

В. И. РЕХАРСКИЙ, Н. В. ТРОНЕВА

**ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ВЫНОС Mo И Cu ПРИ ЭВОЛЮЦИИ  
ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА МОЛИБДЕНОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

*(Представлено академиком Д. С. Коржинским 20 II 1975)*

На молибденитовых и халькопирит-молибденитовых месторождениях, приуроченных к гранитоидам, основная масса молибденового и медного оруденения парагенетически связана с двумя последовательно образующимися гидротермально-метасоматическими формациями: соответственно полевошпат-кварцевой и кварц-серицитовой <sup>(1)</sup>. На скарновых месторождениях существенную роль играет также медное оруденение, сопутствующее скарнам, которое предшествует молибденовому <sup>(2)</sup>.

В результате изучения молибденитовых и молибденит-халькопиритовых месторождений установлено, что для полевошпат-кварцевой формации характерными являются кварц-полевошпатовые, полевошпатовые метасоматиты и кварцевые, кварц-полевошпатовые жилы и прожилки. Кварц-серицитовая формация представлена кварц-серицитовыми метасоматитами, кварцевыми и кварц-серицитовыми жилами и прожилками. Основным рудным минералом для полевошпат-кварцевой формации является молибденит, а кварц-серицитовой — халькопирит. В связи с этим указанные формации отнесены к главным рудным формациям и названы: полевошпат-кварц-молибденитовая и кварц-серицит-халькопиритовая. К более поздним относится беризитовая формация, с которой связана свинцово-цинковая минерализация, и завершающей является аргиллизитовая формация.

В пределах месторождений выделяются участки преимущественного развития главных рудных гидротермально-метасоматических формаций, однако четких границ между ними, как правило, не устанавливается. Это объясняется широким развитием явлений наложения более поздней кварц-серицит-халькопиритовой формации на раннюю полевошпат-кварц-молибденитовую. При этом происходит интенсивное замещение ранних минеральных ассоциаций поздними.

При наложении кварц-серицит-халькопиритовой формации на полевошпат-кварц-молибденитовую наблюдается замещение калиевого полевого шпата кварц-серицитовыми агрегатами и перекристаллизация кварца кварц-молибденитовых жил. Местами отмечается корродированный молибденит, пустоты в котором выполнены кварцем, реже — агрегатами кварца и серицита. В жилах, прожилках и агрегатах метасоматических минералов полевошпат-кварц-молибденитовой формации молибденит присутствует в виде прожилковидных выделений, линз, гнезд и отдельных вкрапленников, в то время как для кварц-серицит-халькопиритовой формации главной формой нахождения молибденита являются мелкие рассеянные вкрапления. Участки, в которых развиты гидротермально-метасоматические образования полевошпат-кварц-молибденитовой и кварц-серицит-халькопиритовой формаций, существенно обогащены медью и несколько обеднены молибденом по сравнению с участками, где распространена только полевошпат-кварц-молибденитовая формация.

Метасоматиты, жилы и прожилки главных рудных формаций повсеместно пересекаются кварцевыми, кварц-карбонатными, кварц-пиритовыми

