

2. Авакян Т. А.—О структурных особенностях диатомитов Сисианского района. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. XXV, № 6, 1972.
3. Авакян Т. А.—О литолого-петрографических особенностях диатомитовых пород Армянской ССР. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 1, 1981.
4. Габриелян А. А.—Третичные отложения Котайкского района Армянской ССР. Изд. АН АрмССР, 1947.

Известия НАН РА, Науки о Земле 1993, XLVI, № 3, 9—16

Г. В. ШАГИНЯН

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОНЫ ГИПЕРГЕНЕЗА БАССЕЙНА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ р. КАМРЧАК

На основе изучения вторичных ореолов дается общая направленность гипергенных процессов, протекающих в данном бассейне, и выделяются наиболее информативные элементы-показатели оруденения по шести видам геохимических методов поисков. Особое внимание уделяется зоне окисления Марджанского месторождения, где прослеживаются процессы изменений и формирования вторичных ореолов на фоне антропогенного воздействия и нарушения природного равновесия.

Бассейн р. Камрчак характеризуется сложными ландшафтно-геохимическими условиями. Рельеф сильно расчленен, а в геологическом строении принимают участие средне-верхнеэоценовые вулканогенно-обломочные образования, представленные лавами, лавовыми брекчиями, туфами андезито-базальтов и прослоями туфопесчаников. Широко распространен дайковый комплекс диорит-порфиров и риолитовых порфиров (кварцевые порфиры) средне-верхнеэоценового возраста. Этот комплекс, вместе с субвулканическими телами андезитов и базальтов, перекрыт покровами лавовых брекчий и туфов андезитов, андезито-дацитов среднеэоценового возраста [3].

В этих породах локализуется Марджанское месторождение кварц-полиметаллического типа руд. Рудные тела представлены жилами и жильными зонами. В пределах р. Камрчак в течение 6 лет проводились комплексные геохимические исследования по вторичным ореолам и потокам рассеяния, что позволяет привести детальную характеристику зоны гипергенеза. Территория, в пределах которой находится месторождение, представлена геохимическим типом ландшафтов (г. т. л.) сухих лесов и кустарников и является наиболее интересной во всей Аревис—Барцраванской зоне, т. к. исследования проводились во время поисково-разведочных работ, что позволило проследить за протеканием и изменениями гипергенных процессов при нарушении природного равновесия; участок месторождения имеет сложное геологическое строение; четко выражена вертикальная биоклиматическая зональность, а установление поисковых критериев в пределах как месторождения, так и г. т. л. в целом обеспечивает применение методики исследо-

ваний и в других, идентичных по природным условиям, районах как при постановке поисковых, так и экогеохимических работ.

В комплекс методов исследований входили: гидрогеохимия, почвенная гидрохимия, литогеохимия, фитогеохимия, метод сорбционно-солевых ореолов и минералого-геохимический метод. Набор рассматриваемых элементов выбран на основе металлогенической характеристики района.

Гидрогеохимия. Господство вулканогенных образований обуславливает трещинный тип подземной циркуляции вод. Большая крутизна и интенсивная расчлененность рельефа приводят к преобладанию наземного стока над подземным. В результате—на территории месторождения значительные выходы подземных вод не наблюдаются. Действующие же мелкие родники имеют сезонный характер и относятся к водам зоны местного стока.

Нарушение природных условий горными выработками привело к изменению геотетической основы подземных вод. Они выступают как рудничные, формируя один из наиболее крупных притоков р. Камрчак. Суммарный дебит этого притока составляет примерно 15 л/сек, а перед впадением в Камрчак он увеличивается до 25—30 л/сек. Это свидетельствует о подземном его питании.

Воды бассейна р. Камрчак гидрокарбонатно-сульфатные, кальциево-магниево-натриевые с минерализацией 200—240 мг/л и $pH=8.4$. В пределах же месторождения воды сульфатно-гидрокарбонатные, кальциево-магниево-натриевые с минерализацией 670 мг/л. Возрастает содержание сульфат-иона за счет образования легко растворимых сульфатов рудных компонентов в зоне окисления. Низкая концентрация водородных ионов — 7,5—8,3, приводит к выпадению в осадок большинства металлов. Их сравнительно высокие концентрации фиксируются лишь в водах, опробованных непосредственно у устьев штолен.

