

ский стандарт проведения инженерно-геокриологического мониторинга с целью единого подхода к оценке воздействия на криолитозону в разных территориальных и климатических условиях.

Одной из приоритетных задач совещание считает создание прогнозов возникновения взаимообусловленных природно-техногенных катастроф и кризисных ситуаций опасных природных процессов и их экологических последствий. В целом представляется важным прогнозирование сценариев возникновения опасных природных событий, выявление их ритмики, генезиса, учитывающих изменение не только климата, но и геодинамических процессов в различных тектонических зонах. Это требует создания новейшей концепции высокоразрешающей стратиграфии и корреляции разнопорядковых событий, анализа причин возникновения критических рубежей в развитии флоры и фа-

уны, влияния геологических факторов на историю первобытного человека и развитие цивилизации в различных природных зонах нетропической области.

Кроме того, в самое ближайшее время необходимо сосредоточить внимание на создании новых теоретических основ учения о генетических типах континентальных и морских отложений на основе концепции о потоковых образованиях разной плотности; необходимо выявление новых закономерностей геологической истории криосферы в субмаринных, палеошельфовых и континентальных обстановках.

До настоящего времени остаются проблематичными и дискуссионными генезис и палеогеографические условия седиментации лессовидных отложений перигляциальной зоны последнего позднелепестового оледенения Русской равнины. Вопросы происхождения данных пород (эоловое, ак-

вальное, инситу выветривания морен и др.), хроноинтервалы седиментации, причины спорадического распространения этих отложений могут быть по-новому освещены на основе исследования почвенного покрова обширной приледниковой зоны.

В дальнейшем необходимо:

а) расширить круг выполняемых исследований за счет таких направлений, как геоморфология и неотектоника, карпология, микрофаунистический анализ;

б) более широко использовать геохимические методы и методы абсолютного датирования отложений, в частности палеомагнитный, оптико-люминесцентный и др.;

в) обновить прежнюю региональную стратиграфическую схему четвертичных отложений;

г) провести корреляции с подразделениями других регионов.

## «ЖИВАЯ» ЗОЛОТОНОСНАЯ РОССЫПЬ НА РЕКЕ БОЛЬШОЙ ШАЛДИНКЕ



К. г.-м. н.  
**В. И. Силаев**  
*silae@geo.komisc.ru*



К. г.-м. н.  
**А. Ф. Хазов**  
*akhazov@geo.komisc.ru*



Д. г.-м. н.  
**И. И. Чайковский**  
*ilya@MI-perm.ru*  
Горный институт, г. Пермь



Главный электроник  
**В. Н. Филиппов**

История золотодобычи на Среднем Урале насчитывает более 180 лет. Однако вклад этой добычи в общий баланс уральского золота никогда не был особенно существенным, что обычно объясняют отсутствием на Западном Урале достаточно крупных россыпеобразующих золоторудных месторождений. Тем не менее научный и деловой интерес к золотоносным аллювиальным россыпям Среднего Урала никогда не угасал. В настоящее время этот интерес может даже обостриться в связи с обнаружением в рассматриваемом регионе особого типа россыпей, в которых одна часть золота является обломочной, а другая имеет аутигенное происхождение [1]. Развитие именно этой, последней фации самородного золота, образующейся *in situ* в среде

погребенных, обводненных и, вероятно, насыщенных микробиотой аллювиальных осадков, дает нам основание определять соответствующие золотопроявления как «живые» россыпи. Замечательным примером природных объектов такого типа является изучаемая нами россыпь на реке Большой Шалдинке.

Большешалдинская золотоносная россыпь была открыта на Среднем Урале одной из первых. Начавшиеся здесь в 1824 г. старательские промывки сразу же выявили по крайней мере четыре особенности шалдинской аллювиально-россыпной минерализации. В число этих особенностей входят: 1 — преимущественно крупный размер золотин и практически полное отсутствие среди них мелких гранулометрических фракций; 2 — наличие наряду с окатанными

золотинами множества золотин так называемого "рудного" облика; 3 — развитие на поверхности многих золотин специфического сероватого налета; 4 — более низкий отход товарного золота, чем это можно было бы ожидать, учитывая гранулометрию золотин и объем намываемого продуктивного шлиха.

Наши исследования проводились на двух участках Большешалдинской россыпи. Первый из этих участков, уже отработанный старательской артелью, располагался в нижнем течении, а второй, разрабатываемый в настоящее время, находится в верхнем течении реки. В ходе исследований нам была оказана весьма значительная помощь со стороны ведущего специалиста Естественнонаучного института УрО РАН В. А. Намумова, директора ООО «Старатель»



В. Я. Коровина и всего коллектива упомянутой артели. Особую признательность за профессиональное сотрудничество мы выражаем старателю В. Н. Метелкину.