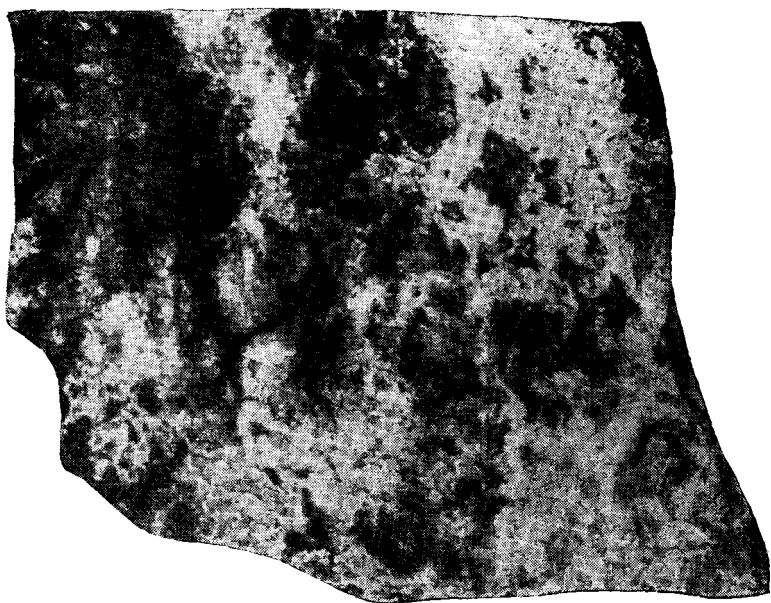


Рис. 1. Реликты кварц-молибденитовых прожилков (серое и черное) среди березитовых метасоматитов (белое). Нат. вел.

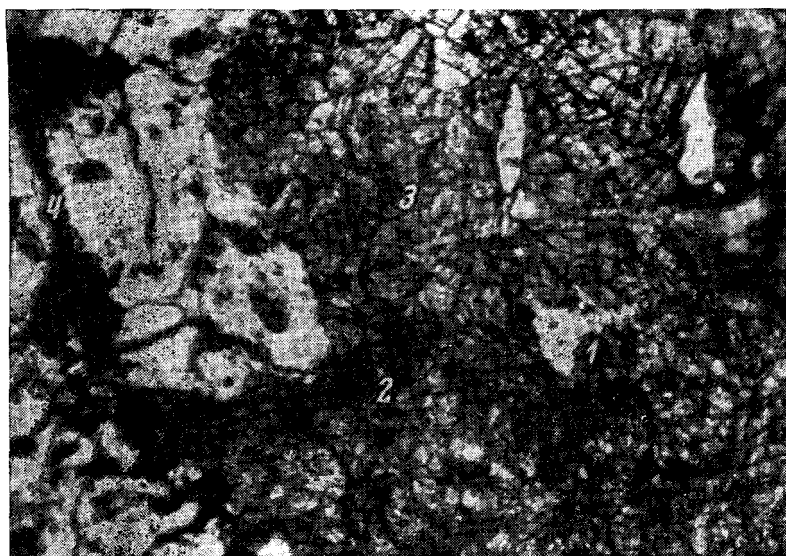


Рис. 2. Реликты кварца (1) и молибденита (2) в анкерите (3) вблизи контакта с кварц-молибденитовым прожилком (4). Шлиф прозрачный. 40×  
Без анализатора

ми, пиритовыми, карбонатными и галенит-сфалеритовыми жилами и прожилками, относящимися к березитовой формации. Среди кварц-серицит-пиритовых, кварц-серицит-карбонатных и кварц-адуляр-карбонатных \* метасоматитов березитовой формации нередко встречаются корродированные обломки кварц-молибденитовых и кварц-халькопиритовых жил и прожил-

\* Кварц-адуляр-карбонатные метасоматиты отнесены к березитовой формации условно.

ков, а также реликты метасоматических и рудных минералов полевошпат-кварц-молибденитовой и кварц-серицит-халькопиритовой формаций (рис. 1). Особенно интенсивно корродированы ортоклаз, кварц, молибденит и халькопирит, заключенные в минеральных агрегатах березитов, сложенных анкеритом, адуляром и кварцем (рис. 2). При наложении березитовой формации на полевошпат-кварц-молибденитовую и кварц-серицит-халькопиритовую наблюдается обеднение их молибденом и медью.

