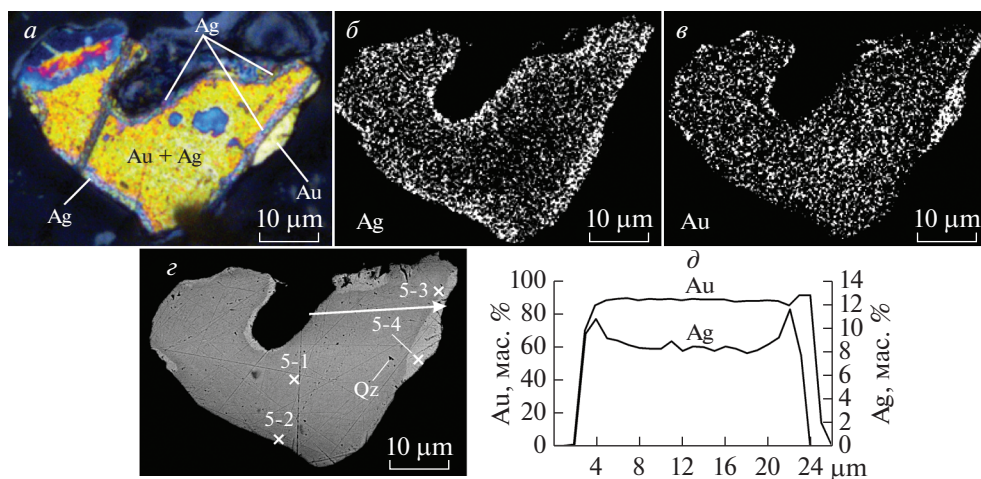


**Рис. 1.** Типичные формы самородного золота из кварцевых песчаников (*а–е*) и из перекрывающихся делювиальных образований (*ж–и*). Изображения в режимах вторичных (*а, б, г, д, ж–и*) и обратно-рассеянных (*в, е*) электронов.

**Fig. 1.** Typical forms of native gold from quartz sandstones (*a–e*) and overlapping deluvial sediments (*ж–и*). SE (*a, б, г, д, ж–и*) and BSE (*в, е*) images.

кварца поверхность, обусловленные его механическим преобразованием в эрозионно-денудационных процессах (рис. 1, *ж–и*).

Рентгенографические исследования, проведенные по методу Дебая-Шеррера, также выявили существенные отличия золота из песчаников от тонкого аллотигенного золота района. В аллювиальном и делювиальном золоте с характерными следами механических деформаций наблюдается хаотическое распределение микрокристаллитов, устанавливаемое по сплошным кольцам на дебаеграммах. Внутреннее строение коренного золота, судя по рефлексам в виде штриховых линий на дебаеграммах, характеризуется близкой ориентировкой кристаллитов, что свидетельствует об отсутствии в них механических деформаций.



**Рис. 2.** Внутреннее строение самородного золота.

*a* – протравленный срез с однородной внутренней областью (Au + Ag), низкопробной каймой (Ag) и выделениями весьма высокопробного золота (Au). Пятна во внутренней области – непротравленные участки под углеродным напылением; *б–д* – распределение Ag (*б*) и Au (*в*) в самородном золоте по площади (*з*) и по профилю (*д*). Номера точек анализа соответствуют приведенным в табл. 3. Изображения в режимах характеристического излучения (*a–в*) и обратно-рассеянных электронов (*з*).

**Fig. 2.** The internal structure of native gold.

*a* – etched section with a homogeneous inner area (Au + Ag), a low-grade rim (Ag) and secretions of very high-grade native gold (Au). Spots in the inner area are non-etched areas under carbon coating; *б–д* – distribution of Ag (*б*) and Au (*в*) in native gold by area (*з*) and by profile (*д*). The numbers of the analysis points correspond to those given in the Table 3. Characteristic radiation (*a–в*) and BSE (*з*) images.

По средней пробности, определенной на пришлифованных препаратах, золото из песчаников относится к высокопробному типу (табл. 3). Единственной установленной примесью является серебро. Примечательно, что средняя пробность у всех изученных золотин оказалась примерно одинаковой и локализована в диапазоне 899–918 ‰. Их внутреннее строение характеризуется относительно однородной внутренней областью и контрастирующей по составу низкопробной каймой (рис. 2). 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 его концентрации до 10–17 мас. % в разных зернах. Содержание серебра в каймах в 1.5–2 раза выше, чем во внутренних областях. Во всех полученных срезах золотин кайма является непрерывной и имеет одинаковую толщину около 1 мкм. Кроме того, на поверхности золотин присутствуют небольшие выделения весьма высокопробного золота толщиной до 5 мкм, имеющие резкую границу с низкопробной областью каймы. Онтогенически эти участки выглядят как поздняя генерация золота, так как нигде не прерывают низкопробную кайму, а нарастают на нее.

