

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСКАРНОВОГО РУДООТЛОЖЕНИЯ

Н.Н.Акинфиев, С.В.Ежов

Московская государственная геологоразведочная академия, Москва

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 98-05-64234 и 99-05-64908)

Вестник ОГГГН РАН № 5 (15)'2000 т.1

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/5-2000/hydroterm1

Интрузивная деятельность, сопровождающаяся формированием градиентных термических ореолов вокруг массивов магматических пород, должна вызывать активное перераспределение металлов. Представление о закономерном выщелачивании металлов из осадочных или вулканогенных пород в пределах термического поля интрузива, перенос рудных компонентов конвективным потоком и их концентрирование на участках развития контактово-метасоматических процессов лежат в основе разрабатываемой конвективной модели формирования месторождений скарновой формации [1]. Особенностью данной модели является признание изначальной зараженности системы рудными компонентами: металлы, присутствующие в скарнах в виде рудной примеси, не привносятся сюда более поздними порциями растворов, а с самого начала участвуют

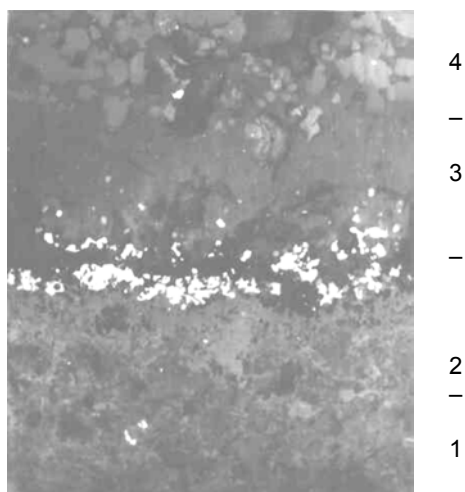


Рис. 1. Экспериментальная скарновая колонка. 1 - $\text{Er}+\text{Ksp}$; 2 - $\text{Er}+\text{Crpx}$; 3 - $\text{Wo}+\text{Gr}$; 4 - Cs ; светлые – сульфиды

в процессах минералообразования наряду со всеми петрогенными компонентами. Моделирование призвано не только подтвердить возможность параллельного протекания процессов скарно- и рудообразования, но и воспроизвести главные особенности этих процессов.

В лаборатории моделей рудных месторождений ИЭМ за последние годы проведено более сотни опытов, когда моделировалось биметасоматическое минералообразование в условиях изначальной обогащенности системы рудными компонентами. Показано, что во всем температурном интервале скарнообразования ($350\text{--}600^\circ\text{C}$) выделение рудных минералов селективно проис-

ходит в тех или иных зонах биметасоматических колонок, причем наиболее концентрированное рудоотложение наблюдается на границах между отдельными зонами [3] (рис. 1). Воспроизведено соскарновое отложение галенита, сфалерита, халькопирита, пирита, магнетита, халькозина, шеелита, золота, самородной меди, платины, повеллита и др. минералов.

Термодинамическое моделирование процесса соскарнового рудоотложения осуществлялось с помощью программы «BALANCE» [4], предназначенной для расчёта равновесий в мультисистемах. На первом этапе была поставлена задача разработки методики такого моделирования. В качестве рудных минералов были выбраны галенит, сфалерит и халькопирит. Расчеты проводились для температуры 450°C и давления 1 кбар. Солевая нагрузка раствора – NaCl 0.3 моль/кг.

Моделирование процесса формирования скарновой колонки достигалось путём постепенного увеличения в первоначально чисто гранитной системе количества карбонатного материала (кальцита). Тем самым, имитировалось встречное движение диффузионных потоков компонентов неизменённого гранитоида и известняка. Такое движение сопровождается постепенным изменением состава порового раствора. При этом минералы исходной условной силикатной породы (кварц, анортит, биотит, акцессорный магнетит) становятся неустойчивыми по отношению к раствору меняющегося состава, полностью растворяясь на тех или иных ступенях процесса (рис. 2). Одновременно с этим наблюдается появление новых минералов, типичных для скарновых парагенезисов. Появление и исчезновение их происходит также ступенчато, отражая главную особенность биметасоматического процесса – формирование колонки зон разного минерального состава. Первым, начиная от неизменённого гранитоида, возникает эпидот. Эту зону можно соотнести с гранитоидом, испытавшим слабое изменение в ореоле формирующейся скарновой залежи (зона I, рис. 2). Для следующей зоны околоскарновых эпидот-пироксен-плагноклазовых пород характерно появление геденбергита и исчезновение кварца (зона II). Далее идет эпидот-пироксен - гроссуляровый эндоскарн (появление гроссуляра, исчезновение плагноклаза) (зона III). Экзоскарновая часть колонки представлена пироксен - гранатовой (существенно андрадитовой) и гранат - волластонитовыми зонами (зоны IV, V). Полученная последовательность зон идентична многим экспериментальным и природным колонкам скарновых залежей.