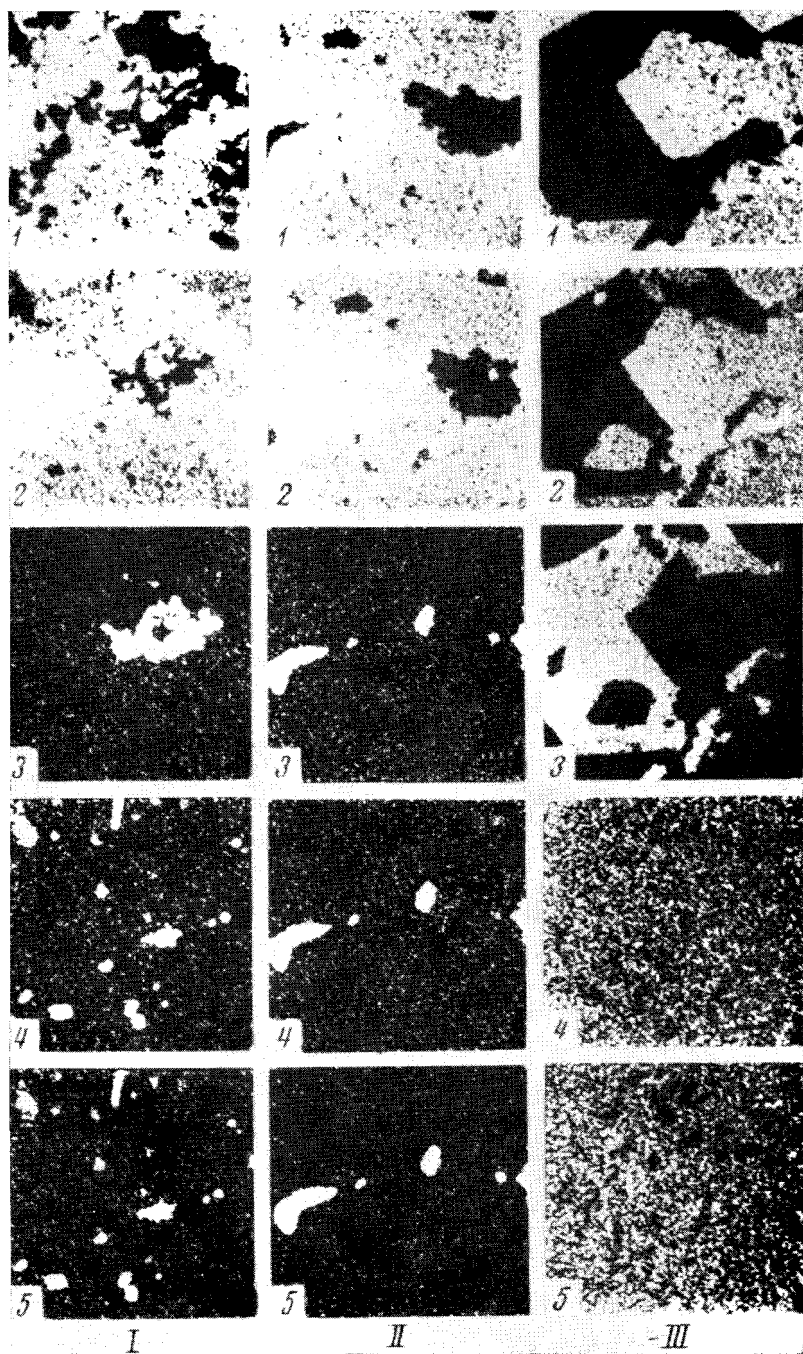
С целью выявления закономерностей распределения микровыделений молибденита и халькопирита непосредственно в отдельных зернах и мельчайших агрегатах минералов разновозрастных метасоматитов и тонких особенностей изменений рудных минералов при замещении ранних минеральных ассоциаций более поздними были выполнены детальные микроскопические и рентгеноспектральные исследования. Чувствительность определения молибдена, меди и серы на микрозонде Ms-46 фирмы «Самеса» составляла 0,01 вес. %. В качестве основного материала для исследований служили образцы пород, метасоматитов и руд, собранные на Каджаранском и Шахтаминском месторождениях.