Принимая общий расход рудничных вод участка примерно 14—15 л/сек, по приблизительным расчетам получается, что годовой вынос металлов из штолен составляет: Fe—38 кг; Cu—9 кг; Zn—27 кг; As—27 кг; Mn—90 кг; Au—0,38 кг. Для целей утилизации эти величины пока незначительны, но с точки зрения охраны природной среды содержания, например, мышьяка представляют весьма существенную величину.

Почвенная гидрохимия. Марджанский участок характеризуется лесными, коричневыми, выщелоченными, послелесными и бескарбонатными почвами со средней мощностью 50—60 см. По всему разрезу наблюдается господство кислой среды. Иллювиальный горизонт расположен на самых низах разреза, что в кислой обстановке обеспечивает миграцию компонентов почти по всей мощности почв. Этому механизму подчинено поведение рассматриваемых элементов, т. е. их вынос из верхних горизонтов почв происходит довольно энергично. Так, наибольшие концентрации воднорастворимой меди приходятся на нижние горизонты. Соотношение воднорастворимой части к валу (за валовые приняты содержания, полученные по кислотной вытяжке 5%-ным раствором HCl) составляют 0,35—0,8. Оно нарушается в почвах центрального участка месторождения, где процессы окисления выражены сильнее и идет интенсивное загрязнение почв за счет разведочных работ.

В приповерхностном горизонте почв у отвалов концентрация меди достигает 45 мг/100 г. почвы, в то время, когда фоновая величина ее содержания в идентичных почвах г. т. л. установлена 0,008 мг/100 г.

Наибольшие содержания воднорастворимой части цинка наблюдаются в нижнем горизонте почв, а в приповерхностных горизонтах содержания элемента фиксируются лишь спорадически. По району в целом фоновые содержания его не превышают 0,005 мг/100 г.

В распределении железа по профилю почвенного разреза четких закономерностей не наблюдается, но элемент имеет тенденцию к накоплению в пределах подстилки, где коррелируется с воднорастворимой частью меди.

Накопление марганца происходит в нижних горизонтах почв, а на участке месторождения — и на поверхности. Это дает возможность классифицировать элемент как дополнительный поисковый показатель при проведении почвенно-гидрохимических работ.

Средняя глубина отбора проб по упомянутым элементам (с учетом суммарных их ореолов) составляет 20—25 см.

Литохимия. Метод получил особую популярность после применения в условиях Казахстанского пенеплена. Но, если однородность биоклиматических условий позволяет применение метода на больших площадях, то в горных районах требуется корректировка величин поисковых критериев на сравнительно небольших участках, где в зависимости от изменений природных условий быстро меняются характеристики геохимических параметров. Эти изменения выражаются в различных условиях рассеяния и концентрации элементов в генетических типах почв и рыхлых новообразований. Поэтому стандартное применение установленных по инструкции [2] поисковых параметров в горных районах может привести к опробованию непредставительных горизонтов и, как следствие, к получению искаженной информации.

Учитывая вышесказанное, при описании каждого конкретного участка мы пользовались методом сопряженного анализа, предложенного Б. Б. Плыновым и широко примененного А. И. Перельманом [6]. Данные по содержанию элементов в почвах приведены по В. А. Ковде и др. [4].

Выведены величины кларков концентрации (КК) элементов, определяющих металлогеническую характеристику как всего описываемого г. т. л., так и участка месторождения. Это медь, цинк, свинец, молибден, железо и марганец. Введено понятие коэффициента интенсивности перемещения элементов из одного природного образования (порода) в другую (почва) — $KIP = K_{K_{почвы}} / K_{K_{породы}}$ (цифровые данные приведены в табл. 1). Наиболее интенсивное накопление характерно для марганца и свинца. У железа оно немного превалирует над рассеянием, а для меди процессы накопления и рассеяния сбалансированы. Рассеянию подвержены цинк и особенно молибден.

