

Б. И. СРЕБРОДОЛЬСКИЙ
О СЕРНОКИСЛОМ ВЫВЕТРИВАНИИ ГИДРОСЛЮДЫ
И МОНТМОРИЛЛОНИТА

(Представлено академиком А. В. Сидоренко 30 V 1972)

Разнообразие минерального комплекса формирующейся зоны окисления месторождений самородной серы среди осадочных пород во многом зависит от того, в какой степени вмещающие породы, в частности гидрослюдисто-монтмориллонитовые глины, поддались разрушающему действию сернокислых растворов, высвободивших из них катионы. Отправные положения механизма сернокислого выветривания пород месторождений серы даны в ряде работ (¹⁻³). Что же касается сернокислого выветривания минералов глин, то этот вопрос еще не рассматривался.

Минералы глин на Гаурдакском месторождении (Средняя Азия) представлены в основном гидрослюдой. Ее химический состав такой (здесь и ниже в весовых процентах): SiO_2 , 53,56; TiO_2 0,62; Al_2O_3 23,91; Fe_2O_3 1,48; FeO 1,03; MnO 0,02; MgO 2,20; CaO 0,36; Na_2O 0,75; K_2O 4,60; H_2O 8,94; SO_3 2,63; $C_{\text{орг}}$ 0,71; всего 100,01. На дифрактограмме гидрослюда фиксируется по целочисленным рефлексам при 9,9 Å (002) 4,9 Å (004), 3,32 Å (006); 1,982 Å (0.0.10). При воздействии на минералы глин концентрированных кислых растворов, возникших при окислении серы в условиях пустыни (^{1, 2}), гидрослюда разрушается и в раствор поступают кальций, натрий, железо, магний, алюминий, калий. В этих условиях создаются благоприятные условия для образования алунита и ярозита. Химический состав этих минералов следующий: SiO_2 2,60; 3,70; TiO_2 не обн.; 0,22; Al_2O_3 36,51; 8,59; Fe_2O_3 0,49; 35,68; FeO 0,59; 0,37; MgO 0,38; 0,21; CaO 0,07; не обн.; Na_2O 4,65; 4,80; K_2O 4,40; 3,00; H_2O 15,69; 11,40; SO_3 35,26; 31,98; $S_{\text{эл}}$ 0,12; не обн.; $C_{\text{орг}}$ 0,94; 0,14; всего 100,64; 99,95.

Освобождающийся при разрушении кристаллической решетки кремнезем не накапливался в глинистых породах. Заметные его скопления (до 80%) в виде тонкопорошковатого кварца (маршаллита) вместе с ангидритом, гипсом и алунитом, пропитанными серной кислотой, наблюдаются на поверхностных выходах измененных пород. Условия залегания и своеобразный характер кремнистых отложений позволяют связывать их образование с воздействием серной кислоты, возникшей в результате окисления серы, на гидрослюдистые глины. При этом были растворены и вынесены из породы все темноцветные минералы аналогично тому, как это наблюдается при сернокислом выветривании песчано-глинистых отложений, имеющих широкое распространение в пустыне Кара-Кум (⁴).

Химический состав гидрослюды в серных рудах Водинского месторождения (Средняя Волга): SiO_2 54,90; Al_2O_3 22,37; Fe_2O_3 3,91; MgO 1,85; CaO 1,18; Na_2O 0,63; K_2O 4,13; H_2O 9,78; SO_3 1,60; всего 100,35. Обычно воздействие на гидрослуду концентрированных кислых растворов приводит к образованию алунита: SiO_2 3,74; Al_2O_3 36,78; Fe_2O_3 0,40; MgO 0,20; CaO 0,56; Na_2O 0,42; K_2O 8,43; H_2O 15,46; SO_3 33,54; всего 99,53. В случае быстрого растворения гидрослюдистых глин произойдет отложение галлуазита; освобождающиеся из глины щелочи

войдут в состав алунита, который часто ассоциирует с галлуазитом. Химический состав галлуазито-алунитового агрегата такой: SiO_2 33,32; Al_2O_3 35,42; Fe_2O_3 0,48; MgO 0,16; CaO 0,72; Na_2O 0,25; K_2O 1,38; H_2O 22,21; SO_3 6,07; всего 100,01.

Галлуазит в серных месторождениях среди осадочных пород описывается впервые.

