

УДК 553.411 412.44

В. О. ПАРОНИКЯН

## О СЕРЕБРОНОСНОСТИ И ЗОЛОТОНОСНОСТИ СВИНЦОВО-ЦИНКОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Серебро, частично также и золото, являются характерными примесями месторождений свинца и цинка. Степень концентрации этих компонентов в рудах зависит как от региональных металлогенических, так и локальных геологических и физико-химических факторов. В этой статье делается попытка определения количественных характеристик однородных, с точки зрения свинцово-цинковой минерализации, рудных провинций по относительным концентрациям благородных металлов. Наряду с этим, устанавливаются некоторые корреляционные соотношения между типами тектоно-магматических структур первого порядка и степенью сереброносности и золотоносности свинцово-цинковой минерализации в них. Подобный подход позволяет выявить ряд индикаторных характеристик, которые могут быть использованы как в металлогеническом анализе, так и при поисках рассматриваемых металлов. Основой в трактовке нашего материала служат крупные металлогенические провинции, зоны или же пояса земной коры, заимствованные из известных номенклатур [1, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 30].

В капиталистических странах примерно 45% добываемого серебра падает на свинцово-цинковые и полиметаллические месторождения, 18%—на медные и лишь 20%—на собственно серебряные месторождения. В различных провинциях соотношение перечисленных типов руд в добыче серебра претерпевает значительное изменение. В Мексике, например, доля свинцово-цинковых руд составляет ~70%, а собственно серебряных—25%; в Канаде ~80% серебра извлекается из свинцово-цинковых руд и т. д. Приведенные данные показывают важное практическое значение свинцово-цинковых руд в отношении сереброносности, чего нельзя сказать относительно золота.

Абсолютные содержания или же запасы благородных металлов в рудных формациях свинца и цинка не могут являться характерными показателями для рудных провинций, поскольку эти параметры зависят с одной стороны от концентрации главных металлов в недрах и, с другой—от технического уровня разведки и эксплуатации месторождений. Влияние этих факторов устраняется путем вычисления относительных (удельных) концентраций серебра и золота в рудах, под которым подразумевается количество благородного металла в граммах на тонну, приходящегося на 1% ведущего рудного компонента—свинца и меди. Указанные стандарты условно обозначены  $\gamma_{Ag-Pb}$ ,  $\gamma_{Ag-Cu}$  и  $\gamma_{Au-Cu}$ , где в индексе—элемент, по которому вычислены относительные концентрации данного благородного металла.

Как видно, в качестве главных компонентов, определяющих относительные концентрации серебра и золота, приняты свинец и медь. Следует отметить, что это допущение с геохимической точки зрения не всегда оправдывается. В случае серебра можно с большой вероятностью утверждать, что его концентраторами в различных рудных формациях свинца и цинка являются, главным образом, минералы свинца и меди, роль которых в зависимости от типов и составов руд может значительно меняться. Относительные концентрации золота, вычисленные по меди, не имеют геохимической или кристаллохимической основы из-за резкого различия их физико-химических свойств. Золото, в отличие от меди и других компонентов руд, обладает наивысшим потенциалом окисления и поэтому в рудных формациях выступает, главным образом, в форме самородных частиц, меньше—теллуридов, которые обычно без каких-либо предпочтений рассеиваются в сульфидных минералах. Корреляции относительных содержаний золота по меди основаны на другом не менее важном факторе, а именно—на тесных парагенетических сочетаниях этих элементов, в результате чего, как это будет показано ниже, обогащенные медью полиметаллические руды, при прочих равных условиях, показывают также повышенные относительные концентрации золота.

Сульфид свинца—галенит, как известно, является одним из главных концентраторов серебра в полиметаллических рудах. Кроме того, важными концентраторами являются также сульфоантимониты, сульфоарсенииты и сульфобисмутиты свинца и меди (в первую очередь блеклая руда), а также собственно серебряные минералы. В каждом конкретном месторождении или рудной провинции роль указанных групп минералов в контроле содержаний серебра различна. Однако, в литературе часто отсутствует баланс распределения серебра по отдельным минеральным видам месторождений, что серьезно ограничивает использование относительных концентраций для более глубокого геохимического анализа. Независимо от указанных факторов суммарный результат относительных концентраций серебра по свинцу является достаточно определенной и надежной характеристикой для месторождений и рудных провинций.

