

**СВОБОДНЫЙ АКТИВНЫЙ (ИОННЫЙ) КИСЛОРОД,
ВЫСВОБОЖДАЮЩИЙСЯ ИЗ МИНЕРАЛОВ ГОРНЫХ ПОРОД
ПРИ ПРОЦЕССАХ МЕТАСОМАТОЗА**

Стримжа Т.П.

Институт горного дела, геологии и геотехнологий СФУ, Красноярск, strimja@yandex.ru

Кислород в горных породах по объему занимает 70-80 % и является той «тканью», тем фоном, на котором происходят все внутриминеральные и внутрипородные метасоматические преобразования [2]. При этом рассуждения о подвижности элементов проводятся без анализа изменения количества ионов кислорода.

Для понимания динамики и количества химических элементов, участвующих в метасоматических процессах, пригоден «кислородный метод» (метод Т. Барта), который опирается на положение, что геометрический объем породы при этом существенно не изменяется [1, 4, 5, 10].

Скарнирование известняков. Пример расчета привноса-выноса элементов взят из публикации [10], с целью показать, что кислород подвижен, как и любые другие элементы и количество ионов хорошо просчитывается (табл. 1).

Березитизация дацита [3]. Привнос-вынос элементов показывает количественное изменение кислорода (табл. 2).

Рудный метасоматоз на Горевском полиметаллическом месторождения (Енисейский край) [6-9]. Зона 1 – глинисто-карбонатная толща токминской свиты верхнего рифея (R₃tk) вмещающая сульфидные руды; зона 2 – сульфидные руды; зона 3 – околорудные анкерито-доломиты; зона 4 – светлые аргиллизиты, вскрытые в ассоциации с сульфидными рудами (табл. 3).

Аргиллизация амфиболитов (золотоносные метасоматиты) (Енисейский край).

Зона 0. Минерализованные амфиболиты и амфиболовые сланцы: амфиболы, хлорит, альбит, карбонаты, кварц, биотит, пирит, ильменит, апатит, магнетит (исходные породы).

Зона 1. Ожелезненные коричнево-зеленые и бурые дресвянистые, дезинтегрированные амфиболиты: гидрохлорит, амфиболы, монтмориллонит, гидрослюды, карбонаты, лимонит, гидротегит, полевые шпаты, кварц.

Зона 2. Красно-бурые, песчанистые структурные вязкие глины с прослоями и полосами лимонитовых охр: монтмориллонит, гидрослюды, гидрохлорит, гетит, лимонит, ильменит, кварц (по данным Г.А. Середенко) (табл. 4).

Под действием флюида (горячих растворов?) происходят реакции с минералами горных пород с высвобождением активного (эндогенного, ионного) кислорода. Последний, вступая в реакции окисления, частично фиксируется в окислах железа, марганца и др.

Таблица 1

Скарнирование известняков

| Порода | Формула породы | Вынос ионов кислорода |
|---------------------------|--|-----------------------|
| Гранит | $K_{51}Na_{41}Ca_{17}Mg_3Fe^{2+}_3Fe^{3+}_{13}Al_{132}Ti_2Si_{648}P_1C_0[O_{1586}OH_{14}]$ | 0 |
| Гранодиорит | $K_{42}Na_{43}Ca_{49}Mg_{29}Fe^{2+}_{51}Fe^{3+}_{23}Al_{178}Ti_7Si_{529}P_1C_{14}[O_{1578}OH_{22}]$ | -6 |
| Автоскарн | $K_{14}Na_{22}Ca_{171}Mg_{34}Fe^{2+}_{95}Fe^{3+}_{26}Al_{94}Ti_0Si_{502}P_0C_{31}[O_{1526}OH_{76}]$ | -62 |
| Аллоскарн | $K_{14}Na_{24}Ca_{220}Mg_{35}Fe^{2+}_{141}Fe^{3+}_{46}Al_{28}Ti_0Si_{483}P_0C_{41}[O_{1552}OH_{48}]$ | -34 |
| Мраморизованный известняк | $K_0Na_0Ca_{516}Mg_6Fe^{2+}_4Fe^{3+}_3Al_{13}Ti_0Si_{11}P_0C_{514}[O_{1600}OH_0]$ | 0 |

Таблица 2

Березитизация дацита

| Порода | Формула породы | Вынос ионов кислорода |
|--------------------------|---|-----------------------|
| Дацит | $K_{66}Na_{56}Ca_{18}Mg_{23}Mn_{0.5}Fe^{2+}_{21}Fe^{3+}_{16}Al_{158}Ti_4Si_{572}P_1B_2[O_{1448}OH_{112}]$ | 0 |
| Березитизированный дацит | $K_{68}Na_{27}Ca_{13}Mg_{16}Mn_{0.5}Fe^{2+}_{14}Fe^{3+}_{22}Al_{154}Ti_3Si_{572}P_1B_1[O_{1435}OH_{165}]$ | -53 |
| Березит | $K_{48}Na_2Ca_6Mg_6Mn_{0.2}Fe^{2+}_5Fe^{3+}_{14}Al_{145}Ti_{2.5}Si_{612}P_{0.5}B_{0.8}[O_{1425}OH_{175}]$ | -63 |