При проведении поисковых и экогеохимических работ необходимо учитывать, что глубина наибольшей концентрации накапливающихся элементов — Mn и Pb составляет, соответственно, 35—50 см и 50—60 см (иллювиальный горизонт). Железо также в основном накапливается здесь.

Литохимические параметры зоны гипергенеза бассейна среднего течения
р. Камрчак

Эле- мен- ты	Среднее содержание в породах среднего состава, ‰		Среднее содержание в почвах, развитых на по- родах среднего состава, ‰		К К		КИП
	по А. П. Виноградову	на участке	по А. П. Ви- ноградову	на участке	в со- родах	в поч- вах	
Fe	5.85	3.8	3.8	3.75	0.65	0.99	1.5
Mn	0.12	0.08	0.085	1.11	0.67	13.06	19.5
Mo	0.00009	0.001	0.0002	0.0003	11.11	1.6	0.14
Cu	0.0036	0.02	0.002	0.011	5.56	5.5	0.99
Pb	0.0015	0.003	0.001	0.01	2.0	10.0	5.0
Zn	0.0072	0.02	0.005	0.01?	2.78	2.0	0.72

Фитогеохимия. По А. А. Саукову, «... в основе собственно биогеохимического метода лежат твердо установленные факты прямой корреляции между содержанием химических элементов в растениях и их содержанием в почвах и материнских породах, за счет которых эти почвы образовались» [7]. Эти корреляции использованы при наших исследованиях.

Характерными представителями растительного сообщества являются карликовый дуб (*Quercus*), граб (*Carpinus*), некоторые разновидности злаков (*Gramineae*) и низкотравянистых растений с неглубокопроникающей корневой системой. Для установления степени достоверности полученных результатов проведен сравнительный анализ данных по соотношению КК в г. т. л. и района в целом, по соотношению КК в г. т. л. к данным по биосфере и по коэффициентам биологического поглощения — КБП. По этим величинам выведены так называемые «ряды информативности» элементов, которые, соответственно, имеют следующий вид: $Ag > Pb > Zr > Mn > Cu > Fe > Mo$; $Ag = Mo > Mn > Cu > Fe > Pb > Zn$; $Zn > Mn > Mo > Cu > Pb > Fe > Ag$ (?).

Эти ряды характерны для всего г. т. л., а в зоне окисления Марджанского месторождения места элементов в рядах в основном не меняются, но резко повышаются цифровые значения коэффициентов, составляющие эти ряды. Следовательно, при работах непосредственно в зоне окисления в каждом конкретном случае необходимы исследования по поведению каждого элемента в золе отдельных представителей растительного сообщества.

На участке месторождения наиболее информативными из рассматриваемых элементов в фитогеохимических ореолах являются серебро, свинец и, частично, марганец. Нам представляется, что наиболее достоверные данные отражаются рядом по КК элементов по отношению к КК по району, т. к. величина КБП в каждом конкретном случае сильно зависит от вида растительности (что может меняться на очень небольших расстояниях), а цифровые значения ряда, составленного по отношению местного значения кларка элементов к кларку к биосфере в целом весьма приближенные.

Метод сорбционно-солевых ореолов. Концентрация металлов на сорбционном барьере описываемого г. т. л. в целом существенно диф-

ференцирована. Для описания поведения выделенных металлов (Pb, Cu, As, Zn, Mo, Fe, Mn, Ag) в сорбционно-солевых ореолах использованы величины местных кларков концентраций (отношение содержания искомого компонента в донных отложениях данного участка к его средней концентрации в том же природном образовании по району в целом) и коэффициент сорбционно-солевого накопления (рассеяния — КССН — отношение КК в донных осадках к КК в почвах и рыхлых новообразованиях). Эти величины дают, соответственно, следующие ряды по сухим лесам и кустарникам: $Fe(1,0) = As(1,0) = Ag(1,0) = Zn(1,0) > Cu(0,9) > Mn(0,85) > Mo(0,53) > Pb(0,5)$. $Fe(1,0) > Zn(0,5) > Cu(0,16) > Mo(0,1) > Mn(0,06) > Pb(0,05)$.

