

Ծնթադրվում է, որ արժեքների դիսպարիտետը տարանշանակությունը կապված է հանրապետության տարածքի երկրակեղևում ընթացող տեկտոնական լարումների կուտակման երևույթների հետ:

S. R. HOVHANNISIAN, A. H. SIMONIAN, D. S. CHIKOVANY

## THE GEOMAGNETIC FIELD SECULAR VARIATIONS IN THE ARMENIA TERRITORY DURING 1975–1986

### A b s t r a c t

The geomagnetic field secular variations are investigated. The problems of secular variations source and dynamics are considered. A geomagnetic field annual variations spatial heterogeneity is revealed. The field secular variation has a relatively high significance in the northern part of the Republic territory (11 nTl) and a low one in the southern part (7 nTl).

It is supposed, that such a dispersedness of values is connected with the processes of tectonic stresses accumulation in the Earth's crust of the Republic territory.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Акоюн Ц. Г., Оганесян С. Р., Ахвердян Л. А. Об одной аномалии векового коэф. на региональном профиле Гярд-Кафан. Тезисы докладов съезда «Главное геомагнитное поле и проблемы палеомагнетизма», М., часть I, 1976.
2. Оганесян Ш. С., Оганесян А. О. Повторные триангуляционные измерения с целью изучения деформаций земной коры в сейсмоактивных районах Армянской ССР — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. XXXIX, № 5, 1986, с. 17—22.
3. Головкин В. Я., Коломиец Г. И., Кольященко Л. П., Семенов. Каталог средних годовых значений элементов ГМП мировой сети магнитных обсерваторий. М., вып. XVI, 1983.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992, XLV, № 3, 65—69.

УДК 550 845

### КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Т. Н. КЮРЕГЯН

## ПОИСКОВЫЕ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ МАРЦИГЕТСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Рудное поле Марцигетского месторождения находится в бассейне р. Марц и протягивается от с. Лорут к СЗ до пос. Дзагидзор. Исследованная площадь охватывает пограничную полосу двух крупных тектонических зон: Сомхето—Карабахскую с севера и Севано—Акеринскую с юга.

В рудном поле широкое распространение имеют вулканогенно-осадочные комплексы среднего эоцена и юры, перекрытые местами породами верхнего плиоцена и четвертичными отложениями.

В структурном отношении рудный район осложнен двумя антиклинальными поднятиями вдоль Марцигетского разлома. Последний является рудоконтролирующей структурой и падает в северо-восточном направлении, под углом 60—80°. Гидротермально измененные породы развиты вдоль разломов в местах внедрения даек. Оруденение, в основном, представлено золото-полиметаллическим типом и имеет гидротермальное происхождение. В западной части района имеются также рудопроявления медноколчеданного и медно-гематитового составов, приуроченные к контактам субинтрузивных тел с вулканогенно-осадочными породами.

Воды района преимущественно грунтовые и грунтово-трещинные с непостоянным дебитом и температурой. Они формируются в приповерхностных частях вулканогенно-осадочных образований и по макрокомпонентному составу относятся к классам:

- 1) гидрокарбонатные кальциевые, с малой минерализацией;
- 2) гидрокарбонатные натриевые, со средней минерализацией;
- 3) гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые, со средней минерализацией.

Количество рудных микрокомпонентов ограничено и имеет низкую концентрацию. Средние концентрационные уровни интересующих нас главных микроэлементов находятся в содержаниях (млн<sup>-1</sup>): медь—360; цинк—1100; свинец—34; барий—360. По всем этим элементам-индикаторам фоновые показатели концентрационных уровней несколько завышены по сравнению с гидрогеохимическим фоном Степанаванского и Шамшадинского рудных районов [2]. Это говорит о сильной зараженности гидротермальными растворами рудовмещающих пород, при формировании рудных месторождений в данном районе. Особенно это подтверждается высоким фоновым содержанием бария и его тесной корреляционной связью с цинком и свинцом. Примененный корреляционный анализ, из всей обнаруженной гаммы микрокомпонентов, позволил выделить более информативные признаки вещественного состава ореольных вод, как основных индикаторов полиметаллического оруденения—цинк, свинец, медь, барий, так и второстепенных—серебро, висмут, золото, молибден. Гидрогеохимические и статистические параметры этих элементов-индикаторов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Гидрогеохимические параметры элементов-индикаторов Марцигетского рудного поля (содержание элементов в млн<sup>-1</sup>)

