

РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК: 553.4(571.55)

ИССЛЕДОВАНИЕ БЛАГОРОДНОМЕТАЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ПОРОД И КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ КАРИЙСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ МЕТОДАМИ РЕНТГЕНОФАЗОВОЙ ДИФРАКЦИИ И ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ (ВОСТОЧНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)© А.А. Дубков¹, А.В. Жабин², В.Н. Калиниченко³, Ю.А. Кузнецов⁴

1 – ФГБУ «ВНИГНИ» г. Москва

2 – Воронежский государственный университет, г. Воронеж

3 – (ИБХФ РАН) Институт биохимической физики РАН, г. Москва

4 – ООО РГ «Иркутскгеофизика 3», Иркутск

DOI:10.24412/1997-8316-2023-110-12-25

Аннотация: методами электронной микроскопии и рентгенофазовой дифрактометрии исследованы образцы руды и кор выветривания Карийского месторождения золота. Установлено наличие в них соединений золота и серебра. Методами рентгенофазовой дифракции определен минеральный состав руд и тяжёлой фракции из большеобъёмных минералогического-технологических проб. Кроме известных ранее минеральных форм золота, как в рудах, так и в материале кор выветривания, выявлены их неизвестные ранее соединения. На основании полученных данных сделано предположение о связи фторауратов серебра и золота, их теллуридных, стибнитовых и других форм с интерметаллическими соединениями золота и меди в корах выветривания и с золотом в россыпных месторождениях Карийского рудного узла. Установлен ряд ранее неизвестных для данного месторождения минеральных форм драгоценных элементов.

Ключевые слова: Карийское месторождение, Забайкальский край, электронная микроскопия, рентгенофазовая дифрактометрия, золото, серебро.

E-mail: dubston@mail.ru

INVESTIGATION OF NOBLE-METAL MINERALIZATION OF ROCKS AND WEATHERING CRUST OF THE CARIAN ORE FIELD BY X-RAY PHASE DIFFRACTION AND ELECTRON MICROSCOPY (EASTERN TRANSBAIKALIA)© A.Dubkov¹, A.Zhabin², V.Kalinichenko³, Yu.Kuznetsov⁴

1 – All-Russian Research Geological Oil Institute (VNIGNI)

2 – Voronezh State University

3 – Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences (IBCP RAS)

4 – RG Irkutskgeofizika 3 LLC

Abstract: samples of ore and weathering crusts of the Carian gold deposit were studied by electron microscopy and X-ray phase diffractometry. The presence of gold and silver compounds in them has been established. The mineral composition of ores and heavy fractions from large-volume mineral and technological samples was determined by X-ray diffraction methods. In addition to previously known mineral forms of gold, both in ores and in the material of weathering crusts, their previously unknown compounds were revealed. Based on the data obtained, an assumption

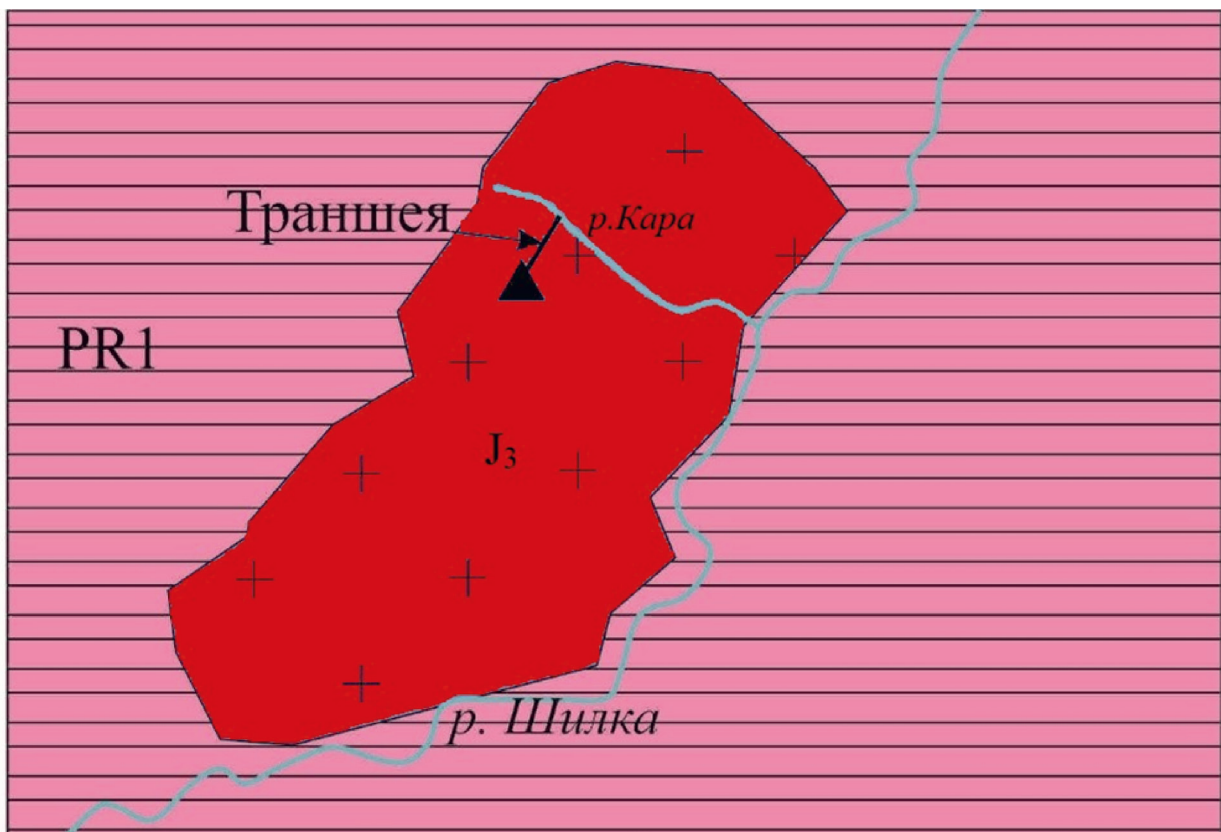
was made about the relationship of silver and gold fluoraurates, their telluride, stibnite and other forms with intermetallic compounds of gold and copper in weathering crusts and with gold in placer deposits of the Carian ore cluster. A number of rare mineral forms unknown for this deposit have been established.