Формы нахождения серебра в галените сложные и зависят от множества геологических и физико-химических факторов. В настоящее время этот вопрос достаточно хорошо изучен как на природных образцах [4, 18, 21, 31, 36], так и экспериментальными работами [33, 34, 35]. На примере некоторых рудных провинций СССР было установлено, что содержание серебра в галените возрастает от низкотемпературных к более высокотемпературным образованиям [18]. Эти тенденции хорошо коррелируются с теоретическими соображениями и результатами экспериментальных исследований [33], которыми подтверждена высокая степень положительной связи между содержаниями серебра в галените и температурой его образования. Эмпирические данные природных образцов позволяют наметить следующие верхние границы относительных концентраций серебра: высокотемпературный галенит в рудах может контролировать до 20—25 г/т Ag на 1% Pb; в среднетемпературных ру-

дах эта граница падает до уровня 10—15 г/т Ag на 1% Pb, а с низкотемпературным галенитом может быть кристаллохимически связано до нескольких г/т Ag на 1% Pb. Следовательно, при наличии более высоких относительных концентраций серебра, чем вышеуказанные границы, в рудных месторождениях или провинциях следует предположить большую роль более сильных концентраторов серебра, как-то: блеклая руда, собственно серебряные минералы, а также мало распространенные сульфоантимониты, сульфовисмутиты, сульфозарсениты меди и свинца.

Средние значения относительных (удельных) концентраций серебра по свинцу для различных металогеогенических провинций и эпох приведены в табл. 1. Стандартные концентрации как по содержанию серебра в руде, так и по добыче вычислены на основании литературных источников [6, 14, 17, 22, 29]. В первом случае относительные концентрации генеральной совокупности (металогеогенических провинций и зон) вычислены путем среднего взвешивания таковых отдельных месторождений. В результатах указанных двух вариантов наблюдается некоторая дискоординация, обусловленная самыми различными причинами. Важным, однако, является то обстоятельство, что приближенные данные обоих случаев подтверждают одни и те же закономерности в распределении серебра.

Мировой стандарт удельной концентрации серебра составляет 15—18 г/т Ag на 1% Pb, т. е. как в рудах, так и в добываемых продуктах на 1% свинца приходится в среднем 15—18 г/т серебра. Регионы, в которых уровень относительных концентраций серебра превосходит этот стандарт более чем в два раза, естественно считать, как положительно специализированные (серебряные) провинции, в отличие от неспециализированных или же отрицательно специализированных провинций. Подобное разграничение имеет важное практическое значение, поскольку собственно серебряные или же золото-серебряные формации проявляются лишь в регионах, свинцово-цинковые руды которых показывают региональную положительную серебряную специализацию. Таким образом, рассматриваемый нами параметр обладает индикаторным свойством, т. е. последние формации в рудных провинциях, как правило, проявляют родственные связи с формациями свинцово-цинковых руд.

В месторождениях докембрийских щитов наблюдается широкий диапазон вариации относительных концентраций серебра. Если исключить эвгеосинклинального типа рудные провинции Канадского щита и Фенноскандинавского массива, то в остальных случаях (Австралийская, Африканская, Индостанская платформы), независимо от возраста и других особенностей месторождений, мы имеем сравнительно низкие относительные концентрации серебра—5—16 г/т Ag на 1% Pb. Еще более низким значением этого стандарта характеризуются стратифицированные телетермальные свинцово-цинковые месторождения ( $\gamma_{Ag-Pb} = 0,7$  г/т) платформенных чехлов, приуроченные предпочтительно к карбонатным породам (Три-Стейтс, Восточный Теннесси, ЮВ Миссури в США и др.).

Большой разброс удельных содержаний серебра наблюдается так-

же в свинцово-цинковых месторождениях Средиземноморской зоны. В целом, однако, эта зона относится к числу неспециализированных ( $\gamma_{Ag-Pb} = 7-10 \text{ г/т}$ ), что указывает на ограниченные возможности нахождения здесь сколько-нибудь заметных концентраций собственных серебряных руд.

