

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 2, Number 428 (2018), 242 – 250

Z. T. Umarbekova, K. R. Plekhova, K. Sh. Dyussebayeva, M. N. Nuraly, D. A. Khairullayev

Institute of Geological Sciences named after K. Satbayev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: zama7777@mail.ru

**THE HALIDES OF SILVER IN THE HYPERGENE ZONE
GOLD-SILVER DEPOSIT ARKHARLY (SOUTH ZHONGAR)**

Abstract. Halide minerals of silver in the oxidation zone of the Arkharly deposit, which are located in close intergrowths with native silver and gold, have been identified and studied. Native silver, gold and silver-containing sulphides are sources of silver for halogen minerals, as evidenced by their joint zonal aggregations. In the low flanges, among the halide minerals of silver are determined chlorargyrite, iodobromite, embolite, iodargyrite. The hypergenic nature of gold is indicated by the close paragenesis of silver, silver and silver halides. The favorable conditions in the paleozone of the oxidation of the Arkharly deposit with dry and hot climate led to the dissolution of gold and silver, their migration by acid solutions and their further settlement in the corresponding geochemical barriers, in which it was possible to plant hardly soluble chlorides, bromides and iodites.

Key words: gold, native silver, Arkharly, supergene, deposit.

З. Т. Умарбекова, К. Р. Плехова, К. Ш. Дюсембаева, М. Н. Нұралы, Д. А. Хайруллаев

Институт геологических наук им. К. Сатпаева, Университет Сатпаева, Алматы, Казахстан

**ГАЛОГЕНИДЫ СЕРЕБРА В ЗОНЕ ГИПЕРГЕНЕЗА
ЗОЛОТО-СЕРЕБРЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ АРХАРЛЫ
(ЮЖНАЯ ЖОНГАРИЯ)**

Аннотация. Выявлены и изучены галоидные минералы серебра в зоне окисления месторождения Архарлы, находящиеся в тесных сростаниях с самородным серебром и золотом. Самородное серебро, золото и серебросодержащие сульфиды являются источниками серебра для галоидных минералов, о чем свидетельствуют их совместные зональные сростки. Среди галоидных минералов серебра в тонких каймах определенных лораргирит, иодобромит, эмболит, иодирит. На гипергенный характер золота указывает тесный парагенезис золота, серебра и галогенидов серебра. Существовавшие благоприятные условия в палеозоне окисления месторождения Архарлы с сухим и жарким климатом привели к растворению золота и серебра, их миграции кислыми растворами и дальнейшим их осаждением в соответствующих геохимических барьерах, при которых возникла возможность высаживания трудно растворимых хлоридов, бромидов и иодитов.

Ключевые слова: золото, самородное серебро, Архарлы, гипергенный, месторождение.

Введение. Месторождение Архарлы входит в состав золото-серебряной формации, которая детально описана в работах И.С. Рожкова, Н.А. Шило [1], Ю.Г. Щербакова [2], Т.М. Жаутикова и др. [3]. Она разделена на две субформации: золото-серебряную адуляровую и золото-серебряную вторично кварцитовую или кварц-гидрослюдистую. По данным Н.В. Петровской это формация малоглубинных золотых и золото-серебряных месторождений, приуроченных к вулканоплутоническим поясам, слагающим верхний структурный ярус складчатых областей Казахстана. Впервые рассматриваемая формация выделена В. Линдгреном в 1934 г. под названием эпитеpmальной. Также для определения данной формации были использованы такие термины, как малоглубинная, вулканогенная, пропилитовая, кварц-карбонат-каолинитовая и др.

Казахстанские месторождения золото-серебряной адуляровой субформации приурочены к верхнепалеозойским кольцевым вулканотектоническим структурам. В их расположении ведущая роль принадлежит зонам глубинных разломов (Даулетбайский, Калмакэмельский и др.), в значительной степени скрытых под вулканическими сооружениями верхнего палеозоя. Зоны разломов представлены серией субпараллельно ориентированных разрывных нарушений, по которым внедрены дайки и субвулканические тела [4].

В возрастном ряду проявлений золото-серебряной формации наиболее молодыми являются месторождения Юго-Западной Джунгарии. По наложенности оруденения на пермско-триасовые отложения липарит-базальтовой формации (К.А. Азбель, М.Р. Борукаева) и по данным свинцово-изотопных исследований Н.Г. Сыромятникова, О.Г. Кошевого и др. (среднее значение модельного возраста свинцов из галенита по 8 пробам составило 240 ± 4 млн лет), однозначно определяется позднепермско-раннетриасовый возраст руд. Месторождение Архарлы является наиболее типичным представителем формации в этом регионе. На рудных участках этого месторождения отмечается отчетливое наложение оруденения на дайки лампрофирового ряда, интрузирующих пермско-триасовые вулканогенные породы.

