

В. В. ЗАБЕЛИН, Л. И. АЗАРОВА

**ЭЛЕМЕНТЫ-ПРИМЕСИ КЛАСТИЧЕСКОГО МАГНЕТИТА
И ОЦЕНКА ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОРРЕЛЯЦИОННЫХ
И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ НА ПРИМЕРЕ
МЕЗОЗОЙСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД ГЛАВНОГО
СИНКЛИНОРИЯ СИХОТЭ-АЛИНЯ**

(Представлено академиком Н. М. Страховым 26 IV 1973)

Изучение элементов-примесей в аутигенных и кластических минералах привлекает внимание многих исследователей (¹⁻³), так как оно позволяет получить дополнительную информацию при решении вопросов корреляции толщ, палеогеографии, выявления геохимических критериев при поисках скрытого оруденения (⁴).

Геохимическое исследование минералов мезозойских толщ Сихотэ-Алиня ранее не проводилось. Мезозойские отложения, наиболее распространенные в Главном синклинории, в фаунистическом отношении охарактеризованы отрывочно и подразделены на верхнетриасовые, условно юрские, берриасовые, берриас-валажинские, готерив-аптские и альбские образования. В литологическом отношении они представлены преимущественно песчаниками и алевролитами.

Авторы попытались оценить возможность использования геохимических данных по магнетиту в корреляционных целях и в первом приближении определить вероятную принадлежность магнетита к той или иной исходной породе области денудации.

Отбор проб магнетита производился из опорных разрезов мезозоя южной части Главного синклинория. Для сравнения изучены из соседних структурных зон пять монофракций из гранодиоритов палеозоя Южно-Приморской структурной зоны (Анненский и Тинканский массивы) и пять монофракций из палеозойских терригенных пород Прибрежного антиклинория (район дер. Сокольча).

В тяжелой фракции мезозойских песчаников и алевролитов содержание рудных минералов — магнетита и ильменита — достигает 40%; в минералогических ассоциациях они, как правило, занимают первое место. В разрезах южных районов площади (междуречье Судзухе — Янмутьхоуза) магнетит преобладает над ильменитом; в разрезах северных районов (бассейн р. Фудзин) в отдельных пробах из толщ готерив-аптского, альбского возраста отмечено спорадическое преобладание ильменита над магнетитом, что, возможно, связано с лучшей миграционной способностью первого (⁵). Во всех изученных пробах зерна магнетита угловатой формы, с бурым налетом, редко с белесоватыми пятнами в отраженном свете. Размеры 0,03—0,07 мм, наиболее крупные из них отмечены в средне-крупнозернистом песчанике, в котором они иногда имеют кубическую форму со следами окатывания.

Анализ выполнен Л. И. Азаровой в лаборатории физико-химических методов исследования Дальневосточного геологического института Дальневосточного научного центра АН СССР на эмиссионном электроразрядном микроанализаторе Н. В. Королева. Методика микроспектрального анализа не отличалась от описанной ранее (⁶).

В подвергнутых анализу пробах магнетита изучалось 12 элементов-примесей (Ni, Co, Cr, V, Ti, Mn, Mg, Si, Ca, Zr, Zn, Be). Полуколичественный анализ выполнен для девяти элементов. Из числа изученных элементов первые десять в указанном выше ряду составляют устойчивую ассоциацию (геохимический «фон»), свойственную магнетитам триасовых — альбских пород. Из двух неустойчивых элементов-примесей наиболее часто отсутствует Be, реже Zn. Эти два элемента в любой возрастной единице мезозоя в отдельных пробах отсутствуют — совместно или порознь, без какой-либо закономерности во времени и пространстве.