Распределение серебра в аллотигенном золоте того же гранулометрического класса существенно отличается от описанного и сопоставимо с ранее полученными результатами для россыпного золота Среднекуввожской россыпи мелкого и среднего классов (Глухов и др., 2018). Для последнего типичными структурами являются однородная с коррозионной высокопробной каймой и зернистая блочно-прожилковая (Глухов и др., 2018) (рис. 3).

**Таблица 3.** Состав самородного золота из песчаников (мас. %)   
**Table 3.** Composition of native gold from sandstones (wt %)

№ зерна	№ точки анализа	Компоненты			Пробность зерна, ‰
		Ag	Au	Сумма	
2	2-1 Ц	8.17	91.10	99.27	915
	2-2 К	14.26	87.05	101.31	
	2-3 ВВ	н.о.	101.88	101.88	
	2-5 Ц	6.30	92.61	98.91	
	2-6 К	14.70	84.91	99.61	
	2-7 ВВ	н.о.	101.01	101.01	
	3	3-1 Ц	7.43	91.38	
3-2 ВВ		н.о.	101.16	101.16	
3-3 ВВ		0.47	100.07	100.54	
3-4 К		17.43	83.17	100.60	
3-5 ВВ		1.44	101.46	102.90	
3-6 Ц		9.36	88.59	97.95	
3-7 К		14.16	86.35	100.51	
3-8 ВВ		н.о.	100.47	100.47	
4	4-1 Ц	6.33	93.00	99.33	916
	4-4 К	10.26	90.71	100.97	
	4-5 ВВ	н.о.	99.31	99.31	
	4-6 ВВ	н.о.	100.27	100.27	
	4-7 К	16.51	84.15	100.66	
	4-8 Ц	7.83	92.55	100.38	
	4-9 ВВ	н.о.	100.51	100.51	
5	5-1 Ц	6.79	92.72	99.51	918
	5-2 К	14.68	86.06	100.74	
	5-3 К	12.97	87.30	100.27	
	5-4 ВВ	н.о.	100.08	100.08	

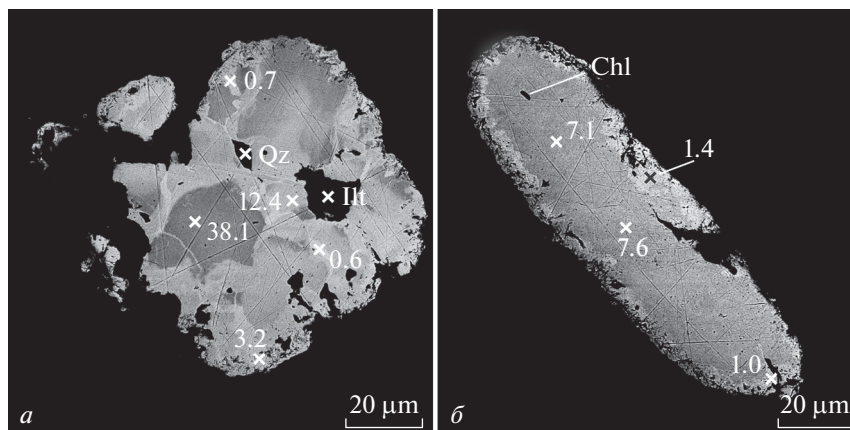
Примечание. н.о. – элемент не обнаружен. Место расположения точки анализа на срезе зерна: Ц – внутренняя область, К – низкопробная кайма, ВВ – высокопробное выделение на краю зерна.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты проведенного исследования выявили существенные отличия аллотипного золота из аллювиальных и делювиальных отложений Кыввожского золото-россыпного поля.

Присущие для изученного самородного золота сложные округло-комковатые и округло-ветвистые ростовые формы без следов окатанности и огранки, гладкий рельеф поверхности характерны для условий роста в свободном пространстве (Николаева и др., 2015). В нашем случае таким пространством могли быть каверны выщелачивания и открытые трещины катаклаза в песчаниках.