В определении тектонических особенностей Архарлинского месторождения ведущая роль принадлежит трещинам отрыва, наложенным на элементы палеовулканической структуры и образованным в результате длительной сдвиговой деформации. Рудоносные кварцевые жилы выполняют кулисообразно эшелонированные трещины отрыва, развивавшиеся над потенциальными сдвигами фундамента вулканической постройки в определенной степени соподчиненные элементам кольцевых вулканотектонических структур.

Для месторождений золото-серебряной формации характерны следующие особенности: 1) Тесная структурно-парагенетическая связь малоглубинного золотого оруденения с магматизмоморогенных вулканоплутонических поясов Казахстана, с которыми оно составляет единую магматогенно-рудную систему; 2) Приуроченность месторождений к зонам долгоживущих глубинных разломов, пересекающих сложные системы палеовулканических сооружений, фрагментам концентрических и радиальных разломов кольцевых вулканотектонических структур, специфическим рудоносным взрывным сооружениям, часто совмещенным с центрами вулканических построек; 3) Широкое распространение полей эпидот-актинолит-хлоритовых пропицитов или низкотемпературных вторичных кварцитов, служащих одним из признаков оконтуривания площадей развития золото-адуляр-кварцевого оруденения; 4) Наличие собственно околожильных метасоматитов адуляр-кварцевого и гидрослюдисто-кварцевого состава, первичных ореолов рассеяния Au, Ag, Pb, Zn, Cu, Bi, Mo, As, обширных ореолов калия, а также отчетливо выраженной минералогеохимической зональности оруденения; 5) Значительная изменчивость Ag/Au отношения руд различных месторождений, при относительно низких значениях пробности золота. Отмечается некоторая зависимость понижения пробности золота в связи с увеличением сульфидности руд.

Характеристика гипогенного минералообразования. Золото-серебряное месторождение Архарлы расположено в пределах Сарыозекского ареала Южной Жонгарии, верхнепалеозойского вулканоплутонического магматизма и относится к типичным эпитермальным поствулканическим гидротермальным месторождениям. Здесь, на площади $8,0 \times 3,5$ км², выделены несколько промышленных участков (Центральный, Восточный I и II, Северо-Восточный, Кызыл-Шоки), соответствующие по параметрам самостоятельным месторождениям [5, 6].

Месторождение Архарлы характеризуется отчетливо выраженной фациальной зональностью рудоотложения. Она наиболее ярко проявлена в адуляр-кварцевых и галенит-сфалерит-кварцевых жилах месторождения [7]. Первые в наименее эродированной части сложены слабозолотоносными друзовыми и крустификационными агрегатами кварца и адуляра с примесью барита и убогой вкрапленностью пирита. С глубиной они сменяются малосульфидными адуляр-кварцевыми рудами колломорфно-полосчатой текстуры. Ниже по падению рудных тел количество серебряных минералов резко падает и преобладающими становятся сфалерит, электрум, халькопирит, пирит, а на выклинивании жил – пирит, халькопирит, электрум. Соответственно, в направлении от золото-аргентитовой зоны к золото-пирит-халькопиритовой тонкополосчатая колломорфная текстура жил сменяется неяснополосчатой и массивной; в жилах уменьшается содержание сульфидов, золота, хлорита, адуляра; окраска адуляра меняется с оранжевой на светло-розовую и желтоватую,

исчезают аметист и барит; возрастает величина серебро-золотого отношения (от 5 до 40); уменьшается размах колебаний пробы золота и величина его выделений; дисперсия и средняя пробность золота увеличивается.

Для месторождения Архарлы характерны резко изменчивые значения (10-50) Ag/Au отношения и относительно низкая (630–750) пробность золота. Понижение значений пробности золота А.М. Гребенчиковым связывается с повышением сульфидности руд месторождения.

Гипогенное золото в рудах месторождения выделялось позднее большинства сульфидов. А.М. Гребенчиков [8] установил золото 2-х генераций: золото-I в ассоциации с пиритом III, халькопиритом II, сфалеритом I и сульфидами серебра (адудярово-кварцевая ассоциация) и золото-II в ассоциации с галенитом II, сфалеритом II, пиритом IV, халькопиритом II, III и другими минералами галенит-сфалерит-кварцевой ассоциации.

Пробность золота-I составляет 596-635, а золота-II – от 735 до 772.

Низкопробное золото-I имеет зональную (не более 2–3 зон) внутреннюю структуру. Судя по характеру травления, проба золота во внешних зонах всегда ниже чем в центральной.

