

## ВЛИЯНИЕ pH МИНЕРАЛООБРАЗУЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МАГНЕТИТОВ

Н. Ф. СТОЛБОВА

(Представлена научным семинаром кафедры петрографии)

Изучая геологию и минералогия Лебедского скарново-золоторудного месторождения (Горный Алтай) и используя ряд критериев, мы выделили многочисленные минеральные ассоциации, проследили смену одних другими в пространстве и во времени. Минеральные ассоциации, формирующиеся при одинаковых условиях температур (по данным гомогенизации газовой-жидких включений), были объединены в стадии: доскарнового метасоматоза, скарновую стадию, стадию перекристаллизации, гидротермальную кварцевую и гидротермальную карбонатную (Столбова, 1970). Учитывая особенности минеральных ассоциаций, сменяющих друг друга во времени, а именно химизм замещения одних минералов другими, изменение условного потенциала ионизации у последовательно образующихся минералов, а также pH суспензий отдельных минералов и их ассоциаций, мы смогли проследить эволюцию pH постмагматического раствора от стадии к стадии (Столбова, 1970).

### Данные химического

Магнетиты	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO
I. Скарновая стадия (среднее из пяти)	1,34	0,86	24,71
II. Стадия перекристаллизации (среднее из четырех)	1,00	0,53	28,63

### Результаты спектрального полуколичественного

Магнетиты	Содержание элементов-примесей						
	Ti	V	Cr	Ni	Ba	Sr	Mn
I Скарновая стадия	2800	310	400	133	1500	1000	8090
II Стадия перекристаллизации	100	40	—	60	200	1000	2470
III Кварцевая стадия	50	—	—	—	1000	1000	100
IV Карбонатная стадия	—	—	—	—	—	600	130

Общие ее черты таковы. К концу скарновой стадии происходит постепенное уменьшение щелочности растворов. Оно временно прекращается и даже несколько увеличивается в стадию перекристаллизации. В гидротермальную кварцевую стадию идет увеличение щелочности растворов, которое прекращается к ее концу. В конце постмагматического процесса в гидротермально-карбонатную стадию обнаруживается тенденция к нейтрализации растворов.

На всех, кроме первой, стадиях постмагматического процесса, обнаруживающих разный режим кислотности-щелочности, формируются магнетиты (Столбова, 1970). По ряду свойств эти магнетиты резко различимы (характерные их особенности представлены в табл. 2). В связи с этим возникает вопрос: влияет ли рН минералообразующей среды на химический состав магнетитов и на состав их элементов-примесей?

Чтобы ответить на поставленный вопрос, мы обратились к данным химических анализов магнетитов, к имеющимся спектральным полуквантитативным анализам и рассмотрели их с учетом кислотно-основных свойств обнаруженных компонентов. Последние, как известно, определяются величинами электроотрицательности, которые приведены в работе А. Е. Поваренных (1962).

Ниже приведены табл. 1, 2 с данными химических и спектральных анализов магнетитов. Из них видно, что как петрогенные компоненты магнетитов, так и элементы-примеси в них изменяют от стадии к стадии свое количественное значение. Набор элементов-примесей изменяет еще и свой качественный состав.

Чтобы проследить количественные изменения элементов от их кислотно-основных свойств, воспользуемся графическими построениями. Расположим по оси абсцисс петрогенные компоненты, обнаруженные в магнетитах I и II, в порядке их возрастающей электроотрицательности, т. е. в порядке их убывающей основности. По оси ординат отложим величины, отражающие количественные изменения петрогенных компонентов в магнетитах I и II. Количественные изменения определяются по формуле

Таблица 1

анализа магнетитов

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	MnO	V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Сумма
70,34	0,07	0,067	0,072	0,18	0,02	0,046	97,65
68,16	0,06	0,23	0,78	0,19	0,017	0,022	98,78

Таблица 2

анализа магнетитов в вес % 100,000

в магнетитах (среднее из пяти)

Co	Ga	Ge	Cu	Zn	Pb	As	Ag	W	Bi	Zr
100	100	33	1600	566	332	—	—	—	—	—
100	80	40	900	2400	40	—	—	—	20	20
50	—	50	2500	1500	—	—	—	—	—	—
500	—	60	—	42500	130	4600	230	100	—	—

$$P_i^{\text{II}} - P_i^{\text{I}} \left| \frac{P_i^{\text{II}} + P_i^{\text{I}}}{2} \right.$$

где  $P_i^{\text{I}}$  и  $P_i^{\text{II}}$  — содержания  $i$ -го элемента в магнетите I и магнетите II соответственно.

Зависимость, получившаяся на графике 1, свидетельствует о том, что в магнетите II по отношению к магнетиту I больше сильных оснований, меньше слабых. Это может указывать соответственно на большую активность этих компонентов в растворе и, следовательно, на возрастающую щелочность раствора.

Рассмотрим в той же зависимости изменения содержаний элементов-примесей в магнетите I и II. Для этого на графике по оси абсцисс расположим элементы-примеси в порядке их возрастающей электроотрицательности, а по оси ординат отложим величины количественных изменений содержаний элементов-примесей магнетита II относительно магнетита I. Получившаяся зависимость представлена на графике 2. Она так же, как и предыдущая, указывает на возрастающую щелочность раствора.

Результаты анализа двух графиков аналогичны и хорошо согласуются с тем положением, что формирование магнетита II происходит в условиях возрастающей щелочности.

Попробуем в таких же зависимостях проследить изменение содержаний элементов-примесей в магнетите III относительно магнетита II и магнетита IV относительно магнетита III. Они представлены на графиках 3 и 4.