Keywords: Carian deposit, Transbaikal Territory, electron microscopy, X-ray phase diffractometry, gold, silver.

ВВЕДЕНИЕ

Карийское месторождение находится на территории Карийского рудного района, расположенного в междуречье рек Шилка и Кара, на расстоянии примерно 30 км выше по течению от их слияния в посёлке Усть-Кара (рис. 1). Речка Кара – относительно мелкий и неширокий водоток общей длиной не более 25 км.

Карийский рудный район – один из старейших золотодобывающих районов России. Россыпи в среднем и нижнем течении реки Кара были известны с 30-х годов 19 века. Согласно «Энциклопедии Забайкалья» [14], до Революции из них было добыто не менее 100 тонн золота. В последующие годы, вплоть до наших дней, получено со-



Условные обозначения
 ▲ 1 □ 2 ■ 3
 1. Карьер. 2. Кристаллические сланцы. 3. Гранитоиды.

Рис. 1. Схема геологического строения Карийского рудного района

поставимое с дореволюционным периодом количество золота [14].

Рудное золото на Карийском месторождении известно с 1902 года. Оно разведывалось на глубину до 300 метров в течение многих десятков лет до 1995 года. Ряд авторов [1,5,15] относит его к золото-порфировому типу, а по запасам – к типу мелких месторождений [10]. По типу обогащения руды относятся к классу упорных. Обогащение сначала предполагалось (до 70-х годов) по гравитационно-амальгамной схеме, а после – по гравитационно-флотационной с последующим отжигом сульфидов и цианированием [6]. Детальные разведочные работы на Карийском месторождении велись с 1936 по 1993 год. Промышленная обработка месторождения так и не была начата.

Все исследователи, изучавшие данный район, полагают, что Карийский рудный объект является единственно возможным источником россыпей бассейна реки Кара, поскольку за более чем столетнее изучение других рудных объектов в этом районе не установлено. По результатам испытания на данном объекте полупромышленной пробы весом 506,6 тонн, доля свободного золота составила 5,77 г/т. Судя по многочисленным публикациям [2, 4, 8, 11, 13], золоторудная минерализация на Карийском месторождении приурочена к гранитоидному массиву юрского возраста. Сама минерализация представляет собой штокверк с широким развитием в нём процессов серицитизации, калишпатизации, турмалинизации, окварцевания и сульфидизации. Главными породообразующими минералами, по данным приведенных выше публикаций, являются: кварц, тридимит, полевые шпаты, слюды, полиморфные разновидности пироксенов, роговая обманка, хлорит, турмалин, актинолит, карбонаты, халцедон, корунд.

Среди рудных отмечается пирит, халькопирит, арсенопирит, магнетит, блеклые руды, галенит, молибденит, теллурувисмутит, висмутит, сфалерит, золото, берилл, циркон. Установленные в 1993 году теллу-

риды золота далее не исследовались. Содержание серебра на этом месторождении считаются непромышленными (средние содержания – не более 1,65-2,83 г/т). В рудах резко преобладает дисперсное, пылевидное и весьма мелкое золото в кварц-полевошпатовых прожилках и атомарное, связанное с сульфидами, размерностью от долей до первых микронов. Основные стадии рудообразования – кварц-магнетитовая и кварц-пиритовая [6].

Целью данной работы являлось сопоставление минеральных составов коренных пород Карийского месторождения, являющихся основным источником золота для аллювиальных россыпей реки Кара и кор выветривания на её склонах. Также предполагалось проследить минеральные изменения от чисто рудных зон, занимающих вершины Карийского массива, до аллювиальных россыпей, сделав акцент на изучении минерального состава кор выветривания. Поскольку мы полагали, что кроме свободного золота в рудах Карийского месторождения присутствуют его дисперсные минеральные соединения (в понимании Н.В. Петровской) [7].

По мере разрушения рудного материала в зонах гипергенеза эти тонкодисперсные формы преобразуются в более устойчивые минеральные образования. Коры выветривания в этом случае являлись своеобразными аккумуляторами благороднометаллической минерализации и «поставщиками» золота в россыпи реки Кара, для которых характерно крупное и высокопробное золото.

Полагая, что коры выветривания являются промежуточным коллектором при золоторудной минерализации и перспективным самостоятельным объектом для детальной разведки, был изучен их минеральный состав, который сравнивался с составами коренных пород и россыпей реки Кара. Исследования проводились на участке Дмитриевский.

Материалом являлись образцы не затронутых процессами выветривания пород (ха-

рактизирующих самые продуктивные стадии рудообразования: кварц-магнетитовую и кварц-пиритовую) из скважины № 13876, пробуренной в карьере, для которых были известны данные пробирного анализа. Образцы от коры выветривания отбирались из магистральной траншеи, идущей от карьера вниз по склону гранитоидного массива к реке Кара, с шагом опробования 50 метров. Всего было исследовано 17 проб – три из коренных пород и 14 из коры выветривания. В таблице 1 приведен минеральный состав коренных пород, характеризующих кварц-магнетитовую и кварц-пиритовую стадию рудообразования и реперных точек в магистральной канаве с шагом около 200 м, а также кору выветривания вниз по склону от карьера до долины реки Кара (табл. 2, 3).

Превышение карьера над уровнем реки составляет около 250 м. Промывка проб проводилась на промприборе и лотках, а выделение тяжёлой фракции – на центробежных концентраторах и в бромформе.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования минерального состава проб осуществлялись с применением рентгенофазовой дифракции на дифрактометре ARL X'tra (Швейцария). Для качественного фазового анализа использовали международную базу данных «ICDD PDF-2» (release 2020). Анализ проводили с использованием программного комплекса «Oxford Crystallographica search match». Минеральные фазы более чем 457-ми тысяч кристаллических фаз, входящих в международную базу этого прибора, сравнивались с полученными результатами наших проб. Количественный рентгенофазовый анализ по методу Ритвельда проводили с использованием программного обеспечения «Siroquant Sietronics PtyLtd».

Данный метод исследований является единственным для определения состава минеральных фаз тонкодисперсных частиц, имеющих кристаллическую структуру. Он активно используется авторами настоя-

щей статьи для определения минерального состава пород и руд золоторудных месторождений, нефтегазовых объектов, метеоритов и импактитов [2, 3, 6, 7, 11]. В этих публикациях детально описаны физические принципы работы данного прибора и методики его применения.

