Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 2, 28—39, 1978

УДК 550.423 (479.25)

Г. О. ПИДЖЯН, А. П. КАРАПЕТЯН

ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРУДЕНЕНИЯ В РУДНОМ ПОЛЕ АЗАТЕКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Азатекское месторождение расположено в Вайкском рудном районе Армянской ССР, в среднем течении бассейна р. Арпа. Месторождение, начиная со времени его открытия (А. А. Асатряном в 1951 г.), привлекало внимание исследователей своим, новым для Армянской ССР, типом оруденения, многообразием минеральных ассоциаций и особенностями геологического строения и структуры. Отдельные участки рудного поля месторождения многие годы разведывались Управлением геологии Совета Министров Арм. ССР (С. И. Аванесян, Э. А. Амирбекян и др.). С 1968 года по настоящее время поисково-разведочные работы в рудном поле Азатекского месторождения проводятся Производственным геологоразведочным трестом Управления цветной металлургии Арм. ССР (А. В. Габриелян и др.). Основное внимание уделяется изучению жильной зоны 7—7ª, сложенной комплексными рудами, в составе которых участвуют сурьма, свинец, цинк, медь и благородные металлы.

Изучением минерального состава и геохимической особенности руд в разные годы занимались: И. Г. Магакьян [4], Г. О. Григорян [2, 3], Э. А. Сагателян [9], В. О. Пароникян [6, 7], Ш. О. Амирян, А. С. Фарамазян, А. Г. Аколян [1, 10], Н. С. Хачатрян и др. С 1971 по 1975 гг. авторы в составе комплексной экспедиции Института геологических наук проводили исследования по изучению геологического строения бассейна р. Арпа, его рудоносности и оценке перспектив оруденения. Наиболее детальные работы были проведены на Азатекском месторождении. В 1973 году авторским коллективом была составлена крупномасштабная геологическая карта северо-восточного фланга рудного поля Азатекского месторождения. Поисковыми работами в бассейне р. Гер-Гер были выявлены мощные зоны гидротермально измененных оруденелых пород, заслуживающие постановки поисково-разведочных работ.

Проведенные исследования с обобщением и анализом фактического материала, накопленного за весь период поисково-разведочных и научно-исследовательских работ, позволили выявить особенности геологического строения, структуры и характера распределения оруденения в рудном поле Азатекского месторождения. Используя эти данные, производственные организации могут более эффективно и целенаправленно производить дальнейшие геологоразведочные работы.

Основные черты геологического строения и структуры рудного поля

Рудное поле Азатекского месторождения расположено между Аргичи-Гюмушханской и Элпин-Мартиросской антиклинальными зонами. В геологическом строении района принимают участие вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные породы среднего, отчасти верхнего эоцена, прорванные интрузией гранитоидов послесреднеэоценового возраста, экструзивными и субвулканическими телами, дайками роговообманковых диорит-порфиритов и диабазов.

В пределах рудного поля пересекаются и сложно переплетаются тектонические нарушения двух главных направлений: северо-восточного—близширотного и северо-западного—близмеридионального. Первые из них проявлены в виде параллельных нарушений с многочисленными близширотными трещинами оперения. На поверхности они представлены в виде раздробленных, брекчированных, окварцованных, местами пиритизированных зон, образующих большей частью положительные формы рельефа. Одна из таких зон протягивается от ущелья р. Авдара до р. Гер-гер. Азимут падения ее 305—310°, ∢ 80—85°. Другая структура, почти параллельная первой, отмечается юго-восточнее разв. с. Каялу до р. Гер-гер с азимутом падения 310—370°, ∢ 75—85°. Третья структура имеет азимут падения 330—340°, проходит по центральной части рудного поля и проявлена в виде близвертикального дайкообразного тела мощностью 15—20 *м*. Эти три наиболее выдержанные структуры со своими многочисленными ответвлениями образуют систему веерообразно раскрывающихся структур, которые постепенно расширяются с юго-запада на северо-восток, охватывая территорию левобережья р. Арпа и среднего течения р. Гер-гер.

На северо-восточном и западном флангах рудного поля указанные структуры пересекаются северо-западными—близмеридиональными структурами. На северо-восточном фланге рудного поля эти структуры протягиваются от окрестностей разв. с. Аридж до южной окраины с. Гер-гер и проявлены в виде гидротермально измененных, окварцованных, слабопиритизированных зон дробления и брекчирования. Мощность зон колеблется от 2—3 до 8—10 *м*. На западном фланге рудного поля структуры этого направления пересекают ущелье р. Арпа, протягиваются от участка Ехегнут на расстояние 1,2—1,5 *км* до участка Волосборный—Моз. В центральной части рудного поля (уч. Геарчин-Каялу) близмеридиональные структуры выражены в виде гидротермально измененных зон, на продолжениях которых в рудном поле и за его пределами на одной линии расположены вулканические конусы, выходы интрузивных, экструзивных и субвулканических тел, минеральных источников и минерализованных зон, свидетельствующие о наличии на глубине скрытых глубокопроникающих структур, которые в течение длительной истории геологического развития временами активизировались, выполняя роль магмо- и рудоподводящих каналов.

Характер оруденения и вещественный состав руд

Оруденение в пределах рудного поля Азатекского месторождения представлено жилами и минерализованными зонами, общее число которых в настоящее время превышает 150. Они распределены крайне неравномерно. Наибольшее количество рудных жил (50) выявлено в пределах центральной части рудного поля (уч. Цицкар), далее, на участках Дайлахлу (10) и Геарчин (19) количество жил уменьшается и на участках Азатек—Ехегнут (30) и Каялу (25) снова возрастает. Эти участки первоначально рассматривались и разведывались как самостоятельные месторождения. Однако дальнейшие геологоразведочные работы выявили, что многие из жил или оруденелых зон протягиваются с одного участка в другой, слагая таким образом вытянутые, главным образом в северо-восточном—близширотном и в меньшей мере северо-западном—близмеридиональном направлении рудоносные (жильные) зоны. Главнейшие рудные тела представляют собой ветвящиеся жилы, состоящие из сравнительно выдержанных основных веток, протягивающихся на сотни метров и быстро выклинивающихся многочисленных апофиз, которые протягиваются на несколько десятков метров. В интервале между жилами и их апофизами нередко проявлена прожилково-вкрапленная минерализация. Вкрапленные зоны местами более мощные, чем рудные жилы. В зависимости от состава вмещающих пород меняются мощность и элементы залегания рудоносных зон. В интрузивных породах рудные жилы, как правило, крутопадающие (75—88°), характеризуются большей выдержанностью элементов залегания, мощность вкрапленной минерализованной зоны значительно меньше, чем вулканогенно-осадочных пород. Среди последних наряду с крутопадающими встречаются и пологопадающие жилы (20—25°).

