

А. В. ТЕРЕХОВ, А. В. МОЛЧАНОВ, В. В. ШАТОВ, Е. И. ХОРОХОРИНА,
О. Л. СОЛОВЬЕВ (ВСЕГЕИ)

Типоморфизм самородного золота из кайнозойских отложений руч. Горелый и его связь с коренными источниками в пределах Верхнеамгинского рудно-россыпного узла (Южная Якутия)

Исследованы типоморфные особенности россыпного золота из кайнозойских отложений руч. Горелый. Выявлены основные характерные признаки самородного золота: морфология, геохимические особенности, минеральные включения и минералы-спутники. Высказано предположение о связи россыпного золота с коренными источниками золото-редкометалльно-полиметаллического типа. Даны рекомендации по проведению поисковых работ на выявление месторождений лебединского типа в пределах Верхнеамгинского рудно-россыпного узла.

Ключевые слова: *россыпная золотоносность, самородное золото, оруденение лебединского типа, Верхнеамгинский рудно-россыпной район, Южная Якутия.*

A. V. TEREKHOV, A. V. MOLCHANOV, V. V. SHATOV, E. I. KHOROKHORINA,
O. L. SOLOVIEV (VSEGEI)

Typomorphism of native gold from the Cenozoic deposits of the Gorely Creek and its relationship with bedrock sources within the Upper Amginsky ore placer knot (South Yakutia)

Authors investigated typomorphic features of placer gold from the Cenozoic sediments of the stream Gorely. The basic characteristic features of native gold – morphology, geochemistry, mineral inclusions and minerals-satellites. It is suggested that due placer gold with indigenous sources of gold and rare-metal-polymetallic type. Given the recommendations of prospecting for the detection of deposits on Lebedinsky type within Upper Amginsky ore-placer cluster.

Keywords: *alluvial gold, native gold, Lebedinsky ore deposit type, Upper Amginsky ore-placer cluster, South Yakutia.*

Введение. Первые поисковые работы на золото в пределах исследуемой площади были проведены в рамках экспедиции Российского золотопромышленного общества под руководством горного инженера С. А. Подъякова. В период с 1934 г. по настоящее время велись систематические геологосъемочные работы различного масштаба с сопутствующими поисками (Д. К. Зеgebарт, В. А. Лукошина, В. Т. Кедеш, И. М. Фрумкин, К. И. Малков, Е. П. Соколов и др.), специализированные поисковые и разведочные работы на золото (П. И. Леbedкин, Ф. К. Корнилова, В. В. Скрябина, П. П. Дудорова, А. П. Орлов, В. П. Антонов, Г. А. Нудельман и др.), а также тематические работы по металлогении ВСЕГЕИ (Ю. А. Билибин, Т. В. Билибина, А. Ф. Шпагин, В. И. Титов и др.). Охарактеризованы геологическое строение района, магматизм, стратиграфия и получена положительная оценка перспектив россыпной золотоносности ручьев Горелый, Крутой, Тайахта, Шайтан, Хатырхай, а также Хохой, Большой и Малый Сергелях, Дьянгалях.

Наиболее актуальная проблема с точки зрения прогнозирования и обнаружения рудных объектов в пределах изучаемой площади Верхнеамгинского рудно-россыпного узла – установление четкой связи в системе россыпь – коренной источник. При этом изучение типоморфных особенностей самородного золота и его связи с рудоносными гидротер-

мально-метасоматическими образованиями позволяет сделать предположение о физико-химических условиях отложения золота, характере рудообразующих растворов и генетической связи золотоносных россыпей и коренных источников [3, 4, 6].

Методика и методы исследования. Материал получен в результате проводимых силами отдела металлогении и геологии месторождений полезных ископаемых ВСЕГЕИ геологосъемочных работ по составлению Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 (лист О-51) в период с 2012 по 2013 г. Материал представлен восемью шлиховыми пробами, отобранными в предплотиковой области из русловых и склоновых аллювиальных, делювиально-элювиальных отложений, вскрытых карьерной выработкой в верхнем течении руч. Горелый, а также пробами гидротермально измененных коренных пород. Объем шлиховой пробы от 35 до 40 л, отмывка производилась в стандартных деревянных лотках. Вес отмытого шлиха составлял около 200–300 г. Для проведения минералогического анализа тяжелая фракция разделена на магнитную, электромагнитную и немагнитную. При этом доля магнитной фракции около 70–80 %, а остальная приходилась на электромагнитную и немагнитную. Самородное золото было обнаружено в немагнитной и частично в электромагнитной фракциях.

Детальная диагностика морфологических особенностей, состава и granulometрии самородного золота и минералов-спутников проводилась на приборе CamScan MV 2300 с энергодисперсионным микроанализатором LINK Pentafet (Oxford Instr.) В. Ф. Сапегой и бинокляре Leica MZ6 (Leica Microsystems). Определение содержания элементов-примесей в самородном золоте осуществлялось с помощью метода лазерной абляции на масс-спектрометре ELAN DRC-E6100 В. А. Шишловым. Число исследованных золотин составило порядка 168.

На микроскопе Leica с камерой-насадкой DFC 300 (Leica Microsystems) в проходящем и отраженном свете изучались образцы коренных пород и диагностировались новообразованные минералы. Аналитические работы проводились методами ISP MS, атомной абсорбции (полное вскрытие), рентгеноспектральным флуоресцентным (XRF) и инфракрасной спектроскопии.

В геологическом строении изучаемой площади Верхнеамгинского рудно-россыпного узла, по данным [1, 2, 5], принимает участие докембрийский гранито-гнейсовый комплекс, представленный гнейсами, гранитами и плагиигранитами, с несогласием перекрытыми вендскими карбонатными породами (доломиты, мергели, оолитовые доломиты) устьюдомкой свиты (рис. 1). Нижнюю подсвиту слагают полевошпатово-кварцевые песчаники с подчиненными гравелитами, мелкогалечными конгломератами и глинистыми, песчанистыми, окремнелыми доломитами, а также алевролитами и аргиллитами. Среднюю подсвиту составляют пласты битуминозных доломитов с пачками переслаивания доломитов, мергелистых доломитов, мергелей часто брекчиевой и брекчиевидной текстуры. Отложения верхней подсвиты — доломиты с маломощными прослоями мергелистых доломитов.

На ранних этапах развития исследуемой площади формируются разрывные нарушения, соответствующие положению долгоживущего Амгинского глубинного разлома, трассируемые дайками долеритов.

На этапе мезозойской тектоно-магматической активизации происходят подновление древних разрывных нарушений и вертикальное перемещение блоков в осадочном чехле, фундаменте и по контактам пород с различными физическими свойствами с образованием тектонических зон повышенной проницаемости. Подобные зоны благоприятны для проявления магматической и связанной с ней рудоносной гидротермальной деятельности.

