

С. В. МАЛИНКО, В. Т. ДУБИНЧУК, В. И. МЕЩАНКИНА

## ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭНДОГЕННЫХ БОРАТОВ

(Представлено академиком Н. В. Беловым 24 I 1974)

При изучении борной минерализации на месторождении Солонго (Бурятия) авторы обратили внимание на относительно легкую изменчивость некоторых боратов в условиях дневной поверхности. Так, куски зерна сахайтовой руды через несколько месяцев после извлечения их из скважины постепенно мутнели, а на поверхности фроловитовых прожилков возникали углубления, очевидно обусловленные полным разрушением этого бората. Поскольку подобные явления не отмечались в литературе ранее и механизм их оставался неясным, представлялось целесообразным изучить эти процессы подробнее, что и было произведено при помощи электронной микроскопии.

Исследованию подвергались образцы курчатовита, сахайта, солонгоита и фроловита месторождения Солонго, кальциборита и сибирскита Новофроловского месторождения (Урал), а также людовигита Гавасайского (Средняя Азия). Изучение реплик со свежесколотых поверхностей в электронном микроскопе не показало присутствия каких-либо изменений этих минералов. Вместе с тем повторное исследование тех же образцов, выполненное по прошествии 3—4 мес. (образцы хранились в комнатных условиях), вскрыло значительные преобразования на поверхностях сколов боратов.

Интенсивным изменениям подвергся курчатовит (рис. 1 а—г). Характерная ступенчатая поверхность скола этого бората равномерно покрылась глобулами размером 0,1—0,2 мкм, причем наиболее измененными оказались горизонтальные поверхности ступенчатого скола (рис. 1а). На рис. 1б показана типичная картина разрушенного участка курчатовита. По-видимому, процесс разрушения минерала начинается с отделения чешуек (участок оконтурен), по границам которых в последующем появляются глобулы (показаны стрелками). Затем глобулообразование идет более интенсивно, благодаря чему в отдельных участках курчатовита возникает глобулярная микроструктура, переходящая к колломорфной (рис. 1в). Микродифракционный анализ глобул на поверхности курчатовита показал, что они аморфны. В некоторых участках на гладких поверхностях курчатовита глобулярные микроструктуры развиваются в форме дендритов (рис. 1г).

Еще более интенсивны изменения на поверхности скола сахайта, захватывающие выделения этого минерала полностью. Возникающие на сахайте глобулы более крупны и достигают 3—7 мкм (рис. 1д); встречаются участки полностью разрушенного минерала, вплоть до гелеподобного состояния. Различная степень измененности курчатовита и сахайта представлена на рис. 1е; здесь курчатовит почти не затронут изменением, а сахайт, развивающийся до периферии зерен курчатовита, характеризуется колломорфной структурой поверхности.

Аналогичным изменениям подвергается поверхность скола кальциборита и сибирскита. Начальные стадии изменения кальциборита выражаются в появлении в нем, преимущественно по трещинкам, мельчайших аморфных глобулок (рис. 2а, см. вкл. к стр. 171), которые в дальнейшем развива-