Небольшая часть рудных тел имеет северо-западное—близмеридиональное простирание. Они наиболее широко развиты на участках Ехегнут, Азатек, Водосборный, Ариндж, Авдара. По простиранию рудные тела менее выдержанные (до нескольких десятков метров). Кварц-убогосульфидные жилы, на участках Ариндж, Водосборный, Моз золотоносны, на участке Ехегнут этот тип минерализации наложен на существенно сульфидные сурьмяно-полиметаллические жилы, а на участке Авдара они характеризуются повышенной молибденоносностью.

В целом рудные жилы Азатекского месторождения характеризуются исключительной неоднородностью минерального состава. Они в большинстве случаев полистадийные. В пределах даже небольших отрезков часто удается выделить руды 2—3 стадий минерализации. Наиболее широко и интенсивно проявлены кварц-пиритовая, полиметаллическая, сульфоантимонитовая и антимонитовая стадии минерализации. Местами интенсивно развиты кварц-пирит-халькопиритовая, кварц-молибденитовая, баритовая и карбонатная стадии минерализации.

Закономерности распределения благородных, рудообразующих и редких элементов

Химическими, пробирными и спектральными анализами руд и минералов (тысячи определений) и микроскопическими исследованиями в рудах Азатекского месторождения установлен комплекс благородных, рудообразующих и редких элементов: золото, серебро, сурьма, свинец, цинк, висмут, селен, теллур, ртуть, характер распределения которых в рудах приводится ниже.

Золото и серебро

Несмотря на систематические исследования, до сего времени многие вопросы образования и локализации оруденения золота и серебра остаются недостаточно выясненными. В частности, нельзя считать решенным вопрос возраста оруденения золота. С уверенностью можно лишь отметить, что основные концентрации серебра связаны с сульфоантимонитовой, полиметаллической и антимонитовой стадиями минерализации. Повышенной золотоносностью характеризуются полиметаллическая и сульфоантимонитовая стадии минерализации. В продуктах других стадий, в том числе и антимонитовой, содержание золота редко достигает 2—3 условных единиц. Вместе с тем нет оснований считать, что вся золоторудная минерализация месторождения связана с вышеотмеченными стадиями минерализации. Наоборот, нами получены новые данные, свидетельствующие о том, что в пределах рудного поля проявлена самостоятельная кварц-золоторудная стадия минерализации с небольшой примесью серебра. Но ее роль в общем балансе оруденения золота месторождения и вопросы характера распределения остаются еще нерешенными.

График изменения средних содержаний Au и Ag, составленный по данным химических (пробирных) анализов большого количества бороздовых проб из 19 рудных тел (рис. 1), показывает, что отчетливо проявленной корреляционной зависимости между содержаниями двух благородных элементов не наблюдается. На фоне постепенного уменьшения содержания золота кривая содержания серебра скачкообразно меняется. График зависимости содержания Au и Ag для рудных тел из различных участков рудного поля (рис. 2) дает основание предполагать о наличии двух тенденций в поведении золота. Первая из них выражается следующим образом: при сравнительно небольшой концентрации серебра содержание золота колеблется в пределах от следов до нескольких десятков условных единиц. Вторая тенденция выражена в более широком колебании содержания серебра при сравнительно низком и стабильном содержании золота. Изучение многочисленных штуфных проб и мономинеральных фракций из различных типов руд и стадий минерализации показывает, что первая тенденция связана с убогосульфидной кварц-золоторудной минерализацией, в которой золото-