Все более ранние стратифицируемые отложения прорываются щелочными магматическими породами алданского (пуласкиты, шонкиниты, малинзиты, фергуситы) и лебединского (сиениты, сиенодиориты, монзониты) комплексов.

При этом наиболее ранние (верхняя юра) породы алданского комплекса слагают штоки и штокообразные тела в породах платформенного чехла вблизи горы Горелая. С данными интрузивными телами связаны проявления слюдяно-гранатовых, пироксен-полевошпатовых, флогопит-диопсидовых, магнетитовых скарновых гидротермально-метасоматических образований с тонкими прожилками сульфидно-медной золотосодержащей минерализации.

В раннемеловое время сформировались лакколиты, лакколитообразные залежи лебединского комплекса, прорывающие породы алданского комплекса, с которыми также связаны скарнирование вмещающих пород и образование кварц-золото-сульфидных залежей и кварц-карбонат-адуляр-серицит-пиритовых, кварц-серицит-хлорит-пиритовых метасоматитов (гумбеитов и березитов) в тектонических зонах повышенной проницаемости в фундаменте.

Наиболее поздние мезозойские магматические образования, проявленные на исследуемой площади, — мелкие дайки щелочных лампрофиров (минетт, вогезитов) с вкрапленной золоторудной минерализацией.

Отложения неоген-четвертичного возраста представлены аллювиальными, делювиальными и элювиальными образованиями [7]. Аллювиальные отложения распространены в долинах ручьев, а также в пойменных и надпойменных террасах. Делювиальные образования песчано-глинистого состава распространены на склонах долин и водоразделов. Для элювиальных отложений характерна приуроченность к плоским выровненным водоразделам, вершинам гольцов, а также долинам некоторых ручьев (верховья руч. Горелый). С кайнозойским этапом развития на исследуемой площади связано формирование основного объема россыпной золотоносности ручьев Горелый, Крутой, Таньяхтах и др.

Геологическая характеристика руч. Горелый, его россыпная и коренная золотоносность. Руч. Горелый протяженностью порядка 14 км — правый приток р. Амга. Промышленная часть россыпи приурочена к верхнему и среднему течению ручья и прослеживается вниз по долине на 3490 м. Общее направление долины и разведенной части россыпи субширотное. Содержание в россыпи, по данным С. Н. Федорова (2011), по отдельным выработкам в пределах промышленного пласта колеблется от 0,6 до 4,15 г/м³, составляя в среднем по россыпи 1,63 г/см³. Всего по месторождению подсчитано запасов по кат. С₁ балансовых 879,3 и забалансовых 58,7 кг. Удельный вес металла на 100 м промышленной части россыпи равен 25,2 кг.

Истоки ручья дренируют шток мезозойских пород горы Шайтан. Продольный профиль долины ручья в пределах участка отбора проб довольно крутой, при этом долинная эрозия преобладает над боковой.

В геологическом разрезе исследуемого участка принимают участие (рис. 2):

- почвенно-растительный слой;
- глинисто- и песчано-глинистые отложения грязно-серого цвета с галькой и щебнем кембрийских и архейских пород;
- галечно-песчано-глинистые с хорошоокатанными гравийно-галечными образованиями и галечно-глинисто-песчаные отложения желтого цвета с плохоокатанными гравийно-галечными образованиями (до 30 об.%). Размер гальки от 1 до 10 см, иногда встречаются валуны до 25 см, по составу представлена архейскими гранитами, кристаллическими сланцами, кембрийскими доломитами и кремнями, мезозойскими породами (сиениты, лампрофиры). Россыпная золотоносность руч. Горелый связана именно с этим слоем. Следует отметить присутствие гематитовой гальки