### Общая характеристика Большешалдинской россыпи

Исследуемая нами долинная россыпь входит в состав Промысловско-Кушвинской группы (ПКГ) золотопластиновых россыпей и проявлений коренного золота на западном склоне Среднего Урала [2]. Пространственно она приурочена к левой боровой (первой) террасе реки Большой Шалдинки — субширотного притока реки Койвы. В настоящее время эта россыпь по простиранию прослежена на 5—6 км, а по ширине на 80—100 м.

Согласно современной схеме геоморфологического районирования, территория развития россыпей ПКГ относится к так называемому поясу приподнятых горных массивов, высотные отметки которых не превышают 500—700 м. Мягко очерченные водоразделы здесь очень живописны, характеризуются значительной залесенностью (рис. 1, цветная вкладка). Положительные и отрицательные формы рельефа имеют преимущественно субмеридиональную (продольную) ориентировку, совпадающую с генеральным простиранием геологических структур. Именно к одной из таких структур — Вишерско-Висимской эрозионно-тектонической депрессии и приурочена долина реки Койвы и бассейн ее правых притоков, в том числе и рек Большой и Малой Шалдинок.

В основании геологического разреза в рассматриваемом районе залегают метаморфизованные вулканогенно-осадочные породы венда, объединенные в вильвенскую свиту. Для нижней части этой свиты характерны конгломераты, серицит-кварцевые и серицит-хлорит-кварцевые сланцы, кварцитопесчаники и железистые кварциты («гематит-магнетитовые сланцы»). В верхней ее части, служащей ложем для золотоносных россыпей, преобладают кварцитопесчаники с прослоями серицит-хлорит-кварцевых сланцев и базальтовых метапорфиритов. Выше вильвенской свиты с резким стратиграфическим и угловым несогласием залегают терригенно-карбонатные и карбонатные толщи ордовика, силура и девона, получившие распространение за пределами района Большешалдинской россыпи.

Кайнозойские золотоносные отложения, несогласно перекрывающие палеозойские толщи, представлены элювиально-аллювиальными преимущественно рыхлыми породами, возраст которых в настоящее время определяется интервалом от олигоцена до голоцена включительно.

Полный профиль золотоносных отложений, вскрытых на боровой террасе реки Большой Шалдинки, широко колеблется по мощности, составляя в среднем 5—6 м. В рамках этого профиля довольно четко обособляется нижняя элювиальная и верхняя аллювиальная его составные части (рис. 2, цветная вкладка).

В основании колонки элювиальных образований фиксируются сильно выщелоченные и фрагментарно дезинтегрированные сланцы вильвенской свиты. Выше по профилю сапролиты резко сменяются структурными дресвяно-гравийными супесями и песками, буровато-желтого и бурого цвета, в которых встречаются редкие и маломощные горизонты буровато-коричневых полуразложившихся материнских пород. Еще выше располагаются буровато-желтые песчаные глины с плохо сохранившейся структурой. Элювиальные образования явно наследуют залегание материнских пород, которое характеризуется северо-западным простиранием и падением в юго-западных румбах под углом 50—60°. Переход от элювия к аллювиальным осадкам происходит резко, отмечаясь не только угловым и азимутальным несогласием, но и резким, скачкообразным изменением литологического состава пород.

Непосредственно на элювиальных песках и суглинках залегают «речник» — буроцветный русловый аллювий, считающийся на исследуемой россыпи наиболее продуктивным на золото горизонтом. Этот горизонт довольно устойчиво прослеживается вкрест и по простиранию боровой террасы, варьируясь по мощности в пределах от 0.5 до 1.5 м (рис. 3, цветная вкладка). По литологическому составу «речник» можно определить как валунно-галечно-псаммитовые микститы и псаммо-валунные галечники, в которых доля весьма незрелого полимиктово-литокластического псефитового компонента варьирует от 40 до 80 %. Над «речником» залегают черноцветные гравийно-галечные микститы с пластичным пелито-алевро-псаммитовым цементом. Эти породы насыще-

ны растительными остатками и отличаются специфичным битуминозным запахом. По совокупности всех этих свойств надречниковые отложения отвечают пойменно-озерно-болотным осадкам. Еще выше располагаются пестроцветные, преимущественно черновато-серовато-зеленые гравийно-псаммитовые галечники. Размер гальки здесь по сравнению с «речником» уменьшается, хотя по составу галька остается полимиктово-литокластической. Завершается элювиально-аллювиальный профиль покровными суглинками серовато-буроватого цвета со значительной примесью литокластического гравия и относительно плохо окатанной гальки.