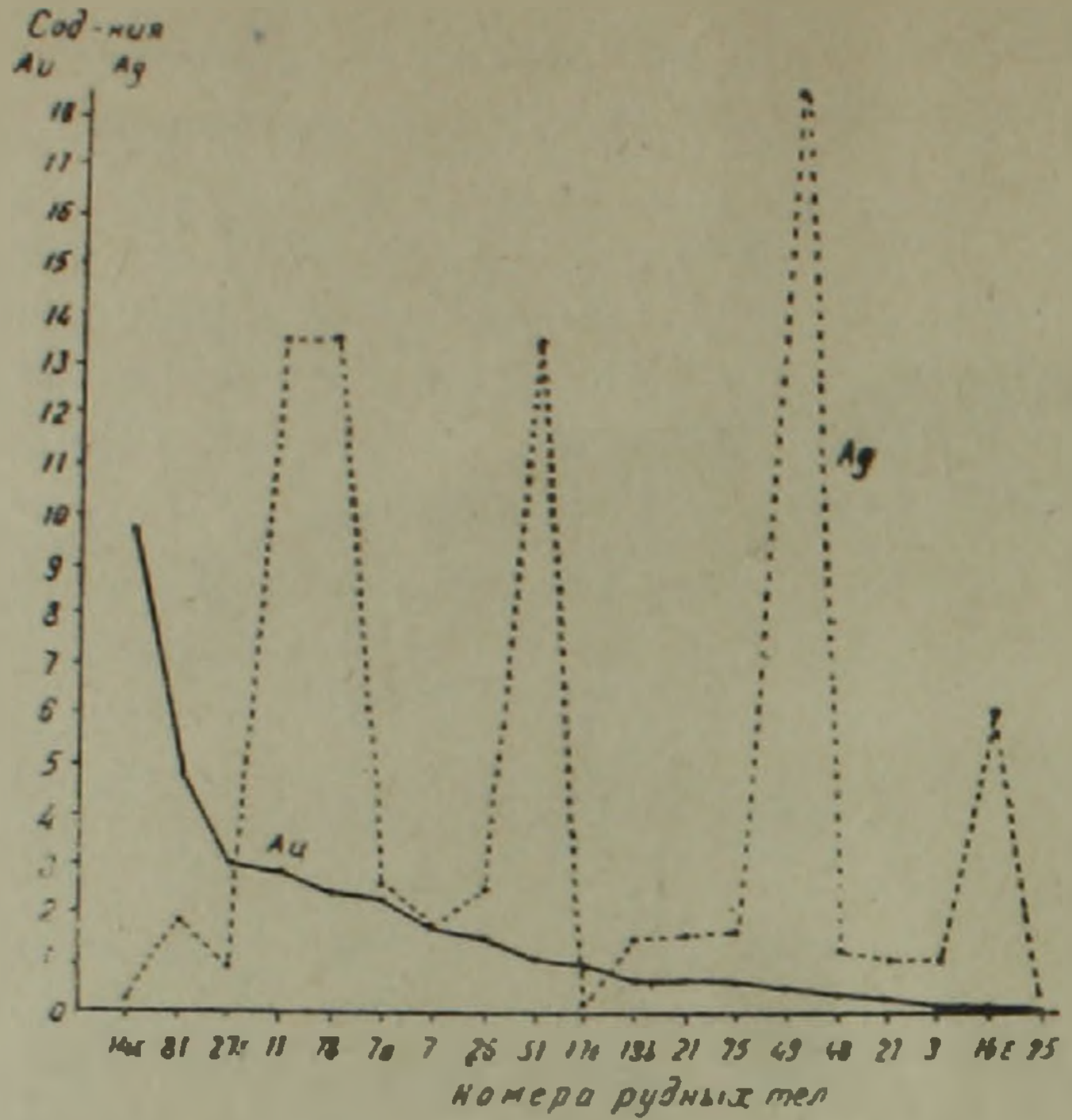

Рис. 1. Характер изменения средних содержаний Au и Ag (в условных единицах) в 19 жилах различных участков Азатекского месторождения. График составлен на основании пробирных анализов 1992 бороздовых проб.

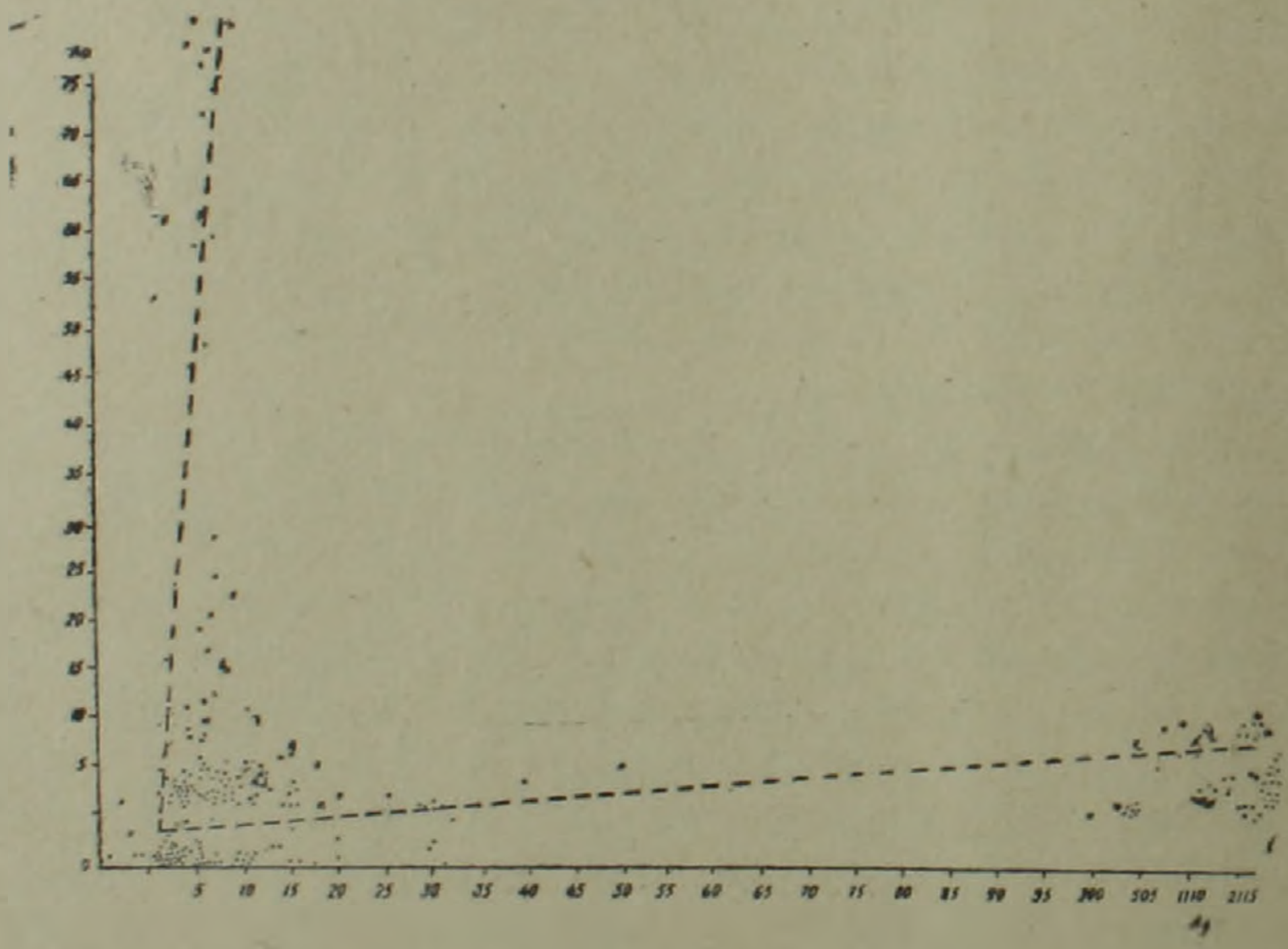

Рис. 2. Характер зависимости содержаний Au и Ag в жилах Азатекского месторождения. График составлен на основании пробирных анализов бороздовых проб, отобранных в период 1954—1967 гг.