Недостатком метода является невозможность определения аморфных фаз, например агатов, обломки которых в корах выветривания чаще всего ассоциируются с повышенными содержаниями золота. А также невозможность определения минеральных форм, отсутствующих в базе прибора.

Для изучения морфологии и элементного состава частиц, содержащих благородные металлы, применялись методы электронной и оптической микроскопии.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Минеральный состав коренных пород

Минеральный состав исследованных проб был определён в основном методом рентгеноструктурного анализа. Результаты приведены в таблицах 1-3.

Как видно из таблицы 1, состав основных породообразующих минералов коренных пород хорошо согласуется с данными предыдущих исследователей. Включая и такие редко встречающиеся акцессорные минералы, как тридимит, рибекит, паргасит, турмалин, берилл, корунд, теллуриды и селениды золота и серебра.

Что касается коры выветривания, то она, насколько нам известно, специально на Карийском месторождении никогда не исследовалась. В верхней части траншеи, примыкающей к карьере, её мощность составляет 2,5 - 3,2 м, в нижней – 6,2 - 7,3 м. В целом минеральный состав в ней начинает претерпевать серьёзные изменения, примерно через каждые 200 - 250 метров вниз по склону. Естественно, что в 80-ти метрах ниже борта карьера исчезли паргасит, рибекит, кальцит и берилл, часто отмечаемые в коренных

породах. В зоне перехода коренных пород в кору выветривания и непосредственно в ней исчезают такие высокотемпературные модификации кварца, как кристобалит и тридимит. По-видимому, в условиях гипергенеза эти формы кремнезёма оказались наименее устойчивыми. Также наблюдается быстрое уменьшение доли пирита в коре выветривания, вплоть до его полного преобразования наряду с магнетитом и перехода высвободившегося железа в оксидные формы, в частности в гётит. Отчего кора приобретает пёстро-бурый рисунок с различными оттенками.

При этом наблюдается прямая корреляция между содержаниями гётита, увеличением количества и укрупнением размеров золотин. Особенно это заметно в так называемых красных пропластках, цвет которых приобретён за счёт значительного содержания гётита. Здесь надо заметить, что обогащённые гётитом линзовидные слои перемежаются с такими же по форме прослоями каолиновых глин. Наличие каолинита в разрезе данной коры выветривания может свидетельствовать о её формировании, во всяком случае, на определённых этапах, в условиях субтропического климата.

Таблица 1.

Минеральный состав коренных пород:

А) Сквжина № 13876;

Б) кварц-пирит-полевошпатовая жила в левом борту карьера.

А		Б	
Фаза	(%)	Фаза	(%)
Labradorite, An ₅₂	19,4	Quartz	52
Quartz	12,4	Pyrite	36,5
Tridymite (CP)	8,2	Albite, low	7,8
Magnetite	8,4	Ag Au	2,2
Biotite, 1M	8,3	Beryl	1
Biotite, 2M1	7,8	Silver Sulphide, low	0,5
Riebeckite	7,9		
Pargasite, -Cr	7,3		
Pyryte	4,4		
Chalkopyrite	2,6		
Tourmaline (schorl)	2,5		
Chloritoid (tric)	1,8		
Anorthoclase	1,5		
Kaolin	1,4		
Arsenopyryte	1,4		
Ag Au F ₄	1,4		
Gold silver telluride	1,2		
Chlorite, dioct.	0,6		
Au _{0,75} Hg _{0,25}	0,4		
Sphalerite	0,3		
Zircon	0,3		
Galena	0,3		
Au ₃ Cu	0,2		

По всему её разрезу встречается тонкое золото. Состав и морфология золотинок со следами растворения размером несколько микрон показаны на рисунке 2 и в таблице 4. Левый ряд – золотинок из коры выветривания на контакте с коренными породами, правый – из её средней части.

При исследовании соединений благородных металлов методами рентгенофазовой дифрактометрии зафиксированы фтораураты серебра: AgAuF_4 и AgAuF_8 . Их кристаллы имеют ярко-жёлтый цвет, но прекрасно растворяются в воде и любых кислотах. Поэтому при изготовлении шлифов и ан-

шлифов их наличие не будет зафиксировано. Учитывая этот факт, комбинированные шлифы изготавливались нами при охлаждении режущих и полировальных плоскостей жидким азотом. Одно из таких соединений (AgAuF_4) было зафиксировано под электронным микроскопом. Его состав ($\text{Ag} - 28,32, \text{Au} - 51,71, \text{F} - 19,94 \%$) практически равен теоретическому содержанию (рис. 3).

Соединение AuCuSe_4 обнаружено в виде металлических блёсток на поверхности обломка кварц-полевошпатовой породы в средней части коры выветривания (рис. 4). Судя по всему, оно не образует зна-

Таблица 2.

Минеральный состав кор выветривания, вскрытых вниз по склону от карьера до долины реки Кара
 А) Минеральный состав коры выветривания.
 Верхняя часть траншеи на расстоянии 80-ти метров от правого борта карьера.
 Реперная точка 1;
 Б) Реперная точка 2, 200 м вниз по склону от реперной точки 1.

А		Б	
Фаза	(%)	Фаза	(%)
Labradorite, An_{52}	20,4	Albite, low	24
Quartz	14,9	Labradorite, An_{52}	18,8
Biotite	14,2	Hornblende	15,7
Tridymite (CP)	13,2	Tourmaline	10,3
Albite, low	9,6	Quartz	10,4
Labradorite	7,1	Biotite, 2M1	5,6
Magnetite	7,9	Anorthoclase	5,3
Illite	2,6	Anorthite	2,3
Kaolin	2,4	Kaolin	2,2
$\text{Ag Au}_2 \text{F}_8$	1,4	$\text{Ag}_2 \text{Bi}_4 \text{Pb Se}_8$	1,2
Anorthoclase	1,4	Siderite (rhomb)	1,1
Pyrite	1,3	Ankerite	1,1
Pargasite, -Cr	0,9	Ag Au Te_2	0,4
Gold silver telluride	0,7	$\text{Au}_{0,75} \text{Hg}_{0,25}$	0,4
Silver sesquioxide	0,5	Sphalerite	0,3
Barium sulphate	0,4	Pyrite	0,3
Zircon	0,4	Silver sulphide beta 186°	0,3
Silver chloride	0,2	Silver Sulphide, low	0,3
Silver bromide	0,2		
Silver fluorite	0,2		
AuCu	0,1		

чительных минеральных скоплений, но эта минеральная форма селенида золота тоже отмечается в некоторых работах, в частности Э.М. Спиридонова [12].