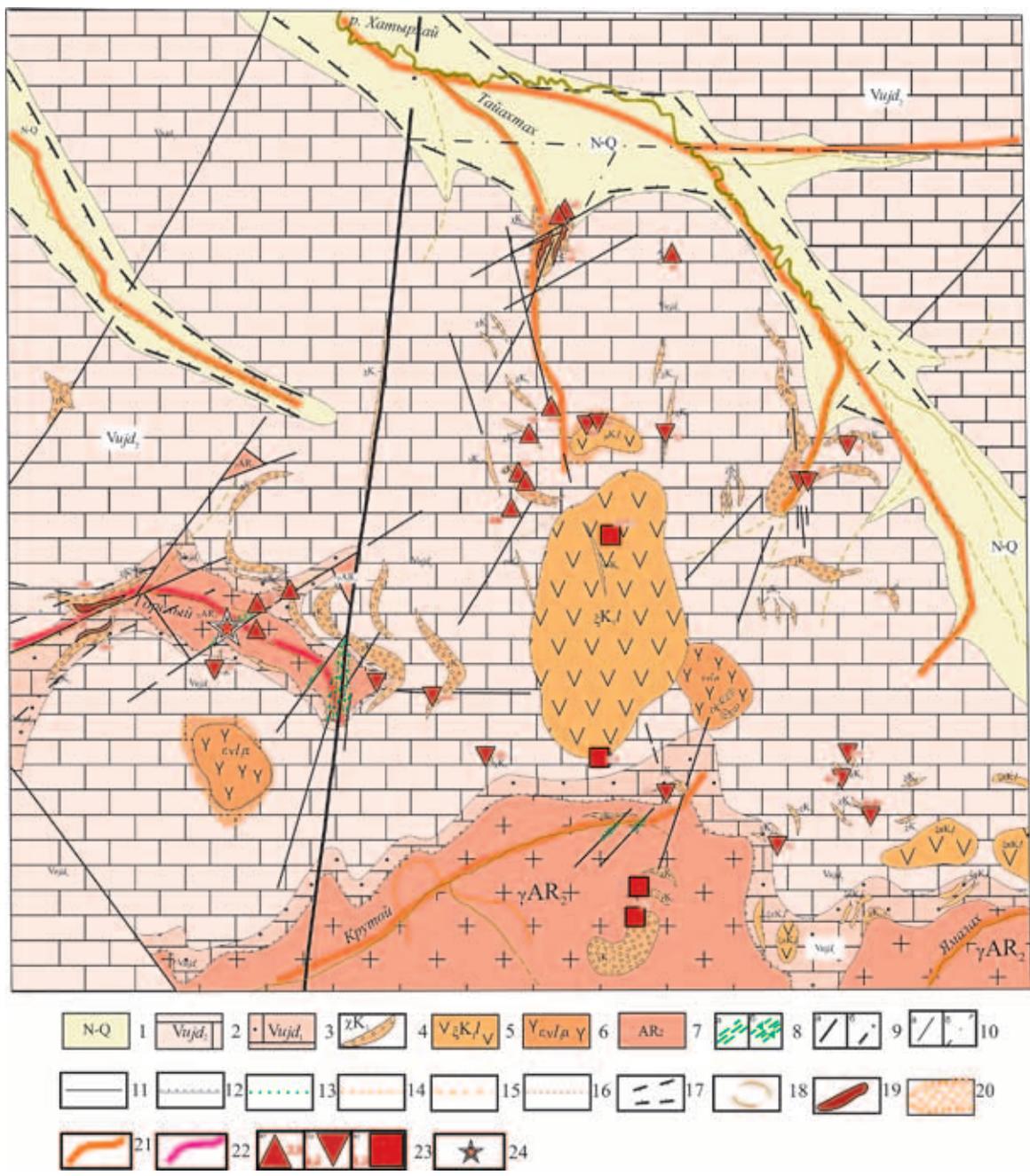


Рис. 1. Геологическая схема центральной части Верхнеамгинского рудно-россыпного узла и положение россыпи руч. Горелый (с использованием данных ГУ ГПП РС (Я) «Якутскгеология»)

1 – элювиально-аллювиальные отложения; 2, 3 – песчаники, конгломераты, оолитовые доломиты, мергели усть-юдомской свиты; 4 – дайковый комплекс лампрофиров и шонкинитов; 5 – монциты и роговообманковые сиенит-порфиры лебединского комплекса; 6 – авгитовые сиенит-порфиры алданского комплекса; 7 – нерасчлененные метаморфические образования: гранито-гнейсы, амфиболиты, кристаллические сланцы; 8 – пронизаемые структуры: а – милониты, б – зоны брекчирования; 9 – главные разломы: а – достоверные, б – скрытые под вышележащими образованиями; 10 – второстепенные разломы: а – достоверные, б – скрытые под вышележащими образованиями; геологические границы: 11 – между разновозрастными геологическими образованиями, 12 – несогласного залегания, 13 – милонитов и тектонитов, 14 – магнетитовых скарнов и скарнированных пород, 15 – кварц-лимонитовых и кварц-гематитовых метасоматитов, выраженных в масштабе карты, 16 – минерализованных гипергенных отложений, 17 – предполагаемые границы грабенообразных структур (долины – грабены); 18 – карст; 19 – кварц-лимонитовые, кварц-гематитовые метасоматиты, выраженные в масштабе карты; 20 – зоны скарнирования с предположительной золотой минерализацией; 21 – россыпные месторождения, разведанные, отработываемые и с прогнозными ресурсами кат. Р; 22 – россыпь руч. Горелый; 23 – места отбора штучных и бороздовых проб по данным предшественников, оруденения геолого-промышленных типов: а – лебединского залежного, б – лебединского крутозалегающих прожилково-вкрапленных зон в фундаменте, в – золото-медно-порфировых руд в интрузивных телах и зонах скарнирования (прожилково-вкрапленное) (цифры – содержание золота в г/т по пробирному анализу); 24 – место отбора шлиховых проб для исследования

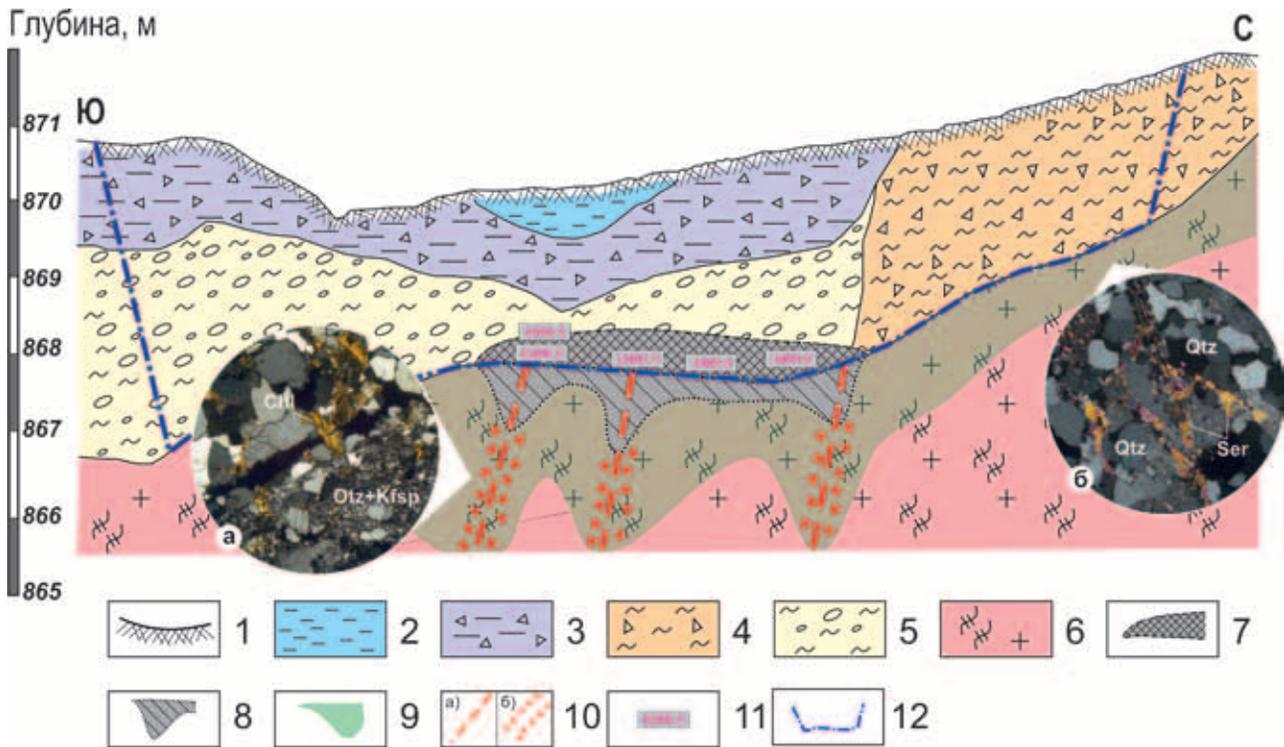


Рис. 2. Схематический геологический разрез по шурфовочной линии № 103 руч. Горелый (с использованием данных ТУГРЭ)