представлено в самородной форме в виде микроскопических, реже видимых зерен в кварце. Этот тип минерализации характерен для руд участков Водосборный, Ариндж, а также отдельных частей рудных тел

участков Ехегнут и Азатек. Вторая тенденция наиболее характерна для сурьмяных, сурьмяно-полиметаллических и полиметаллических руд. В них золото в своей основной массе представлено тонкодисперсной (субмикроскопической) формой. Эти два типа минерализации нередко накладываются друг на друга, обусловливая отмеченную выше сложную картину золото-серебряного отношения. Последнее обстоятельство, а также наложение продуктов различных стадий минерализации существенно осложняют характер зависимости содержаний Au и Ag от Sb, Pb и Zn. График изменения средних содержаний этих элементов, построенный для 6 рудных тел из различных участков (рис. 3), показывает, что

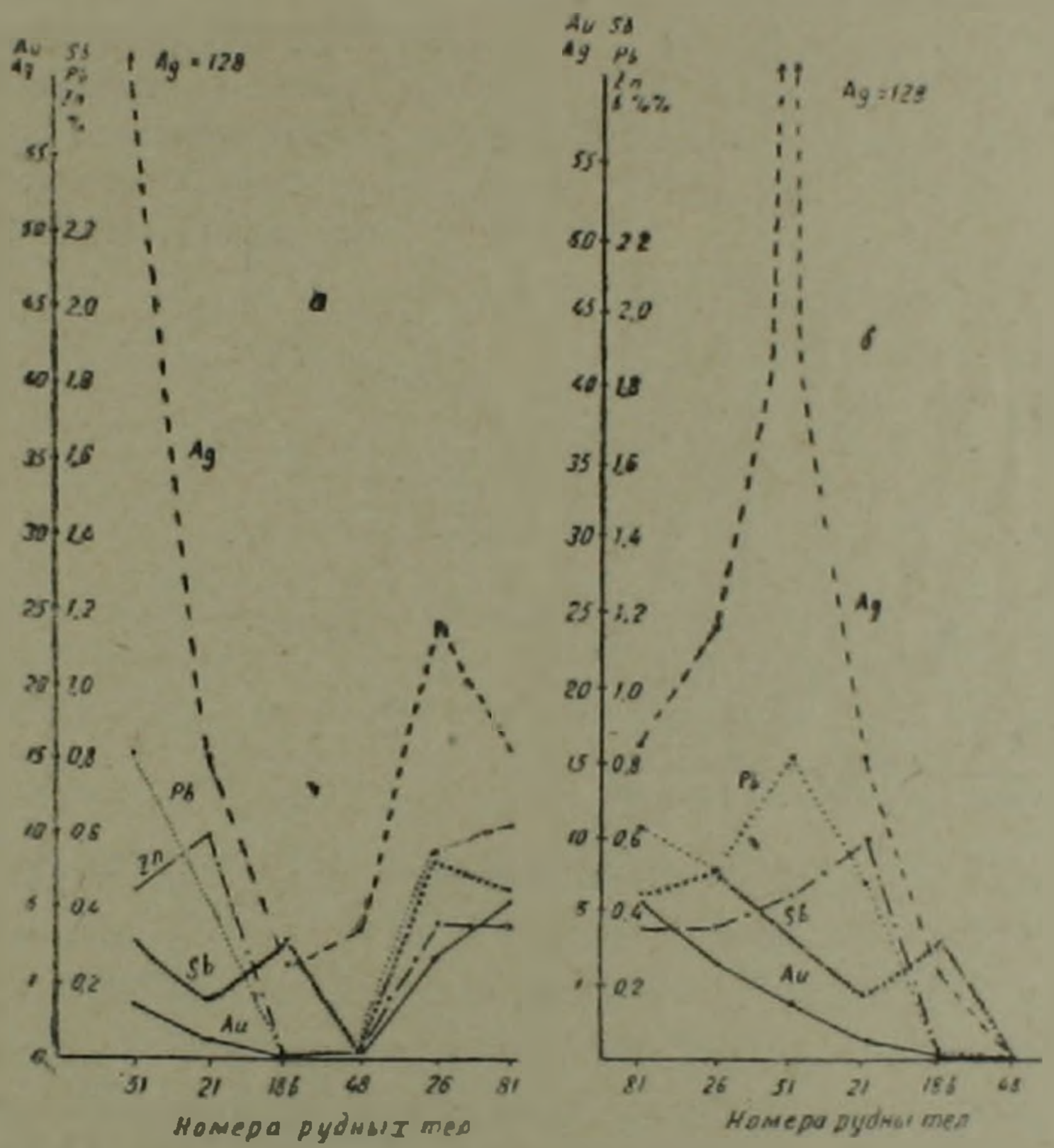

Рис. 3 Изменение средних содержаний рудных и благородных элементов в жилах участков: Дайлахлу (ж. 51), Цицкар (ж. 78, 21, 48), Гегарчин-Каялу (ж. 26, 81). График составлен по данным 2244 химических и 1596 пробирных анализов 748 бороздовых проб, отобранных Азатекской ГРП

содержание золота и серебра увеличивается с возрастанием суммы содержаний главных рудообразующих элементов. Они не проявляют отчетливо выраженной корреляционной зависимости в отдельности ни с одним из рудообразующих элементов (рис. 4, 5). Это дает основание предположить, что образование золота и серебра часто происходит в отрыве друг от друга, в связи с определенными стадиями (возможно этапами) минерализации, продукты которых в пределах месторождения распределены крайне неравномерно. Наиболее высокие концентрации золота отмечены в рудах участка Ехегнут, а наиболее низкие—участка Цицкар. Содержание серебра наиболее высокое в рудах участка Гегарчин—Каялу и наиболее низкое—на участках Ехегнут и Водосборный.