Относительно высокопробное золото-I имеет комковатую искаженную форму монокристаллов, дендритов, пластинчатых частиц с губчатой поверхностью. Оно часто образует мономинеральные выделения в кварце, и изредка, сростки с кварцем в виде шарообразных, со сложной субграфической структурой и тонкогубчатых форм. Морфология золотин свидетельствует о том, что их кристаллизация происходила в вязкой (гелеподобной) среде.

Галоидные минералы серебра и зависимость их от климатических условий. Известно, что галоидные минералы серебра являются наиболее характерными для областей с сухим климатом в настоящем или в прошлом. Например, месторождения Южной Америки, где галогениды серебра встречаются в значительных скоплениях (особенно в месторождениях Чили). Руды с кераргиритом обильны во многих сухих областях западной части США (Новая Мексика, Аризона, Юта, Невада и др.).

В СНГ месторождения с галогенидами серебра в зоне окисления имеются на Алтае, климат которого в прошлом был более сухим, чем в настоящее время. В степной части Казахстана галоидные минералы серебра установлены в месторождениях Майкаин, Джезказган, Джеламбет и Бесчочу. Климатические условия Центрального Казахстана характеризуются относительной сухостью. Кроме того, значительная часть территории Центрального Казахстана представляет собой бессточные области, в которых весьма широко распространены соляные озера. Отражением климатических условий является состав грунтовых вод казахстанских месторождений. Так хлор, служит особенно характерным компонентом вод месторождений, которые перекрыты новейшими отложениями, а воды, циркулирующие в последних, судя по литературным данным, иногда представляют собой настоящие соляные рассолы.

Таким образом, связь образования галоидных минералов серебра с климатом отражает повышенное содержание галоидных элементов в водах сухих областей. В месторождениях Европы галогениды серебра редки или отсутствуют вообще. Точно также они достоверно не обнаружены на Северном и Среднем Урале, на Кавказе и в Забайкалье.

Следует подчеркнуть, что по имеющимся данным из галогенидов серебра наиболее распространен кераргирит, реже встречаются эмболиты и бромаргирит и еще реже – иодаргирит. Из них последний в существенных количествах обнаружен лишь в месторождениях Чили и в сухих областях запада США, т.е. в районах с наибольшей концентрацией галоидных элементов в растворах. В месторождениях, где зона окисления формировалась в условиях более влажного климата, из галогенидов серебра обычно представлен только кераргирит. Причиной этого следует считать ничтожное содержание иода и брома в водах районов влажного климата. Количество хлора в водах тех же районов хотя и незначительно, но оно во много раз превышает содержание брома и иода и в ряде случаев может оказаться достаточным для осаждения заметных количеств серебра. Очевидно, что наличие бромистого и тем более иодистого серебра в зоне окисления служит наиболее надежным доказательством формирования ее в условиях сухого и притом жаркого климата. В условиях сухого, но холодного климата предпосылки для образования галогенидов серебра значительно менее благоприятны.

Источники галоидных элементов и серебра. По вопросу об источниках хлора и других галоидных элементов в природных водах высказывались разные мнения. Некоторые исследователи предполагают, что источниками хлора являются выветривающиеся горные породы, а другие ставят образование галоидных минералов серебра в связь с действием на рудные тела морской воды.

На основании собственных наблюдений и литературных данных авторы считают, что представление о роли морской воды для образования галоидных соединений серебра не имеет значительного подтверждения в известных месторождениях минералов этой группы. Высокая концентрация хлора в подземных водах месторождений Казахстана отражает климатические условия этой области. Источниками хлоридов и других солей, содержащихся в грунтовых водах, служат выветривающиеся горные породы.

Источниками серебра, фиксированного в галоидных минералах, в значительной части несомненно является самородное серебро. Это было отмечено рядом авторов (В.И. Вернадский и др.). П.П. Пилипенко (1915) указал, что образование кераргирита в алтайских месторождениях связано с изменением самородного серебра, электрума и серебросодержащих сульфидов сажистых руд. Возможность образования галоидных минералов серебра в связи с выветриванием сульфидных минералов отмечена также Я.В. Самойловым (1906), Браунсом (1904) и др.

Наблюдения для степной части Казахстана позволяют сделать вывод, что наряду с самородным серебром и серебросодержащими сульфидами, существенным источником серебра галоидных минералов в природных условиях местами является самородное золото. Примером месторождения, в котором прослежено образование галоидных минералов серебра в результате гипергенного изменения золота, является Майкаин. Образование галоидных минералов серебра при выветривании серебросодержащих сульфидов прослеживается в Джезказгане.

Как известно, в некоторых месторождениях типа колчеданных залежей галоидные соединения серебра в повышенных количествах наблюдаются в сероносных горизонтах в низах зоны окисления (Майкаин, Блява, Рио-Гинто). Установлено, что в Майкаине часть галогенидов в сероносном горизонте возникла в результате замещения аргентита, образовавшегося из нисходящих растворов. Возможно, что этот процесс имеет более широкое значение. Можно также допустить, что наряду с аргентитом в сероносных горизонтах образуется самородное серебро, которое также замещается галогенидами.