1 – почвенно-растительный слой; 2 – глинистые образования охристого цвета; 3 – песчано-глинистые отложения грязно-серого цвета с галькой и щебнем кембрийских пород; 4 – песчано-глинистые отложения охристого цвета с галькой и щебнем архейских пород; 5 – галечно-песчано-глинистые с хорошоокатанными гравийно-галечными образованиями и галечно-глинисто-песчаные отложения желто-бурого цвета с плохоокатанными гравийно-галечными образованиями; 6 – плотик, сложенный архейскими гранито-гнейсами фиолетово-зеленого цвета; 7 – промышленный пласт россыпи; 8 – предположительные контуры рудного тела лебединского типа; 9 – ареал распространения интенсивных процессов березитизации по породам фундамента; 10 – пронизаемые разломные структуры: а – разрывные структуры; б – зоны брекчирования и проявления интенсивных процессов гумбеитизации; 11 – точки отбора шлиховых проб; 12 – контур карьера промышленной обработки россыпи

в предплотиковой области размером до 25–30 см с наложенными гидротермально-метасоматическими процессами – сульфидизацией (пирит, халькопирит и галенит), серицитизацией и окварцеванием, выраженным пустотами с шестоватыми кристаллами кварца. При этом гематитовая галька характеризуется повышенными содержаниями (рис. 2, пр. 1404-1) сидерофильных (V до 660, Cr до 1460 г/т), халькофильных (Zn до 253, Cu до 97,8 г/т) и благородных металлов (Au до 0,015, Ag до 0,026 г/т);

– плотик сложен архейскими гранито-гнейсами фиолетово-зеленого цвета, что связано с интенсивным проявлением процессов березитизации (рис. 2). Березиты по минеральному составу – псевдоморфные и жильные выделения кварца, серицита, карбоната, хлорита и пирита, частично или полностью замещенного гематитом и лимонитом. Непосредственно под золотоносным пластом располагается предположительно рудное тело, представленное рыхлыми дезинтегрированными образованиями кварц-гематитового состава, уходящими на глубину около 0,5 м в плотик. Здесь же располагаются разломные структуры в виде зон повышенной пронизаемости, дробления и интенсивных процессов гидротермально-метасоматической проработки (кварц-адуляр серицитсодержащие гумбеиты).

Формы выделения и включения в самородном золоте. Золотины из шлиховых проб по большей части слабоокатанной комковидной формы слегка

завальцованными краями. Реже встречаются золотины пластинчатой, изометричной морфологии, а также веретенообразной и червячной (рис. 3). На отдельных зернах можно увидеть вершины и ребра первичных кристаллических форм (октаэдров, рис. 3, к), сильнодеформированных и сглаженных.

Средние размеры золотинок варьируют в широких пределах и составляют интервал от 200 до 5000 мкм. При этом коэффициент удлинения колеблется в пределах 1,33–3,03. В распределении золотинок по размеру преобладает класс 250–450 мкм для проб 1404-3,4,5, но иногда встречаются крупные зерна до 5000 мкм в пр. 1404-2. В целом же россыпь характеризуется достаточно крупными золотинами.

Отличительной особенностью всех описываемых зерен является наличие большого количества минеральных включений (рис. 3), представленных глинистыми минералами, кварцем, серицитом, карбонатом, адуляром до 50 мкм и гранатом до 200 мкм, а также примазками гидроокислов железа.

Глинистые минералы (в основном каолинит) в ассоциации с кварцем и серицитом заполняют углубления на поверхности золотинок, а также каверны и пустоты внутренних частей зерен. Адуляр образует хорошо ограненные ромбовидные кристаллы размером около 30–40 мкм, хорошо диагностируемые на приполированной поверхности в краевых частях зерен (пр. 1404-2). Для граната характерны крупные выделения до 100–200 мкм, также приуроченные к внешним участкам золотинок, в сечении имеющих ромбическую форму (рис. 3, л).

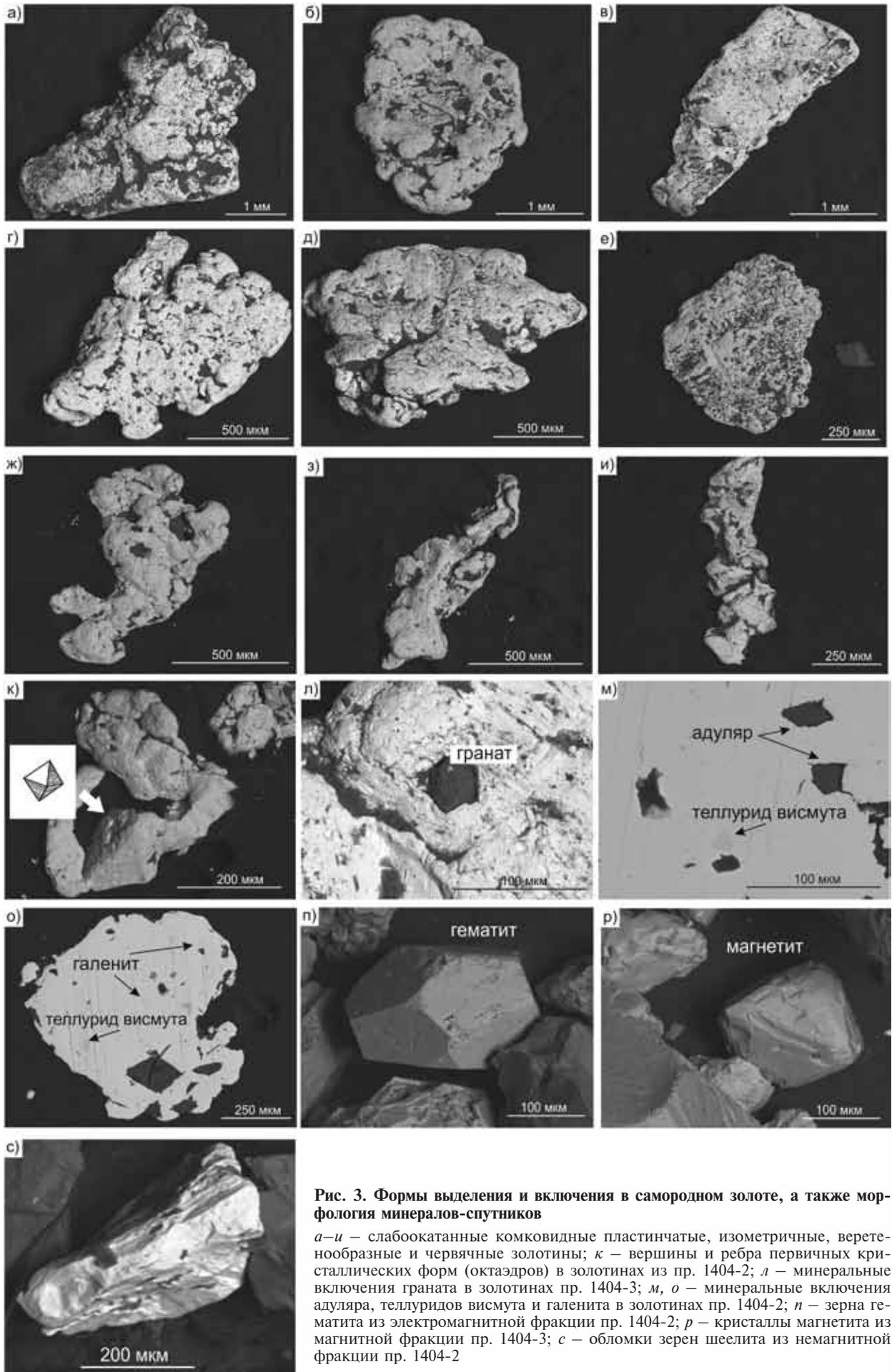


Рис. 3. Формы выделения и включения в самородном золоте, а также морфология минералов-спутников