Многократно в составе тяжёлой фракции фиксируется калаверит (рис. 5). При промывке на лотке часто наблюдается широкая полоса (дорожка) калаверита коричневатого

Таблица 3.

Минеральный состав коры выветривания

А) Реперная точка 3, 175 м ниже точки 2;
Б) Реперная точка 4, 200 м вниз по склону от реперной точки 3.

А		Б	
Фаза	(%)	Фаза	(%)
Albite, low	22,9	Labradorite, An ₅₂	28,6
Labradorite, An ₅₂	17,9	Quartz	19,3
Hornblende	15,7	Albite, low	13,9
Tourmaline	10,3	Goethite	6,2
Quartz	10,4	Muscovite	5,5
Biotite, 2M1	5,6	Chlorite	4,8
Anorthoclase	5,3	Orthoclase	3,4
Anorthite	2,3	Illite	3,3
Kaolin	2,2	Kaolin	2,8
Ag ₂ Bi ₄ Pb Se ₈	1,2	Corundum	2,4
Siderite (rhomb)	1,1	Biotite	2,4
Ankerite	1,1	Au Cu Se ₄	1,6
Goethite	0,8	Au Cu	1,1
Au Cu Se ₄	0,6	Dolomite	1
Ag Au Te ₂	0,4	Fluorite	0,8
Au _{0,75} Hg _{0,25}	0,4	Barium sulphate	0,7
Au Cu	0,4	Au Sb ₃	0,6
Sphalerite	0,3	Silver Sulphide, low	0,5
Pyrite	0,3	Au ₃ Cu	0,4
Silver sulphide beta 186°	0,3	Ag ₃ O ₄	0,3
Silver Sulphide, low	0,3	Kalaverite Au Te ₂	0,2
Fluorite	0,2	Zircon	0,2

Таблица 4.

Состав зёрен золота с рисунка 2

№ п/п	Au	Ag	Cu
Левый ряд 1	76,16	23,84	–
2	82,99	17,01	–
3	62,89	27,32	9,79
Правый ряд 4	75,86	24,14	–
5	80,18	19,82	–
6	72,92	17,01	10,07

оттенка, а это минерал с большим удельным весом ($9,1 - 9,4 \text{ г/см}^3$) и очень небольшим количеством видимых пылинок золота в этой полоске.

Наличие калаверита, теллуридных и селенитных соединений золота в породах Карийского месторождения отмечалось и ранее в отчётах геологоразведочных работ. Но

дальнейшее их изучение не получило должного внимания.

Серебряная минерализация, насколько мы знаем, описывается впервые. Она представлена литохлебитом – сложным образованием типа $\text{Ag}_2\text{Bi}_4\text{PbSe}_8$, в меньшей степени галогенидными минералами серебра и акантитом. Доля самородного серебра,

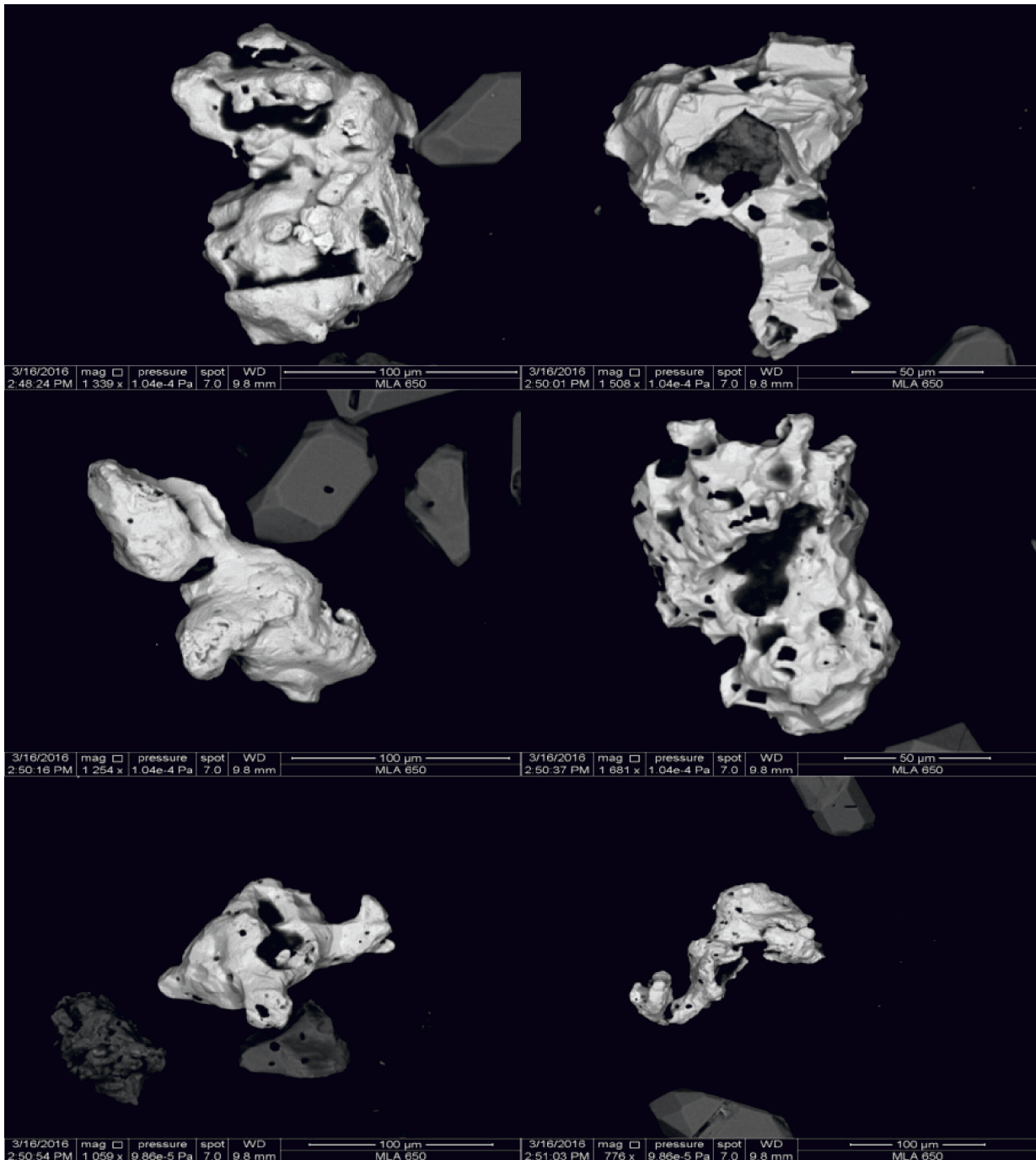


Рис. 2. Пылевидное золото из коры выветривания.
Электронный микроскоп JSM-6380LV JEOL