Высокие относительные концентрации серебра показывают киммерийские и особенно альпийские свинцово-цинковые месторождения восточных обрамлений Тихоокеанского кольца—многоосинклинальных зон Северо-Американских Кордильер и Южно-Американских Анд ( $\gamma_{Ag-Pb} = 30-46 \text{ г/т}$ ). По величине этого стандарта Кордильеры и Анды в целом можно рассматривать как серебряные провинции. В Кордильерах относительные концентрации серебра возрастают с севера к югу (Канада—9,5; США—25—30; Мексика—39,5  $\text{г/т}$ ), достигая максимума в Мексике. В этом же направлении возрастает и частота появления собственно серебряных месторождений, чем и подтверждается индикаторное свойство рассматриваемого нами параметра. Еще более высокие относительные концентрации серебра показывают свинцово-цинковые месторождения Южно-Американских Анд (особенно Перу и Боливии). Среднее значение  $\gamma_{Ag-Pb}$  здесь составляет 46—64  $\text{г/т}$ , что гораздо больше такового Мексики—страны, являющейся типичной серебряной провинцией. Здесь наряду с серебряно-полиметаллическими (Серро-де-Паско, Морокочу, Касапалка, Сан-Кристобаль, Пулакайо и др) известны также крупные месторождения серебряно-оловянных руд (Потоси). Оба этих родственных формационных типа относятся к субвулканическому циклу [29]) и генетически связаны с жерловыми фациями риолитов или дацитов.

По относительным концентрациям серебра в многоосинклинальных (внешних) зонах восточного обрамления Тихоокеанского кольца намечаются месторождения свинцово-цинковые, серебряно-свинцово-цинковые и собственно серебряные. Интенсивность последних типов в целом возрастает с севера ортогеосинклинали к югу. Свинцово-цинковые месторождения относятся к мезотермальной области рудообразования и плутоническому циклу (месторождения Канады и США). Более интенсивно обогащенные серебром месторождения свинца и цинка, а также собственно серебряные (альпийские) эпитермальные месторождения исключительно связаны с субвулканическими телами и жерловыми фациями пород. Во всех случаях оруденение контролируется магматизмом андезитовой линии, представленной в различных сочетаниях пород как субщелочных и щелочных (латит-монцитонитовая формация), так и нормально известково-щелочных серий.

Важные особенности сереброносности руд свинца и цинка можно проследить на примере рудных провинций СССР (табл. 1). Как видно из приведенных данных, низким значением  $\gamma_{Ag-Pb}$  характеризуются месторождения Большого и Малого Кавказа (2—10  $\text{г/т Ag}$  на 1% Pb), входящие в состав мало сереброносной Средиземноморской складчатой зоны. В позднегерцинских месторождениях Средней Азии и киммерийских—Восточного Забайкалья удельные содержания серебра сходны

Относительные концентрации серебра в месторождениях свинца и цинка различных рудных провинций

Складчатые пояса, зоны и рудные провинции	Металлогенические эпохи	Страны	Средние относительные концентрации $Ag$ в $g/t$ на $1\%$ $Pb$		Примечание <sup>2</sup>
			$Ag-Pb$ по содержанию серебра в рудах	$Ag-Pb$ по добыче серебра и свинца на период 1964—68 гг. <sup>1</sup>	
Австралийская платформа	Главным образом докембрийская	Австралия	13,9	16,4	
Африканская платформа	Докембрийская	Замбия, Танзания, ЮЗ Африка	22,4	5,0	
Индостанская платформа	Докембрийская	Индия		9,8	
Южно-Американская (Бразильская) платформа	Докембрийская	Бразилия		5,3	
Фенноскандинавский массив	Докембрийская	Швеция, Финляндия		19,6	Швеция—18,1*· Финляндия—42,8**
Аппалачский складчатый пояс	Палеозойская	Канада	28,4		Канада—9,0*; США—25—30*·
Кордильерский складчатый пояс	Киммерийская и альпийская	Канада, США, Мексика	29,0		Мексика—39,5*; 53—57**
Андиийский складчатый пояс	Альпийская	Перу, Боливия, Аргентина	46,3	63,6	Перу—55,8*; 69,6**· Боливия—44,3*· 73,2**· Аргентина—21,0*· 22,7**
Средиземноморская зона	Герцинская, киммерийская, альпийская	Алжир, Тунис, Марокко, Италия, Югославия, Греция, Турция, СССР (Большой и Малый Кавказ)	10,0	6,6	Алжир—14,3**· Марокко—2,8**· Италия—8,5*· 10,3**· Югославия—8,9*· 5,1**· Большой и Малый Кавказ—2—10*
Средняя Азия	Герцинская	СССР (Таджикская и Киргизская ССР)	19,3		
Рудный Алтай	Герцинская	СССР	43,2		
Саяны	Каледонская?—герцинская	СССР	53,2		
Восточное Забайкалье	Киммерийская	СССР	21,6		
Дальневосточное Приморье	Альпийская	СССР	33,0		

<sup>1</sup> По возможности учитывается доля свинцово-цинковых руд в добыче серебра. \*— по содержанию в руде, \*\*— по добыче.