a–и – слабоокатанные комковидные пластинчатые, изометричные, веретенообразные и червячные золотины; *к* – вершины и ребра первичных кристаллических форм (октаэдров) в золотилах из пр. 1404-2; *л* – минеральные включения граната в золотилах пр. 1404-3; *м, о* – минеральные включения адуляра, теллуридов висмута и галенита в золотилах пр. 1404-2; *п* – зерна гематита из электромагнитной фракции пр. 1404-2; *р* – кристаллы магнетита из магнитной фракции пр. 1404-3; *с* – обломки зерен шеелита из немагнитной фракции пр. 1404-2

Таблица 1

**Химический состав минеральных включений
в золотилах из россыпи руч. Горелый (в мас. %)**

Номер образца	Bi	Pb	Te	S	Сумма
Теллурид висмута (BiTe)					
Зерно-1	62,00	—	38,00	—	100,0
»	65,41	—	34,59	—	100,0
»	51,99	—	48,01	—	100,0
Зерно-2	54,91	—	45,09	—	100,0
»	53,92	—	46,08	—	100,0
»	65,34	—	34,66	—	100,0
Галенит (Pb ₂ S)					
Зерно-1	—	84,72	—	15,28	100,0
»	—	84,42	—	15,58	100,0
»	—	83,30	—	16,7	100,0
Зерно-2	—	86,60	—	13,4	100,0
»	0,45	84,55	—	15,0	100,0

Примечание: Химический состав определялся В. Ф. Сапегой в золотилах, размещенных в полированной шайбе (для изучения внутреннего строения) с нанесенным углеродным напылением на приборе CamScan MV 2300 с энергодисперсионным микроанализатором LINK Pentafet (Oxford Instr.).

Кроме того, в исследуемом самородном золоте были обнаружены минеральные фазы, представленные интерметаллидами (теллурид висмута), пиритом, галенитом (пр. 1404-2), гематитом, магнетитом (пр. 1404-4) и ильменитом (рис. 3, табл. 1). Они образуют мелкие до 2–5 мкм включения, а также секущие прожилки, отличающиеся более белесым оттенком от вмещающего золота.

При этом в галените повышенные содержания висмута (до 0,45 %), что, наряду с встречающимися включениями теллуридов висмута, зернами шеелита, выявленными в немагнитной фракции, может говорить о сходстве с золотом из руд золото-редкометалльно-полиметаллического лебединского типа (А. В. Молчанов, 2013).

Химический состав самородного золота. В результате микронзондовых исследований самородное золото, по классификации Н. В. Петровской, можно отнести к весьма высокопробному (960–980 ‰), реже встречаются низкопробные разности (ниже 650 ‰).

По данным лазерно-абляционного анализа, геохимические спектры золотин из всех четырех проб имеют достаточно схожий характер содержаний элементов (табл. 2, рис. 4, а–г).

Во всех пробах присутствуют высокие уровни накопления петрогенных элементов, таких как Na, K, Mg, Al, Si, Ca, Ti и Mn, что скорее всего связано с наличием в них твердых включений карбоната, серицита, адуляра, граната, ильменита и кварца (рис. 3). Кроме того, только для пр. 1404-3 характерны высокие содержания Mn, достигающие 18 % в отдельных золотилах.

Следует отметить высокие содержания меди (рис. 4) в золотилах из всех проб, кроме 1404-2, вплоть до образования медистого золота (Cu до 56 %) в пр. 1404-3. В пр. 1404-5 выявлено ано-

мальное содержание селена, достигающее 1860 г/т, а в пробах 1404-3,4,5 отдельные зерна представлены электрумом.

Повышенные уровни накопления теллура, висмута и иногда свинца (до 62 320 г/т в пр. 1404-3) связаны с включениями теллуридов висмута и галенита.

Аномально высокие содержания ртути (до 37 % в пр. 1404-3), дающие отчетливые пики на всех геохимических спектрах (рис. 4), могут быть связаны как с природным привносом из глубины в результате эманаций по проницаемым структурам (рис. 2), так и техногенным заражением при амальгамировании концентрата из россыпи при ее обработке и разведке в 30–60-х годах прошлого века.

Важный факт – наличие четко выраженной отрицательной индиевой аномалии неясной природы во всех изученных пробах.

Минералы-спутники самородного золота. Крайне важную информацию о первичном генезисе золотоносных отложений россыпи руч. Горелый несут минералы-спутники самородного золота. По проихождению минералы из всех четырех шлиховых проб можно подразделить на три основные группы:

– обломочные минералы, представленные магнитной фракцией. В число таких минералов входят в основном магнетит и титаномагнетит. При этом зерна магнетита размером до 3 мм имеют хорошую сохранность и слабую окатанность. Весьма примечательно наличие хорошо выраженных октаэдров магнетита размером до 200 мкм (рис. 3, р);

– относящиеся к электромагнитной фракции, главные из которых – гематит, железистый гранат и ванадийсодержащий ильменит (до 1,5 % V₂O₅). До 80 % от общей массы занимают продолговатые зерна гематита (рис. 3, н), в редких случаях встречаются ромбододекаэдры андрадита;

– минералы немагнитной фракции, представленные апатитом, монацитом, цирконом и обломками шеелита размером от 1,5 до 2 мм. Эти минералы также характеризуются практически отсутствующей окатанностью, что может говорить об их элювиальной природе. В пользу данного факта также выступает хорошая сохранность зерен шеелита, который имеет свойство быстро разрушаться при долгом переносе в речных условиях от рудного источника к месту отложения. Следует отметить некоторую обедненность шеелита кальцием (Ca_{0,78}Sr_{0,09}Mo_{0,05}W_{1,0}O_{4,0}), связанную с наличием изоморфных примесей молибдена и стронция.

Обсуждение результатов. Судя по форме выделений большинства золотин и минералов-спутников – хорошо ограненные кристаллические образования (рис. 3, к, о, п) и слабая окатанность зерен, – можно говорить о близости коренного источника, расположенного, по мнению авторов, в породах кристаллического фундамента непосредственно под россыпью и, возможно, в бортах ручья в разрушенных карбонатных породах (рис. 1, 2).