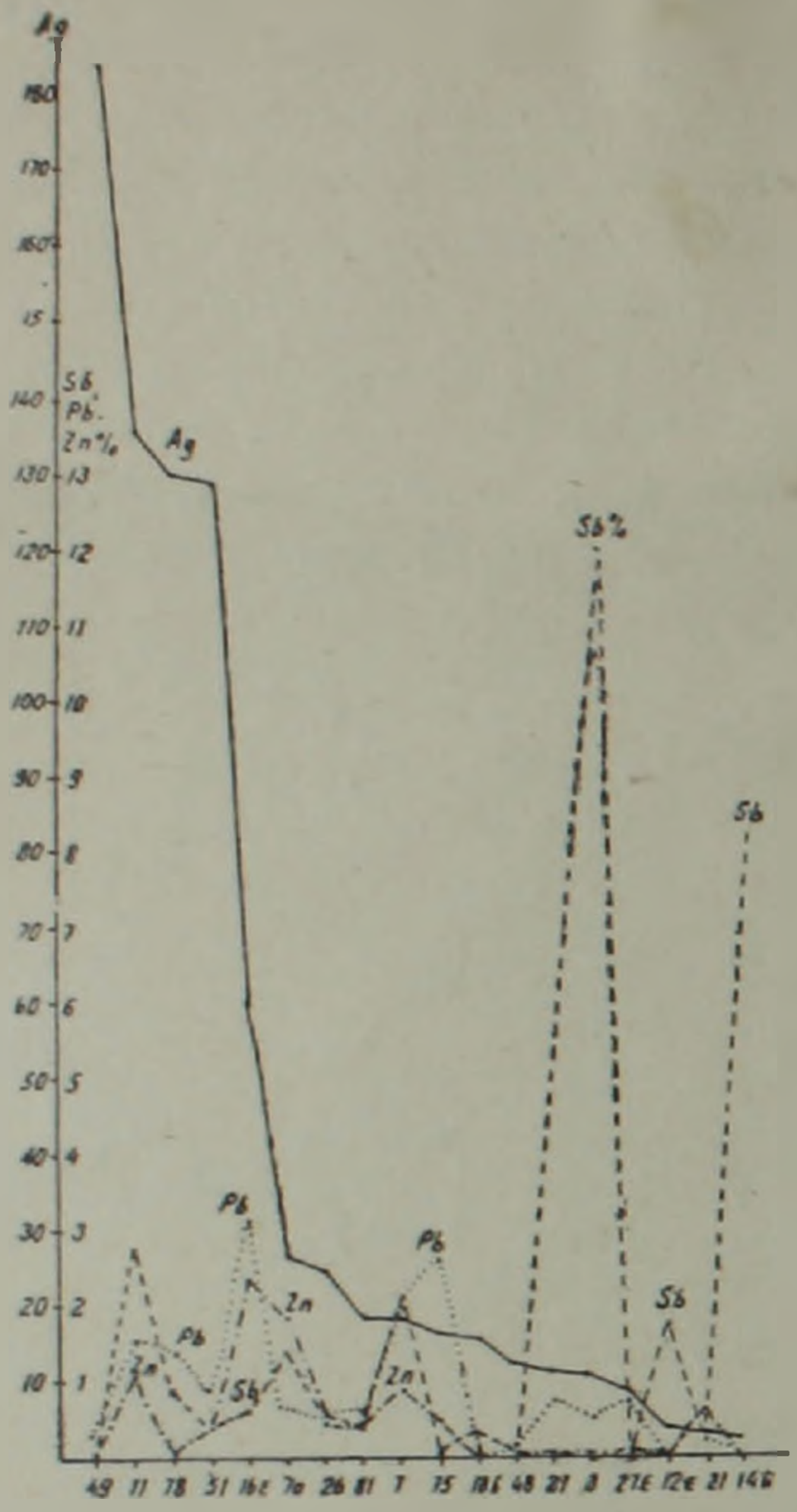

Рис. 4. Характер изменения средних содержаний Ag. Pb. Zn и Sb в 19 жилах различных участков Азатекского месторождения. График составлен по данным химических и пробирных анализов 1992 бороздовых проб Азатекской ГРП.

С глубиной содержания благородных элементов в различных жилах изменяются по-разному: в одних случаях уменьшаются (жилы № 51, 58, 18в, 21), в других—увеличиваются (жилы № 7, 61, 77, 81), в третьих—серебро возрастает, золото уменьшается (жилы № 18, 21) (рис. 6). Изученные особенности поведения благородных элементов дают основание заключить, что в настоящее время разведкой охвачены наиболее верхние (отчасти средние) части жил, где широко и неравномерно проявленные процессы телескопирования обусловили нестабильное поведение рудообразующих и благородных элементов.

Сурьма

Наиболее высокие концентрации сурьмы связаны с жилами участков Азатек и Ехегнут, наиболее низкие—Цицкар. К северо-востоку и юго-западу от последнего участка степень сурьмяноносности рудных жил возрастает. Микроскопические исследования показывают, что неравномерное распределение сурьмы обусловлено различной интенсивностью проявления в них сурьмянистых стадий минерализации. Сульфоантимонитовая и, в особенности, антимонитовая стадии минерализации наиболее интенсивно проявлены в пределах левобережных участков, менее интенсивно—на участках Гегарчин, Каялу и слабо—на участ-