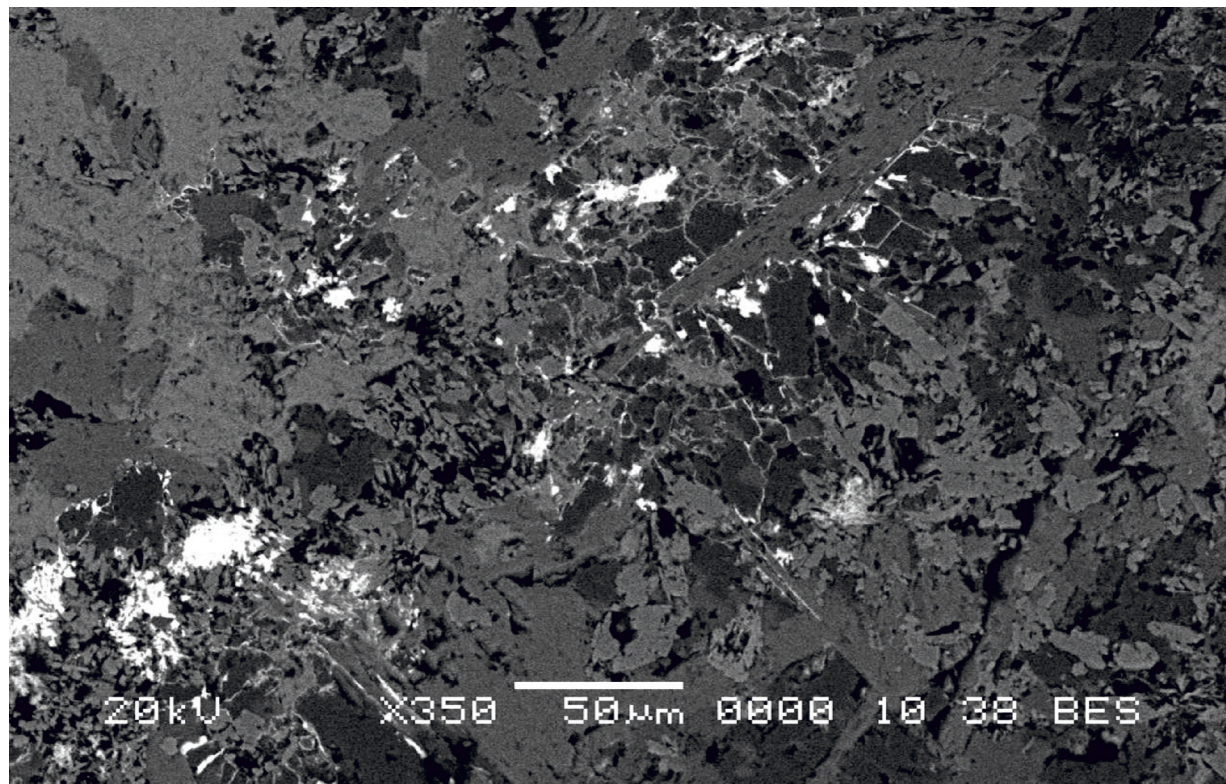


Рис. 3. Выделения $AgAuF_4$ в микротрещинах и микропустотах кварцевого диорита в образце из скважины.
Электронный микроскоп JSM-6380 LV JEOL

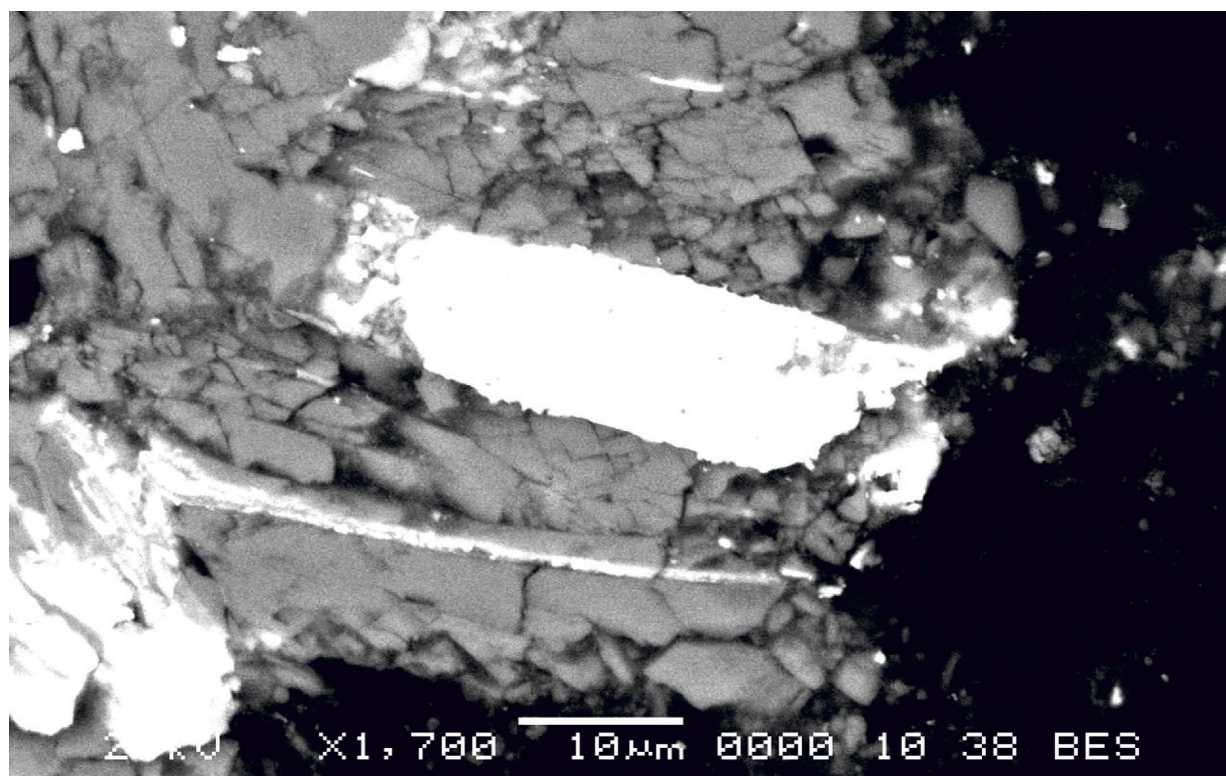


Рис. 4. Прямоугольное зерно состава $AuCuSe_4$ (Au – 34,11, Cu – 63,55, Se – 54,35%)
в трещинах породы кварц-полевошпатового состава.
Электронный микроскоп JSM-6380LV JEOL