Микроэлементы	Тип вод			Рудовмещающие породы (по Пароньяну В. О.)
	Фоновые	Подземные воды из штолен	Ореольные	
Медь	360	520	400	280
Цинк	1100	2450	1920	70
Свинец	34	160	56	58
Барий	250	430	540	2000
Молибден	2	5	3	20
Серебро	2	4	6	—
Золото	—	3,6	3	—
Висмут	—	1,3	1,1	—
Германий	—	1,3	1,2	—

На основании представленных данных видно, что как в ореольных водах, так и в водах штолен элементы-индикаторы по концентрационным уровням резко не отличаются. Несколько особняком стоит сурьма: в грунтово-трещинных водах, циркулирующих в рудовмещающих породах (в штольнях), ее содержание в четыре раза больше, чем в ореольных водах.

Для обоснованной интерпретации выявленных геохимических и гидрогеохимических аномалий в рудных районах были поставлены опытно-методические исследования в штольнях № 4 и 7. Грунтово-трещинные воды, дренирующие порфириты, туффиты и андезитобазальты, в основном гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-натриевого состава, с  $pH=6,1-8,0$  и содержанием сульфат-иона до 52 мг/л. Элементы-индикаторы в водах контрольных объектов имеют концентрационные уровни, в несколько раз превышающие фоновые содержания, и приравниваются к концентрациям, характерным только для вод аномальных площадей. По коэффициентам аномальности элементов-индикаторов последние располагаются, в основном, следующим образом:

$$\begin{array}{cccccccc} Pb > Sb > Mo > Zn > Ag > Ba > Cu > Bi \\ 4,7 & 3,7 & 2,5 & 2,2 & 2,0 & 1,6 & 1,4 & 1,2 \end{array}$$

По численным показателям коэффициентов аномальности сильных отклонений в данном ряду элементы-индикаторы не имеют, но крайние члены отличаются друг от друга в несколько раз (свинец, сурьма, молибден—по сравнению с медью и висмутом). Такое неконтрастное проявление элементов-индикаторов затрудняет выделить главные компоненты геохимических признаков типа оруденения, поэтому рассмотрим другой метод интерпретации, а именно установление коэффициентов миграции элементов-индикаторов в слабокислых грунтово-трещинных водах штолен. Они по убывающей величине коэффициентов миграции располагаются следующим образом:

$$\begin{array}{cccccccc} Sb > Bi > Ag > Zn > Pb > Mo > Cu > Ba \\ 1100 & 65 & 57 & 34 & 11 & 10 & 9 & 0,7 \end{array}$$

Так как в районе исследования отсутствуют данные по локальному геохимическому фону, для подсчета коэффициентов миграции взяты средние содержания химических элементов в диоритах и андезитах по А. П. Виноградову. Порядок элементов-индикаторов, представленный в вышеописанном ряду, хорошо прослеживается в рудных минералах: галените (сурьма, висмут, серебро), сфалерите и халькопирите (серебро). Этой закономерности подчиняется и золото, наиболее высокие содержания которого встречаются в водах штольни № 7 (от 3 до 18 мг<sup>-1</sup>).

Обратную картину представляет правая часть миграционного ряда, где свинец, медь и барий имеют слабую миграционную способность.