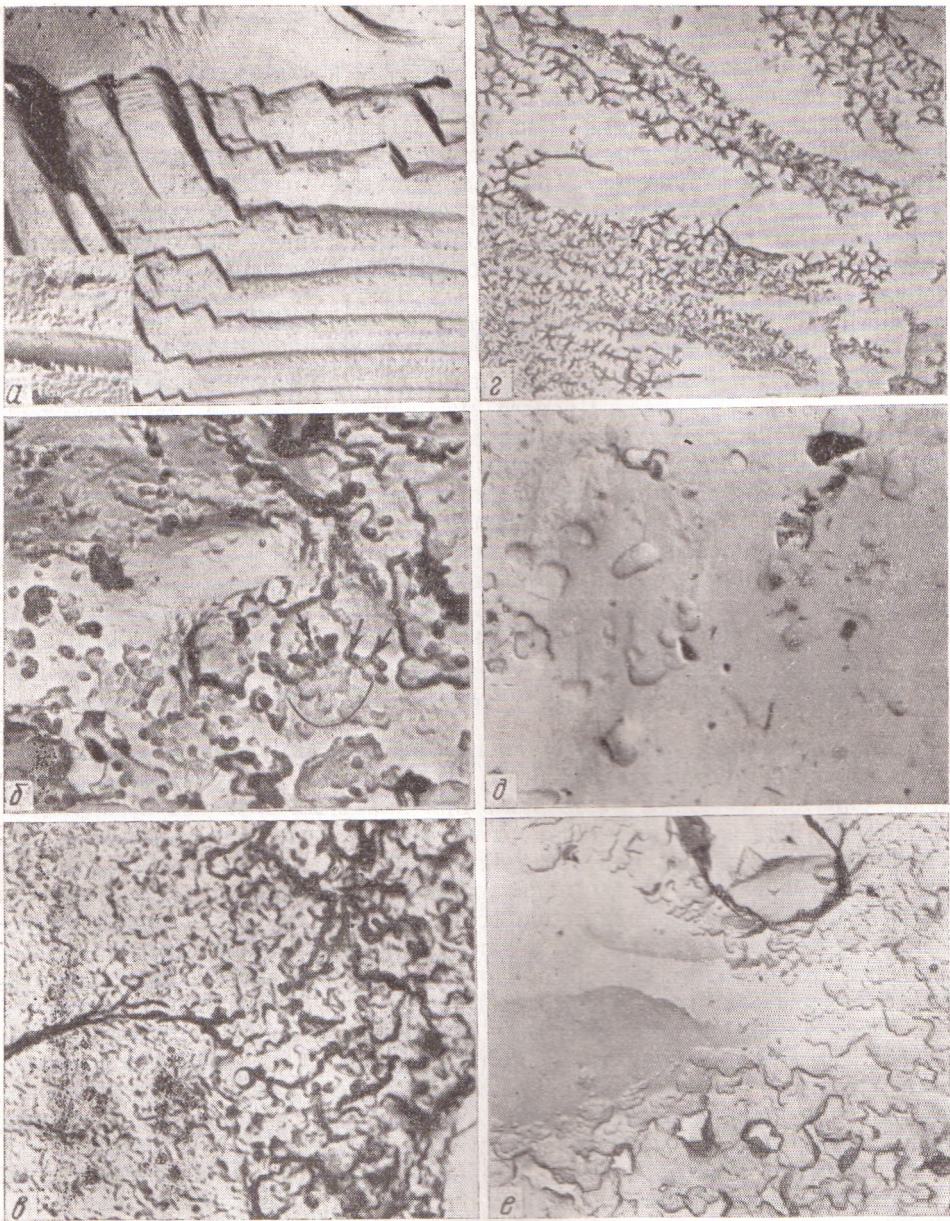


Рис. 1. Изменение поверхностей сколов курчатовита и саханта. а, в-е — 7000×, б — 15 000×

ются по всей поверхности кальциборита без какой-либо закономерности, образуя структуры, подобные колломорфным (рис. 2б). При разрушении сибирскита, находящегося в парагенетических соотношениях с кальциборитом, его призматические кристаллы (показано одинарной стрелкой) приобретают колломорфную форму, становясь бесструктурными (рис. 2в). Микродифрактограммы извлеченных с подобных участков частиц не дают рефлексов. Кальциборит здесь также полностью разрушен и наблюдается в виде натечностей в сростании с сибирскитом (показано двойной стрелкой).

Интенсивному изменению подвергается и фроловит. На рис. 2г показан контакт фроловита, характеризующегося шагреневой поверхностью, с кур-

чатовитом, в данном участке не поддающимся корродированию и имеющим гладкую или ступенчатую поверхность скола.

Изучение образца солонгоита показало, что в отдельных участках поверхность скола этого минерала покрыта глобулами, образующими скопления заливообразной формы (рис. 2*д*). В наиболее измененных зонах солонгоита отмечаются участки неправильной формы, характеризующиеся колломорфной структурой (рис. 2*е*, показано одинарной стрелкой), в промежутках которых наблюдается разрушение остатков матрицы минерала (показано двойной стрелкой). Менее значительны изменения на поверхности скола людвигита, выражающиеся в появлении разрозненных глобул.

Таким образом, проведенное исследование показало:

1. Поверхности сколов всех изученных образцов боратов после 3–4-месячного хранения в комнатных условиях претерпевают более или менее интенсивное разрушение. Процесс разрушения боратов начинается с отделения чешуек на их поверхностях, по границам которых в последующем появляются аморфные глобулы; интенсивное глобулообразование приводит к возникновению своеобразных микроглобулярных структур поверхности сколов боратов, переходящих в колломорфные. Микродифракционный анализ новообразований показал их аморфность.

2. Степень поверхностного изменения различна для отдельных минералов. Так, людвигит подвергается меньшему изменению по сравнению с кальциевыми и магниево-кальциевыми боратами и карбонатоборатами.

3. Поверхностные изменения, описанные выше, не наблюдались у других эндогенных минералов и, по-видимому, специфичны именно для боратов.

4. Установленную специфику боратов необходимо учитывать при поисках и изучении месторождений бора. По-видимому, поверхностное разрушение боратов, имеющее место даже при хранении образцов в закрытом помещении, еще более интенсивно в природных условиях на дневной поверхности. Естественно, что под действием атмосферных агентов аморфные новообразованные фазы подвергнутся интенсивному разрушению и вымыванию. Последнее может привести к обеднению руд в горных выработках, особенно на их стенках, а также в керне скважин, тем более при хранении его на улице. Вероятно, что подобные изменения имеют место и в пробах боратовых руд, причем интенсивность их в этом случае возрастает с увеличением степени дробления каменного материала. Отсюда вывод о необходимости хранения проб боратовых руд в сухих закрытых помещениях, а также о нецелесообразности изготовления из боратовых руд эталонов для нейтронного анализа проб. Игнорирование установленной специфики боратов может привести к искажению результатов опробования.

И, наконец, поверхностные изменения, наиболее интенсивные для кальциевых и магниево-кальциевых боратов и карбонатоборатов, по-видимому, в зоне окисления месторождений могут привести к разрушению боратовых рудных тел вплоть до их полного уничтожения.

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
минерального сырья  
Москва

Поступило  
20 XII 1973