Первый ряд свидетельствует о сбалансированном привносе-выносе Fe, As, Ag, Zn на сорбционно-солевом ореоле и о выщелачивании остальных элементов. Из ряда по КССН явствует, что весь набор элементов подвержен выщелачиванию. По-видимому, для описания поведения элементов по району в целом наиболее достоверен первый ряд, а ряд по КССН четко может характеризовать конкретный небольшой участок исследований. Работы, проведенные непосредственно в пределах месторождения и в зоне окисления, показывают, что места, занимаемые элементами в рядах, в основном сохраняются, но резко повышаются их цифровые значения. Проявляют тенденцию к накоплению As, Fe, Cu, Pb, Ag ($КК$ и $КССН > 1$).

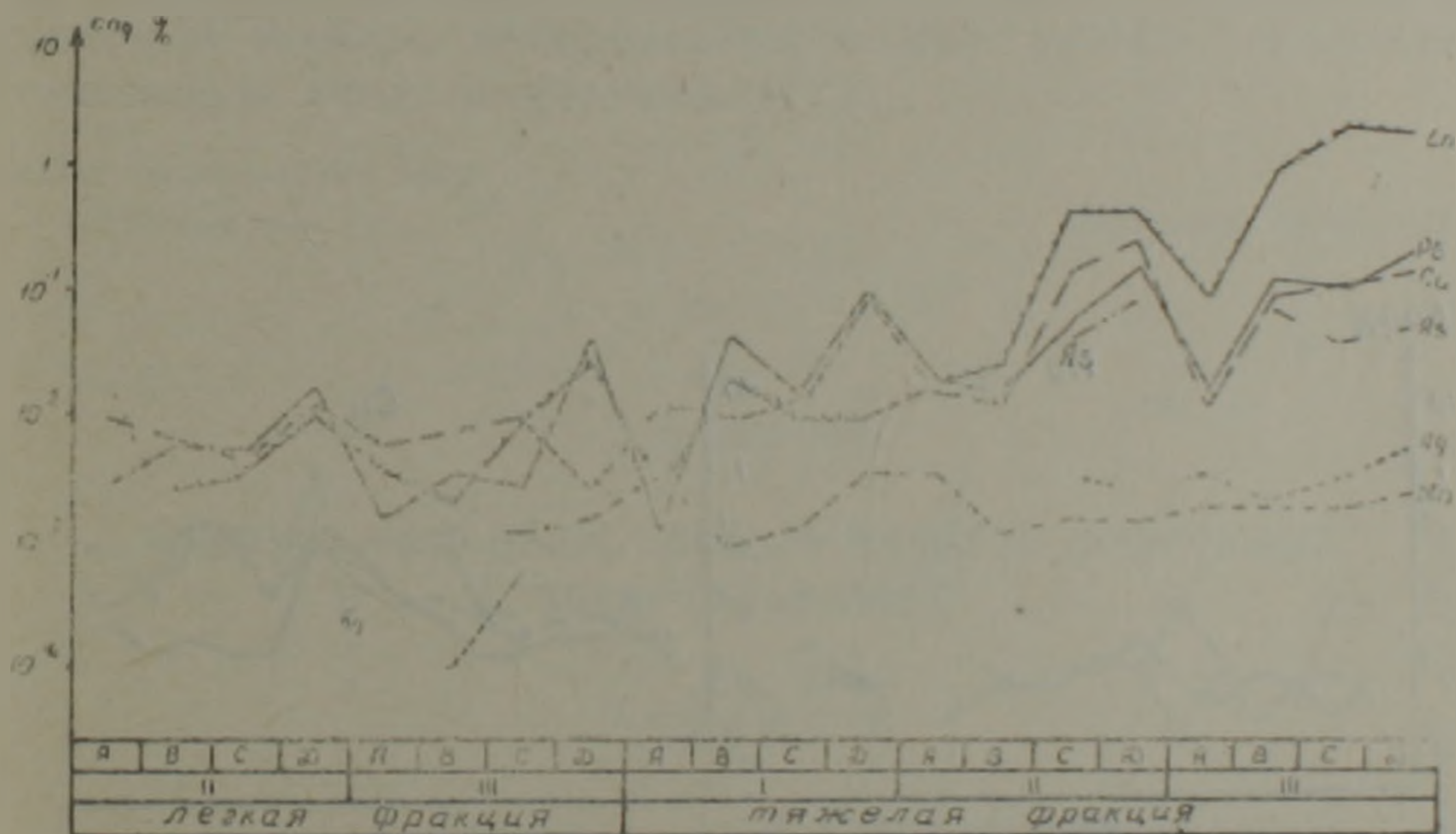


Рис. 1. Поведение элементов в различных составляющих сорбционно-солевых ореолов водотока Центрального участка Марджанского месторождения. I — магнитная фракция; II — электромагнитная; III — немагнитная; А — гранулы размером 0,5—0,25 мм; В — 0,25—0,1 мм; С — 0,1—0,05 мм; Д — 0,05 мм.