Изначальное присутствие в системе галенита, сфалерита и халькопирита дает возможность проследить закономерности изменения растворимости этих рудных минералов в поровых растворах каждой из выделенных зон. Ярko проявлена общая закономерность – уровень равновесной концентрации рудных компонентов падает при движении по зонам колонки от гранитоида и сторону карбонатной породы (рис. 3). Так концентрация Pb и Zn падает более чем в 20 раз, а меди – в 100 раз. Падение допустимой концентрации рудных компонентов в поровых растворах последовательных зон определяет выделение соответствующих компонентов в виде рудных минералов.

Избранная методика позволяет моделировать и дифференцированность отложения разных рудных компонентов. В нашем случае это ярko проявлено в отношении меди. Так, если свинец и цинк осаждаются в первых трех зонах примерно в равных количествах (соответственно 37 и 39, 35 и 33, 28 и 27 моль % от общего количества), то относительное количество меди существенно меняется: от 23 моль % в зоне измененного гранитоида, до 32% в околоскарновой породе, 45% в эндо-

скарне. 100% рудной нагрузки приходится на медь в экзоскарновой части колонки.

1. Ежов С.В. Конвективная модель образования скарново-полиметаллических месторождений Алтын-Топканского района как основа для геологического прогноза оруденения. // Руды и металлы, 1994, № 3, с. 18-29.
2. Ежов С.В. Соотношение процессов скарнообразования и отложения сульфидных руд на полиметаллических месторождениях Алтын-Топканского рудного района (Средняя Азия). / Геология рудных месторождений, 1994, т. 36, №3, с. 237 – 249.
3. Ежов С.В. Экспериментальное исследование соскарнового рудоотложения и трансформации рудных агрегатов. Экспериментальное и теоретическое моделирование процессов минералообразования. М. Наука, 1998, с. 210-225.
4. Акинфиев Н.Н. (1986) Алгоритм расчета гетерогенных равновесий для микро-ЭВМ. Геохимия, № 6, с. 882-890.

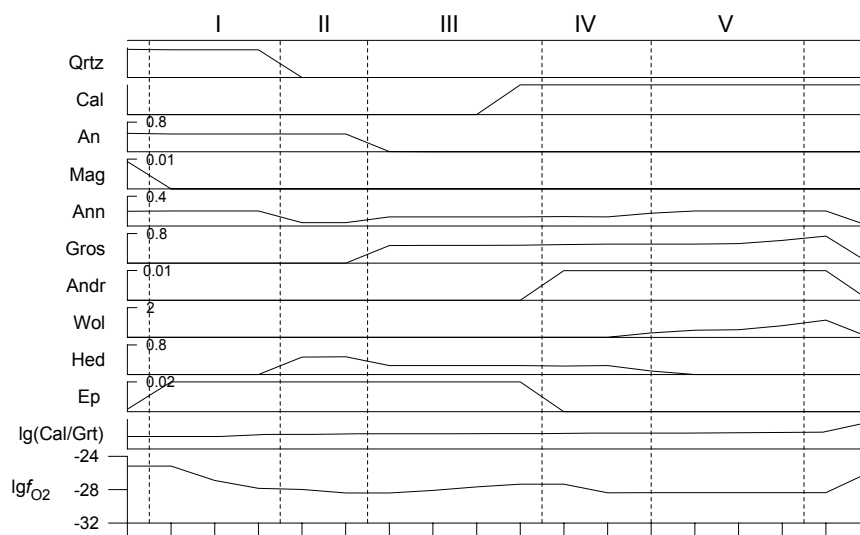


Рис. 2. Расчётная скарновая колонка. I - V - зоны колонки (см. текст)

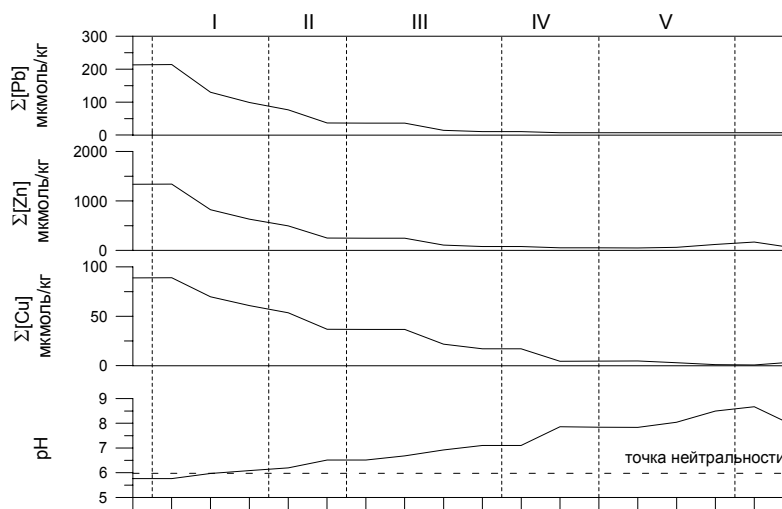


Рис. 3. Расчётные концентрации рудных элементов по зонам колонки.