Среднее содержание самородного золота в исследуемой россыпи, по данным поисково-разведочных работ, составляет около 240 мг/м<sup>3</sup>. Благородно-металлическая минерализация характеризуется весьма неравномерным струйчато-гнездовым распределением. Именно по этой причине «съемы» металла, осуществляемые на россыпи ежедневно, различаются более чем на порядок. Из минералов — парастерических спутников россыпных золотин в настоящее время установлены титаномагнетит, гематит и ильменит, иногда с келифитовыми хлорит-серицитовыми каймами, анатаз, брукит, монацит, пирит, Se-Bi-содержащий галенит, барит состава  $(\text{Ba}_{0.95-0.96}\text{Sr}_{0.03-0.04}\text{Ca}_{0-0.02})\text{SO}_4$  и силициты состава  $(\text{Fe}_{1.97-2.72}\text{Mn}_{0.01-0.02}\text{Cr}_{0.01-0.02})_2\text{-}2.75(\text{Si}_{0.95-0.96}\text{Al}_{0.04-0.05})$ . Кроме того, по мнению И. И. Чайковского [3], в число кластогенных спутников самородного золота входят твердые растворы состава  $\text{Pb}_{0.21-0.88}\text{Sb}_{0.12-0.79}$ .

Наиболее важным и генетически информативным парастерическим спутником обломочных золотин в исследуемой россыпи является титаномагнетит. Весь опыт старательских и экспертных промывок показывает, что именно этот минерал весьма резко преобладает в продуктивных шлихах. По данным микрозондового анализа, его состав может быть аппроксимирован формулой  $(\text{Fe}_{2.15-3}\text{Al}_{0-0.2}\text{Ti}_{0-0.74}\text{Si}_{0-0.15})_3\text{O}_4$ , что при пересчете на минералы приводит к следующим результатам (в мол. %, в скобках — среднее значение): магнетит 18.43—100 (76.74); герцинит 0—9.84 (3.92); ульвошпинель 0—74.06 (13.78); гипотетический ульвошпинелеподобный минерал  $\text{Fe}_2\text{SiO}_4$  0—15.43 (5.55).

### Обломочная фация самородного золота и платиноидных минералов

Для большинства аллювиальных золотин Большешалдинской россыпи характерен необычно крупный размер и причудливая морфология (рис. 4, цветная вкладка). Примерно две трети (65 %) таких золотин характеризуются умеренной или слабой окатанностью, а для одной трети (34 %) свойственен так называемый «рудный», т. е. предположительно первичный облик. По И. И. Чайковскому, золотины такого рода подразделяются на идиоморфные, дендритовидные, пластинчатые, «цепочечно-ленточные» и комковатые. Их образование объясняется процессами кристаллизации на плоскостях сдвиговых деформаций, в открытых полостях, в пустотах выщелачивания карбонатов и т. п. [2, 3]. Отмечается также, что среди обломочных частиц помимо собственно кластогенных золотин изредка встречаются и золото-кварцевые сростки («фрагменты золотых жил») размером до 8 мм.

Под бинокляром обломочные золотины имеют шагреновую поверхность, на некоторых из них наблюдаются оттисковая и шрамовая скульптуры. По величине пробы такие золотины варьируют в интервале от 700 до 1000 ‰, распределяясь с образованием двух мод при 825 и 980 ‰. Анализ показывает, что первая из указанных мод отвечает внутренней области золотин, а вторая — их поверхности. В качестве элементов-примесей в центральных областях обломочных золотин установлены серебро (до 25 мас. %), медь (до 1 мас. %) и в единичных случаях ртуть (до 3 мас. %). На поверхности золотин обнаружилось только серебро, содержание которого здесь не превышает 5 мас. %. Таким образом, в отношении золотин обломочного облика явно обнаруживаются признаки существенного приповерхностного обогащения, характерного именно для кластических золотин в аллювиальных россыпях [4].

Важной продуктивной примесью к самородному золоту в исследуемой россыпи выступают платиноидные фазы. Последние представлены умеренно окатанными зернами неправильной формы, с гладкой или мелкобугорчатой поверхностью, размером не более 1 мм. На этих зернах нередко наблюдаются реликтовая оттисковая скульптура. По составу подавляющая часть платиноидных фаз представлена иридийной Rh-Pd-содержащей изоферроплатиной. Кроме

того, в некоторых зернах изоферроплатины в качестве включений установлены Ru-ирийдосмин, тетраферроплатина, иридийный осмий и Fe-Os-Rh-содержащий платино-иридийный сплав состава  $Pt_{0.39} Ir_{0.39} Fe_{0.13} Os_{0.06} Rh_{0.03}$ .

В целом выявленный парагенезис платиноидных минералов является весьма типичным для аллювиальных россыпей вообще и для уральских россыпей в частности [5]. Как известно, такой парагенезис считается вторичным, образованным за счет первичных мантийных Ir-Os-Ru-Pt твердых растворов [6, 7]. В настоящее время предполагается, что источником платиноидных минералов в золотоплатиновых россыпях Среднего Урала выступали месторождения «нижнетагильского» типа, приуроченные к концентрически-зональным габбро-ультрабазитовым массивам. Однако не исключено, что в рассматриваемом нами случае мог «сработать» и другой источник этих минералов, например, апобазитовые пропилиты [8]. В рамках такой версии гораздо легче объяснить возникновение тесного аллювиального парагенезиса платиноидов с самородным золотом в условиях малопротяженного речного переноса обломочного материала, происшедшего в направлении с запада на восток.