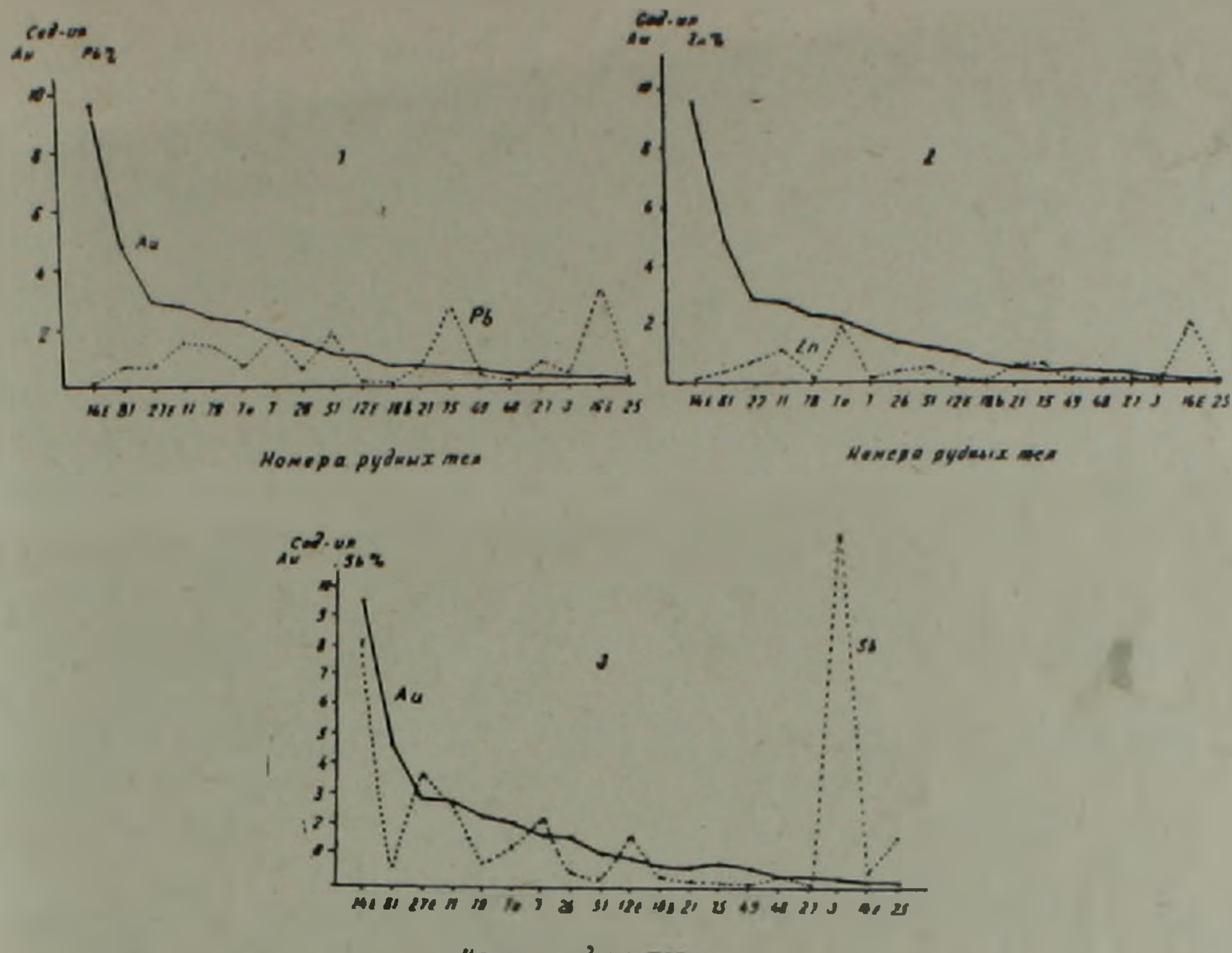

Рис. 5. Характер изменения средних содержаний Au, Pb, Zn и Sb в 19 жилах из различных участков Азатекского рудного поля. Графики составлены по данным химических и пробирных анализов 1992 бороздовых проб Азатекской ГРП.

ке Цицкар. Вместе с тем количественно-минеральный состав одних и тех же стадий минерализации меняется: в рудных жилах левобережных участков роль минералов сурьмы (антимонит, бурнонит, буланжерит, тетраэдрит, геокронит, плагионит, семсеит, цинкенит, джемсонит) весьма значительная. С глубиной содержание сурьмы уменьшается, в отдельных случаях—наоборот, повышается, а в жилах № 7-а и 26 уменьшается и снова возрастает. К сожалению, этими двумя жилами исчерпывается список рудных тел, изученных в нескольких подземных горизонтах, поэтому трудно судить насколько это явление может быть закономерным и имеется ли основание ожидать аналогичную картину на других жилах, изученных только в одном горизонте. Решение этого вопроса имеет важное значение для оценки перспектив рудного поля Азатека в отношении оруденения сурьмы.

Свинец и цинк

Максимальные содержания свинца и цинка связаны с рудами участка Азатек, а минимальные—с рудами участка Цицкар. Но в отличие от сурьмы содержания Pb и Zn в рудах различных участков существенных изменений не претерпевают. Только в отдельных пробах эти колебания очень резкие—от следов до десятков процентов (минеральные скопления галенита и сфалерита).