В случае сильного пересыщения раствора кремнекислотой и алюминием могут образоваться коллоиды, что приведет к формированию аллофана.

Любопытно образование в окисленных рудах Водино редкого водного основного карбоната — алюмогидрокальцита (Al_2O_3 22,93; CaO 16,30; Fe_2O_3 0,11; MgO 0,70; CO_2 22,45; SO_3 2,57; H_2O 34,08; SiO_2 1,16; всего 100,30). Вмещающая его гидрослюдистая глина имеет такой состав: SiO_2 48,14; Al_2O_3 24,93; Fe_2O_3 2,95; MgO 2,00; CaO 1,41; Na_2O 0,63; K_2O 3,61; CO_2 1,08; H_2O 13,92; SO_3 1,46; всего 100,13. Естественно сделать заключение, что в процессе формирования алюмогидрокальцита из разрушающихся гидрослюд поступал только алюминий, а кальций высвобождался при выветривании карбонатов. При слиянии растворов, несущих эти элементы, сульфат натрия нейтрализовался бикарбонатом кальция с образованием алюмогидрокальцита.

Распространенные в верхних частях окисленных руд трещины образовались при воздействии на гидрослюдистые глины сернокислых растворов, выщелочивших из них все темноцветные минералы.

В условиях менее сухого климата, в котором находится Горностаевское серопоявление в Крыму, сернокислые растворы имели меньшую концентрацию. Воздействие их на ферригаллуазит-гидрослюдистые глины (SiO_2 50,44; TiO_2 1,14; Al_2O_3 18,08; Fe_2O_3 5,14; FeO 0,43; CaO 1,12; MgO 3,10; K_2O 1,52; Na_2O 0,28; O_2 1,38; всего 100,62), содержащие, к тому же, незначительное количество щелочей, способствовало образованию не алунита, а алюминита.

Роздольское месторождение серы находится в условиях теплого и влажного климата Предкарпатья. Оно характеризуется повышенной активностью окислительных процессов серных руд. Однако значительные сезонные осадки (700—900 мм/год) и интенсивный водообмен способствуют большой промываемости зоны окисления и выносу из нее химических элементов. процессы окисления серных руд протекают быстро. Минералы, в основном растворимые сульфаты железа, накапливаются только в засушливые периоды, а с наступлением дождливого времени быстро растворяются и выносятся. Поэтому зоны окисления в этих климатических условиях имеют незначительную мощность.

Пелитовая часть большинства глин месторождения состоит из монтмориллонита. Исключение составляют темно-серые глины карстовых выщелочений, содержащих, кроме монтмориллонита, гидрослюда. Соотношение между ними приблизительно 6 : 4. Частично образуются неупорядоченные смешаннослойные образования пакетов этих минералов.

В условиях достаточного увлажнения сернокислые растворы становятся разбавленными. Они мало влияют на гидрослюда, а монтмориллонит изменяют в незначительной степени (из межпакетного пространства водород вытесняет обменные катионы, частично выносятся катионы из октаэдрических позиций). Так, при воздействии кислых растворов на Са-монтмориллонит кальций вытесняется водородом. Это приводит к исчезновению на кривых нагревания минерала небольшого эндотермического эффекта при 200 °. При этом, однако, главные особенности первичной структуры монтмориллонита сохраняются.

Незначительным изменением гидрослюда объясняется отсутствие в продуктах выветривания глинистых серных руд Роздола сульфатов калия и алюминия (алунита, калиевых квасцов), ярозита, которые образуют значительные скопления в других месторождениях серы.

Все изложенное позволяет считать, что направленность и интенсивность выветривания гидрослюды и монтмориллонита в серных рудах определяется концентрацией сернокислых растворов, которая, в свою очередь, зависит от климатических условий.

Львовский государственный университет
им. И. Франко

Поступило
30 V 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. Е. Ферсман, Матер. Комис. по изуч. естеств. производ. сил Союза, 59, Сера, Л., 1926, стр. 113. ² А. В. Сидоренко, Вопросы минералогии осадочн. образ., Львов, 5—6, 518 (1956). ³ М. В. Иванов, Роль микробиологических процессов в генезисе месторождений самородной серы, «Наука», 1964, стр. 325. ⁴ А. В. Сидоренко, Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 107 (1963).