При исследовании порообразующих минералов вмещающих пород включений молибденита и халькопирита в них не обнаружено. Выделения молибденита установлены главным образом в ортоклазе и кварце, слагающих внутренние зоны метасоматитов и прожилки полевошпат-кварц-молибденитовой формации. Включения халькопирита диагностированы преимущественно в минералах кварц-серицитовой формации: в сериците и кварце — характерных для жил, прожилков и внутренних зон метасоматитов, и в хлорите — характерном для внешних зон метасоматитов. Кроме того, вкрапления молибденита и халькопирита обнаружены в реликтах названных выше метасоматических и жильных минералов, заключенных в агрегатах метасоматических минералов березитовой формации.

В кварц-ортоклазовых агрегатах молибденит наблюдается в виде вкраплений в зернах ортоклаза и кварца, в микротрещинах и в пустотах между зернами этих минералов (рис. 3, I). Изредка здесь встречается халькопирит. Он приурочен к трещинам, которыми разбиты зерна ортоклаза, и постоянно ассоциирует с мелкозернистым кварцем (рис. 3, II). В участках развития в ортоклазе карбоната молибденит и халькопирит не обнаружены. Густая вкрапленность халькопирита характерна для кварц-серицитовых и хлоритовых агрегатов. Вкрапления халькопирита преимущественно располагаются между зернами серицита и кварца и иногда непосредственно в зернах кварца. В хлорите диагностируется тонкораспыленный халькопирит. Он широко развит в неизменном хлорите и не встречается в измененном хлорите, который интенсивно замещается карбонатом.

В агрегатах, сложенных метасоматическими минералами березитовой формации — анкеритом, адуляром и кварцем, молибденит и халькопирит приурочиваются к реликтам ортоклаза, серицита и кварца; реже они наблюдаются непосредственно в мономинеральных полях мелкозернистого анкерита. В последнем случае выделения молибденита и халькопирита имеют неправильную форму и покрыты кавернами, а около них в анкерите, наряду с Ca, Fe и Mg, определяются элементы, характерные для метасоматических минералов рудных формаций — K, Al и Si. В кристаллах анкерита, адуляра и ассоциирующего с ними кварца включений молибденита и халькопирита не встречено (рис. 3, III).

Выполненные исследования позволяют говорить о том, что при взаимодействии минерализующих растворов, характерных для кварц-серицит-халькопиритовой формации, с минеральными ассоциациями полевошпат-кварц-молибденитовой формации молибденит частично растворяется. Перешедший в раствор молибден, как и молибден, который в небольшом количестве мог приноситься совместно с медью, фиксируются в молибдените, встречающемся в виде мелких рассеянных вкраплений в метасоматитах, жилах и прожилках кварц-серицит-халькопиритовой формации.



Фиг. 3. Растровые изображения участков поверхности шлифов ( $300 \times 300 \text{ мкм}^2$ ) полевошпат-кварцевых (I, II) и березитовых (III) метасоматитов в рентгеновском К-излучении: К $_{\alpha}$  (1 — I, II, III), Si (2 — I, II, III), Ca (3 — I, III) Fe (4 — II), Mo (4 — I, III), Cu (3 — II; 5 — III) и S (5 — I, II)

При замещении минеральных ассоциаций рудных формаций минеральными ассоциациями березитовой формации происходит значительный вынос молибдена и меди, что приводит к разубоживанию молибденовых и медно-молибденовых руд. Этот процесс усиливается при наложении на указанные выше формации кварц-каолинитовых метасоматитов и кварцевых, халцедоновых, гипсовых, кальцитовых жил и прожилков аргиллизитовой формации. Наряду с молибденом и медью в этом случае выносятся также свинец и цинк.

Институт геологии рудных месторождений,  
петрографии, минералогии и геохимии  
Академии наук СССР  
Москва

Поступило  
6 II 1975

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. И. Резарский, Геол. рудн. месторожд., т. 12, № 6 (1970). <sup>2</sup> В. А. Жаринов, В кн. Генезис эндогенных рудных месторождений, «Недра», 1968.