Линейная кора выветривания гидрослюдисто-каолинитового типа в пределах Архарлинского рудного поля. По всей вероятности она представляет собой остатки нижних зон нормального профиля допозднемеловой коры выветривания (зона дезинтеграции). В связи с изменениями гидрогеологической и климатической обстановок в различные периоды платформенного этапа развития региона, вертикальные уровни зон выщелачивания неоднократно сменялись зонами отложения, что обусловило вторичное золотое обогащение рудных тел на нескольких уровнях.

Вертикальный размах зоны, обогащенной гипергенными золотом и серебром, достигает глубины 100–110 м от современной поверхности. Содержание серебра от 200–450 до 3632,9 г/т.

Новообразованное гипергенное золото на месторождении ассоциирует с гематитом, лимонитом, ярозитом, малахитом, азуритом и др. минералами зоны окисления. Следует подчеркнуть, что гипергенное золото имеет самые различные морфологические типы: 1) довольно часто встречаются лапчатые дендриты веточковидной формы, с расходящимися под прямым углом осями; 2) дендриты звездчатой формы, состоящие из отдельных зональных таблиц, свидетельствующие о стадийности гипергенного минералообразования и различной степени обогащенности золотом отдельных порций растворов; 3) пылевидные золотины в ассоциации с лимонитом и ярозитом в кварцевой матрице; 4) округлые зональные образования наподобие колец Лизеганга, вероятно, образовавшиеся в результате периодического осаждения их из гелевых растворов при участии электрохимических процессов. Кроме того, тонкодисперсное золото адсорбируется гипергенными минералами железа и марганца. Особенно примечательно то, что ярозит в таких случаях по мере обогащения золотом меняет свой цвет от охристо-желтого до золотисто-желтого [9].

В результате детальных микроскопических и микрозондовых исследований руд зоны окисления месторождения Архарлы впервые установлены различные галогениды серебра и сростки электрума с самородным серебром, имеющие принципиальное значение при восстановлении процессов гипергенного минералообразования (таблица).

Состав минералов по данным микрорентгеноспектрального анализа (масс.%)

№ п/п	№ рисунка	№ анализа	Элементы, вес. %											Формулы минералов		Названия минералов	
			Au	Ag	Cl	J	Br	Cu	Fe	O	S	Zn	Mg	Эмпирические	Идеализированные		
1	1	1		99,35		-	-	-	-	-	-	-	-	0,65			Серебро самородное
2	//	2	-	72,06	20,62	3,40	3,25		-	-	-	-	-	-	$Ag_{2.02}(Cl_{1.77}Br_{0.12}J_{0.08})_{1.97}$	$Ag(Cl_{0.9}Br_{0.06}J_{0.04})_{1.0}$	Хлораргирит
3	//	3	-	65,69	0,65	24,22	9,13		-	-	0,31		-	-	$Ag_{2.61}(J_{0.82}Br_{0.49}Cl_{0.08})_{1.39}$	$Ag_{1.88}(Cl_{0.06}Br_{0.35}J_{0.59})_{1.0}$	Иодобромит
4	//	4	96,62	2,44	0,63	-	0,30		-	-	-	-	-	-			Золото высокопробное с примесью хлоробромистого серебра
5	2	1	-	77,24	12,04	-	10,72		-	-	-	-	-	-	$Ag_{1.80}(Cl_{0.86}Br_{0.34})_{1.2}$	$Ag_{1.50}(Cl_{0.71}Br_{0.29})_{1.0}$ или $Ag_3(Cl_{1.42}Br_{0.58})_2$	Бромсодержащий хлораргирит
6	//	2	-	96,56	1,04	-	2,40		-	-	-	-	-	-			Самородное серебро с примесью бромида и хлорида серебра
7	//	3	-	52,45	-	46,68	0,28		0,58	-	-	-	-	-	$Ag_{1.71}(J_{1.28}Br_{0.01})_{1.29}$	$Ag_{1.32}J_{1.0}$	Иодирит
8	3	1	-	99,17	-	-	-		-	-	-	-	-	0,83			Серебро самородное
9	//	2	-	51,73	-	47,43	-		0,41	-	-	-	-	-	$Ag_{1.12}J_{0.88}$	$Ag_{1.28}J_{1.0}$	Иодирит
10	5	1	85,27	14,73	-	-	-		-	-	-	-	-	-			Золото умеренно-высокопробное
11	//	2	-	99,23	-	-	-		-	-	-	-	-	0,77			Серебро самородное
12	//	3	-	47,80	-	52,20	-		-	-	-	-	-	-	$Ag_{1.04}J_{0.96}$	$Ag_{1.03}J_{1.0}$	Иодирит
13	6	1	64,48	35,52	-	-	-		-	-	-	-	-	-			Электрум
14	//	2	-	82,82	-	-	-		5,44	10,04	0,51	-	-	-			Серебро с примесью оксидов железа
15	//	3	96,82	3,18	-	-	-		-	-	-	-	-	-			Золото высокопробное
16	4	1		65,61	-	-	-	18,39	-	-	-	16,0			$Ag_{1.5}Cu_{0.62}S_{1.07}$	$(Ag_{1.35}Cu_{0.65})_2S$	Маккистриит
17	//	2	-	48,79	-	1,85	-	18,80	10,05	5,84	13,75	-	-	-	$Ag_{1.15}Cu_{0.75}S_{1.1}$	$(Ag_{1.2}Cu_{0.80})_2S$	Маккистриит с оксидами Fe
18	//	3		56,33	-	41,52	-	0,64	1,52	-	-	-	-	-	$Ag_{1.23}J_{0.77}$	$Ag_{1.60}J_{1.0}$	Иодирит
19	18	93,09	5,88	-	-	-	-		1,03	-	-	-	-	-			Золото высокопробное
20	19	-	90,23		-	-	-		3,45	6,32		-	-	-			Серебро с гидроксидами Fe
21	20	63,70	36,30		-	-	-		-	-	-	-	-	-			Электрум
22	21	46,94	53,06		-	-	-		-	-	-	-	-	-			Электрум
23	22	92,20	7,80		-	-	-		-	-	-	-	-	-			Золото высокопробное
24	23				-	-	-		0,42	-	33,30	66,28	-	-	$Zn_{1.48}Fe_{0.01}S_{1.51}$	$(Zn_{0.99}Fe_{0.01})_1S$	Сфалерит
25	24				-	-	76,10	0,52	-	23,29	-	-	-	-	$Cu_{1.86}Fe_{0.01}S_{1.13}$	$(Cu_{1.65}Fe_{0.01})_{1.66}S$	Джирит