Для изучения связи различных элементов с изменениями гранулометрических и магнитных параметров донных отложений проводились дифференцированные исследования этих ингредиентов. Кроме илистого глинистого материала изучению подверглись и более крупные частицы, которые занимают промежуточное положение между донными осадками и шлихами. Полученные результаты весьма интересны. Их графическое изображение приведено на рис. 1, из которого явствует, что, например, концентрация мышьяка фиксируется только в тяжелой фрак-

Таблица 2

Минеральный состав шлихов водотоков г. т. л. сухих лесов и кустарников

Фракции	Составляющие по магнитным свойствам	Минералы	Частота встречаемости, %	
			Безрудный участок (21пр.)	Рудный участок (13пр.)
	Магнитная	Магнетит	83	63.6
Тяжелая	Электромагнитная	Ильменит	100	72.7
		Лимонит	83	100
		Гематит	0	36.5
		Пир. мон.	100	63.6
		Баз. рог. обм.	50	9
		Пир. ромб.	83	36
		Обык. рог. обм.	67	18
		Эпидот	50	100
		Биотит	0	9
		Турмалин	0	9
		Оливин	0	9
		Цонзит	0	9
		Сфен	0	18
		Хромшпинель	0	9
		Циркон	50	91
		Апатит	83	91
		Рутил	0	45.5
Легкая	Немагнитная	Пирит	50	91
		Барит	33	54.5
		Гранат	0	54.5
		Кварц	33	45.5
		Пол. шпаты	83	82
		Кальцит	5	18