между собой (19,3—21,6 г/т) и близки к стандарту. В обоих случаях речь идет о типичных многоэпиклинальных рудных провинциях, в которых полиметаллическое оруденение контролируется гранитным постскладчатый магматизмом с повышенной калиевой щелочностью и значительной ролью компонентов щелочных и субщелочных пород.

Повышенную сереброносность ( $\gamma_{Ag-Pb} = 33$  г/т), как и следовало ожидать, показывают свинцово-цинковые месторождения Дальневосточного Приморья. Оруденение в этой провинции контролируется третьей фазой приморских гранитов [28], в которых преобладают гибридные породы среднего состава. В отличие от провинций гранитного магматизма (Средняя Азия, Восточное Забайкалье), здесь в ассоциирующих с минерализацией малых порфировых интрузиях и дайках субщелочные и щелочные составляющие играют подчиненную роль. В целом, по интенсивности сереброносности и множеству других признаков Дальневосточное Приморье повторяет характерные особенности серебряных провинций Тихоокеанского кольца (особенно Южно-Американских Анд).

Наиболее высокие относительные концентрации серебра устанавливаются в палеозойских колчеданно-полиметаллических месторождениях Рудного Алтая и Салаира ( $\gamma_{Ag-Pb} = 43—53,2$  г/т), которые по величине этого стандарта стоят на уровне серебряных провинций. Во многих месторождениях отмеченных провинций относительные концентрации серебра (и золота) выражены настолько интенсивно, что их по праву можно рассматривать как золото-серебряно-полиметаллические. В обоих случаях мы имеем типичные эвгеосинклинальные провинции с формациями пород спилито-кератофировой группы, среди которых преобладают породы среднего и умеренно-кислого составов и рассматриваются как производные глубинного очага, средний состав которого приближается к андезиту [8]. В отличие от рудных провинций Тихоокеанской зоны, где оруденение контролируется андезитовым магматизмом с некоторым обогащением компонентов гранитных пород, которому соответствует обогащение руд свинцом, оловом, молибденом и висмутом, в Рудном Алтае и Салаире андезитовый магматизм представлен лишь известково-щелочными ассоциациями с повышенной натривой щелочностью, при почти полном отсутствии субщелочных и щелочных пород. В соответствии с этим — колчеданно-полиметаллическая формация руд этих провинций обогащена компонентами базальтоидной магмы — медью, цинком, золотом и теллурием при одинаковой степени сереброносности.

Таким образом, по степени сереброносности достаточно четко отличаются друг от друга контрастные рудные провинции. Близкие к стандарту или же ниже него относительные концентрации серебра отмечаются в провинциях с магматизмом сапического профиля (Средняя Азия, Восточное Забайкалье). Высокой сереброносностью характеризуются свинцово-цинковые месторождения многоэпиклинальных (Тихоокеанское кольцо) и эвгеосинклинальных зон (Рудный Алтай, Салаир), в которых оруденение контролируется андезитовым магматизмом.