Минеральные включения (кварц, адуляр, карбонат, пирит, галенит и теллуриды висмута), геохимический спектр золотин, наличие в ассоциации с ними обломков шеелита во всех отобранных шлиховых пробах, а также схожий тип гидротермально-метасоматических изменений (гумбеиты и березиты), проявленных в породах фундамента и гематитовой гальке (пр. 1404-1), указывают на

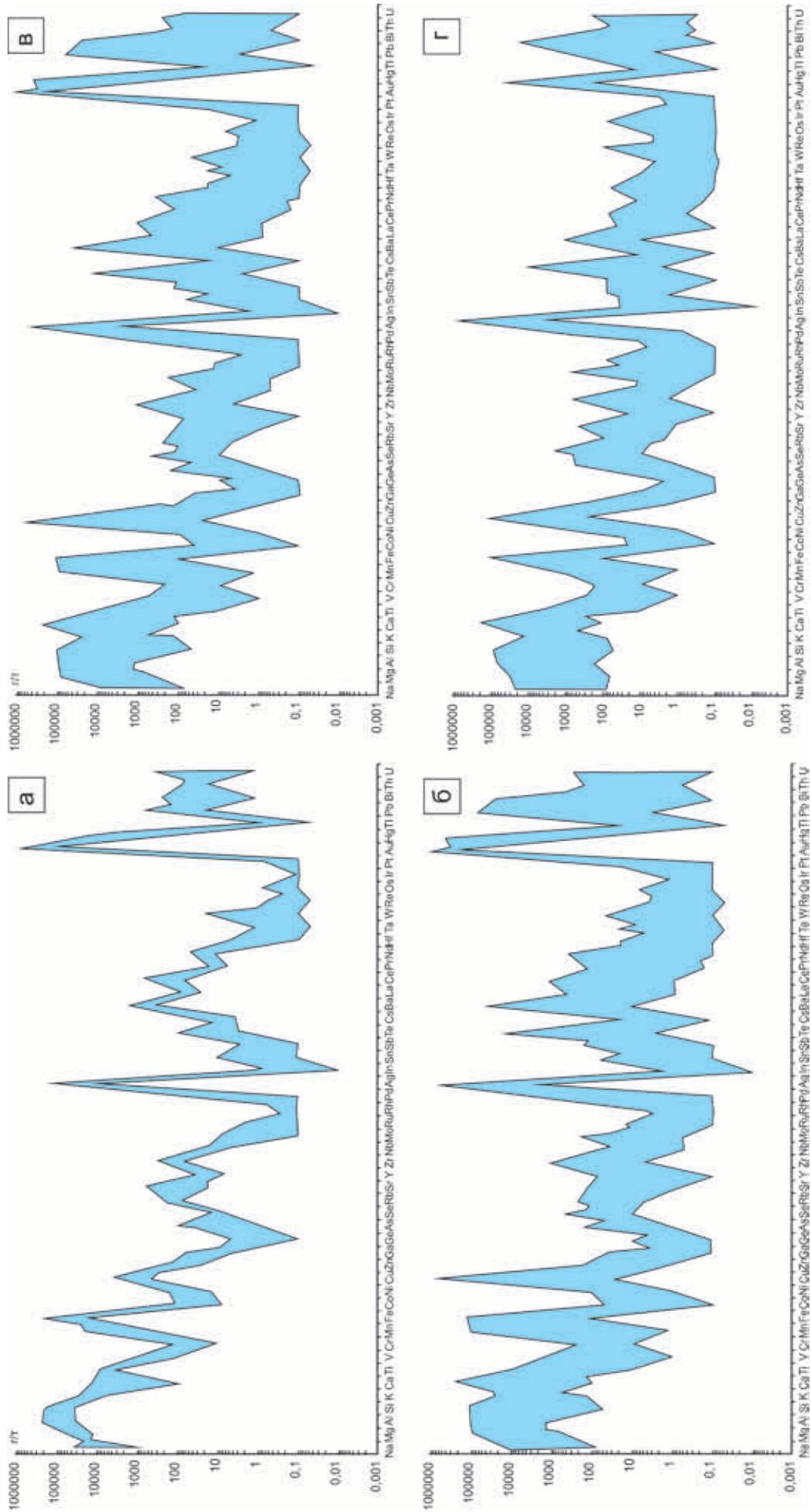


Рис. 4. Усреднённые геохимические спектры распределения элементов-примесей в золотых россыпях в золотых россыпях в проб. 1404-2; б – пр. 1404-3; в – пр. 1404-4; г – пр. 1404-5