очевидно, невелика (рис. 6). Это касается и оксидов серебра, отмеченных только в таблице 2 (А). Совместно с золотом Ag часто встречается в составе теллуридных форм и фторауратов.

Сульфид серебра акантит встречается практически во всех пробах. Отмечено постепенное уменьшение минералов серебра вниз по склону. В аллювии реки Кара они не обнаружены, что подтверждено не только нами, но и старательской артелью «Кара».

В некоторых случаях, особенно это характерно для слоёв, обогащённых гётитом, в зернах акантита наблюдается самородное серебро, более позднее по времени образование (рис. 6).

Другая минеральная форма серебра – кераргирит – встречается в корах выветривания в виде кубических кристаллов размером 0,02-0,1 см. Иногда отмечаются мелкие идиоморфные кристаллы кераргирита на поверхности зерен акантита, а также при-

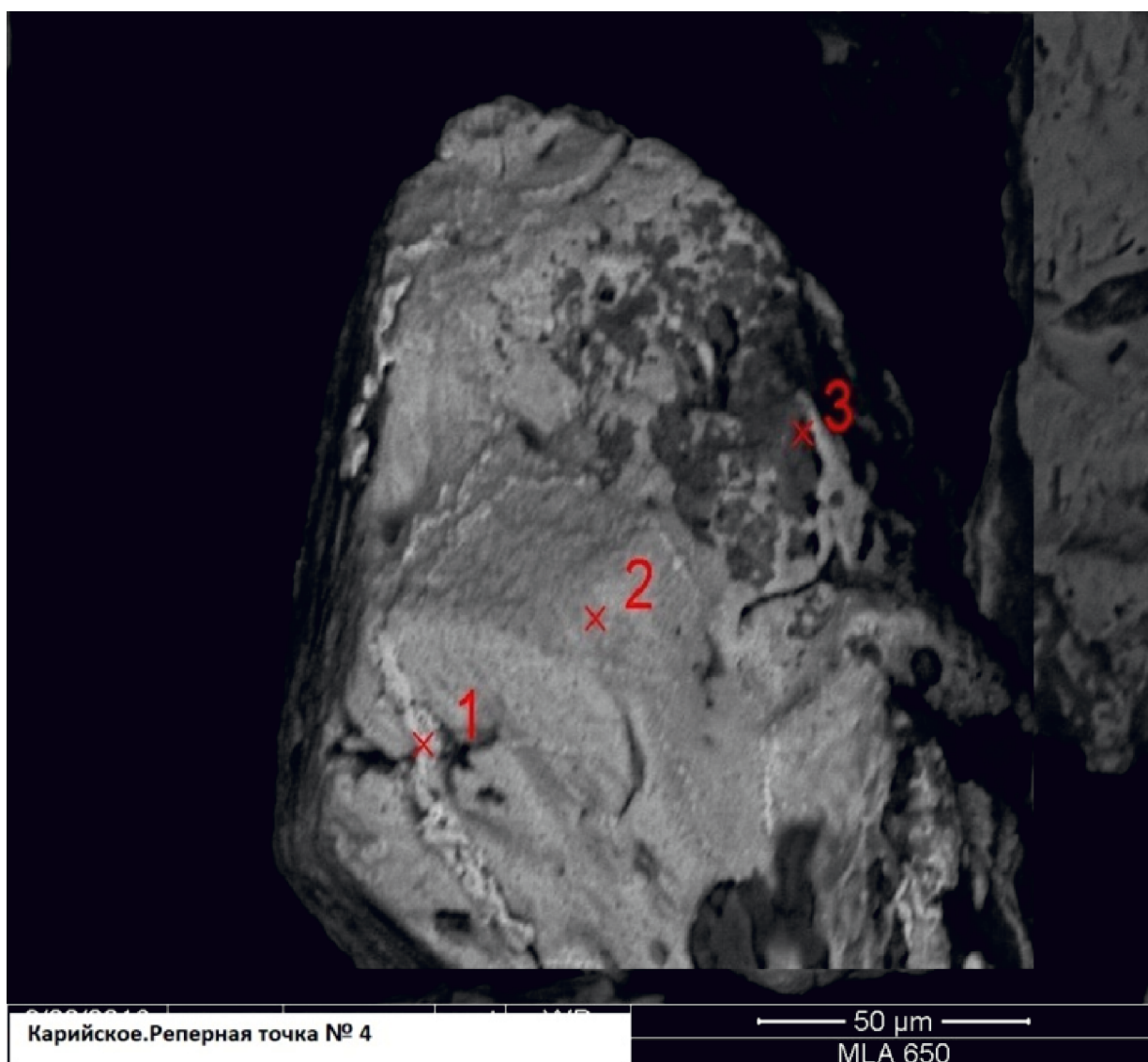


Рис. 5. Зерно калаверита.
 Электронный микроскоп JSM-6380LV JEOL
 Точка 1: Au – 76,17, Cu – 18,83, Ag – 4,98 %
 Точка 2: Au – 45, 05, Te – 55,95%
 Точка 3: золото в микротрещине с примазками на поверхности каолинита и гётита

чудливые его срастания с хлоритом. Характерной примесью в кераргирите является теллур (0,68% - 1,5%), реже йод (0,6% - 0,79%).

В нижних частях коры выветривания отмечается довольно значительное количество зерен флюорита, для которых, по сравнению с теоретическими содержаниями (Са – 51,33%, F – 48,66%), характерен некоторый «переизбыток» фтора – до 5-10%. Возможно, флюорит в корках выветривания – это минерал-спутник золота. В коре выветривания появляются аморфные разности кварца, типа агатов и кремней, никогда не встречающихся в коренных породах.

