

ГЕОХИМИЯ

К. А. ВЛАСОВ

**О РОЛИ ИЗВЕСТНЯКОВ В ПРОЦЕССЕ ОБРАЗОВАНИЯ РУДНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ СКАРНОВОГО ТИПА**

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 15 XII 1939)

Ряд промышленных месторождений магнетита и сульфидов как на территории СССР, так и за границей, приурочен к контакту рудоносных (материнских) магм с карбонатными породами, преимущественно с известняками, которые и являются в ряде случаев вмещающими породами для рудных тел. У нас к этому типу относятся месторождения магнетита горы Магнитной, Высокой, Благодати и др., а также сульфидные месторождения—Турьинское, Меднорудянское и др. Выяснением генезиса месторождений этого типа занималось значительное число исследователей. Большинство из них, соглашаясь с тем, что известняки играют значительную роль в качестве осадителя, не производят при этом достаточного разбора химизма и этого процесса.

Основными вопросами, остающимися на сегодня без удовлетворяющих нас ответов, в генезисе упомянутого типа месторождений являются следующие:

1. Какова роль известняков в образовании месторождений скарного типа? Ограничивается ли их роль только ролью осадителя? Каков химизм привнесенного вещества и механизм осаждения?

2. Влияет ли карбонат кальция, как и в какой форме, на процесс локализации рудного вещества еще в стадии нахождения этого вещества в материнской магме и на механизм и химизм выноса рудообразующего вещества в вмещающие породы и почему преимущественно в карбонатные?

3. Каков химизм реакций взаимодействия и метасоматоза рудного вещества с карбонатными и с силикатными вмещающими породами в процессе формирования рудного тела?

Нам кажется, что при объяснении генезиса месторождений разбираемого типа недооценивалась химическая и физико-химическая роль карбонатов в этом процессе, в то время как их влияние исключительно велико, судя по материалам осмотренных месторождений и по литературе.

Вполне естественно, что ассимиляция рудоносными магмами карбонатных пород не может пройти бесследно как для кристаллизации самих магм, так и для более поздних, связанных с этими магмами рудных процессов, поскольку магмы насыщаются окисью кальция и угольной кислотой, а также углекислыми и двууглекислыми солями. Так, мы видим влияние углекислых растворов, характеризующих их активность при образовании упомянутых месторождений. Деятельность известняков проявляется

в изменении самих магматических материнских пород, в наличии кальцита в рудных телах, в привносе кальция при образовании скарнов за счет силикатных вмещающих пород и т. д.

На г. Магнитной широко распространен тип так называемой руды с кальцитом, состоящей из магнетита, пирита и обильного кальцита. При этом парагенезис кальцита свидетельствует о том, что он кристаллизовался из общих с магнетитом и пиритом растворов.

Трещины в мраморизованных известняках мощностью до 10 см заполнены рудой из магнетита, пирита и крупнокристаллического кальцита, кристаллизовавшихся из общих растворов. Чистые кальцитовые жилки обильно пересекают более ранние, чем рудные образования, скарновые породы, образованные взаимодействием жильного гранит-аплита с известняками, а также приконтактные силикатные породы Ай-Дарлы.

На г. Благодати мы имеем полевошпатово-кальцитовые породы; имеем руду с кальцитом, вмещающие рудное тело породы скарнированы. Гранаты, развивающиеся за счет различных силикатных материнских пород, а также кальцит говорят о привносе окиси кальция и действии углекислых растворов.

На г. Высокой процессу скарнирования также подверглись как вмещающие породы, так и материнские сиениты. Изменение этих пород происходит, судя по продуктам изменения, с привносом и под влиянием углекислых солей и растворов. Процесс взаимодействия характеризуется образованием кальцита, богатых кальцием гранатов и магнетита.

Геологический и минералого-геохимический анализ материала указанных и ряда других месторождений этого типа подтверждает и позволяет высказать ряд положений, могущих служить ответом на поставленные выше вопросы относительно роли карбонатных пород, и вскрыть генезис упомянутого типа месторождений.

При ассимиляции известняков магмой в высокотемпературную стадию (до устойчивости гранатов) идет процесс образования плагиоклазовых молекул с поглощением окиси кальция. При этом процессе часть железа, могущая в случае «чистой линии» кристаллизации магмы дать вместе с алюминием ряд силикатов, лишается этой возможности, поскольку окис алюминия с окисью кальция связываются в плагиоклазовых молекулах и в силу этого процесса нейтрализации железо, как более слабое основание, вытесняется окисью кальция и не входит в минералы магматической стадии кристаллизации.

