

А. Л. ЗАГЯНСКИЙ

О ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦИНКА В ЖЕЛЕЗНЫХ РУДАХ

(Представлено академиком Д. И. Щербаковым 12 VI 1954)

Исследования распространенности цинка в различных минералах и породах земной коры были впервые произведены Кларком и Вашингтоном. Определенная ими распространенность цинка в земной коре составляет $5,7 \cdot 10^{-5} \%$ ⁽⁴⁾. Это значение, как выяснилось впоследствии, занижено и было уточнено исследованиями И. и В. Ноддак ⁽⁴⁾, получившими величину $2 \cdot 10^{-4} \%$. Согласно данным А. Е. Ферсмана ⁽⁷⁾, содержание цинка в земной коре равно $5 \cdot 10^{-3} \%$; В. М. Гольдшмит ⁽¹⁰⁾, считает, что оно не более $4 \cdot 10^{-3} \%$. По данным А. П. Виноградова ⁽²⁾, а также Э. Б. Сандэлла и С. С. Гольдича ⁽⁵⁾, среднее содержание цинка в гранитах $6 \cdot 10^{-3} \%$, а в основных породах $1,3 \cdot 10^{-2} \%$. Содержание цинка в земной коре, на основании данных А. Е. Ферсмана, значительно по сравнению с содержанием таких относительно распространенных элементов, как медь ($3 \cdot 10^{-3} \%$), никель ($6 \cdot 10^{-3} \%$) и хром ($9 \cdot 10^{-3} \%$).

Небезынтересно отметить, что, по данным А. Г. Бетехтина и С. А. Кашина ⁽¹⁾, а также Г. А. Соколова ⁽⁶⁾, хромшпинелиды некоторых уральских хромитовых месторождений, наряду с никелем, марганцем, кобальтом, титаном и ванадием, содержат также небольшое количество цинка.

Неточность значения для распространения цинка в земной коре, определенного Кларком и Вашингтоном, И. и В. Ноддак склонны объяснить тем, что при химических анализах пород и минералов часто пропускают малые количества цинка, так как определение последнего затрудняется его стремлением в кислых растворах выпадать вместе с медью в виде сульфида, а также летучестью окиси цинка и бесцветностью ряда соединений цинка.

А. Е. Ферсман ⁽⁸⁾ считал, что цинк принадлежит к гораздо более распространенным элементам, чем предполагают, и что в химических анализах его часто не обнаруживают, осаждая вместе с алюминием.

Автором при участии Л. И. Вольфензон проводились исследования геохимических особенностей распределения цинка в сульфидно-магнетитовых рудах некоторых месторождений Западной Сибири и Урала. Рациональному анализу были подвергнуты 4 пробы руды западно-сибирских месторождений и 2 пробы сульфидно-магнетитовых руд уральских месторождений.

Основными рудными минералами сульфидно-магнетитовых руд западно-сибирских месторождений являются магнетит, пирротин, марматит и пирит. Характерны сростки магнетита с марматитом, взаимное прораствание марматита и пирротина, а также мелкая вкрапленность марматита в нерудных минералах. Для подвергавшихся рациональному анализу сульфидно-магнетитовых руд уральских месторождений характерно наличие повышенного количества пирита и халькопирита. Марматит и пирротин встречаются в этих рудах в относительно небольших количествах.

Для выяснения распределения цинка между основными составляющими сульфидно-магнетитовых руд были произведены рациональные анализы этих руд. Результаты анализов 6 проб приводятся в табл. 1.

Значительный интерес представляет относительно повышенное содержание цинка (до 0,3%) в решетке магнетита сульфидно-магнетитовых руд. Важно также наличие цинка в силикатах (до 0,13%).

Выделение цинка, связанного с сульфидами, и определение его количества производились путем растворения проб руды в 2 *н* растворе азотной кислоты в течение 12 час. при температуре 20°. Полнота растворения сульфида цинка контролировалась определением цинка в растворе после

повторной обработки руды 2 *н* раствором азотной кислоты. Определение количества сульфата цинка, окиси цинка, силиката цинка и феррита цинка в решетке магнетита производилось методом рационального анализа соединений цинка, описанного С. Ю. Файнбергом (9).