Аналитики: Плехова К.Р., Левин В.Л.; Котельников П.Е.

На рисунках 1–7 показаны самородные золото и серебро и галогениды серебра, находящиеся в тесных сростаниях. Большая часть найденных зерен имеет зональное строение и состоит в основной своей массе из различных галогенидов серебра и самородного серебра с примесью галоидов йода, брома и хлора. Химический состав ниже описанных минералов определен на микрозонде JCXA-733. Снимки выполнены в режиме обратно-рассеянных электронов.

Хлораргирит – обнаружен в зональном сростке, в центре которого находится самородное серебро с мельчайшими включениями самородного золота, вокруг которого развивается каемка хлораргирита с оторочкой иодобромита (рисунок 1).

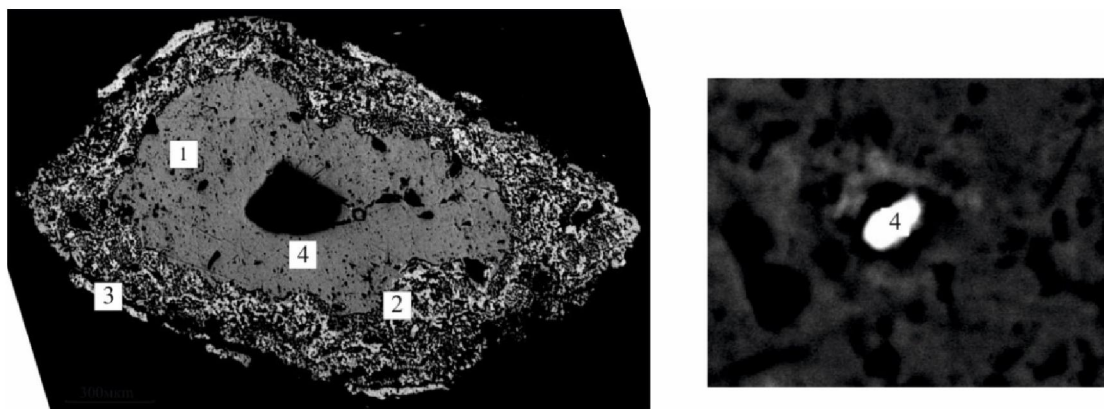


Рисунок 1 – Зональный сросток, состоящий в центре из самородного серебра с включением золота (1 и 4), каемки хлораргирита (2) с оторочкой иодобромита (3). Справа увеличенный фрагмент рисунка 1 с включением золота в самородном серебре. Ув. 4500. Аналитики Левин В.Л., Котельников П.Е.

Иодобромит – в зональном сростке развивается в виде тонкой оторочки вокруг каемки хлораргирита (рисунок 1).