Важное свойство коренного золота было выявлено при проведении рентгенографических исследований. Установлено, что это золото состоит из субориентированных кристаллических индивидов. Россыпное золото района той же крупности, судя по наличию сплошных колец отражений на дебаграммах, представляет собой агрегат хао-



**Рис. 3.** Внутреннее строение самородного золота из перекрывающихся делювиальных образований.

*a* – блочно-прожилковая структура (ж на рис. 1); *б* – однородная структура пластинчатого выделения с высокопробной коррозионной оболочкой (з на рис. 1). Цифрами показаны содержания Ag в мас. % в точках анализа. Ill – иллит, Qz – кварц, Chl – хлорит. Изображения в режиме обратно-рассеянных электронов.

**Fig. 3.** The internal structure of native gold from overlapping deluvial sediments.

*a* – block-veined structure (the same grain in the Fig. 1, ж); *б* – homogeneous structure of lamellar grain with a high-grade corrosion rim (the same grain in the Fig. 1, з). The numbers show the concentrations of Ag in wt % at the analysis points. Ill – illite, Qz – quartz, Chl – chlorite. BSE images.

тически ориентированных кристаллитов. Эта особенность, по-нашему мнению, возникла в результате экзогенных механических деформаций, “насытивших” его малоугловыми границами. Локализация золота в песчаниках, очевидно, защищает его от интенсивного внешнего механического воздействия. Присутствие выделений высокопробного золота в изученных образцах, нарастающего на низкопробную кайму, свидетельствует о незначительной эпигенетической его модификации в гипергенных условиях.

Еще одной особенностью, отчетливо отличающей золото из рифейских песчаников от россыпного, является характер его распределения по валовому содержанию примесей и средней пробыности. В случае с коренным золотом из песчаников величины уровня содержания примеси Ag и соответствующей средней пробыности практически одни и те же. Россыпное же золото, как видно из результатов его изучения (Глухов, 2018), характеризуется значительно более широким спектром вариации содержания примеси Ag – от весьма высокопробного до умеренно высокопробного.

Таким образом, описанные закономерности доказывают, что исследуемое золото образовалось непосредственно в песчанике, то есть является аутигенным по отношению к вмещающей породе. Однако в отношении определения его генезиса перечисленные типоморфные признаки являются конвергентными. Самородное золото с подобными морфологическими и структурными характеристиками известно как в эндогенных гидротермальных (Николаева и др., 2015) месторождениях, так и в корах выветривания (Калинин и др., 2009). Одними из основных диагностических признаков золота россыпей и кор выветривания являются зернистые, реже гомогенные структуры и наличие высокопробных коррозионных оболочек (Мурзин, Малюгин, 1987; Bowell, 1992; Chapman et al., 2009; Lalomov et al., 2017).

Для аллотигенного золота Кыввожского района характерны однородная и зернистая блочно-прожилковая структура. И в том, и другом случае у золотин с этими типа-



ми внутреннего строения отмечаются высокопробные каймы облагораживания. Образующееся в корях выветривания аутигенное золото отличается, как правило, своим однородным строением и практически беспримесным весьма высокопробным составом (Николаева и др., 2015). Подобные выделения высокопробного золота, нарастающего на низкопробную кайму, присутствуют и в наших образцах, что свидетельствует об их незначительной эпигенетической модификации в гипергенных условиях.

Качественное отличие описанного в литературе аутигенного золота кор выветривания от изученного аутигенного золота из рифейских песчаников отчетливо выражено в присутствии в последнем тонких низкопробных кайм. Аналогичное по строению серебросодержащее золото с низкопробной высокосеребристой каймой было обнаружено в рудах Новобобровского редкометалльно-редкоземельного месторождения на Четласском поднятии Среднего Тимана (Глухов и др., 2017). Содержание Ag в краевой части золотины там оказалось также примерно в 2 раза больше, чем в ее центре. Образование самородного золота с подобной зональностью с большей вероятностью имеет место при кристаллизации из гидротермальных растворов. С учетом данных Р.Дж. Чапмена (Charman et al., 2021), возникновение низкопробных высокосеребристых составов (в том числе и кайм) происходит в гипогенных условиях при снижении температуры, увеличении щелочности и активности сероводорода. Другой механизм образования высокосеребристых кайм на поверхности эндогенного золота, связанный с большей подвижностью Ag в твердых Au-Ag растворах, описан Л.А. Николаевой с соавторами (Николаева и др., 2015).

