

Изучение совместной растворимости Cu и Ag в хлоридном гидротермальном флюиде

Научный руководитель – Тагиров Борис Робертович

Рубцова Екатерина Антоновна

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра геохимии, Москва, Россия

E-mail: rkata@mail.ru

Порфиновые и колчеданные месторождения являются важнейшими источниками меди. Эти месторождения имеют гидротермальный генезис и образуются при участии хлоридных флюидов. Задача настоящей работы - установить ключевое значение константы устойчивости комплекса CuCl_2^- - основной формы гидротермального переноса меди.

Для решения этой задачи была использована константа реакции



Эксперименты проводились при температуре 450°C и давлении 1 кбар в титановых автоклавах объёмом ~20 мл. В верхней части автоклава на титановой перегородке подвешивали кусочки Cu и Ag проволоки и заливали экспериментальный раствор. Состав растворов варьировал от солянокислых (0.1 м HCl) до кислых хлоридно-натриевых (0.01-0.02 м HCl + 1-3 м NaCl). Давление задавали степенью заполнения автоклава. Автоклавы помещали в заранее разогретую печь и выдерживали в течение полутора дней, поскольку равновесная растворимость достигается в течение первых часов опыта. По окончании опыта автоклавы закачивали в холодной воде, извлекали конденсат, автоклавы заполняли царской водкой и выдерживали на электрической плитке в течение 30 минут. Конденсат и смыв объединяли, содержание Cu и Ag определяли методами атомно-абсорбционной спектрометрии и ИСП-МС. Кроме того, растворимость металлов определяли по потере веса проволочек. Результаты этих методов хорошо согласуются между собой.

Установлено, что во всей изученной области концентраций хлоридов растворение металлов описывается обменной реакцией (1). Систематические отклонения константы реакции от состава раствора отсутствуют. Таким образом, наши данные подтверждают, что основной формой нахождения меди является комплекс CuCl_2^- (состав доминирующего комплекса серебра AgCl_2^- надёжно установлен ранее). Отметим, что взаимная растворимость металлических меди и серебра при параметрах опытов пренебрежимо мала. Полученные нами значения константы обменной реакции (1) и константы растворения металлической меди представлены ниже.

Уравнение реакции	$\lg K^{\circ}_{T,P}$ (наши данные)	$\lg K^{\circ}_{T,P}$ [1]
Реакция (1)	2.2 ± 0.2	2.8
$\text{Cu}_{(к)} + \text{HCl}^{\circ} + \text{Cl}^- = \text{CuCl}_2^- + 0.5\text{H}_{2(г)}$	3.0 ± 0.2	3.5
$\text{Ag}_{(к)} + \text{HCl}^{\circ} + \text{Cl}^- = \text{AgCl}_2^- + 0.5\text{H}_{2(г)}$		0.8

Определённые нами значения констант существенно (на 0.6 л.е.) отличаются от значений, рекомендованных в работе [1]. Отметим, что в хлоридных растворах медь растворяется гораздо лучше серебра. Полученные нами данные будут использованы для расчёта надёжных значений термодинамических свойств хлоридных комплексов меди.

Работа выполнена при поддержке РНФ (грант 20-17-00184).

Источники и литература

- 1) Акинфиев Н.Н., Зотов А.В. // Геохимия. 2001. № 10. С. 1083-1099.