### Аутигенная фация самородного золота и гидроксил-бромидов

В Большешалдинской россыпи аутигенно-золотая минерализация представлена пленками, нарастающими на поверхность самых разных обломочных частиц, включая кластические золотины. По степени покрытия поверхностей такие пленки подразделяются на фрагментарные (покрывающие 10—50 % поверхности) и сплошные. Исследования показали, что от окатанности и состава обломочных частиц это не зависит. Золотые пленки с равной вероятностью и степенью покрытия нарастают как на титаномагнетит, так и на кварц, слюды и другие пороодообразующие минералы. Следует подчеркнуть, что при сплошном обрастании пленками полуокатанных зерен титаномагнетита может возникнуть иллюзия обнаружения полнотелесных золотин «рудного облика с элементами огранки». Толщина золотых пленок варьируется в пределах от первых микрон до 50—70 мкм (рис. 5). Значительная часть золото-пленочной минерализации выступает в качестве порово-контактного це-

мента, что приводит к спайке позолоченных с поверхности обломочных частиц в своеобразные агглютинатоподобные гломероагрегаты. Размер таких агрегатов может достигать 5—10 мм.

Под растровым электронным микроскопом аутигенные золотые пленки характеризуются весьма необычным для минеральных образований губчатым или кораллоподобным микростроением (рис. 6). Это обусловлено ажурно-сетчатой агрегацией глобулярных, гантеле- или палочковидных индивидов самородного золота, варьирующихся по размеру в мезонано-микрометровом (0.1—1 мкм) диапазоне (рис. 7). По своей морфологии упомянутые индивиды далеки от кристаллографических форм, но, напротив, близки к формам микрофитолитов, насыщающих погребенные почвы [9]. В некоторых случаях гантелевидные и палочкообразные индивиды золота, сетчато переплетаясь, образуют столбчатые скопления, напоминающие микробийные колонии. Кроме того, в исследуемых пленках зафиксированы снопообразные агрегаты тонких трубчатых образований, очень сходных с цианофитами.

По данным рентгеноспектрального микронного анализа, аутигенное пленочное золото является весьма высокопробным (950—1000 ‰). В качестве постоянных примесей в нем установлены Ag и Hg, реже встречаются Fe, Cu, Pb, Br. Распределение примесей в пленочном золоте является столь неравномерным, что позволяет его подразделить на три химические разновидности: серебристую, ртутистую и серебристо-ртутистую. Первая из этих разновидностей резко преобладает и отличается в среднем наиболее высокой пробой. Максимальное содержание ртути в пленочном золоте достигает 16 мас. %, что практически соответствует ее пороговым концентрациям в золотых амальгамах.

Под аналитическим РЭМ в режиме упруго отраженных электронов пленочное золото по составу выглядит довольно однородным, что объясняется его очень высокой пробой. Однако в режиме вторичных электронов, благодаря топографическому эффекту, в этом золоте обнаруживается обычно несвойственная неорганическим объектам сотово-ячеистая текстура, которую мы объясняем неравномерностью распределения примеси серебра.

В парагенезисе с аутигенным золотом в исследуемых пленках обнаруже-





ны неизвестные ранее гидроксил-бромиды свинцового, свинцово-серебряного, серебряного, железо-свинцового и железного составов (таблица). Эти минералы наблюдаются в виде одиночных или агрегированных бруско-, палко- или стеблевидных индивидов, нарастающих на поверхность золотых пленок (рис. 8). Размер таких форм колеблется от 0.544 до 5450 мкм, а коэффициент их удлинения варьируется от 2 до 17. Большинство выделений гидроксил-бромидных фаз в пределах разрешения электронного микроскопа выглядят вполне фазово-гомогенными. Однако в некоторых случаях обнаруживается, что они состоят из агрегата глобуловидных субиндивидов мезонанометрового (150-200 нм) размера. Кроме того, здесь зафиксированы индивиды, фазовая гетерогенность которых напоминает графические структуры распада твердых растворов.

Согласно онтогеническому анализу, гидроксил-бромиды в пленках кристаллизовались позже большей части золота, нарастая на него как на подложку. Уже после своего образования некоторые индивиды гидроксил-бромидов покрывались, в свою очередь, глобулами и кристаллитами низкопробного золота, состав которого варьируется вплоть до ртутистого кюстелита состава  $\text{Ag}_4 (\text{Au}_{0.6}\text{Hg}_{0.4})$ . Размер выделений «послебромидной» генерации золота колеблется от 250 нм до 1.5 мкм.

В качестве незначительной примеси к самородному золоту и гидроксил-бромидам выявлены самородная медь, две фазы системы Au-Pb и твердые растворы золота и в галените.