Все приведённые данные о сложном характере преобразований минеральных форм в зоне гипергенеза не являются чем-то но-

вым и достаточно полно изучены, в частности для кор выветривания [16]. Очевидна роль в этих преобразованиях криогенных процессов, способствующих переносу драгоценных элементов, сульфидной серы, галогенидов и таких подвижных элементов, как Fe, Zn, Cu, Pb, растворению их минеральных форм и преобразованию в другие минеральные формы.

Нашими исследованиями подтверждено, что значительная часть ультрадисперсных минеральных форм золота, как на месторождении, так и в корках выветривания (на примере исследованных нами образцов), представлена не только «самородным» золотом, но и его теллуридными, стибнитными и фторауратными формами. Высказано предположение, как нам кажется-

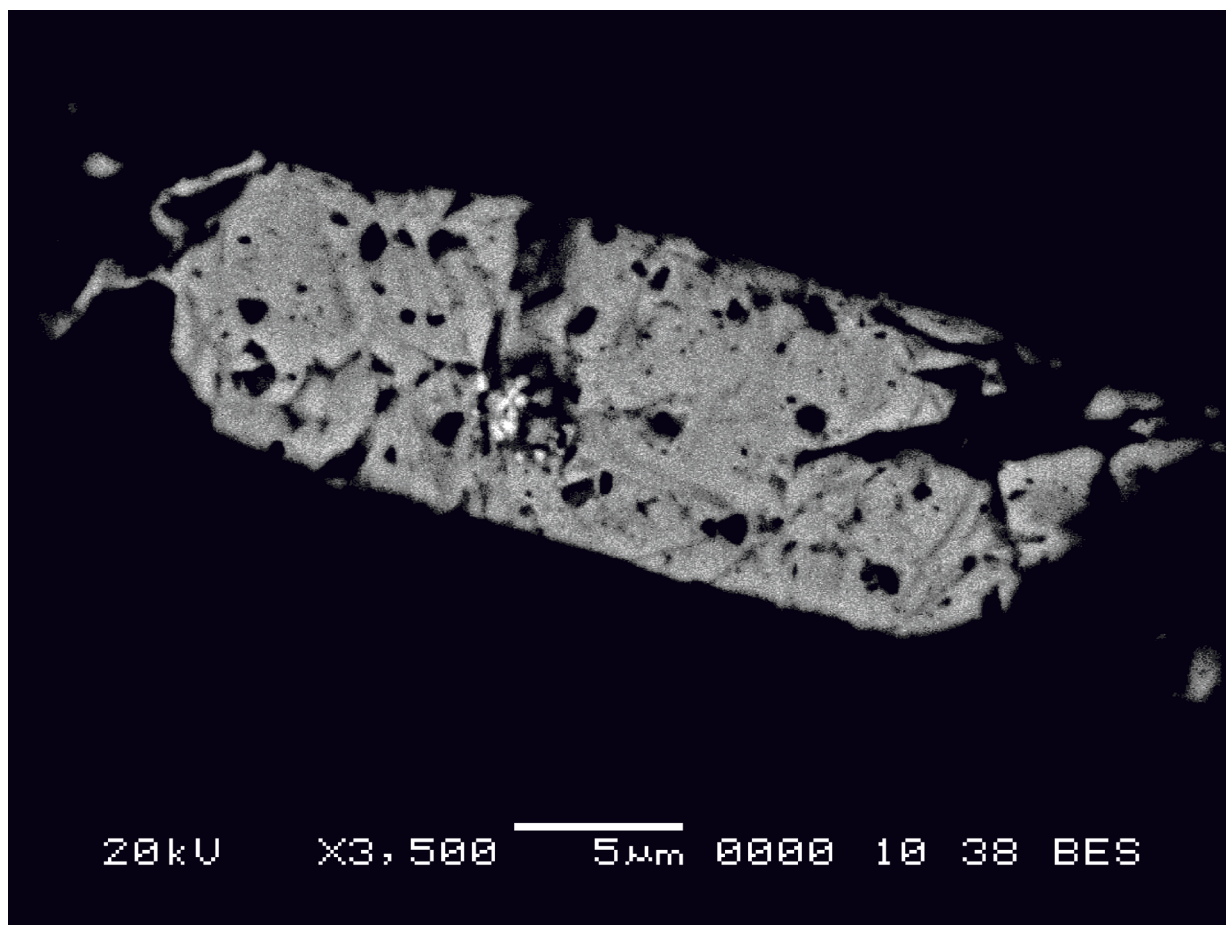


Рис. 6. Кристаллическая форма акантита.
В центре (белое включение) – выделения самородного серебра.
Электронный микроскоп JSM-6380LV JEOL

ся, вполне обоснованное, о возможности преобразований их состава и форм в зоне гипергенеза в так называемое ноль-валентное золото.

Резюмируя данные, полученные при изучении минерального состава проб, можно уверенно предположить, что на Карийском участке процесс переноса драгоценных элементов от рудного объекта к аллювиальной россыпи проходил через промежуточные точки преобразований в корах выветривания. Основную роль играли отнюдь не процессы его механического переноса, а химические, возможно, биологические и, несомненно, криогенные процессы преобразований минеральных составляющих исходных руд [9]. Что ещё раз подтверждает выводы Н.В. Петровской, которая в своей работе «Самородное золото», полемизируя с академиками Ю.А. Билибиным и Н.А. Шиловым, предостерегала от опасности чисто механического подхода к проблемам массопереноса золота по пути от источника к россыпи: «Приведенные данные свидетельствуют о сложности вопросов генезиса золотоносных россыпей и их связей с коренными месторождениями. Трудными исследованиями созданы основы теории россыпеобразования, но в истории миграции, гравитационного накопления и последующих преобразований россыпного золота имеется ещё много неясностей» [7].

