

К. В. СКВОРЦОВА

ДВУХЪЯРУСНАЯ ЗОНА ОКИСЛЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ МОЛИБДЕНА

(Представлено академиком В. И. Смирновым 6 I 1970)

Рудное тело месторождения представлено штокверком сложной формы, локализованным в эндоконтакте вулканического аппарата фельзит-порфи-ров девонского возраста. При формировании рудного штокверка большое значение имели зоны пологих трещин, заложенные еще при становлении вмещающего вулканического аппарата. Рудные тела образовались в сопряжении крутопадающего разлома с пологими трещинами, которые вблизи этого разлома приоткрывались, образуя зоны, доступные для проникнове-ния рудоносных растворов (рис. 1). По некоторым из пологих зон трещи-новатости, имеющим чашевидную форму, происходили дополнительные подвижки с образованием зеркал скольжения и глинки трения. Филтра-ция окисляющих поверхностных вод была наиболее интенсивной по кру-топадающему разлому и замедлялась в пологих зонах, экранирующих течение потока. В зависимости от этого в разных частях рудного тела про-цесс окисления протекал с различной скоростью, менялись соотношения скорости поступления элементов в раствор и их выноса.

Главными гипогенными минералами руд являлись мышьяк, содержа-щий пирит (до 4% As), фемолит ($\text{Mo}_2\text{FeS}_{11}$), описанный К. В. Скворцовой и др. ⁽³⁾, небольшое количество галенита, сфалерита, халькопирита и не-рудные минералы — серицит, кальцит, менее кварц. Фемолит, крайне не-устойчивый в гипергенных условиях, в зоне неполного окисления разла-гался ранее пирита с образованием черного порошкового сульфида мо-либдена (предположительно MoS_2), ильземанита, микрозернистого пирита и сульфата закиси железа ⁽⁴⁾. Окисляющие поверхностные воды, вследст-вие аридности климата в районе, отличались повышенной концентрацией солей и существенно хлоридно-сульфатно-натриевым составом. Мощность почвенного слоя была очень невелика (не более 0,5—1,0 м), и зона окислен-ных руд вскрывалась сразу под ним. Вследствие экранирующей роли по-логих трещин полностью окисленные руды распространялись на небо-льшую глубину (не более 10—15 м). Они представлены натриевой раз-ностью бетнакдалита*, натроярозитом, гетитом и гидрогетитом, менее фер-римоллибдитом, англезитом, фармакосидеритом, гипсом.

Преобладание бетнакдалита и натроярозита в зоне окисленных руд было обусловлено значительными содержаниями мышьяксодержащего пи-рита и фемолита в составе гипогенных руд.

В приповерхностной зоне руды быстро окислялись кислородом воздуха и другими окислителями, но грунтовые воды в пологих трещинах цирку-лировали медленно, вследствие чего скорость поступления элементов в раствор превышала скорость их выноса. Этим было обусловлено выделе-ние большого разнообразия минералов, и в том числе такого сложного по составу гетерополисинтеза, как бетнакдалит.

Глубже 10—15 м окисленные руды быстро сменялись неполностью окисленными и гипогенными, которые на глубине 30—35 м снова перехо-дили в зону полного окисления (см. рис. 1). Нижний ярус зоны окислен-ных руд образовался в чашевидном углублении полого залегającego раз-лома, сопряженного с круто падающей зоной, подводящей поверхностные воды. Полностью окисленная руда здесь состоит только из гидрогетита, содержащего повышенные концентрации мышьяка и молибдена. Харак-терно, что в неполностью окисленных рудах, окружающих гидрогетитовую

* Бетнакдалит — сложная Ca , Fe -соль мышьяково-молибденовой гетерополики-слоты $\text{CaFe}_2\text{H}_4(\text{As}_2\text{Mo}_3\text{O}_{26}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ⁽¹⁾.

зону, преобладают пирит и мельникит-пирит с подчиненными содержаниями продуктов неполного окисления фемолита, которые с глубиной снова сменяются богатой молибденом гипогенной рудой (см. рис. 1).