Приведенные выше анализы, а также дополнительные анализы приводят к выводу, что наибольшему общему содержанию цинка в пробах соответствует наибольшая концентрация его в решетке магнетита.

Очевидно, это обстоятельство связано с генетическими особенностями концентрации цинка в более поздних, чем магнетитовые, сульфидных образованиях. Наличие цинка в решетке магнетита следует объяснить близостью радиусов ионов двухвалентного железа и цинка. Очевидно, повышенную концентрацию цинка, меди и кобальта в образовавшихся гидротермальным путем сульфидах сульфидно-магнетитовых руд следует связать с наличием этих металлов в решетке магнетита. С близостью радиусов ионов цинка и двухвалентных железа и марганца следует связать наличие значительных количеств железа и марганца в таких распространенных цинковых минералах как марматит, цинковая обманка, цинкит и франклинит.

Опыты по обогащению цинкосодержащих железных руд Западной Сибири на магнитной скобе показали, что при дроблении этих руд до —0,07 мм в концентрате после магнитной сепарации руд с содержанием 2,2% цинка остается 0,26% цинка.

Опыты по флотации (с последующей магнитной сепарацией хвостов флотации) дробленной до —200 меш цинкосодержащей железной руды Западной Сибири показали, что при содержании цинка в руде 1,5% содержание его в концентрате не ниже 0,1—0,15% (3). Эти данные также подтверждают наши выводы о наличии в решетке магнетита сульфидно-магнетитовых руд относительно повышенных концентраций цинка.

Следует отметить, что относительно повышенные количества цинка в таких магнетитовых концентратах объяснялись до сих пор главным образом тонкой вкрапленностью сульфидов цинка в магнетите и их взаимным проращением с пирротинном.

При проведении анализов сульфидно-магнетитовых железных руд необходимо определять не только общее количество находящегося в руде цинка, но и количество цинка, содержащегося в решетке магнетита, очевидно, в виде феррита цинка. Наиболее вредное влияние на процесс до-

Таблица 1

Результаты рационального анализа цинкосодержащих железных руд

№ пробы	Месторождение	Содержание цинка в %				
		в руде	сульфатного	сульфидного	силикатного	в магнетите
1	Западная Сибирь	2,60	0,02	2,30	0,05	0,25
2	То же	1,40	0,04	1,15	0,07	0,18
3	"	1,10	0,04	0,80	0,13	0,17
4	"	0,20	—	0,12	—	0,08
5	Урал	0,46	0,04	0,16	0,02	0,28
6	"	0,40	0,03	0,15	0,03	0,22

менной плавки цинксодержащих железных руд оказывает цинк, находящийся в виде ферритов и силикатов.

При разработке методов удаления и извлечения цинка из сульфидно-магнетитовых руд для подготовки их к доменной плавке необходимо найти пути не только максимального извлечения всего содержащегося в них цинка, но и главным образом цинка, находящегося в решетке магнетита.

Автор считает своим долгом выразить благодарность А. Н. Похвисневу, С. М. Мелешкину и Н. И. Ефанову за содействие в проведении исследований.

Московский институт стали
им. И. В. Сталина

Поступило
11 VI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Г. Бетехтин, С. А. Кашин, Минералогия Халиловских хромитовых месторождений, Хромиты СССР, 1, Изд. АН СССР, 1937. ² А. П. Виноградов, Геохимия рассеянных элементов в почвах, Изд. АН СССР, 1949. ³ О. А. Деминова, Сталь, № 9—10 (1942). ⁴ Ида и Вальтер Ноддак, Основные идеи геохимии, в. 2 (1935) (перевод докл. в Хим. общ. в Стокгольме, напечатанного в *Svensk kemisk Tidskrift* (1934)). ⁵ Э. Б. Сандэлл, С. С. Гольдич, Сборн. Редкие и рассеянные элементы в изверженных горных породах, ИЛ, 1935. ⁶ Г. А. Соколов, Сборн. работ, посвящ. 70-летию со дня рождения акад. Д. С. Белянкина, Изд. АН СССР, 1946. ⁷ А. Е. Ферсман, Геохимия, 3, 1937. ⁸ А. Е. Ферсман, Геохимия, 4, 1939. ⁹ С. Ю. Файнберг, Технический анализ руд цветных металлов, 1946. ¹⁰ V. M. Goldschmidt, *Nature*, No. 4 (1937).