Среднее содержание элементов-примесей геохимического «фона» отражено на рис. 1. Из анализа среднего содержания этих элементов видно, что такие элементы, как Zn и V, близкие по содержанию, выдержаны и во времени, и по площади. Для Cr резкого различия в пределах содержания его по площади и во времени также не отмечается. Заметное изменение содержания установлено для Mg, который увеличивается почти на один порядок в альбских породах по сравнению с нижележащими мезозойскими толщами, и это возрастание выдержано в северных и южных районах площади. Наиболее заметные колебания среднего значения свойственны Ti и Mn. Так, среднее их содержание в магнетите из юрских отложений (эрдагуская свита) на севере площади на порядок больше, чем в магнетите из юрских отложений южной части площади (бассейн р. Судзухе). Однако пределы содержания марганца в магнетитах этих отложений как на юге, так и на севере площади близки между собой, что не позволяет сделать окончательное заключение о возрастании концентрации Mn в магнетите с юга на север площади. Увеличение же количества Ti в магнетите юрских отложений также не может служить коррелятивом из-за возможности случайного присутствия в монофракциях мелких сростков магнетита с ильменитом. Среднее содержание Co на порядок больше в магнетитах верхнетриасовых отложений севера площади (у пос. Кавалерово) по сравнению с южным разрезом (бассейн р. Ямутьхоуза); Ni на порядок же больше в магнетите берриас-валаажинских пород — тоже на севере площади (бассейн р. Фудзин) — по сравнению с югом (бассейн р. Ямутьхоуза). Пределы содержания этих элементов-примесей в указанных стратиграфических единицах как на севере, так и на юге площади почти однозначны, что не позволяет сделать заключение о возрастании какого-либо из них на северных участках площади.

Из приведенного обзора элементов-примесей геохимического «фона» магнетита следует вывод о коррелятивном значении Mg для альбских от-

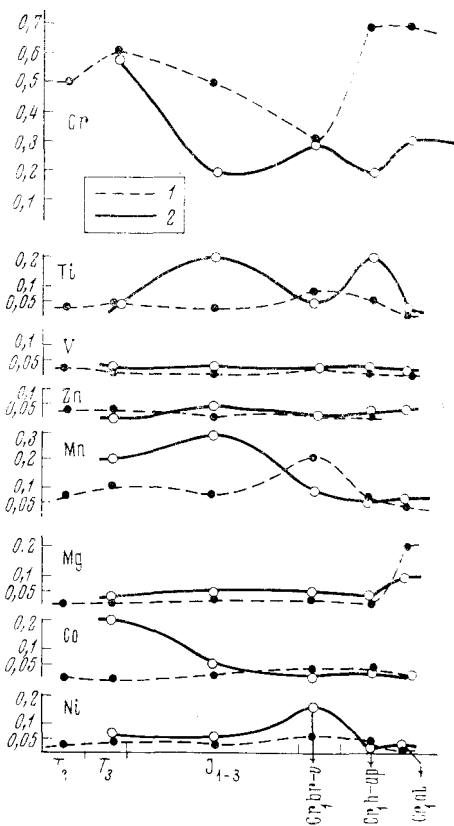


Рис. 1. Среднее содержание элементов-примесей в магнетитах из мезозойских отложений южной части Главного синклинария Сихотэ-Алиния ($n=4\%$). 1 — бассейн рек Судзухе, Ямутьхоуза; 2 — бассейн рек Фудзин, Эрдагюу, Тадушин

ложений. Отметим, что песчаники альбских толщ, по нашим исследованиям, характеризуются увеличением аркозового материала (полевых шпатов до 55%), что в тяжелой фракции одновременно сопровождается резким увеличением минералов группы эпидота, в основном цоизита, до 30%, в отдельных пробах до 80% состава фракции по сравнению с нижележащими толщами мезозоя. Несомненно, возрастание аркозового материала и минералов группы эпидота в альбских породах свидетельствует о близком расположении источников сноса терригенного материала, сложенных гранитоидными и вулканогенно-осадочными породами. Отсюда следует, что в бассейне седиментации магнетит поступал с иной геохимической характеристикой, т. е. с более высокой концентрацией Mg, чем в предыдущие эпохи осадконакопления.

Остальные элементы-примеси в магнетите мезозойских отложений не имеют значения для корреляции мезозойских толщ юга Главного синклинория Сихотэ-Алиня.

Необходимо отметить, что развитие Сихотэ-Алиньской мезозойской геосинклинали сопровождалось активным тектоническим режимом, с орогенными фазами в позднеюрское, послеваланжинское время (7-9). С. А. Салун допускает также проявление восходящих движений в конце верхнего триаса, в конце раннего мела. Можно предполагать, что проявление восходящих движений в геосинклинали сопровождалось сменой комплексов пород в областях денудации, и это могло способствовать выносу магнетитов или других минералов с различной геохимической характеристикой в бассейн седиментации (в геосинклинальный прогиб, ныне синклинорий). Полученные результаты геохимического изучения магнетитов по триасовым, юрским, нижнемеловым отложениям, за исключением альбских осадков, свидетельствуют об однообразии магнетитов, поступающих в бассейн седиментации. Таким образом, можно говорить о стабильности исходных пород, служивших источниками выноса магнетита на протяжении триаса, юры и берриас-аптского времени. Это согласуется с постоянно развитым в минералогических ассоциациях мезозоя комплексом «сквозных» минералов (магнетит, ильменит, циркон, группа эпидота, гранат).