В наиболее фемических эвгеосинклинальных зонах или провинциях

Относительные средневзвешенные концентрации серебра в рудах колчеданной формации

Складчатые системы, зоны и рудные провинции	Металлогенические эпохи	Страны	Типы руд	Месторождения	Относительные средние концентрации благородных металлов в г/т на 1% Cu <sup>1</sup>	
					Ag—Cu	Au—Cu
Канадский щит	Докембрийская	Канада (провинции Манитоба, Квемонт, Онтарио)	Медноколчеданный, близкий скарновому Медноколчеданный Медно-цинковый	Флин-Флон, Шеррит-Гордон	9—10	0,6—0,8
				Норанда Майнс, Шибогома	20,0	2,7
				Квемонт, Абана, Уайт, Амюлет, Амюлет Дефо, Макдональд Майнс, Манитуведж, Вермильон и др.	35,0	до 2,3
				Итого	21,0	0,75
Фенноскандинавский массив	Докембрийская	Швеция Финляндия	Сульфидно-скарновый и медно-цинковый	Болиден, Стекеньок	25—32 (85)	2,2—8 (2,3)
				Оутокумпу	3,4—4,2 (6,4)	2,6 0(,18)
Итого				Итого	20,8 (32)	2,6 (0,9)
Тихоокеанская зона	Киммерийская и альпийская	Япония Филиппины			(28,0) 4,7	(1,1) 1,8
Средиземноморская зона	Герцинская, киммерийская, альпийская	Турция СССР (Северный Кавказ) СССР (Малый Кавказ) СССР (Малый Кавказ)	Медно-цинковый Медноколчеданный Колчеданно-полиметаллический	Эргенимаден	2,2	0,14
				Урупское, Бескесское, Худесское и др.	8,0	0,55
				Шамлуг, Кафан	1,5—3,3	0,04—0,09
				Ахтала	41,6	0,39
Урал	Каледонская-герцинская	СССР	Скарново-медный Медноколчеданный Медно-цинковый	Турьинская группа	3,74	0,31
				Старо-Сибайское, Блявинское	9,1	0,46
				Группы месторождений: им. III Интернационала, Красноуральская, Кировоградская, Карабашская и др.	11,7	0,94
Итого	11,2	0,85				
Салаир	Та же		Колчеданно-полиметаллический	II и III Салаирские рудники, Троицкое, Кварцевая Сопка, Первомайское, Слепое, Ново-Урское и др.	78,2	2,31
Рудный Алтай	Герцинская		Тот же	Березовское, Белоусовское, Змеиногорское, Лениногорское, Сокольное, Зырянское, Крюковское и др.	203,0	10,6

<sup>1</sup> В скобках — по добыче.

базальтоидного магматизма свинец в рудах либо отсутствует, либо же играет резко подчиненную роль. В этом случае характерными являются медные и медно-цинковые типы руд колчеданной формации, степень сереброносности и золотоносности которой можно характеризовать по другому ведущему компоненту—меди.

Серебро в рудах колчеданной формации концентрируется, главным образом, в халькопирите, в меньшей степени—блеклой руде, борните, халькозине, энаргите и при обогащении переходит в основном в медный концентрат. В халькопирите, однако, изоморфизм серебра крайне ограничен [19] в силу двухвалентного состояния меди в этом соединении. С халькопиритом в рудах может быть связано до 3 г/т Ag на 1% Cu. В минералах, где медь частично или полностью представлена одновалентным состоянием (халькозин, борнит, блеклая руда и некоторые другие сульфоантимониты, сульфоарсениты и сульфовисмутиты меди) границы изоморфизма серебра значительно расширяются, а в блеклой руде становятся почти неограниченными. При наличии в медных рудах более высоких относительных концентраций серебра следует предполагать наличие более сильных, чем халькопирит, концентраторов серебра.

Руды колчеданной формации, как правило, в той или иной степени золотоносны. В таблице 2 наряду с серебром приведены также средние значения относительных концентраций золота в различных провинциях и типах руд. Как видно из этих данных, медные и медно-цинковые руды докембрийских щитов Канады и Фенноскандии характеризуются в два и более раза более высокими относительными концентрациями серебра и золота, чем подобные типы руд более поздних металлогенических провинций. В докембрийских колчеданных рудах Канады наблюдается заметное возрастание относительных концентраций благородных металлов (особенно серебра) в последовательности типов: скарново-сульфидный, медноколчеданный, медно-цинковый (табл. 2).

Колчеданносный зеленокаменный пояс Урала представляет типичный пример фемической эвгеосинклинальной зоны. Формирование колчеданного оруденения во времени совпадает с этапом затухания геосинклинального вулканизма силура и девона и пространственно тяготеет к кремнекислым дифференциатам спилито-кератофировой формации, рассматриваемым как производные базальтоидной магмы [15]. Колчеданные руды Урала по вещественному составу сходны с таковым докембрийских щитов Канады и Фенноскандии, но отличаются от последних более низкими удельными концентрациями благородных металлов. Здесь также в последовательности типов—скарново-медный, медноколчеданный и медно-цинковый отмечается заметное обогащение руд благородными металлами. Очень сходные с Уралом относительные концентрации благородных металлов ( $\gamma_{Ag-Cu} = 8,0$ ;  $\gamma_{Au-Cu} = 0,55$  г/т) показывают медно-цинковые месторождения зоны Передового хребта на Большом Кавказе.