Эмболит – в зональном сростке слагает основу, вокруг которого развивается тонкая каемка иодидрита. В эмболите найдено тонкозернистое пористое самородное серебро (рисунок 2).

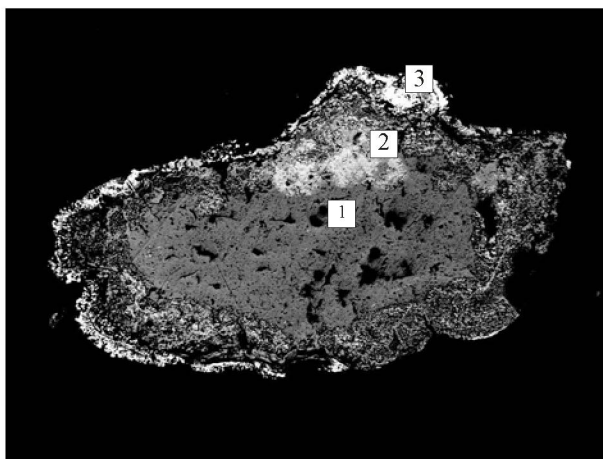


Рисунок 2 – Зональный сросток, в центральной части которого эмболит (1) с развивающейся вокруг тонкой каемкой иодидрита (3). 2 – пористое включение самородного серебра. Ув. 220. Аналитики Левин В.Л., Котельников П.Е.

Иодидрит – развивается в виде тонких каемок в зональных сростках, вокруг эмболита, пористого самородного серебра, маккинстриита (рисунки 2–4).

Маккинстриит – сульфид серебра и меди обнаружен также в зональном сростке, в котором центральная часть представлена однородным образованием, вокруг которого растресканный маккинстриит с примесью йода, обрамленный оторочкой иодидрита (рисунок 4).

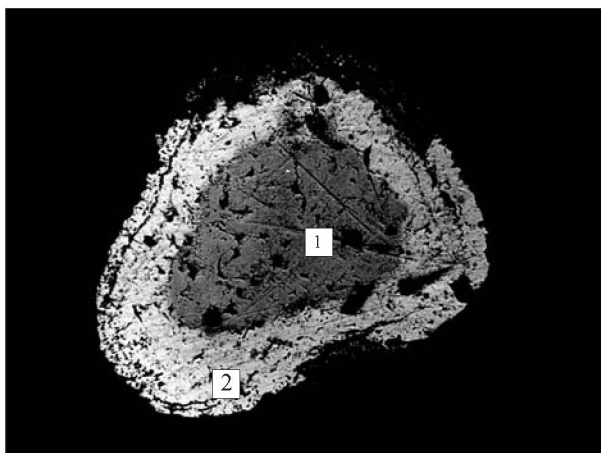


Рисунок 3 – Пористое самородное серебро (1) с каймой агрегированного пористого иодирита (2).
Ув. 550.

Аналитики Левин В.Л., Котельников П.Е.

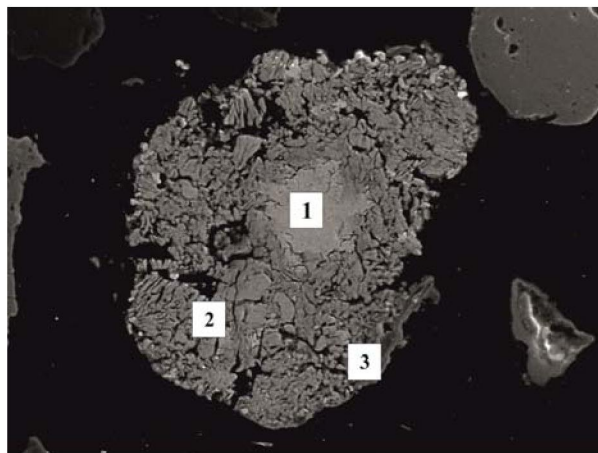


Рисунок 4 – Зональный сросток, в центральной части маккинстриит (1), вокруг - широкая каемка маккинстриита с примесью йода (2) с тонкой оторочкой иодирита (3). Ув. 560.

Аналитики Левин В.Л., Котельников П.Е.

Золото и серебро самородное. Серебро самородное встречается в зональных сростках с галогенидами серебра и обычно последние образуют тонкие каемки вокруг серебра (рисунок 1). Пористые включения серебра обнаружены в эмболите (рисунок 2). Найдено также пористое серебро, обрамленное пористой оторочкой иодирита (рисунок 3). Кроме того, можно наблюдать самородное серебро двух генераций: светло-желтый AgI и обрастающий его тонокозернистый пористый AgII (рисунок 5). Также самородное серебро отмечается в сростках с электрумом (рисунок 6). Самородное золото находится в подчиненном количестве, мелкие его включения найдены в самородном серебре (рисунок 1, 5, 6). Золото высокой пробы. Кроме того, с самородным серебром в сростках обнаружен электрум (рисунок 6).