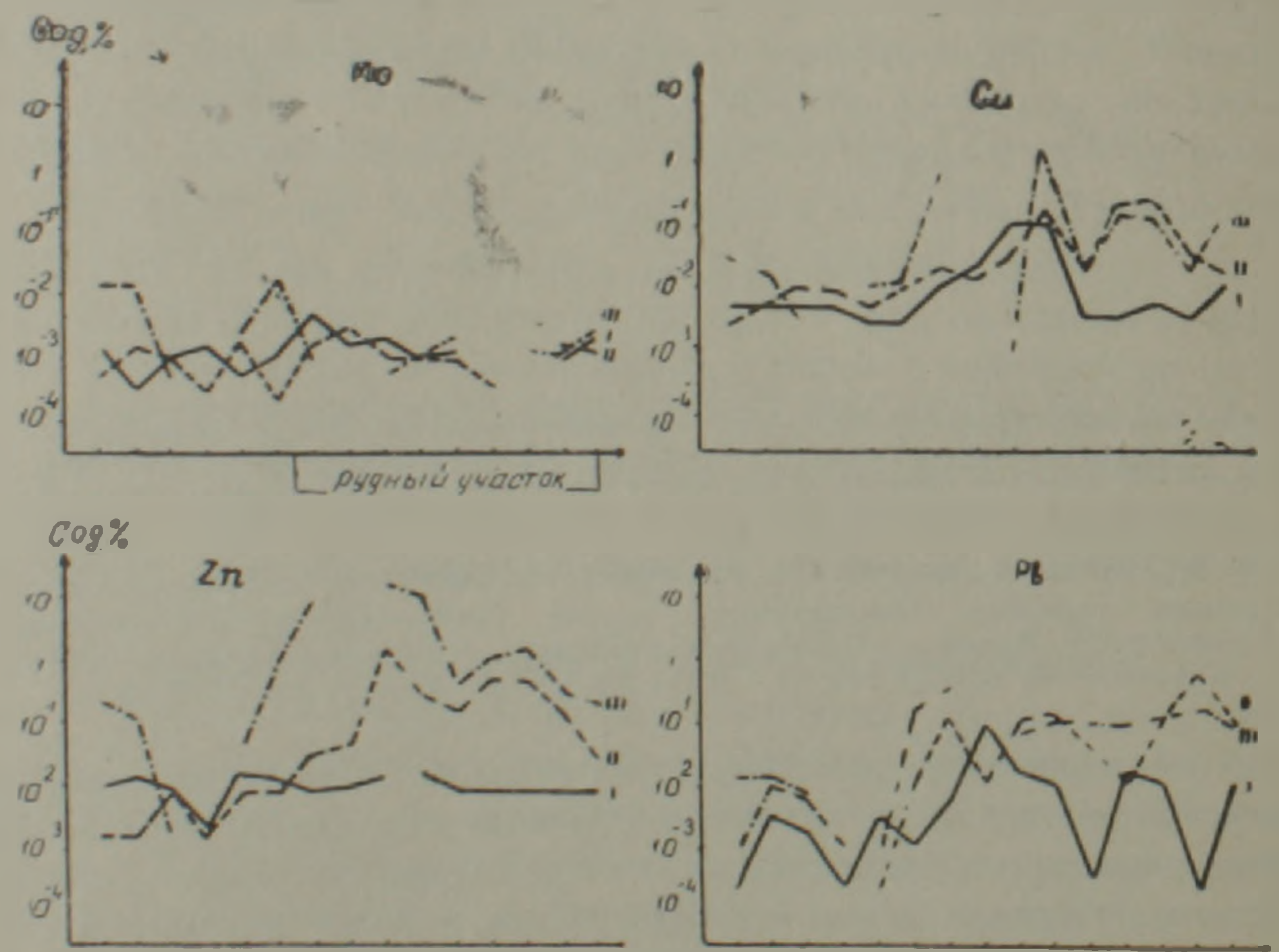


Рис 2. Содержание некоторых элементов в магнитной (I), электромагнитной (II) и немагнитной (III) фракциях шлихов водотоков г. т. л. сухих лесов и кустарников.

ции и, как правило, в ее тонкодисперсной немагнитной составляющей. Относительно высокие концентрации серебра ($3 \times 10^{-3}\%$) фиксируются в немагнитной и электромагнитной составляющих тяжелой фракции. В легкой фракции содержание мышьяка связано только с немагнитной составляющей, но оно уже на порядок ниже ($1 \times 10^{-4}\%$), чем в тяжелой фракции. Здесь серебро минералогически связано с глинистыми частицами и т. д.

Минералого-геохимический метод. Его применение имело целью установить минеральный состав шлихов основных водотоков как Марджанского месторождения, так и всего г. т. л. По аналогии с методикой исследований донных образований, здесь также изучалась связь между распределением элементов и различными фракциями шлихов по магнитным свойствам. Результаты этих работ приведены в табл. 2 и рис. 2.

В электромагнитной составляющей легкой фракции установлены только обломки и зерна коренных пород, а промываемые породы здесь в основном базальты, андезиты-базальты, андезиты-дациты, липариты и др. миоценового возраста.

Наиболее представительным минералом зоны оруденения в шлихах является пирит, входящий в состав электромагнитной составляющей тяжелой фракции. Его содержание в количестве 50—60% минерального состава шлихов может служить показателем оруденения, а при минералого-геохимических исследованиях в г. т. л. сухих лесов и кустарничков наиболее информативной можно считать немагнитную составляющую тяжелой фракции.