Как известно, в системе Au-Pb в настоящее время зарегистрированы только два минеральных вида — анюит  $\text{AuPb}_2$  и хуньчуйт  $\text{Au}_2\text{Pb}$ . Из обнаруженных нами фаз лишь одна может

быть согласована с такой номенклатурой в качестве серебристого анюита состава  $(\text{Au}_{0.84}\text{Ag}_{0.21})_{1.05} (\text{Pb}_{1.86}\text{Fe}_{0.09})_{1.95}$ . Вторая же фаза со стехиометрией AuPb отвечает эквимолекулярной смеси анюита и хуньчуйта, что указывает на существование в системе Au-Pb широкого интервала непрерывной смесимости.

Гомогенные золото-галенитовые фазы представлены глобулярно-кристаллитными формами, нарастающими как непосредственно на поверхность обломочных зерен, так и на поверхность золотых пленок. По данным микрозондового анализа, содержание Au в этих минералах варьируется в пределах 31.5—58 мас. %, а содержание Ag не превышает 4.5 мас. %. Расчеты показывают, что рассматриваемые фазы можно представить как раствор в галените неупорядоченной интерметаллической смеси состава  $\text{Au}_{0.64-0.9}\text{Ag}_{0-0.15}\text{Pb}_{0.05-0.17}$

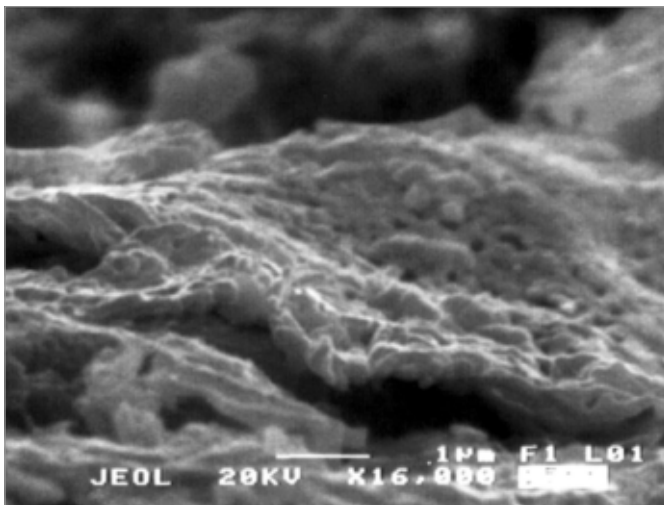


Рис. 5. Аутигенная золотая пленка, нарастающая на поверхность обломочного зерна титаномангнетита. РЭМ-изображение в режиме вторичных электронов

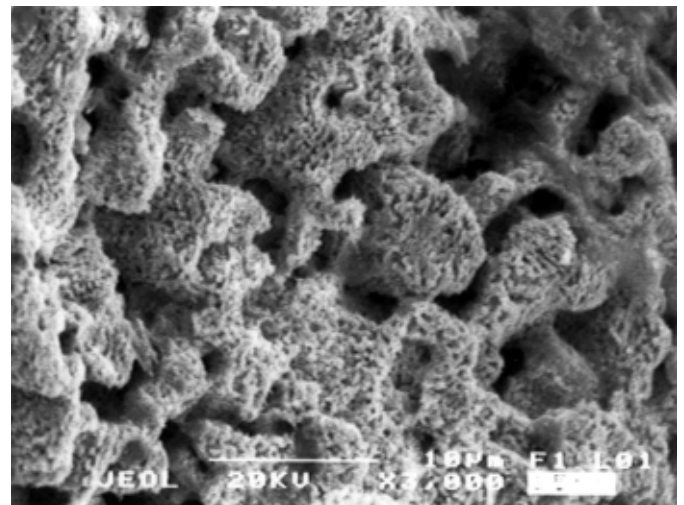


Рис. 6. Кораллоподобное внутреннее строение золотой пленки. РЭМ-изображение в режиме вторичных электронов

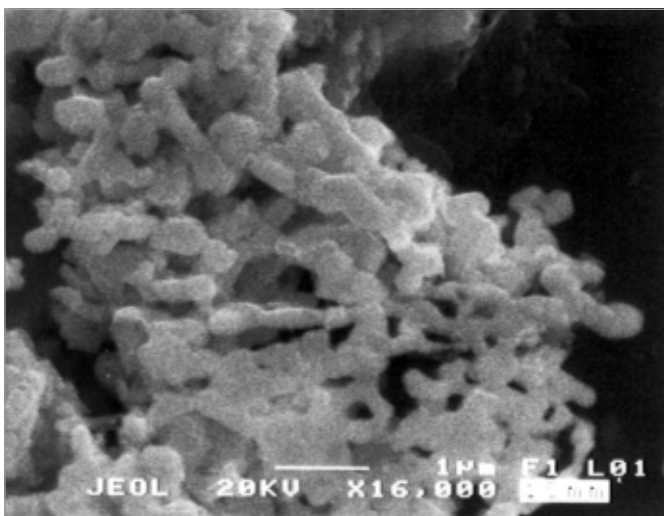


Рис. 7. Ажурно-сетчатая агрегация глобуло- и гантелевидных индивидов пленочного золота. РЭМ-изображение в режиме вторичных электронов