Киммерийские медноколчеданные месторождения Алаверди-Кафли-

ской эвгеосинклинальной зоны [2, 13] Малого Кавказа в целом характеризуются низкими относительными содержаниями серебра и золота по сравнению с аналогичными типами руд вышеперечисленных колчеданосных провинций (табл. 2). В этой салнически-фемической зоне в мезозойское время происходит интенсивный начальный вулканизм андезитовой формации. К этому циклу относится также формирование интрузивов плагиогранитной и диоритовой формаций [5], а также субвулканические образования плагиолиппаритовой субформации. По множеству рудно-магматических показателей эта зона отличается от колчеданосных зон Урала и Северного Кавказа и повторяет характерные особенности Рудного Алтая или же внутренних зон Тихоокеанского кольца. В ней еще более отчетливо относительные концентрации благородных металлов возрастают в последовательности типов руд—серноколчеданный, медноколчеданный, медно-цинковый и полиметаллический [19], которая соответствует последовательности их формирования и падению температуры рудообразующих процессов. В результате подобного обогащения последние члены вышеприведенного ряда приобретают серебряно-золотую специализацию на уровне серебряных рудных провинций, аналогичных Рудному Алтаю и т. д. В целом, однако, как следует из таблицы 2, Средиземноморская зона и по этому стандарту значительно уступает другим провинциям.

Наивысшие значения относительных концентраций благородных металлов по меди, как и следовало ожидать, приурочены к колчеданно-полиметаллическим рудам Салаира и Рудного Алтая ( $\gamma_{Ag-Cu}$  —80—200,  $\gamma_{Au-Cu}$  —2—10 г/т), которые и по этим показателям сохраняют особенность серебряных (и золотых) провинций.

Таким образом, в региональном плане для руд колчеданной формации устанавливаются тенденции, характерные для локальных рудных полей и месторождений, а именно значительное возрастание относительных концентраций благородных металлов в более низкотемпературных ассоциациях минералов, характеризующихся в то же время возрастанием роли цинка и особенно свинца, за счет меди. В эвгеосинклинальных колчеданосных рудных провинциях СССР степень сереброносности и золотоносности руд заметно возрастает от фемических (Урал, зона Передового хребта Большого Кавказа) к салнически-фемическим (Салаир, Рудный Алтай) регионам. Эти тенденции хорошо коррелируются с количественными и качественными изменениями в ассоциирующем базальтоидном магматизме, смещенном в последнем случае в сторону андезитовой линии.

Из приведенных в таблице 2 данных можно заключить, что колчеданные руды эвгеосинклинальных зон в той или иной степени золотоносны. Золото в промышленно-извлекаемых количествах присутствует в 30% от общего числа колчеданных месторождений, между тем как только 10—20% месторождений свинца и цинка мюгеосинклинальных зон и еще меньше субплатформенных областей показывают аналогичную степень золотоносности. Таким образом, золото, в отличие от серебра,

проявляет большую склонность к базальтоидному магматизму. Поэтому не случайна преимущественная локализация собственно серебряных или же серебряно-поллиметаллических месторождений (без золота) в андезитовых многоосинклинальных зонах, в то время как золото-серебряная (часто с теллуrom) минерализация смещена в сторону эвгеосинклинальных провинций, каковыми являются внутренние зоны Тихоокеанского кольца, Салаир, Рудный Алтай, Алаверди-Кафанская и Севано-Амассийская зоны на Малом Кавказе и т. д.

Свинцово-цинковые месторождения многоосинклинальных зон или провинций, контролирующиеся гранитным магматизмом (Средняя Азия, Восточное Забайкалье, Памбак-Зангезурская зона на Малом Кавказе и др.), золотоносны лишь в отдельных случаях. Поллиметаллические руды Большого Кавказа показывают повышенную золотоносность в случае их обогащения в различных сочетаниях компонентами—халькопиритом, арсенопиритом и пирротинном (месторождения Тызыльское, Ханикомское и др.). В Памбак-Зангезурской зоне Малого Кавказа повышенной золотоносностью отличаются руды, обогащенные халькопиритом, блеклой рудой, сульфоантимонитами и особенно сульфовисмутитами свинца и меди (Каялу, Личквас-Тей, Гюмушхана). Высокие относительные концентрации золота в месторождениях Средней Азии приурочены к рудам, характеризующимся постоянным присутствием халькопирита, арсенопирита, иногда шеселита и молибденита (Долиран, Гранитогорск, Боорду, Джараконуш, Ак-Таш и др.), а также пирротина и арсенопирита (Ганджилга). В собственно кварц-золоторудных жилах сильно возрастает роль арсенопирита (Зек-Сай, Терек-Кан, Чантлы-Таш) за счет сфалерита и галенита.