Содержание элементов-примесей

Элемент	Содержание						
	1404-2 (n = 30)			1404-3 (n = 72)			
	Интервал	C _{ср}	V, %	Интервал	C _{ср}	V, %	
Na	1100–35 190	11 258,6	94	80,8–8520	1 725,7	106	
Mg	12 070–41 080	23 788,6	39	683–94 630	12 284,3	134	
Al	31 730–197 670	83 297,1	63	1190–98 520	23 918,5	94	
Si	34 950–190 240	90 084,3	58	50–115 090	22 196,4	112	
K	5600–27 450	19 385,7	38	125–23 990	4 862,9	93	
Ca	100–12 370	3 689,0	113	100–223 990	46 313,1	122	
Ti	2660–8830	5 497,1	37	10–9260	1 734,2	113	
V	119–493	264,6	48	1–747	1 03,89	140	
Cr	10,1–108	75,9	39	10–219	32,3	139	
Mn	247–18690	3 406,1	184	1,28–84 160	1 453,9	677	
Fe	15 840–181 500	72 202,9	71	100–110 190	21 392,8	113	
Co	7,52–102	32,7	91	0,1–43,6	6,8	128	
Ni	13,1–134	71,1	51	1–96	21,2	100	
Cu	381–3330	1 655,3	65	26,7–566 320	22 424,5	383	
Zn	24,4–245	124,1	59	2–281	29,9	154	
Ga	4,63–53,5	15,5	102	0,1–37,2	3,3	192	
Ge	0,1–4,05	0,7	208	0,1–8,87	0,36	331	
As	1–94,8	29,7	97	1–151	18,8	174	
Se	10	10	0	10–414	19,8	257	
Rb	82,9–213	129,9	33	4,29–206	43,9	99	
Sr	15,5–556	121,1	148	1–116	21,7	119	
Y	6,67–43,7	22,9	50	0,1–62,4	7,9	146	
Zr	72,8–295	172,4	42	4,5–1020	90,3	174	
Nb	4,61–15,4	9,0	38	0,5–35,6	4,3	147	
Mo	0,1–8,01	4,7	48	0,5–167	11,0	225	
Pt	0,1–0,75	0,3	101	0,1–16,9	1,3	241	
Pd	0,1–14	3,8	117	0,1–1750	32,9	627	
Ru	0,1–2,01	0,4	179	0,1–13,3	0,9	254	
Rh	0,1–0,38	0,1	70	0,1–4,47	0,5	177	
Os	0,1–0,74	0,2	117	0,1–6,44	0,6	205	
Ir	0,1	0,1	0	0,1–1,17	0,2	114	
Ag	20 910–110 050	53 870,0	58	5040–459 720	72 003,5	121	
In	0,01–1,14	0,3	151	0,01–1,67	0,2	161	
Sn	0,1–9,82	4,3	88	0,1–54,4	3,0	308	
Sb	0,1–2,72	1,1	96	0,1–132	2,8	548	
Te	3–86,1	23,6	128	3–12 250	517,9	399	
Cs	2,68–23,1	8,0	84	0,1–15,3	3,4	93	
Ba	288–1380	861,7	48	10–34 430	677,9	592	
La	22,7–75,4	48,6	39	0,78–389	31,3	228	
Ce	62,3–613	197,4	89	0,85–1030	62,8	245	
Pr	5,06–14,8	9,8	32	0,15–111	6,8	225	
Nd	12,3–52,7	31,4	40	0,1–340	20,1	244	
Hf	0,1–4,52	2,7	51	0,05–17,7	1,3	193	
Ta	0,05–1,05	0,6	66	0,05–17,3	0,9	250	
W	0,1–16,6	3,8	140	0,1–40,8	2,3	315	
Re	0,05–0,53	0,1	142	0,05–3,29	0,3	197	
Hg	2240–14 190	5747,1	73	517–378 880	11762,6	373	
Tl	0,05–0,95	0,6	50	0,05–19,9	0,7	353	
Pb	19,5–578	161,0	113	3,26–62 320	982,9	741	
Bi	1,16–206	47,6	149	0,1–24 090	667,1	460	
Th	17–84,8	41,9	52	0,54–134	15,6	144	
U	1,44–310	50,4	211	0,1–260	16,6	251	

Примечание: Химический состав золотин определялся В. А. Шишловым методом лазерной абляции на масс-спектрометре ELAN DRC-e 6100.

золотин (в г/т) из россыпи руч. Горелый

в пробах

	1404-4 (n = 25)			1404-5 (n = 41)		
	Интервал	C _{cp}	V, %	Интервал	C _{cp}	V, %
	173–7360	2 124,0	76	75,4–20 120	2 055,1	172
	214–70 080	20 379,4	89	65,2–27 650	7 455,2	96
	1240–139 690	44 067,2	81	167–59 900	15 483,3	87
	50–150 750	49 598,6	95	50–79 900	18 912,9	94
	757–20 520	7 245,2	74	66,4–10 730	3 114,1	90
	100–11 120	1 793,2	186	100–156 840	48 713,2	86
	10–9750	3 288,6	83	10,0–3240	1 004,5	101
	30,2–790	292,0	73	1–248	31,84	146
	10–244	77,1	82	10–160	48,79	90
	4,76–1470	524	88	1–1190	160,4	143
	100–181 090	46 923,7	105	100–113 100	14 489,4	146
	0,1–57,8	12,0	107	0,1–19,2	4,4	98
	1–114	34,8	104	1–199	20,33	159
	357–79 320	6 731,6	232	272–80 680	10 379,7	165
	2–135	36,1	98	2–207	23,7	152
	0,1–26,4	5,2	161	0,1–7,68	1,57	133
	0,1–7,73	0,9	224	0,1–3,62	0,37	203
	1–61	15,0	126	1–465	49,3	171
	10–1330	115,6	268	10–1860	164,2	185
	4,1–167	74,2	66	2,1–83,4	27,4	81
	1–362	49,2	140	1–485	24,2	293
	0,1–62,4	15,3	99	0,1–20,4	4,53	107
	1–413	128,7	90	1,65–533	58,24	176
	0,5–21,6	7,0	90	0,5–13,2	2,4	126
	0,1–281	16,6	327	0,1–568	21,2	414
	0,1–3,73	0,5	165	0,1–3,26	0,78	133
	0,1–261	15,4	328	0,73–1130	54,8	357
	0,1–1,49	0,2	163	0,1–71,2	7,32	190
	0,1–3,05	0,4	196	0,1–5,51	1,16	108
	0,1–0,67	0,3	79	0,1–68,9	2,74	392
	0,1–0,11	0,1	2	0,1–5,04	0,78	147
	16 970–272 800	96 622,4	72	5070–673 200	106 273,4	111
	0,01–0,94	0,1	185	0,01–29,5	1,48	325
	0,1–9,96	1,8	163	1,81–82,5	18,2	110
	0,1–5,32	0,7	172	0,1–71,9	8,17	181
	3–30 080	1 374,9	428	3–8910	500,7	337
	0,42–10,5	4,3	68	0,1–7,35	1,65	107
	10–778	303,0	79	10–1060	165,0	122
	1–340	44,1	162	0,1–40,3	10,5	102
	0,57–500	77,0	151	0,53–70	17,5	110
	0,11–59,3	10,5	141	0,19–10,9	2,64	90
	0,1–228	37,0	162	0,1–56,3	9,25	124
	0,1–9,16	1,7	120	0,1–9,76	1,2	158
	0,05–3,16	0,6	124	0,07–3,38	0,84	117
	0,1–170	18,9	229	0,1–100	3,53	435
	0,05–5,34	1,0	163	0,08–4,54	0,53	171
	10–21270	8 288,5	67	255–30 720	4 536,0	134
	0,05–1,47	0,6	71	0,07–13,5	0,83	294
	0,38–4660	250,6	360	2,04–328	61,4	116
	0,1–28 790	1377,5	409	0,1–14 850	829,2	336
	0,1–92,2	25,3	101	0,3–93,2	14,1	116
	0,1–29,3	7,6	101	0,3–167	21,07	154

Сравнительный анализ характерных признаков предположительного коренного источника лебединского типа и россыпи руч. Горелый