На наш взгляд, основным поставщиком кластического магнетита в мезозойский геосинклинальный прогиб Сихотэ-Алиня служили осадочные, вулканогенно-осадочные породы палеозоя, широко распространенные в соседних структурных зонах. Сучано-Судзухинский антиклинорий Южно-Приморской структурной зоны на юго-западе от Главного синклинория, Центральное поднятие антиклинория на северо-западе и Прибрежный антиклинорий на востоке от Главного синклинория служили областями размыва в мезозое (9). Принадлежность магнетита к той или иной исходной породе вытекает из сравнения анализов элементов-примесей магнетитов из мезозойских отложений синклинория, гранодиоритов палеозоя Южно-Приморской структурной зоны, палеозойских песчаников Прибрежного антиклинория. По полученным результатам, магнетиты из гранодиоритов палеозоя Сучано-Судзухинского антиклинория содержат титана и ванадия на порядок больше, чем магнетиты мезозойских пород, за исключением отдельных толщ (эрдагуская свита — юра, уктурская свита — готерив — апт, в бассейне р. Фудзин), в которых верхний предел содержания Ti близок к его концентрации в магнетитах гранодиоритов палеозоя, но это не сопровождается одновременным увеличением количества V. Можно предполагать, что основной объем магнетита мезозойских толщ генетически связан с комплексом осадочных и вулканогенно-осадочных пород палеозоя. Магнетиты из песчаников палеозоя также отличаются от магнетита из гранодиоритов палеозоя меньшим (на порядок) содержанием V. Кроме того, генетическое родство магнетитов мезозойских и палеозойских осадочных образований подтверждается также отношением элементов-примесей «фона» к этим же элементам-примесям магнетитов из гранодиоритов палеозоя. Эти отношения образуют три по своей величине

группы коэффициентов (меньше или больше единицы). Первую группу составляют Ni и Co с постоянными коэффициентами отношений более единицы, вторую группу V и Ti с коэффициентами менее единицы, третью группу — Cr, Mg, Mn и Zn с неустойчивыми коэффициентами отношений (больше или меньше единицы), относительно стабильными у Cr и Mn (чаще более единицы). Эта общность коэффициентов отношений для магнетитов мезозоя и палеозоя из осадочных пород, очевидно, не случайна и подчеркивает их сходство. Кроме того, дополнительным указанием на генетическое родство магнетитов мезозойских и палеозойских терригенных пород может служить неустойчивое присутствие в магнетитах из терригенных пород мезозоя и палеозоя такого элемента-примеси, как Be, не установленного в магнетитах из гранодиоритов палеозоя.

Тихоокеанский океанологический институт
Дальневосточного научного центра
Академии наук СССР
Владивосток

Поступило
29 III 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. И. Волков, Л. С. Фомина, Литол. и полезн. ископ., № 2 (1972). ² З. И. Ситникова, Ежегодник Инст. геол. и геохим. Уральск. научн. центра АН СССР, Свердловск, 1971. ³ Р. И. Хуснутдинов, П. Д. Купченко, Научн. тр. Ташкентск. универс., в. 405 (1971). ⁴ И. И. Резников, И. Т. Ижевская, Сборн. Литогеохимич. методы при поисках скрытого оруденения, М., 1972. ⁵ А. А. Кухаренко, Минералогия россыпей, М., 1961. ⁶ Л. И. Азарова, Сборн. Вопр. геологии, геохимии и металлогении сов.-зап. сектора Тихоокеанского пояса, Владивосток, 1970. ⁷ Б. А. Иванов, В кн. Складчатые области Евразии, М., 1964. ⁸ С. А. Салун, Бюлл. МОИП, в. 6 (1963). ⁹ И. И. Берсенева, История геологического развития Приморского края, т. 32, Геология СССР, М., 1969.