Таким образом, в многоосинклинальных провинциях с гранитным источником оруденения, в отличие от эвгеосинклинальных зон, золотоносная свинцово-цинковая минерализация тяготеет к более высокотемпературным ступеням гидротермального рудообразования, как правило, обогащенным в различных комбинациях следующими компонентами<sup>1</sup>—халькопиритом, пирротинном, арсенопиритом, сульфовисмутитами свинца и меди, иногда шеселитом и молибденитом.

Институт геологических наук  
Армянской ССР

Поступила 18.11.1975

<sup>1</sup> Присутствие меди в свинцово-цинковых месторождениях, независимо от генетического положения последних, следует рассматривать как положительный фактор повышенной золотоносности руд. Об этом, в частности, свидетельствуют следующие статистические данные: из общего числа 184 месторождений свинца и цинка мира золотоносными оказались 12,4%, в том числе, медно-свинцово-цинковые месторождения составляют ~18%. В последнем типе руд резко возрастает частота появления золотоносных месторождений, составляя примерно 65%.

## Վ. Հ. ՊԱՐՈՆԻԿՅԱՆ

## ԿԱՊԱՐ-ՑԻՆԿԻ ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ ԱՐՅԱԹԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՈՍԿԵՐԵՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

## Ա մ փ ո փ ու լ մ

Հողվածում բերված են ուսումնասիրության արդյունքները, որոնք վերաբերվում են տարբեր հանքային պրովինցիաների կապար-ցինկի հանքայնացման արծաթաբերությանը և ոսկեբերությանը: Այդ աղնիվ մետաղների միջին հարաբերական կոնցենտրացիաները հաշված են բոտ կապարի և պղնձի: Հաստատվում է, որ կապարի և ցինկի ամենաբարձր արծաթաբերությունը (ինչպես նաև ոսկեբերությունը) կապված է անդեզիտային կազմի մագմատիզմի հետ: Կրոզեոսինկլինային գրանիտային զոնաների կապարի և ցինկի հանքավայրերի միայն 10—20 տոկոսն են ոսկեբեր, այն էլ նրանք, որոնք առաջացած են համեմատաբար ավելի բարձր ջերմաստիճանային պայմաններում:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абдуллаев Х. М. О петрометаллогенических рядах магматических пород и эндогенных месторождений. «Советская геология», № 5, 1960.
2. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. «Айпетрат», Ереван, 1958.
3. Билибин Ю. А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. Госгеолтехиздат, М., 1955.
4. Болдырева М. М., Чернышева В. Ф. Рентгеновское изучение галенитов из месторождения Перевальное (Западный Кармазар). Вестн. ЛГУ, № 12, 1965.
5. Габриелян А. А., Багдасарян Г. П., Джрбашян Р. Т., Карапетян К. И., Меликсетян Б. М., Мелконян Р. Л., Мнацаканян А. Х. Основные этапы геотектонического развития и магматической деятельности на территории Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 1—2, 1968.
6. Геология, парагенезис и запасы руд зарубежных месторождений свинца и цинка (сб. статей). ИЛ, М., 1951.
7. Горжевский Д. И. О генетической позиции промышленно-генетических типов свинцово-цинковых месторождений. «Геология рудных месторождений», № 3, 1970.
8. Ивачкин П. Ф. Отношение комплексов внутри комагматической серии на примере Рудного Алтая. В кн. «Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала», тр. 1. Уральск петр. совещ., Свердловск, 1963.
9. Кинг Ф. Б. Геологическое развитие Северной Америки. ИЛ, М., 1961.
10. Козеренко В. Н. Значение структурно-фациальных зон для металлогенического анализа на примере Восточного Забайкалья. В кн. «Закономерности размещения полезных ископаемых», т. III, Изд.-во АН СССР, М., 1960.
11. Магакьян И. Г., Мкртчян С. С. Взаимосвязь структуры, магматизма и металлогении на примере Малого Кавказа. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-географ. наук, № 4, 1957.
12. Магакьян И. Г. Основы металлогении материков. Изд.-во АН Арм. ССР, Ереван, 1959.
13. Магакьян И. Г. Типы рудных провинций и рудных формаций СССР. «Недра», М., 1969.
14. Минеральные ресурсы капиталистических стран. Госгеолтехиздат, М., 1959; Минеральные ресурсы капиталистических стран. Госгеолтехиздат, М., 1963; Минеральные ресурсы капиталистических стран. «Недра», М., 1964; Минеральные ресурсы стран капиталистического мира. М.-во геологии СССР, Всесоюзн. геол. фонд, М.