ВЫВОДЫ

- Основная масса золоторудной минерализации, как в коренных породах, так и в коре выветривания, в виде тонкодисперсных частиц представлена не «самородным» золотом, а растворимыми в воде тетра- и октофторауратами и другими его соединениями – теллуридами, селенидами и стибнитами. Именно эти минеральные формы, вероятнее всего, были основным источником поступления «свободного» золота из коренных пород рудного месторождения Карий-
- ское в кору выветривания и в итоге в россыпи реки Кара.
- В коре выветривания, являющейся промежуточным коллектором между коренными породами и россыпью, проходят сложные физико-химические реакции с участием химически активных серы, фтора, хлора и криогенных явлений. В результате этих процессов происходит преобразование соединений золота в «самородную форму» и укрупнение его частиц до гравитационно-извлекаемых размеров.
- Одних концентраций мелкого гравитационного золота в бедном по запасам Карийском месторождении не хватило бы для образования аллювиальной россыпи реки Кара, содержащей в значительном количестве крупные самородки.
- В низах развития коры выветривания, близ контакта её с россыпью выявляется зона обогащения золотом («красный пласт») и сульфидами серебра. Она представлена в виде узкой извилистой полосы на вскрытых горными работами частях склона. Концентрации золота в этой зоне колеблются от десятков до сотен граммов на тонну. Такие содержания никогда не фиксировались в рудных зонах самого месторождения, что не находило геологического объяснения исходя из представлений классиков о ведущей роли механических процессов в накоплении золота в россыпях при его транспортировке из коренных пород, когда-то очень богатых крупными самородками. Но на уровне современных срезов полностью их лишёнными.
- Дополнительным аргументом в пользу такого вывода служит факт добычи россыпного золота в реке Кара непосредственно из плотиковых частей, а не из песков, которых практически нет. Иными словами, золото поступало не из каких-то удалённых от россыпей источников, которых за 190 лет добычи так и не нашли, а из коры выветривания рудного месторождения.

- Минералами-спутниками золота в этой зоне обогащения являются гётит, флюорит, аморфный кварц и барит.
- Карийский рудный узел можно рекомендовать для производства геолого-оценочных работ именно как золоторудный объект, локализованный в корах выветривания.
- Судя по литературным данным, анализирующим как российские, так и зарубежные месторождения, запасы золота в корах выветривания достигают многих десятков тонн.
- Многочисленные публикации российских геологов по корам выветривания акцентируют внимание на необходимость планомерного изучения и вовлечения в добычу объектов золотоносных кор выветривания. Но пока они не находят должной оценки.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абрамов Б. Н. Источники рудоносных флюидов Au, Mo, W и Pb-Zn месторождений Восточного Забайкалья (по данным распределения редких и редкоземельных элементов) // Известия Томского политехнического университета. – 2019. – №7. – Т. 330. – С.71-83.
2. Дубков А.А. Опыт определения минерального состава кор выветривания пород и руд, содержащих драгоценные элементы, с помощью рентгенофазового анализа // Мат. XVI Международного совещания по геологии россыпей и месторождений кор выветривания. – Воронеж, 2021.– С. 175-176.
3. Жабин А.В., Золотарёва Г.С., Кузнецов Ю.А., Дубков А.А. Импациты в четвертичных отложениях Воронежской антеклизы // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2020. – Вып. 102. – С.39-52.
4. Жабин А.В., Кузнецов Ю.А., Дубков А.А. «К вопросу о применении рентгеноструктурного и энерго-дисперсионного анализов для обнаружения платиноидной и ренийевой минерализации на золоторудных проявлениях (на примере золото-сульфидных месторождений Центрального Сихотэ-Алиня Приморского края)» // Недра Поволжья и Прикаспия. – Вып. 104. – С. 30-38.
5. Жмодик С.М., Козаченко И.В., Росляков Н.А., Спиридонов А.М. Золотопорфировое оруденение Карийского рудного узла как новый тип оруденения // ДАН.– №6. –Т. 426.– 2009. – С. 791-796.
6. Калинин Ю.А. Золотоносные коры выветривания юга Западной Сибири: Особенности их формирования, состава и строения, условия формирования: автореферат диссертации на соискание степени доктора г.-м. наук. – Новосибирск, 2003. – 30 с.
7. Петровская Н.В. Самородное золото. – М.: Наука. –1973. – 349 с.
8. Сахно В.Г., Кузнецов Ю.А. Платиноиды золотосеребряных месторождений и рудопоявлений Охотско-Чукотского и Восточно-Сихотэ-Алинского вулканогенно-плутонических комплексов// Материалы X Всероссийской конференции «Геология и минеральные ресурсы северо-востока России». – Якутск, 2020. – С. 285-290.
9. Сахно В.Г., Жабин А.В., Кузнецов Ю.А., Дубков А.А. О находках элементов платиновой группы, драгоценных и редких металлов в породах баженовской свиты (Западная Сибирь) и сравнение их с известными рудными объектами Северо-востока РФ // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2020. – Вып. 101.– С. 78-88.
10. Семинский Ж.В. Модели рудных районов и месторождений Сибири. – М.: Недра. – 1994. – 249 с.
11. Семинский Ж.В. Территориальные группировки месторождений минерального сырья Юго-Восточной Сибири и некоторые перспективы их освоения: обзор проблемы //Geodynamics and Technophys.Volume 12(3s).– 2021.– P. 754-768.
12. Спиридонов Э.М. Обзор минералогии золота в ведущих типах Ауминерализации // Сборник Кольского полуострова. – Апатиты: 2010. – С. 143-171.
13. Спиридонова А.М., Ефремов С.В., Зорина Л.Д., Травин А.В. Новые данные о возрасте, генезисе и источниках золотого оруденения Карийского рудного узла (Восточное Забайкалье) // Труды VI Всероссийского симпозиума «Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий». – Чита, 2016. – С. 267-273.
14. Энциклопедия Забайкалья. Чита [Текст] / Российская акад. образования, М-во образования и науки Российской Федерации, Забайкальский гос. ун-т, Правительство Забайкальского края, Администрация городского округа "Город Чита"/ под. ред.: К. К. Ильковского, А. Д. Михалёва. – Новосибирск : Наука, 2014. – С.105-109.
15. Яловик Г.А. Геолого-структурные и вещественные особенности золоторудных месторождений в шарьяжно-надвиговых структурах Яно-Колымского и Монголо-Охотского орогенных поясов (на примере Бадранского, Карийского и Пильненского месторождений): автореферат диссертации на соискание учёной степени к. г.-м н. – Новосибирск, 2016. – 20 с.
16. Younbong P., Mercouri G. AuCuSe₄: a Mixed Polychalcogenide with S³²-and Se²⁻ Anions. Inorg. Chem. – 2001. – 40. – P. 5913-5916.