Сравнивая особенности вещественного состава грунтово-трещинных вод и коэффициенты миграции с рядом зональности элементов-индикаторов первичных ореолов полиметаллических месторождений жильного типа:  $Ba-Ag-Pb-Zn-Cu-Bi (W, Mo)$  [1], можно сделать вывод о типе оруденения, выявленного по водным ореолам.

В обоих приведенных рядах общими являются серебро и цинк—в левой части, а в правой—медь, молибден. Из общей закономерности зональности по первичным ореолам из водных выпадают барий и висмут, в силу специфики среды исследования, т. е. они занимают прямо противоположные места. Таким образом, очевидна аналогия ряда зональности первичного ореола с миграционным рядом водного ореола.

Водные ореолы элементов-индикаторов пространственно совпадают с эндогенными ореолами и с зонами гидротермально-измененных пород.

Исходя из геологического строения и металлогенической специализации, рудный район разделен на две пространственно обособленные гидрогеохимические совокупности, охватывающие соответственно комплекс пород среднеюрского возраста, с преобладанием собст-

венно медного оруденения, и среднеэоценовые субвулканические образования с полиметаллическим оруденением.

Первая совокупность охватывает площадь, характеризующую северный фланг Марцигетского разлома. В ореольных водах отмечаются повышенные содержания меди, молибдена, серебра. В основном они фиксируются в бассейне р. Дзагидзор. Аномальные, но локально распространенные ореолы бария, цинка и свинца совпадают в пространстве с ореолами меди, серебра. При сравнении концентрационных уровней элементов-индикаторов в грунтово-трещинных водах этой совокупности и в ореольных водах региона, можно заметить повышенные содержания меди, что характерно для собственно медного оруденения. Обращает на себя внимание наличие в этих водах золота (от 1,0 до 1,3  $\text{млн}^{-1}$ ). Связь золота с медными минералами отмечается в работах В. О. Пароникяна и С. Г. Алояна.

В грунтово-трещинных водах нами также зафиксировано присутствие золота. С помощью сорбента (хлорлигнин + БАУ) золото сорбируется до 100%. При ионной силе  $\gamma = 0,03$  термодинамическими расчетами выявилось, что золото, имея высокие миграционные способности, мигрирует в водах, начиная с  $\text{pH} = -5$  [3] в виде хлоридных комплексов. Наличие в водах (из скважин, пройденных УГ) повышенного содержания сероводорода (26  $\text{мг/л}$ ,  $\text{pH} = 5,9$ ) дает основание рассчитывать еще три формы миграции золота, а именно:  $[\text{Au}(\text{H}_2\text{O})\text{S}^-]$ ,  $[\text{Au}(\text{HS})_2^-]$  и  $[\text{Au}(\text{HS})\text{Cl}^-]$ . Эти комплексы золота характерны для гидротермальных расчетов с мышьяксодержащими буферами. Так, эта особенность наблюдается на Орском участке, где наряду с минеральными ассоциациями пирит-халькопирит-магнетит присутствует энаргит.

Присутствие золота в этих водах обуславливается, по всей вероятности, наличием зоны гидротермально измененных пород, с кварц-хлоритовой фацией, дренируемых грунтово-трещинными водами. В этой зоне по убывающей величине коэффициента миграции элементы-индикаторы располагаются следующим образом:  $\text{Sb} > \text{Ag} > \text{Mo} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Ba}$ . Здесь легкоподвижные элементы — сурьма, серебро и молибден интенсивно выщелочены, и ореолы их имеют большую протяженность, чем ореолы меди, свинца, бария. Ореолы последних, как трудноподвижные элементы-индикаторы, имеют ограниченные размеры и более того, отражают наличие как скрытых рудопроявлений, так и их эндогенных ореолов.

Во вторую совокупность входит зона южного фланга Марцигетского разлома, где широко развит вулканогенно-осадочный комплекс пород среднего эоцена, осложненный дайками и многочисленными разломами второго порядка. Западная часть площади перекрыта базальтами плиоцена. Эта зона охватывает 80% исследуемой территории.