В процессе химического разложения углекислого кальция (в расплаве кремневая кислота при соответствующем давлении вытесняет угольную) и вхождения кальция в молекулы плагиоклазов наряду с этим идет одновременно процесс насыщения магмы угольной кислотой, что создает предпосылки для проявления постмагматического процесса, т. е. флюидно-гидротермальной стадии.

Угольная кислота вместе с галоидными соединениями, как солями, так и кислотами, а также с углекислыми и двууглекислыми щелочными солями ряда элементов не позволяют магнетиту и сульфидным соединениям выпасть из растворов в одну из более ранних стадий магматического процесса.

В процессе кристаллизации основных магматических минералов, преимущественно полевых шпатов, идет отжим, а следовательно, локализация газообразных и легкоподвижных низкотемпературных соединений, насыщенных угольной кислотой, в том числе и соединений, элементы которых составят впоследствии рудные месторождения.

На определенной количественной стадии процесса кристаллизации магмы и концентрации в силу этой кристаллизации газообразных и легко-

подвижных соединений происходит процесс их обособления тем же путем, как и обособление флюидных и гидротермальных растворов при нормальной эволюции магм.

Флюидно-гидротермальные растворы инфицируются во вмещающие породы, в том числе и в находящиеся в контакте известняки, обусловившие характер этих растворов. Будучи насыщены угольной кислотой и ее солями, эти, к тому же флюидно-гидротермальные, растворы обладают исключительной активностью и, что особо существенно в понимании процесса рудообразования, активностью в отношении карбонатных пород. При взаимодействии растворов, содержащих угольную кислоту, с известняками образуются легко растворимые соединения кальция—двууглекислый кальций. Но в то же время образование двууглекислого кальция связывает огромное количество угольной кислоты. Связывание угольной кислоты и других минерализаторов при образовании двууглекислого кальция и солей кальция лишает соединения, находящиеся в растворе в жидкой фазе, фактора, удерживающего их в состоянии растворимости. Создается среда для выпадения магнетита, пирита, халькопирита, шеелита, кальцита и других минералов.

При взаимодействии рудообразующих растворов с силикатными вмещающими породами идет процесс разложения как последних, так и соединений, находящихся в растворах, с образованием гранатов и других скарновых минералов, а также рудных минералов, выпадающих, как правило, в более позднюю стадию. Здесь же выпадает кальцит. Силикатные породы по указанным выше обстоятельствам менее благоприятны для образования и особенно локализации рудных тел, чем карбонатные породы и особенно известняки.

В связи с этим можно наметить два основных типа скарнового процесса. Один из них развивается за счет непосредственного взаимодействия магм и их дериватов с карбонатными породами, другой—в результате взаимодействия рудных, насыщенных углекислыми соединениями и угольной кислотой растворов, образованных в силу ассимиляции магмами карбонатных пород с вмещающими силикатными, в том числе и материнскими, породами.

Таким образом ассимиляция и разложение известняков приводят к процессу нейтрализации магм и вытеснению железа из соединений, могущих закристаллизоваться в ряде минералов магматической стадии в случае «чистой линии» кристаллизации магмы; к насыщению магмы угольной кислотой, углекислыми и двууглекислыми солями, что обуславливает локализацию рудообразующих соединений, дающих, в случае отсутствия процесса ассимиляции карбонатов, вкрапленный тип месторождений или еще более сильное рассеяние, что характеризует горные породы с аксессуарными рудными минералами; к образованию и выносу флюидно-гидротермальных рудных растворов; к созданию пространства и химической среды, благоприятной для выпадения рудных минералов и формирования рудных тел при взаимодействии рудообразующих растворов с карбонатными или силикатными породами.

В этой статье нет возможности остановиться на роли таких факторов, как влияние различного химического состава материнских пород, структура месторождения, форма миграции химических элементов и других, обуславливающих в конкретной обстановке специфические черты месторождений одного и того же класса.

Так, например, в случае ассимиляции магмой не чистых известняков, а доломитов, железо перехватывается молекулами флогопита. Генезис Слюдянского флогопитового месторождения (Южное Прибайкалье) находит себе место в приведенном объяснении. Оно является одним из звеньев

в цепи месторождений типа Изумрудных копей (Урал), возникших в силу взаимодействия пегматитового расплава с ультраосновными и основными породами и рудными месторождениями скарнового типа.

В указанном освещении роли карбонатных пород значительный интерес представляет собой также процесс образования растворов, создающих месторождения типа Бакала (сидериты) и Сатки (магнезиты), что, повидимому, имеет общие моменты с генезисом рудообразующих растворов ряда сульфидных и магнетитовых разобраных выше месторождений.

Институт геологических наук
Академия Наук СССР

Поступило
17 XII 1939