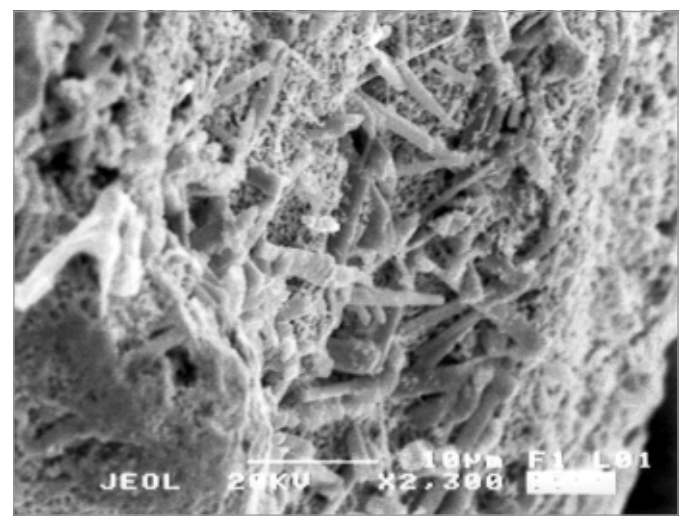


Рис. 8. Палкообразные формы гидроксил-бромидов, нарастающих на поверхность аутигенных золотых пленок. РЭМ-изображение в режиме вторичных электронов

Химический состав и условная стехиометрия гидроксил-бромидов, нарастающих на золотые пленки в Большешалдинской россыпи, мас. %

| Параметры                | Au    | Ag    | Pb    | Hg   | Cu    | Fe    | Mn    | S    | Br    | ОН*   | Эмпирические формулы   |
|--------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--|
| Свинцовые (19)           |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |  |
| Min                      | 0     | 0     | 22.63 | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 13.86 | 0     | $(\text{Pb}_{0,82-1}\text{Cu}_{0-0,18})\text{Br}_{1,22-2}(\text{OH})_{0-0,78}$   |
| Max                      | 55.43 | 0     | 69.37 | 0    | 3.19  | 18.84 | 0.44  | 0.93 | 43.27 | 6.78  |  |
| $\bar{X}$                | 11.13 | 0     | 51.6  | 0    | 0.17  | 4.56  | 0.02  | 0.08 | 30.35 | 2.09  |  |
| $S_{\bar{X}}$            | 18.81 | 0     | 12.93 | 0    | 0.73  | 5.91  | 0.1   | 0.25 | 8.49  | 1.84  |  |
| $V_{\bar{X}}, \%$        | 169   | 0     | 25    | 0    | 429   | 130   | 500   | 312  | 28    | 88    |  |
| Серебряно-свинцовые (21) |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |  |
| Min                      | 5.63  | 5.73  | 2.26  | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 2.08  | 0     | $(\text{Pb}_{0,14-0,7}\text{Ag}_{0,3-0,86}\text{Hg}_{0-0,05}\text{Cu}_{0-0,02})\text{Br}_{1,1-1,68}(\text{OH})_{0,14-1,67}$          |
| Max                      | 84.39 | 46.91 | 40.97 | 1.65 | 0     | 3.46  | 0     | 4.93 | 45.27 | 6.99  |  |
| $\bar{X}$                | 21.35 | 18.82 | 30.82 | 0.19 | 0     | 0.51  | 0     | 0.23 | 25.42 | 2.61  |  |
| $S_{\bar{X}}$            | 19.95 | 8.15  | 10.18 | 0.5  | 0     | 0.85  | 0     | 1.08 | 11.93 | 1.85  |  |
| $V_{\bar{X}}, \%$        | 93    | 43    | 33    | 263  | 0     | 167   | 0     | 470  | 47    | 71    |  |
| Серебряные (10)          |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |  |
| Min                      | 16.45 | 26.59 | 0     | 0    | 0     | 0     | 0     | 0    | 3.27  | 1.9   | $(\text{Ag}_{0,95-1}\text{Pb}_{0-0,05}\text{Hg}_{0-0,02})\text{Br}_{1,16-0,74}(\text{OH})_{0,26-0,89}$                               |
| Max                      | 63.51 | 65.15 | 2.69  | 1.27 | 0     | 0.69  | 0     | 0    | 25.66 | 8.1   |  |
| $\bar{X}$                | 35.03 | 46.83 | 0.81  | 0.45 | 0     | 0.1   | 0     | 0    | 11.78 | 5     |  |
| $S_{\bar{X}}$            | 13.7  | 11.23 | 1.11  | 0.59 | 0     | 0.23  | 0     | 0    | 6.28  | 2     |  |
| $V_{\bar{X}}, \%$        | 39    | 24    | 137   | 131  | 0     | 230   | 0     | 0    | 53    | 40    |  |
| Железные (4)             |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |  |
| Min                      | 0     | 0     | 1.42  | 0    | 0.58  | 19.02 | 0.51  | 0    | 22.59 | 8.37  | $(\text{Fe}_{0,67-0,69}\text{Pb}_{0,01-0,08}\text{Mn}_{0,01-0,21}\text{Cu}_{0,02-0,31})\text{Br}_{1,34-1,06}(\text{OH})_{0,94-1,66}$ |
| Max                      | 1.56  | 0     | 8.43  | 0    | 16.19 | 30.76 | 5.77  | 1.01 | 41.86 | 24.45 |  |
| $\bar{X}$                | 0.78  | 0     | 4.93  | 0    | 8.39  | 24.89 | 3.14  | 0.51 | 32.23 | 16.36 |  |
| $S_{\bar{X}}$            | 1.1   | 0     | 4.96  | 0    | 11.04 | 8.3   | 3.72  | 0.71 | 13.63 | 8.04  |  |
| $V_{\bar{X}}, \%$        | 141   | 0     | 101   | 0    | 132   | 33    | 118   | 139  | 42    | 49    |  |
| Свинцово-железные (6)    |       |       |       |      |       |       |       |      |       |       |  |
| Min                      | 0     | 0     | 26.33 | 0    | 0     | 0     | 12.02 | 0    | 29.14 | 6.26  | $(\text{Fe}_{0,52-0,61}\text{Pb}_{0,31-0,82}\text{Mn}_{0-0,02}\text{Cu}_{0-0,16})\text{Br}_{1,16}(\text{OH})_{0,84-1,41}$            |
| Max                      | 0     | 0     | 47.29 | 0    | 0     | 4.16  | 18.22 | 0.44 | 38.22 | 15.49 |  |
| $\bar{X}$                | 0     | 0     | 37.42 | 0    | 0     | 2.46  | 15.48 | 0.25 | 32.82 | 10.63 |  |
| $S_{\bar{X}}$            | 0     | 0     | 10.53 | 0    | 0     | 2.18  | 3.16  | 0.22 | 4.78  | 4.64  |  |
| $V_{\bar{X}}, \%$        | 0     | 0     | 28    | 0    | 0     | 89    | 20    | 88   | 15    | 44    |  |