- 1968, Минеральные ресурсы капиталистических и развивающихся стран. М-во геологии СССР, Всесоюзн. геол. фонд, М., 1970; Минеральные ресурсы промышленно-развитых капиталистических и развивающихся стран. М-во геологии СССР, Всесоюзн. геол. фонд, М., 1971.
15. Овчинников Л. Н. Контактво-метасоматические месторождения Среднего и Северного Урала. Изд-во УФ АН СССР, Свердловск, 1960.
  16. Овчинников Л. Н., Баранов В. Д. О некоторых закономерностях размещения колчеданно-полиметаллических месторождений Алтая. «Геология рудных месторождений», т. XV, № 6, 1973.
  17. Орлова Е. В., Маркова Е. В. Ресурсы меди, свинца и цинка в капиталистических странах. Госгеолтехиздат, М., 1957.
  18. Пароникян В. О. О форме нахождения серебра в галенитах некоторых месторождений Армянской ССР. Зап. ВМО, сер. II, ч. 96, 1967.
  19. Пароникян В. О. К геохимии благородных и некоторых редких элементов в колчеданной и полиметаллической формациях руд Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 5—6, 1967.
  20. Радкевич Е. А. К вопросу о типах рудоносных территорий. Межд. геол. конгресс, XXI сессия, докл. советск. геологов. Прикладная геология, Вопросы металлогении, проблема 20, М., 1960.
  21. Рамдор П. Рудные минералы и их сростания. ИЛ, М., 1962.
  22. Розин М. С., Орлова Е. В., Первушин С. А., Сырова С. А. Минеральные ресурсы Соединенных Штатов Америки. Госгеолиздат, М., 1952.
  23. Семенов А. И. Структурно-металлогенические зоны. В кн. «Общие принципы регионального металлогенического анализа», Госгеолтехиздат, М., 1957.
  24. Смирнов В. И. Проблемы эндогенной металлогении. «Недра», М., 1965.
  25. Смирнов С. С. Очерк металлогении Восточного Забайкалья. Госгеолиздат, М., 1944.
  26. Смирнов С. С. О Тихоокеанском рудном поясе. Известия АН СССР, сер. геолог., № 2, 1946.
  27. Твалчрелидзе Г. А. Опыт систематики эндогенных месторождений складчатых областей (на металлогенической основе). «Наука», М., 1966.
  28. Шипулин Ф. К. Интрузивные породы Юго-Восточного Приморья и связь с ними оруденения. Изд-во АН СССР, М., 1957.
  29. Шнейдерхён Г. Рудные месторождения. ИЛ, М., 1958.
  30. Штилле Г. Тектоническое развитие Америки как восточного обрамления Тихого океана. Избранные труды, «Мир», М., 1964.
  31. Goldschmidt V. M. Geochimistry. Oxford, 1954.
  32. Green J. Geochemical table of the elements for 1959. Geol. Soc. Am. Bull., 70, 1959.
  33. Hutta I. I., Wright H. D. The incorporation of uranium and silver by hydrothermally synthesized galena. Econ. Geol., v. 59, № 6, 1964.
  34. Nissen A. E., Hoyt S. L. On the occurrences of silver in argentiferous galena ores. Econ. Geol., v. 10, 1915.
  35. Van Hook H. J. The ternary system  $Ag_2S - Bi_2S_3 - PbS$ . Econ. Geol., v. 55, № 4, 1960.
  36. Warren H. V. Relation between silver content and tetrahedrite in ores at Cananea, Mexico. Econ. Geol., v. 28, № 8, 1932.