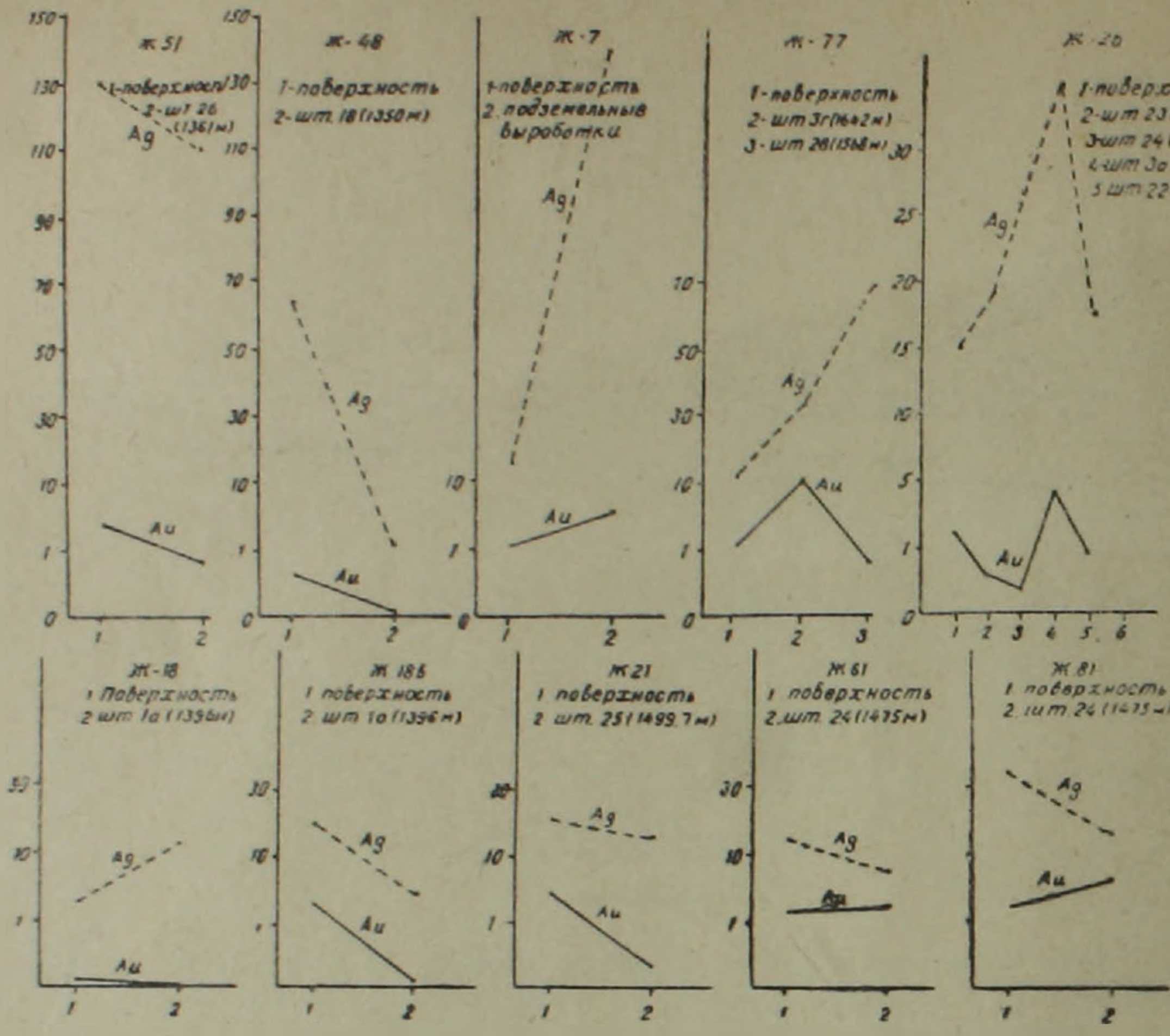

Рис. 6. Характер изменения средних содержаний Au и Ag с глубиной в жилах № 51 (Дайлахлу), № 18, 18б, 21, 48 (Цицкар), № 7 (Азатек), № 26 (Гегарчин-Каялу), № 61, 77, 81 (Каялу). Графики составлены по данным пробирных анализов 1643 бороздовых проб.

Степень изученности рудных жил месторождения на глубину неудовлетворительна. Из 150 рудных жил только по 7 рудным телам имеются данные, характеризующие изменения содержаний Pb и Zn по вертикали. Согласно этим данным содержание свинца во многих жилах с глубиной уменьшается, в некоторых увеличивается. В отличие от свинца концентрация цинка в большинстве из этих жил с глубиной возрастает и лишь в жиле № 11 с глубиной уменьшается. В большинстве рудных жил Pb и Zn по своему поведению существенно расходятся. Возрастание содержания одного из них сопровождается уменьшением другого и наоборот. Только в определенных интервалах отмечается аналогичное поведение этих двух элементов. Эти данные в совокупности дают основание заключить, что эрозионный срез месторождения соответствует наиболее верхним частям рудного столба и, следовательно, значительная часть рудной зоны остается еще не вскрытой эрозией.

В составе руд Азатекского месторождения значительные концентрации образуют также Bi, Se, Te и Hg, а в определенных минералах—Cd, Tl, In, Re, Ga, Ge. Характер распределения этих элементов в рудах прежде всего обусловлен развитием и распределением главных рудообразующих элементов: сурьмы, свинца, цинка, меди и мышьяка.

При этом частота встречаемости максимальных концентраций висмута, теллура и кадмия значительно выше в рудах интраинтрузивных участков, а содержания ртути, селена и таллия, наоборот, выше в рудах апоинтрузивных участков. Так, наиболее высокие содержания Bi (>1%) связаны с рудами участков Каялу—Гегарчин. Обобщенные в таблице 1 результаты приближенно-количественного спектрального анализа на висмут показывают, что около 50% проанализированных (штуфных) проб из этих участков содержали висмут от 0,06 до 1% и более, тогда как в более 65% анализируемых проб участков Азатек—Ехегнут висмут не обнаружен. Максимальная концентрация висмута не превышает 0,3%. Содержание Cd в рудах участков Каялу—Гегарчин (0,01—1%) в среднем почти на один порядок выше, чем в рудах участков Азатек—Ехегнут (0,003—0,1%). Частота встречаемости максимальных концентраций ртути, таллия и селена (табл. 2) наиболее высока в рудах участ-

Таблица 1

Частота встречаемости висмута в рудах Азатекского месторождения

Содержание в %	Участки	
	Азатек—Ехегнут	Каялу—Гегарчин
Не обн.	65,5 (69)	27,9 (42)
0,0001—0,001	5,6 (6)	6,1 (9)
0,001—0,01	5,6 (6)	14,8 (22)
0,06—0,1	19,6 (12)	27,9 (42)
>0,1—<0,5	4,5 (5)	20,4 (30)
>1	—	1,4 (2)

Таблица 2

Содержание селена, таллия и ртути в рудах различных участков Азатекского месторождения

Элементы	Участки	
	Азатек—Ехегнут	Каялу—Гегарчин
Se	0,0002—0,034 / 0,0113 (15)	Не обн.—0,0042 / 0,0009 (33)
Tl	0,001—0,075 / 0,0032 (29)	Не обн.—0,0004 / 0,0002 (4)
Hg	0,0003—0,01 / 0,0031 (14)	0,0003—0,01 / 0,0037 (39)

Примечание: в числителе — пределы колебания, в знаменателе — среднее содержание и количество проб (в скобках).