Примечание. Min-max — размах колебаний,  $\bar{X}$  — среднее,  $S_{\bar{X}}$  — стандартное отклонение,  $V_{\bar{X}}$  — коэффициент вариации; \* — определено расчетным способом. В скобках — число анализов.

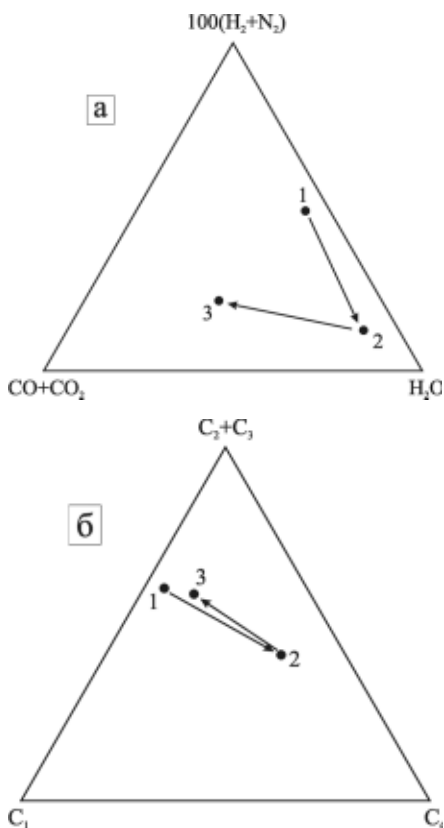


Fe<sub>0.09</sub>, содержание которой варьируется в пределах 31—52 мол. %.

### Заключение

Результаты проведенных исследований показывают, что продуктивность россыпей «большешалдинского» типа определяется не только обломочной, но и аутигенной фациями самородного золота. Некристаллографическая морфология, необычный способ агрегации, нано-, микрометровая размерность минеральных индивидов, обнаружение в составе пленок кристаллических углеводородов [2] — все это приводит к предположению о микробактериальном происхождении пленочной минерализации. Такая идея находит, как нам кажется, подтверждение и в данных газовой пирохроматографии самородного золота (рис. 9).