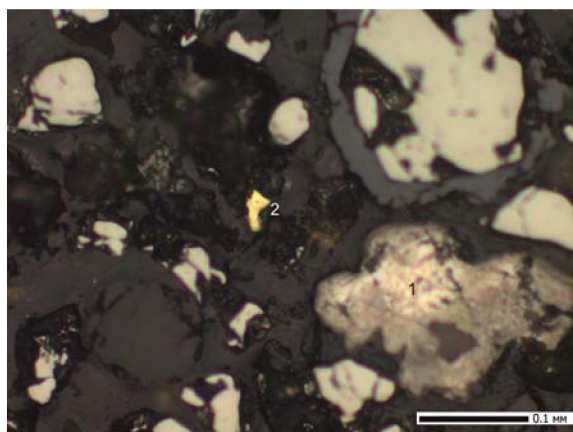


Рисунок 5 – Светло-желтый AgI (1), обрастающий пористым AgII. 2 – желтое – высокопробное золото.
Ув. 200. Аналитики Левин В.Л., Котельников П.Е.

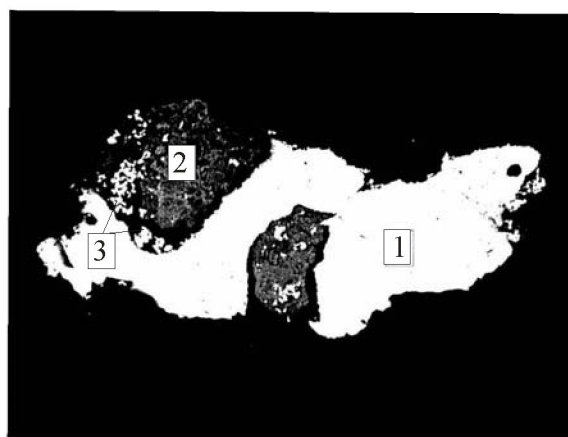


Рисунок 6 – Сросток электрума (1) и самородного серебра (2) с тонкими включениями высокопробного золота (3).
Ув. 500. Аналитики Левин В.Л., Котельников П.Е.

В результате детальных микроскопических исследований руд зоны окисления месторождения Архарлы установлены различные галоидные минералы серебра в ассоциации с самородным серебром и золотом, имеющие принципиальное значение при восстановлении процессов гипергенного минералообразования. Галогениды серебра присутствуют в виде зональных сростков, в которых они представлены тонкими различными по составу каемками с йодом, бромом и хлором, сменяя друг друга или располагаясь вокруг самородного серебра, нередко с мелкими включениями золота. Тесный парагенезис золота, серебра и галогенидов серебра указывает на гипергенный характер золота.

В зоне окисления также присутствуют гипергенные сульфиды меди (ковеллин, халькозин, борнит), гематит и гидроксиды железа (гетит, гидрогетит). Ковеллин в основном образует каемки, микропрожилки и тончайшие выделения в халькопирите, частично или полностью замещая последний. Халькозин встречается реже ковеллина, но обычно тесно с ним ассоциирует. Иногда он замещает сфалерит и борнит, образуя каймы и проникая в последние по ослабленным зонам.

На основании выше изложенного вытекает, что в палеозоне окисления месторождения Архарлы существовали благоприятные условия для растворения золота и серебра, а затем миграции их кислыми растворами в нижние горизонты коры выветривания с дальнейшим осаждением на соответствующих геохимических барьерах. Главным условием возникновения золото- и серебро-растворяющих реагентов является наличие в составе руд пирита, главного источника H_2SO_4 и $Fe_2(SO_4)_3$, и хлора, в просачивающихся вместе с поверхностными водами. Как указывает С.С. Смирнов [10], хлоридная миграция золота наиболее достоверная и повышение условий такого переноса скорее связано наличием в рудном материале MnO_2 и повышенной кислотностью транспортирующих растворов. В этих же условиях серебро высаживается из серебряного сульфата в виде трудно растворимых хлоридов, бромидов и иодитов. Однако нельзя исключить возможность миграции золота и серебра в коллоидных растворах.

Детальное изучение особенностей формирования гипергенного золота и серебра в зоне окисления имеет не только теоретическое, но и прикладное значение. Оно необходимо для расшифровки поведения золота и серебра в несущих растворах и определения физико-химических параметров последних. Оно также будет полезно при решении практических задач для разработки новых технологий извлечения золота и серебра.

Выводы:

1. Присутствие галоидных минералов серебра, в особенности бромидов и иодидов серебра в зоне окисления месторождения Архарлы служит наиболее надежным доказательством формирования ее в условиях сухого и жаркого климата.