Иной состав нижней окисленной зоны по сравнению с верхней объясняется, по-видимому, своеобразием условий ее образования. На глубине окисление без доступа кислорода воздуха протекало значительно медленнее. Главным окислителем являлся сульфат окиси железа, поступающий

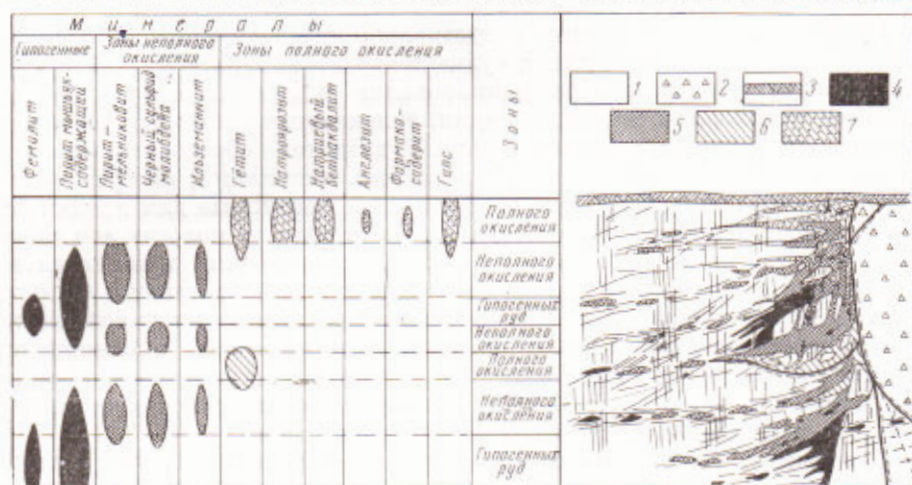


Рис. 1. Зональность распределения гипергенных минералов в рудном теле. 1 — фельзит-порфир; 2 — туфобрекчия фельзит-порфира; 3 — почвенный слой; 4 — гипогенные минералы; 5 — минералы зоны неполного окисления; 6 — окисленные минералы нижнего яруса; 7 — окисленные минералы верхнего яруса

из верхних горизонтов окисленных руд по главной крутонадающей зоне и мелким трещинам в чашевидную зону пологих трещин, экранирующую дальнейшее продвижение потока вод на глубину.

В этой зоне резко замедлялась скорость движения поверхностных вод, медленнее протекал процесс окисления, вследствие чего более отчетливо проявилось различие в скорости окисления фемолита и пирита. Еще при неполном окислении руды неустойчивый фемолит разлагался ранее главной массы пирита с образованием ильземанита — воднорастворимого окисла существенно пентавалентного молибдена. Последний мог выноситься за пределы зоны даже при медленном течении грунтового потока. Образовавшимся сульфатом закиси железа поддерживались восстановительные условия среды. Так, в нижней окисленной зоне, несмотря на замедленную фильтрацию окисляющих вод, скорость выноса молибдена, по-видимому, превышала скорость его поступления в раствор. Следствием этого явилось значительное обогащение руды пиритом еще при неполном окислении, который в дальнейшем замещался гидрогетитом, содержащим примесь Мо.

Таким образом, благодаря своеобразию структуры рудного штока, определившей условия фильтрации окисляющих поверхностных вод и вследствие неустойчивости фемолита при окислении, создались условия, благоприятные для образования двухъярусной зоны окисленных руд, существенно гидрогетитовой на нижнем ярусе.

Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья
Москва

Поступило
3 I 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. П. Ермилова, В. М. Сендерова, Зап. Всесоюз. мин. общ., 90, в. 4 (1964). ² С. С. Смирнов, Зона окисления сульфидных месторождений, Изд. АН СССР, 1936. ³ К. В. Скворцова, Г. А. Сидоренко и др., Зап. Всесоюз. мин. общ., 94, в. 4 (1964). ⁴ К. В. Скворцова, Е. В. Конченкова и др., Зап. Всесоюз. мин. общ., 98, в. 1 (1969).