В грунтово-трещинных водах этой зоны количество микрокомпонентов довольно представительно (порядка 30).

По коэффициентам миграции элементы-индикаторы расположены следующим образом:  $\text{Sb} \rightarrow \text{Ag} \rightarrow \text{Bi} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} \rightarrow \text{Pb} \rightarrow \text{Ba}$ .

Общим для аномальных площадей этой совокупности является близость численных значений коэффициентов аномальности и миграции элементов-индикаторов с аналогичными показателями контрольных объектов. Наблюдается закономерность размещения аномальных площадей по разрывным нарушениям, а в некоторых случаях повторение контуров даек. Почти на всех аномальных площадях золота присутствует в тех или иных количествах.

В обобщенной таблице 2 приведены сведения по их вещественному составу, коэффициентам аномальности и подвижности элементов-индикаторов и др., имеющие прямое отношение к гидрогеохимическим поисковым признакам изученного рудного района, в частности, закономерностям формирования водных ореолов сульфидной минерализации.

В ореольных водах элементы-индикаторы мигрируют в различных формах—в виде сложных комплексных соединений. Определенный интерес представляют формы существования золота. Исходя из того, что ореольные воды имеют  $pH=6,8-7,7$  с ионной силой от 0,01 до 0,005, были обнаружены комплексные формы золота. Таковыми явились гидрокомплексы  $[Au(OH)]$ ,  $[Au(OH)_4^-]$ ,  $Au(OH)_5^{2-}$ , хлоридный  $[AuCl_2^-]$  и сульфидный  $[AuS^-]$  комплексы.

Определение комплексных соединений золота в ореольных водах позволяет ориентировочно предположить температурный режим гидротермальных растворов во время рудообразования [3]. В частности, на Орском участке медные и медно-гематитовые руды, по-видимому, образовались при низко-среднетемпературном режиме—200—300°C. Последнее подтверждается характерной минеральной ассоциацией: пирит-гематит-халькопирит-энаргит.

Таблица 2

Гидрогеохимическая характеристика ореольных вод металлогенических зон, примыкающих к Марцигетскому рудному полю

Гидрогеохим. признаки рудопроявлений	Сомхето-Карабахская	Севано-Акеринская
1. Главные эл.-индикаторы	Медь, молибден, золото, цинк, сульфат-ион.	Цинк, барий, медь, золото, свинец, сульфат-ион
2. Второстепенные эл.-инд. Коэффициенты миграции Коэффициенты аномальности	Серебро, барий, мышьяк, сурьма Sb → Ag → Mo → Zn → Cu → Pb → Ba Mo → Zn → Ag → Ba → Cu	Сурьма, ртуть, серебро, висмут Sb → Ag → Bi → Zn → Cu → Pb → Ba Pb → Sb → Mo → Zn → Ag → Ba → Cu → Bi
Уровни эрозионного среза выявленных аномалий	Средний и нижний—медное оруденение	Верхний и средний—полиметаллическое оруденение

Как показали исследования, аномальные площади и отдельные высокие содержания золота приурочены к дацитовым порфирирам, прорванным дайками такого же состава, и липарито-дацитовым и андезитовым порфирирам. В первом случае они закономерно ассоциируются с цинком, свинцом, серебром и сурьмой, а во втором—с медью. Это говорит о том, что золото связано с двумя типами оруденения—полиметаллическим и медным. Данный факт более наглядно подтверждается коэффициентом зональности.

Выявленные высокие содержания золота заслуживают детального изучения.

Институт геологических наук АН Армении

Поступила 25 XII.1989.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. М.: Недра, 1983.
2. Кюрегян Т. Н. Оптимизация литохимических параметров на примере Арманисского рудного поля. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, т. XXXVIII, № 1.
3. Летников Ф. А., Вилор Н. В. Золото в гидротермальном процессе. М.: Недра, 1981.