ков Азатек и Ехегнут, хотя одноименные руды из различных участков месторождения в отношении среднего содержания этих элементов мало отличаются друг от друга (табл. 3). Отмеченные выше различия концентрации рудообразующих и редких элементов являются результатом неравномерного распределения оруденения в пределах рудного поля. Идентичный качественно-минеральный состав, пространственная сближенность и отчетливое тяготение к Каялинской интрузии дают основание участки Азатек, Ехегнут, Цицкар, Гегарчин, Каялу, Софибина и др. рассматривать как синхронные образования, связанные с гидротермальной деятельностью Каялинской интрузии. Характер изменения оруденения с глубиной наряду с данными, свидетельствующими об охвате эрозией сравнительно верхних частей рудного столба, дает основание глубокие горизонты месторождения считать перспективными в отношении золото-полиметаллического оруденения. Наиболее

Таблица 3

Содержания селена и теллура в рудах и мономинеральных фракциях из двух групп участков Азатекского месторождения (по данным химических анализов)

Наименование пород	Азатек—Ехегнут		Каялу—Гегарчин	
	Se	*Te*	*Se*	*Te*
Пирит-халькопиритовая руда	0,0032	0,0029	0,0028	0,0017
Полиметаллическая руда	0,0038	0,0047	0,0030	0,0041
Сульфоантимонитовая руда	0,0041	0,0036	0,0038	0,0040
Пирит	0,0062	0,0052	0,0060	0,0030
Халькопирит	0,0120	0,0070	0,0076	0,0060
Сфалерит	0,0029	0,0013	0,0020	0,0010
Галенит	0,0087	0,0047	0,0070	0,0030
Тетраэдрит	0,0153	0,0065	0,0078	0,0051
Антимонит	0,0011	0,0023	0,0016	0,0020
Сульфоантимониты	0,0090	0,0058	0,0067	0,0070

реальные возможности увеличения разведанных запасов этих руд связаны с глубокими горизонтами мощной и выдержанной по простиранию жильной зоны 7—7а и в особенности с ее юго-западной частью, где наложены друг на друга золото-серебро-сурьмяно-полиметаллические и золото-кварцевые убогосульфидные руды. В отношении последних перспективными являются близмеридиональные зоны участков Ехегнут—Водосборный—Моз на западном и Ариндж на северо-восточном флангах рудного поля.

В заключение необходимо отметить, что в отличие от прежних представлений о зональном распределении оруденения вокруг Каялинской интрузии вырисовывается более сложная картина, обусловленная наложением друг на друга, или совместным проявлением тектонических нарушений, связанных с региональной тектоникой, контракцией интрузии и трещинообразованием, вызванным сокращением объема интрузии при ее охлаждении (надинтрузивная тектоника). Судя по многочисленным выходам интрузивных тел, развитых в пределах рудного поля, Каялинская интрузия на глубине имеет большие размеры и сложную конфигурацию кровли, что вместе с изложенными выше данными о характере распределения оруденения и структуре дает основание, глубокие горизонты и фланги рудного поля Азатекского месторождения считать перспективными в отношении золото-полиметаллического оруденения.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 21.VI.1977.

Գ. Հ. ՓԻՋՅԱՆ, Ա. Ի. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ ՏԵՂԱԲԱՇԽՄԱՆ ԲՆՈՒՅԹԸ ԱԶԱՏԵԿԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Կատարված ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ Ազատեկի հանքային դաշտում զարգացած են հիմնականում երկու սիստեմի հանքատար

ստրուկտուրաներ. Հյուսիս-արևելյան-մերձլայնակի և հյուսիս-արևմտյան-մերձմիջօրեականի ուղղության։ Դրանից յուրաքանչյուրը բնութագրվում է հանքայնացման որոշակի կազմով և ինտենսիվությամբ։

Հանքային դաշտում հայտնի են բազմաթիվ հանքային տեղամասեր, որոնք կապված են Կայալուի ինտրուզիայի հիդրոթերմալ գործունեության հետ և խորքում միանալով միմյանց հետ, զգալիորեն մեծացնում են հանքավայրի հեռանկարները։

Գլխավոր հանքառաջացնող, ազնիվ և հազվագյուտ տարրերի բաշխման օրինաչափությունների ուսումնասիրությունների արդյունքները թույլ են տալիս վերանայել Կայալուի ինտրուզիայի մերկացող մասի նկատմամբ հանքայնացման ղոնալ բաշխման տեսակետը։ Փաստացի նյութի ամփոփումը հեղինակներին թույլ է տալիս եզրակացնելու, որ հանքայնացման բաշխումը այստեղ շատ բարդ պատկեր ունի և կախված է երկրաբանական մի շարք գործոններից։ Հանքանյութերի բաղադրիչ տարրերի պարունակությունների փոփոխությունների բնույթը ըստ խորության թույլ է տալիս ենթադրելու, որ վերին մասը, այդ առումով հանքավայրի խոր հորիզոնները և թևերը հանէրոզիայի հետևանքով ներկայումս մերկացվել է հանքային սյունի միայն քայնացման տեսակետից դիտվում են որպես հեռանկարային։

ЛИТЕРАТУРА

1. *Амирян Ш. О., Акопян А. Г.* О золоторудной минерализации на одном сурьмяно-полиметаллическом месторождении Научно-технический сб., № 3—4, Ереван, 1963.
2. *Григорян Г. О.* Пример взаимоисключения галенита и антимонита в пределах одного этапа минерализации. Известия АН Арм. ССР. сер. геол.-геогр. наук, т. VIII. № 3, 1955.
3. *Григорян Г. О.* Об антагонизме в парагенезисе некоторых сульфидных минералов в рудах Армянской ССР. «Геохимия», № 4, 1962.
4. *Магакьян И. Г.* Основные черты металлогении Армении. Сов. геология, № 6, 1959.
5. *Магакьян И. Г., Пиджян Г. О., Фарамазян А. С., Амирян Ш. О., Карапетян А. И., Зарьян Г. И., Меликсетян Б. М., Акопян А. Г.* Редкие и благородные элементы в рудных формациях Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1972.
6. *Пароникян В. О.* Минералы висмута из полиметаллических руд Айоцдзорского рудного района. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-геогр. наук, т. XV, № 3, 1962.
7. *Пароникян В. О.* Характер минерализации полиметаллической формации руд Айоцдзорокого рудного района Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-геогр. наук, т. XVII, № 3—4, 1964
8. *Пиджян Г. О.* Медно-молибденовая формация руд Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, 1975.
9. *Сагателян Э. А.* Минералогия свинцово-сурьмяных руд Азатекского месторождения Армянокой ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1961.
10. *Фарамазян А. С., Акопян А. Г.* Рений в некоторых молибденовых рудопроявлениях Айоцдзорокого рудного района. Известия АН Арм. ССР, сер. геол.-геогр. наук, т. XVI, № 3, 1963.