Изложенные данные дают основание предполагать, что выявленное в рифейских песчаниках аутигенное золото изначально имело эндогенную природу. По характеру выделений и гранулометрическому размеру его можно отнести к золоту первичного ореола рассеяния – прямого поискового признака развития потенциально продуктивного золотого оруденения в этой части Среднего Тимана.

## ВЫВОДЫ

Впервые в коренных породах Кыввожского золотороссыпного поля обнаружено самородное золото тонкого гранулометрического класса. Результаты комплексного исследования его типоморфных свойств позволили установить, что оно является аутигенным по отношению к вмещающей породе и, вероятнее всего, имеет эндогенную природу. Изученная золотая минерализация, по сути, представляет собой первичный ореол рассеяния, являясь таким образом прямым поисковым признаком развития потенциально продуктивного золотого оруденения в этой части Среднего Тимана.

Авторы благодарны сотрудникам Сыктывкарского сектора ВСЕГЕИ В.Н. Иванову, Н.А. Васильченко, В.Г. Котельникову, геологам ООО “Ухтагеосервис” В.П. Савельеву, А.Э. Львову, а также сотрудникам Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН С.К. Кузнецову, Р.И. Шайбекову, Г.В. Игнатьеву и Д.А. Шушкову за помощь в проведении экспедиционных работ. Авторы также благодарят сотрудников Института геологии Н.Х. Хачатурян, Т.Н. Бушеневу, Н.Г. Шабанову, З.С. Двойникову (выделение монофракций золота), А.С. Шуйского и Е.М. Тропникова (микророндовый анализ).

Исследования проводились в рамках научной темы № 1021062211108-5-1.5.2, FUUU-2022-0058 Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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.

Глухов Ю.В., Удорткина О.В., Филиппов В.Н., Исаенко С.И. Находка самородного аутигенного золота на Новобобровском редкометалльно-редкоземельном рудном поле (Четласский

камень, Средний Тиман) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. **2017**. № 11. С. 22–27.

Дудар В.А. Россыпи Среднего Тимана // Руды и металлы. **1996**. № 4. С. 80–90.

Калинин Ю.А., Ковалев К.Р., Наумов Е.А., Кириллов М.В. Золото коры выветривания Суздальского месторождения (Казахстан) // Геология и геофизика. **2009**. Т. 50. № 3. С. 241–257.

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.

Мурзин В.В., Малюгин А.А. Типоморфизм золота зоны гипергенеза (на примере Урала). Свердловск: УНЦ АН СССР, **1987**. 96 с.

Плякин А.М., Ершова О.В. Золото Тимана. История открытия и изучения // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. **2012**. № 12. С. 20–22.

Симакова Ю.С., Сокерин М.Ю. Глинистые минералы зоны дезинтеграции в коренном блоке Среднекыввожской золотоносной россыпи // Глины и глинистые минералы – 2021. VII Российская Школа по глинистым минералам “Argilla Studium” и V Российское Совещание по глинам и глинистым минералам “ГЛИНЫ”, посвященные 100-летию со дня рождения Б.Б. Звягина. Мат. докл. М.: ИГЕМ РАН, **2021**. С. 187–188.

### Typomorphism of Autigenic Gold in Riphean Sandstones of the Kyyvozhskoye Goldfield (Volsko-Vymskaya Ridge, Middle Timan)

M. Yu. Sokerin<sup>a, \*</sup>, Yu. V. Glukhov<sup>a, \*\*</sup>, B. A. Makeev<sup>a, \*\*\*</sup>, K. G. Parkhacheva<sup>a, \*\*\*\*</sup>, V. A. Saldin<sup>a, \*\*\*\*\*</sup>, Yu. S. Simakova<sup>a, \*\*\*\*\*</sup>, and N. V. Sokerina<sup>a, \*\*\*\*\*</sup>

<sup>a</sup> Yushkin Institute of Geology, Federal Research Centre Komi Science Centre, Ural Branch RAS, Syktyvkar, Russia