2. Образование самородного золота в зоне гипергенеза связывается с обогащенными золотом сульфатно-хлоридными водами, которые по мере фильтрации в более глубокие горизонты зоны окисления становятся менее окислительными и под воздействием различных восстановителей разрушаются с образованием самородного золота.

3. На основании полученных данных по галогенидам серебра зоны окисления месторождения Архарлы и опираясь на результаты других исследователей при изучении зон окисления золото-сульфидных месторождений можно однозначно констатировать, что источником серебра в галоидных минералах является самородное серебро и золото, а также серебросодержащие сульфиды.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Шилов А.Н., Сахарова М.С., Батракова Ю.А. и др. Особенности соосаждения золота и серебра при повышенных температурах (100–200 °С) // ДАН СССР. – 1980. – Т. 255, № 1. – С. 195-197.

[2] Щербаков Ю.Г., Рослякова Н.В., Радостева Н.Е. Фракционирование как основа генетической модели золоторудных формаций // Генетические модели эндогенных рудных формаций: Тез. докл. Всесоюз. совещ., 20–22 мая 1981 г., Новосибирск. – Т. II. – Новосибирск, 1981. – С. 146-148.

[3] Жаутиков Т.М., Алексеев В.А., Бекмагамбетов Д., Бейсембаева Ж.Б., Жаутикова Г.Т., Рассадкин В.В., Умарбекова З.Т. Золото-серебряное оруденение Казахстана // Геология Казахстана. – Алматы, 2008. – С. 212-221.

[4] Бекмагамбетов Д.Б., Асанов М.А., Бейсембаева Ж.Б., Жаутикова Г.Т., Умарбекова З.Т. Гидротермальные извержения на близповерхностных золото-серебряных месторождениях Казахстана // Геология в XXI веке. – Алматы, 2011. – С. 241-242.

[5] Жаутиков Т.М. и др. Особенности гипергенеза на золото-серебряных месторождениях Южной Джунгарии (Казахстан) // Золото Сибири: геология, геохимия, технология, экономика Труды Второго Международного Симпозиума. – Красноярск, 2001. – С. 205-206.

[6] Жаутиков Т.М. и др. Золото-серебряное оруденение Казахстана // Геология Казахстана. – Алматы, 2008. – С. 212-221.

[7] Нарсеев В.А. Промышленная геология золота. – М.: Научный мир, 1996. – 243 с.

- [8] Гребенчиков А.М. Минералого-геохимические особенности близповерхностных золоторудных месторождений позднепалеозойского вулканического пояса Казахстана: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – М., 1976. – 24 с.
- [9] Жаутиков Т.М., Котельников П.Е., Левин В.Л., Плехова К.Р., Солдатенко А.А. Золото и серебро зоны гипергенеза золоторудных и золотосодержащих месторождений Казахстана // Известия Серия геологии и технических наук. – 2011. – № 3. – С. 15-33.
- [10] Смирнов С.С. Зона окисления сульфидных месторождений. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 331 с.

З. Т. Умарбекова, К. Р. Плехова, К. Ш. Дюсембаева, М. Н. Нұралы, Д. А. Хайруллаев

Қ. И. Сәтбаев ағындағы геологиялық ғылымдар институты, Алматы, Қазақстан

**АРХАРЛЫ КЕНОРЫНЫ (ОҢТҮСТІК-ЖОҢҒАР)
АЛТЫН-КҮМІС АЛҚАБЫНЫҢ ГИПЕРГЕНЕЗ АЙМАҒЫНДАҒЫ ГАЛОГЕНДЕРІ**

Аннотация. Архарлы кен орнының тотығу аймағындағы алтын күмістің галогены анықталды және зерттелді, олар күміс және алтынмен тығыз байланыста. Түпнұсқалық күміс, алтын және күміс сульфидтері галогендік минералдарға арналған күміс қайнар көздер болып табылады, бұл олардың бірлескен аймақтық агрегацияларымен дәлелденеді. Күміс галогендік минералдары арасында хлораргирит, йодобромит, эмболит, иодирит анықталды. Алтынның гипергендік құбылысына алтын, күміс және күміс галогендерінің жақын парагенезімен белгіленеді. Архарлы кен орнының құрғақ және ыстық климатпен тотығуының палеозонында қолайлы жағдайында алтын мен күмісті ыдыратуға, қышқыл ерітінділермен олардың қоныс аударуына және олардың тиісті хлоридтерді, бромидтер мен йодтарды ерітетін геохимиялық тосқауылдарда одан әрі жауын-шашынның болуына әкелгендігі әбден мүмкін.

Түйін сөздер: алтын, күміс, Архарлы, гипногенді, кенорын.