Характерные признаки	Прожилково-вкрапленный и жильно-штокверковый (золото-редкометалльно-полиметаллический) тип лебединского оруденения	Россыпь руч. Горелый
Структурные	Локализован в крутопадающих субмеридиональных разломных структурах кристаллического фундамента	Наличие проницаемых крутопадающих разломных структур под россыпными отложениями
Гидротермально-метасоматические	Четкая приуроченность к ареалам распространения березитовых и гумбеитовых новообразований. Новообразованная минерализация представлена автоморфными и псевдоморфными выделениями серицита, калиевого полевого шпата, карбоната, хлорита и кварца	Породы плотика и предплотиковая гематитовая галька интенсивно изменены процессами березитизации и гумбеитизации. Кроме того, минеральные включения в золотилах представлены характерными для данных типов метасоматических изменений минералами: адуляром, карбонатом, кварцем и серицитом
Геохимические	Рудная минерализация характеризуется повышенными значениями Au, Sb, Ag, As, Cu, Mo, Te, Bi, Pb, Zn, Mn, W, B, U, Cd	Золотины характеризуются повышенными содержаниями Ag, Cu, Hg, Bi, W, Te, Mn, Pb
Рудные минералы	Пирит, теллур- и серебросодержащий галенит, висмутин с высоким содержанием меди, серебра, теллура и свинца, галеновисмутин и теллуrowисмутит, ванадийсодержащий рутил и ильменит, гематит, шеелит	Минеральные включения в золотилах пирита, галенита, теллуридов висмута, ильменита. Минералы-спутники самородного золота: гематит, магнетит, ванадийсодержащий ильменит, шеелит

определенные сходства их с рудными образованиями лебединского типа (табл. 3, рис. 2, 3) как возможных источников питания россыпной золотоносности.

Выявленные аномальные по составу медистые золотины (пр. 1404-3), а также большое количество железистого граната и кристаллов магнетита могут свидетельствовать о скарновых рудоносных образованиях и штокверковых телах золото-меднопорфирирового типа в интрузивах как еще об одном источнике золотоносных отложений руч. Горелый.

Заключение. Самородное золото в кайнозойских отложениях россыпи руч. Горелый по всему комплексу признаков можно отнести к элювиальному и частично делювиальному типам. Выявленные основные характерные признаки самородного золота – морфологические, геохимические, минеральные включения и минералы-спутники – дают возможность сделать вывод о связи россыпного золота с коренными источниками золото-редкометалльно-полиметаллического и, возможно, золото-меднопорфирирового и скарнового типов, характерных для месторождений Лебединского рудного узла.

На данный момент в пределах Верхнеамгинского рудно-россыпного узла ведутся поисковые работы ГУ ГПП РС (Я) «Якутскгеология» на выявление рудного золота различных типов. Авторами рекомендуется постановка детальных работ в пределах участка руч. Горелый с целью выявления коренных источников лебединского типа в крутопадающих разрывных структурах и приуроченных к ним субпластовых субгоризонтальных рудных телах. Наличие схожих с изученным участком руч. Горелый типов россыпей свидетельствует о близости таких же рудных объектов лебединского типа и служит надежным поисковым признаком.

1. Билибин Ю.А. Избранные труды / под ред. А.Г. Бетехтина. Т. 1–4. – М.: Изд-во АН СССР.

2. Билибина Т.В., Дашкова А.Д., Донаков В.И. и др. Геологические формации и металлогения Алданского щита. – Л.: Недра, 1976. – 338 с.

3. Гребеникова А.А. Типоморфизм самородного золота Правосилийского рудно-россыпного узла (Хабаровский край) как показатель связи в системе россыпь – коренной источник // Руды и металлы. 2013. № 1. – С. 60–70.

4. Никифорова З.С. и др. Золотоносность востока Сибирской платформы: россыпи – коренные источники // Геология рудных месторождений. 2013. Т. 55. № 4. – С. 305–319.

5. Парфенов Л.М., Кузьмин М.И. и др. Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия). – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. – 571 с.

6. Петровская Н.В. Самородное золото. – М.: Наука, 1973. – 347 с.

7. Хотина Е.Б., Жежель О.Н., Ромм Г.М. Кайнозойские отложения Алдано-Амгинского стратотипического района Южной Якутии // Кайнозойский седиментогенез и структурная геоморфология СССР. – Л., 1987. – С. 44–51.

1. Bilibin Yu.A. Izbrannyye trudy [Selected Works] Ed. by A.G. Betekhtin. Vol. 1–4. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences.

2. Bilibina T.V., Dashkova A.D., Donakov V.I. et al. Geological formation and metallogeny of the Aldan shield. Leningrad: Nedra. 1976. 338 p.

3. Grebennikova A.A. Native gold from Pravo-Sooliy ore placer area (Khabarovsk territory): typomorphic features as a bond indicator in the source – placer deposit system. *Rudy i metallogy*. 2013. No 1, pp. 60–70. (In Russian).

4. Nikiforova Z.S. et al. Gold mineralization East of the Siberian platform: placer-indigenous sources. *Geologiya rudnykh mestorozhdeniy*. 2013. Vol. 55. No 4, pp. 305–319. (In Russian).

5. Parfenov L.M., Kuzmin M.I. et al. Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Saha (Yaku-

tiya) [Tectonics, geodynamics and metallogeny territory of the Republic of Sakha (Yakutia)]. Moscow: MAIK «Nauka/Interperiodica». 2001. 571 p.

6. Petrovskaya N.V. Samorodnoe zoloto [Native gold]. Moscow: Nauka. 1973. 347 p.

7. Khotina E.B., Zhezhel O.N., Romm G.M. Cenozoic deposits of Aldan-Amga stratotype region of South Yakutia. *Cenozoic sedimentogenesis and structural geomorphology of the USSR*. Leningrad. 1987. Pp. 44–51. (In Russian).

Terekhov Artem Valer'evich – кандидат геол.-минер. наук, вед. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ ¹. <Artem_Terekhov@vsegei.ru>
Molchanov Anatolii Vasil'evich – доктор геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ ¹. <Anatoly_Molchanov@vsegei.ru>
Shatov Vitalii Vitalevich – кандидат геол.-минер. наук, зам. ген. директора по науке, ВСЕГЕИ ¹. <Vitaly_Shatov@vsegei.ru>

Xorokhorina Elena Ivanovna – вед. инженер, ВСЕГЕИ ¹. <Elena_Horokhorina@vsegei.ru>

Soloviev Oleg Leonidovich – вед. инженер, ВСЕГЕИ ¹. <Oleg_Soloviev@vsegei.ru>

Terekhov Artem Valerievich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, VSEGEI ¹. <artem_terekhov@vsegei.ru>

Molchanov Anatoly Vasilievich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the entire Department, VSEGEI ¹. <anatoly_molchanov@vsegei.ru>

Shatov Vitaly Vitalevich – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy Director General, VSEGEI ¹. <vitaly_shatov@vsegei.ru>

Khorokhorina Elena Ivanovna – Leading Engineer, VSEGEI ¹. <elena_khorokhorina@vsegei.ru>

Soloviev Oleg Leonidovich – Leading Engineer, VSEGEI ¹. <Oleg_Soloviev@vsegei.ru>

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, 199106, Россия.

A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74, Sredny Prospect, St. Petersburg, 199106, Russia