Согласно этим данным, пиролизат исследуемого пленочного золота в сравнении с пиролизатом золота из коры выветривания содержит на порядок меньше воздушных газов, но, напротив, обогащен углеводородами. При этом



**Рис. 9.** Эволюция состава газовых включений в самородных золотилах при переходе от золотоносной коры выветривания (1) к аутигенной минерализации в Большешалдинской россыпи (2) и продуктам техногенного модифицирования аллювиальных золотилов из той же россыпи (3). Газы: а — углеводородные, б — углеводородные

газы, выделившиеся из пленочного золота, отличаются особенно низким отношением  $iC_4H_{10}/nC_4H_{10}$ , что можно расценивать как признак углеводородов органического происхождения. В этой связи выглядят также показательными результаты исследований большешалдинских золотилов, подвергнутых отжигу в полевых условиях. В газовых продуктах нагревания техногенно модифицированных золотилов резко снизилось содержание углеводородов, но повысилось содержание неуглеводородных газов ( $H_2, N_2, CO_2$ ). Такое изменение состава пирогенных газов свидетельствует о том, что в золотилах, подвергающихся нагреванию, явно выгорает какой-то органический материал.

Выявленные в составе исследуемой пленочной минерализации гидроксил-бромидные фазы являются новыми не только для минералов, но в части свинцовых соединений являются, вероятно, новыми и для химиков. Как можно полагать, именно скопление на поверхности некоторых большешалдинских золотилов свинцовых гидроксил-бромидов и придает таким золотилам сероватый оттенок, известный еще с первых старательских промыслов. Очевидно, что зафиксированный нами факт аутигенеза бромидной минерализации в погребенной аллювиальной россыпи резко актуализирует вопросы геохимии брома и галогенов вообще в условиях экзогенного минерало- и рудообразования.

Завершая краткий очерк минералогии Большешалдинской россыпи, следует подчеркнуть следующее. При всей необычности своей минерализации эта россыпь не может считаться эндемичной даже в масштабе Среднего Урала. Описываемые, например, в аллювии Верхнекамской впадины «агрегатные», «ажурно-волокнистые», «ажурно-зернистые», «трубчатые» и т. п. морфологические разновидности золотилов [10—12] являются, скорее всего, образованиями, тождественными по своему происхождению золотым пленкам «большешалдинского» типа. Из этого следует, что открытие феномена аллювиальных россыпей с гетерогенным золотом не только имеет научное значение, но и может дать импульс к переосмыслению российского золото-россыпного потенциала.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Силаев В. И., Мальцева М. В., Филипов В. Н., Чайковский И. И. Большешал-

динская россыпь на Среднем Урале: феномен аутигенеза самородного золота и свинцово-серебряных гидроксил-бромидов // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского. Вып. 7. Пермь: Изд-во Пермского госуниверситета, 2005. С. 52—71. 2. Наумов В. А., Силаев В. И., Чайковский И. И. Золотоносная россыпь на реке Большой Шалдинке на Среднем Урале. Пермь: Изд-во Пермского госуниверситета; ГИ УрО РАН, 2005. 92 с. 3. Мальцева М. В., Чайковский И. И. Россыпь р. Большая Шалдинка: геологическое положение, минералогический состав аллювия и возможные коренные источники золота // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского. Вып. 7. Пермь: Изд-во Пермского госуниверситета. С. 40—52. 4. Силаев В. И., Яковлева О. А., Ивановский В. С. Генетико-информационное значение пробы аллювиального золота // Доклады АН СССР, 1987. Т. 294, № 6. С. 1432—1435. 5. Макеев А. Б., Крапля Е. А., Бранчанинова Н. И. Платиноиды в аллювии и россыпях — ключ к поискам коренных месторождений платины в Республике Коми. Сыктывкар: Геопринт, 1996. 44 с. 6. Дистлер В. В., Крячко В. В., Лапутина И. П. Эволюция парагенезисов платиновых металлов в атипичных гипербазитах // Геология рудных месторождений, 1986. № 5. С. 16—33. 7. Рудашевский Н. С. Псевдоморфозы по включениям оливина в зернах платиноидов и природа платиновой минерализации в ультрамафитах // Записки ВМО, 1984. Ч. 113, № 2. С. 186—195. 8. Жданов В. В., Рудашевский Н. С. Новый тип золото-платиновой минерализации в метасоматитах по базитам // Доклады АН СССР, 1980. Т. 252, № 6. С. 1452—1456. 9. Гольцева А. А. Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. Сыктывкар-Элиста, 2001. 200 с. 10. Илалтдинов И. Я., Чайковский И. И., Наумов В. А. О «новом» агрегатном золоте Верхнекамской впадины // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. Пермь: Изд-во Пермского госуниверситета, 2003. С. 97—100. 11. Наумов В. А., Илалтдинов И. Я., Осовецкий Б. М. и др. Золото Верхнекамской впадины. Кудымкар: Коми-Пермяцкое книжное изд-во, 2003. 218 с. 12. Наумов В. А., Осовецкий Б. М., Патык-Кара Н. Г. и др. Морфология и состав агрегатного золота Верхнекамской впадины // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П. Н. Чирвинского. Вып. 6. Пермь: Изд-во Пермского госуниверситета, 2004. С. 253—257.