Таблица 3

Рудный метасоматоз

| Зона | Формула породы | Вынос ионов кислорода |
|--------|---|-----------------------|
| Зона 1 | $K_{17}Na_2Ca_{112}Mg_{57}Mn_8Fe^{2+}_{34}Fe^{3+}_8Al_{94}P_1Ti_1Si_{397}C_{229}[O_{1589}S_8]$ | 0 |
| Зона 2 | $K_5Na_6Ca_{19}Mg_{45}Fe^{2+}_{162}Fe^{3+}_{31}Al_{26}P_1Ti_1Si_{365}C_{202}Pb_{93}Zn_{22}[O_{1477}S_{88}]$ | -112 |
| Зона 2 | $K_{12}Na_4Ca_{207}Mg_{113}Mn_6Fe^{2+}_{51}Fe^{3+}_{13}Al_{50}P_1Ti_1Si_{24}C_{340}Pb_7Zn_8[O_{1586}OH_7S_5]$ | -5 |
| Зона 4 | $K_{35}Na_2Ca_{22}Mg_{36}Mn_8Fe^{2+}_{76}Fe^{3+}_{25}Al_{148}P_2Ti_4Si_{510}C_{61}Pb_3Zn_6[O_{1574}OH_{23}S_2]$ | -15 |

Таблица 4

Аргиллизация амфиболитов

| Зона | Формула породы | Вынос ионов кислорода |
|-------------|--|-----------------------|
| Зона 0 (23) | $K_2Na_{17}Ca_{85}Mg_{121}Fe^{2+}_{68}Fe^{3+}_{24}Al_{143}Si_{433}C_9[O_{1295}OH_{257}S_{48}]$ | |
| Зона 1 (24) | $K_2Na_{14}Ca_{26}Mg_{59}Fe^{2+}_{32}Fe^{3+}_{58}Al_{137}Si_{489}C_5[O_{1258}OH_{335}S_7]$ | -37 |
| Зона 2 (27) | $K_2Na_4Ca_3Mg_2Fe^{2+}_4Fe^{3+}_{72}Al_{123}Si_{547}C_1[O_{1249}OH_{350}S_1]$ | -46 |

При наличии во флюиде, в т.ч. золота и железа, реакция пойдет между кислородом и железом, при этом золото, у которого нет сродства к кислороду, в свободном виде сядет рядом с окислами (гидроокислами) железа. Подобная ассоциация очень характерна для гидротермальных аргиллизитов, хотя последние, скорее всего и чаще, по внешнему признаку (светло-бурые глинистые образования с золотом и окислами железа), принимаются за золотоносные коры химического выветривания (КХВ). В подобных случаях «работа» эндогенного кислорода принимается за «работу» атмосферного (молекулярного).

Актуальность этой темы диктуется тем, что геологическая позиция золотоносных аргиллизитов, как эндогенных образований, должна контролироваться структурно-тектоническими критериями и не зависеть от случайных климатических факторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казицын Ю.В., Рудник В.А. Руководство к расчету баланса вещества и внутренней энергии при формировании метасоматических пород. М.: Недра, 1986. 362 с.
2. Летников Ф.А. Флюидный режим эндогенных процессов и проблемы рудогенеза // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 12. С. 1296-1307.
3. Методика изучения гидротермально-метасоматических образований / В.Е. Плющев, О.П. Ушаков, В.В. Шатов и др. Л.: Недра, 1981. 261 с.
4. Соболев Р.Н., Фельдман В.И. Методы петрохимических пересчетов горных пород и минералов. М.: Недра, 1984. 178 с.
5. Справочник. Применение ЭВМ при петрохимических пересчетах. / Р.Н. Соболев, П.Я Грозман, Б.С. Коган, В.И. Фельдман, Л.С. Бородин. М.: Недра, 1992. 223 с.
6. Стримжа Т.П., Прохоров В.Г. Рудный метасоматоз в докембрийской толще (Енисейский кряж) // Метасоматизм и рудообразование. Тез. докл. Л., 1987. С. 58.
7. Стримжа Т.П. Метасоматическая аргиллизация на полиметаллических месторождениях / Автореф. дисс. к.г.-м.н. Иркутск, 1988. 17 с.
8. Стримжа Т.П. Метасоматоз с выделением свободного кислорода // Петрология магматических и метаморфических комплексов. Тез. докл. Томск: ТГУ, 2007. С. 149-152.
9. Стримжа Т.П. Модель рудного метасоматоза (Енисейский кряж, Горевское месторождение) // Геология и полезные ископаемые Красноярского края. Красноярск: ГПКС КНИИГиМС, 2007. С. 174-177.
10. Четвериков С.Д. Руководство к петрохимическим пересчетам. М.: Госгеолтехиздат, 1956. 245 с.