\*e-mail: m\_sokerin@mail.ru

\*\*e-mail: glukhov@geo.komisc.ru

\*\*\*e-mail: makboris@mail.ru

\*\*\*\*e-mail: ksparhacheva@yandex.ru

\*\*\*\*\*e-mail: litgeo@komisc.ru

\*\*\*\*\*e-mail: yssimakova@rambler.ru

\*\*\*\*\*e-mail: sokerina@geo.komisc.ru

The results of a comprehensive study of the morphology, composition and the internal structure of fine autigenic gold, first discovered in bedrock on the area of the Kyyvozhskoye goldfield, are presented. It has complex specific rounded-lumpy, lumpy-branched aggregate forms and a smooth growth surface without traces of mechanical wearing. X-ray studies (Debye-Scherrer method) show that reflexes in the form of dashed rings are characteristic of debyeograms of this native gold, which, according to the authors, indicates the absence of exogenous deformations of it. The internal structure of all the studied gold pieces is characterized by a relatively homogeneous inner area and a thin (~1 µm) contrasting enriched with silver low-grade rim. All the particles of the studied native gold have approximately the same average fineness (899–918‰). As a mechanism for the formation of the found autigenic gold, its crystallization is assumed by filling of the free pore space of the host sandstones. Its presence in Riphean rocks is considered as an indicator of the primary dispersion halos and is a direct search sign of the development of potentially productive gold mineralization in this part of the Middle Timan.

*Keywords:* authigenic gold, Middle Timan, Volsko-Vymskaya ridge

### REFERENCES

Bowell R.J. Supergene gold mineralogy at Ashanti, Ghana: Implications for the supergene behaviour of gold. *Miner. Mag.* **1992**. Vol. 56. P. 545–560.

Chapman R.J., Leake R.C., Bond D.P.G., Stedra V., Fairgrieve B. Chemical and mineralogical signatures of gold formed in oxidizing chloride hydrothermal systems and their significance within populations of placer gold grains collected during reconnaissance. *Econ. Geol.* **2009**. Vol. 104. P. 563–585.

Chapman R.J., Banks D.A., Styles M.T., Walshaw R.D., Piazzolo 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. *Miner. Deposita*. **2021**. Vol. 56. P. 1563–1588.

Dudar V.A. Placers of the Middle Timan. *Ores and Metals*. **1996**. N 4. P. 80–90 (in Russian).

Glukhov Yu.V., Kuznetsov S.K., Savelyev V.P., Kotrechko E.Yu. Gold from alluvial sediments of the Middle Kyvvozh (Vol'sk-Vym' ridge, Timan). *Proc. Komi Science Centre of the Ural Branch RAS*. Syktyvkar, **2018**. N 1 (33). P. 54–66 (in Russian).

Glukhov Yu.V., Udoratina O.V., Filippov V.N., Isaenko S.I. Finding of authigenous native gold in Novobobrovskoe rare-metal and rare-earth deposit (Chetlassky Kamen, Middle Timan). *Vestnik IG Komi SC UB RAS*. **2017**. N 11. P. 22–27 (in Russian).

Kalinin Yu.A., Kovalev K.R., Naumov E.A., Kirillov M.V. Gold in the weathering crust at the Suzdal' deposit (Kazakhstan). *Russian Geol. Geophys.* **2009**. Vol. 50. N 3. P. 174–187 (in Russian).

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.* **2017**. Vol. 85. P. 321–335.

Murzin V.V., Malyugin A.A. Typomorphism of gold in the hypergenesis zone (on the example of the Urals). Sverdlovsk, **1987**. 96 p. (in Russian).

Nikolaeva L.A., Gavrilov A.M., Nekrasova A.N., Yablokova S.V., Shatilova L.V. Native gold of ore and placer deposits of Russia: atlas. Moscow: Akvarel Publ., **2015**. 200 p. (in Russian).

Plyakin A.M., Ershova O.V. Timan Gold. The history of the discovery and study. *Bull. Inst. Geol. Komi Sci. Centre, Ural Branch RAS*. **2012**. N 12. P. 20–22 (in Russian).

Simakova Y.S., Sokerin M.Yu. Clay minerals of the disintegration zone in the bedrock of the Middle Kyvvozhskaya gold-bearing placer. In: Clays and clay minerals. Proc. VII Russian workshop on clay minerals. "Argilla Studium" and V Russian meeting on clays and clay minerals, dedicated to the 100th anniversary of the birth of B.B. Zvyagin. Moscow. *IGEM RAS*, **2021**. P. 187–188 (in Russian).