Институт геологических наук
НАН Армении

Поступила 18 XII 1992

Հ. Վ. ՇԱՀԻՆՅԱՆ

ԿԱՄՐՋԱԿ ԳԵՏԻ ՄԻՋԻՆ ՀՈՍԱՆՔԻ ԱՎԱՋԱՆԻ ՀԻՊԵՐԳԵՆԵԶԻ ԳՈՏՈՒ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Ա. մ փ ո փ ու մ

Կամրջակ գետի ավազանը բնութագրվում է երկրաբանական և լանդշաֆտային-երկրաբանական բարդ կառուցվածքով: Սույն հոդվածը հանդիսանում է շրջանում 6 տարի անընդմեջ կատարված ուսումնասիրությունների համառոտ ամփոփումը՝ ըստ տարրերի տարածման երկրորդային եզրապսակների և հոսքերի:

Գետի միջին հոսանքներում է գտնվում Մարջանի կվարց-բազմամետաղային հանքավայրը: Հանքային մարմինները ներկայացված են երակներով և երակային գոտիներով: Հանքավայրի տեղամասը տարածված է չոր անտառների և թփուտների լանդշաֆտային-երկրաբանական տիպում, որը առավել հետաքրքիրն է ամբողջ Արևիս-Բարձրավանի հանքային գոտում, քանի որ հետազոտությունները տարվել են որոնողական-հետախուզական աշխատանքներին ղուգրնթաց, այսինքն՝ հնարավոր է եղել հետևել հիպերգեն պրոցեսների ընթացքին և փոփոխություններին անմիջականորեն բնական հա-

վասարակչություն խախտման ընթացքում, ինքը՝ տեղամասն ունի բարդ կառուցվածք, հստակ արտահայտված է ուղղահայաց կենսակլիմայական գոտայնությունը և, վերջապես, որոնողական չափանիշների բացահայտումը թույլ է տալիս կիրառել հետազոտությունների մեթոդիկան այլ, բնական պայմաններով նման տարածքներում ինչպես որոնողական, այնպես էլ բրնայահանական աշխատանքներ նախագծելիս և իրականացնելիս:

Հետազոտությունների համակարգում տեղ են գտել հետևյալ մեթոդները. հիդրոերկրաքիմիական, հողային-հիդրոքիմիական, լիթոքիմիական, ֆիտոերկրաքիմիական, սորբցիոն-ադային և միներալային-երկրաքիմիական: Ուսումնասիրվող տարրերն ընտրված են ըստ շրջանի մետաղածնական յուրահատկությունների:

Ըստ թվարկված մեթոդներից յուրաքանչյուրի՝ առանձնացված են հանքային ցուցիչ-տարրերը և հնարավորության սահմաններում գնահատված է նրանց տեղեկատվության հավաստիության աստիճանը: Գնահատված են նաև մեթոդները՝ ըստ իրենց տեղեկատվության աստիճանի՝ տվյալ լանդշաֆտային-երկրաքիմիական պայմաններում:

G. V. SHAHINIAN

CHARACTERISTICS OR HYPERGENESIS ZONES OF MIDDLE STREAM BASIN OF THE KAMRCHAK RIVER

Abstract

Basing on the study of secondary halos general directions of hypergeneous processes proceeding in a given basin ave given and the most informative elements-indices of orification according to six types of geochemical methods of prospecting are distinguished. A special attention is paid to oxidation zone of Mardjan deposit, where processes of changing and formation of secondary halos on the background of antropogenic effect and violation of natural equilibrium ave traced.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долуханова Н. И. Опыт применения почвенно-гидрохимической съемки для поисков месторождений молибдена.—В сб. «Геохимические поиски рудных месторождений в СССР». М., 1957, с. 274—280.
2. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М., «Недра», 1983. 183 с.
3. Карапетян А. И., Гуюмджян О. П. О возрасте вулканических, плутонических и жильных пород бассейна р. Сисиан.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. XLII, № 2, 1989, с. 20—23.
4. Ковда В. А., Якушевская И. В., Тюрюканов А. Н. Микроэлементы в почвах Советского Союза. М., МГУ, 1959, 66 с.
5. Кюрегян Э. А. Об определении микроэлемента в водах и водных вытяжках из почв.—Изв. Главного Управления Мин. С. Х. АрмССР, Сельхознауки, 1960, № 1, с. 79—83.
6. Перельман А. И. Миграционные ряды элементов в коре выветривания. В кн. «Кора выветривания». М., Изд. АН СССР, 1962, вып. 4, с. 219—260.
7. Сауков А. А. Геохимические очерки. М., Наука, 1976, 555 с.