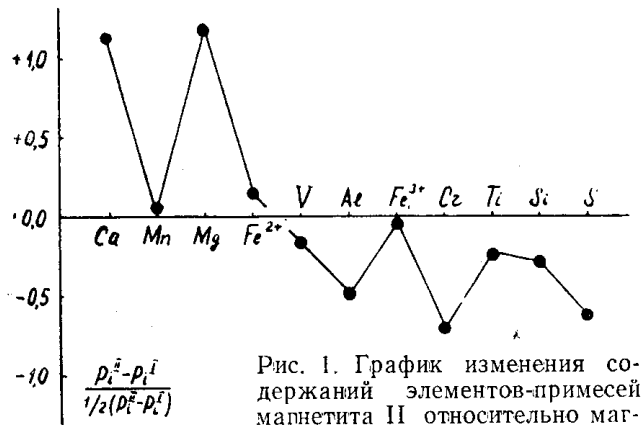


Рис. 1. График изменения содержаний элементов-примесей магнетита II относительно магнетита I

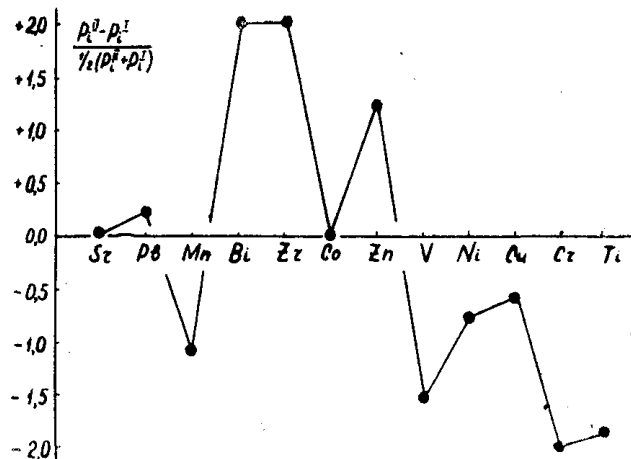


Рис. 2. График изменения содержаний петрогенных компонентов магнетита II относительно магнетита I

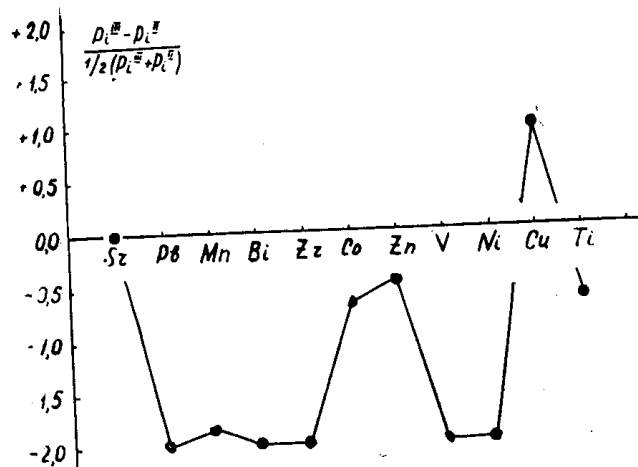


Рис. 3. График изменения содержаний элементов-примесей магнетита III относительно магнетита II

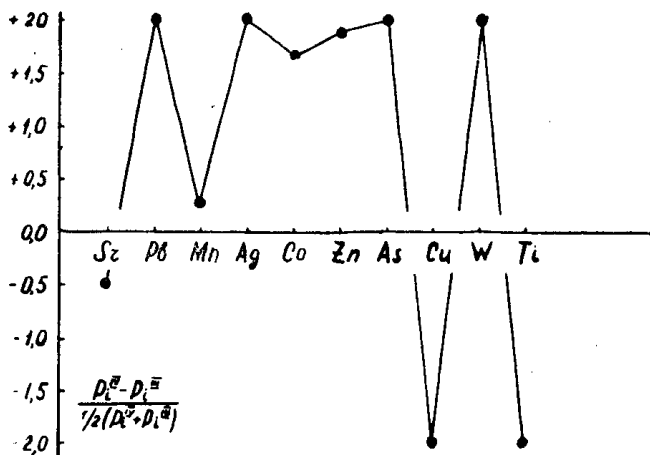


Рис. 4. График изменения содержаний элементов-примесей магнетита IV относительно магнетита III

Изменения содержаний элементов-примесей, как видно из графиков, таковы, что свидетельствуют об увеличении роли компонентов с более кислотными свойствами во время формирования магнетита III и об их уменьшении при формировании магнетита IV. Это также хорошо согласуется с другими данными об изменении режима pH в сторону увеличения щелочности в кварцевую стадию и ее уменьшении в карбонатную.

Таким образом, первая попытка проследить влияние pH минералообразующей среды на особенности химического состава и состава элементов-примесей оказалась положительной. Из изложенного вытекает, что изменение режима pH в сторону увеличения щелочности приводит к увеличению содержания в решетке минерала элементов с более основными свойствами, к задержке в них элементов-примесей также с более основными свойствами и наоборот.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. Е. Поваренных. Об использовании электроотрицательности элементов в кристаллохимии и минералогии. Записки украинского отделения Всесоюз. минер. общества. Вып. 1, Киев, 1962.

2. Н. Ф. Столбова. Минералогия и генезис Лебедской золотоносной скарновой зоны. Диссертация на соиск. уч. степени кандидата геол.-мин. наук. Томск, ТПИ, 1970.