

И. Д. СЕДЛЕЦКИЙ

О ПРИНЦИПАХ КЛАССИФИКАЦИИ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 16 XII 1939)

1. Развернувшиеся за последние годы интенсивные исследования минералогического состава почв, глин и других рыхлых геологических образований рентгенографическим и термическим методами привели к накоплению большого фактического материала.

Возникла крайняя необходимость в разработке классификации глинистых минералов, которая позволила бы упорядочить опытные данные. В этом направлении уже сделано несколько попыток: классификация глинистых минералов по величине $d(hkl)$ (1), по химическому составу (2), по характеру исходных молекул (3) и др. Все эти попытки нельзя считать удавшимися. Основным недостатком их является отпечаток классификаций, предложенных для эруптивных минералов. Схемы—статические, учитывающие лишь стабильные формы минералов и находящиеся вне связи с их генезисом. «Для коллоидных систем неприменимы обычные приемы минералогической систематики» [Ферсман (5)]. Здесь нужны иные принципы, учитывающие специфику зоны гипергенеза.

2. Между тем глинистые минералы являются специфическими образованиями коры выветривания, подчиняющимися особым законам. Это особый мир, особых минералов, который был оформлен учением Корню (4). На земной поверхности в процессе выветривания эруптивов возникают аморфные тела, которые с течением времени в результате кристаллизации превращаются в структурные, стабильные минералы. Кристаллизация в биосфере протекает в отличие от глубинных поясов земли в изменчивых условиях, когда процессы упорядочения атомов часто меняют свое направление (+ и —).

Формирование минералов, однако, совершается непрерывно (5). В зоне гипергенеза, следовательно, наряду с установившимися стабильными минералами (каолинит, монтмориллонит и др.) имеются и аморфные гели неоформившихся минералов (6). Это мутабильные соединения, богатые свободной энергией (мутабиллиты) и стремящиеся к устойчивым формам (прокаолин, промонтмориллонит и др.). Процесс кристаллизации аморфных гелей совершается через ряд стадий, на которых возникают неполно кристаллические соединения метастабильных минералов (метастабиллиты). Гель SiO_2 и H_2O дает метакварц (7), гель $\text{Al}(\text{OH})_3$ дает байерит (8), прогаллоизит—гидрогаллоизит и т. д.

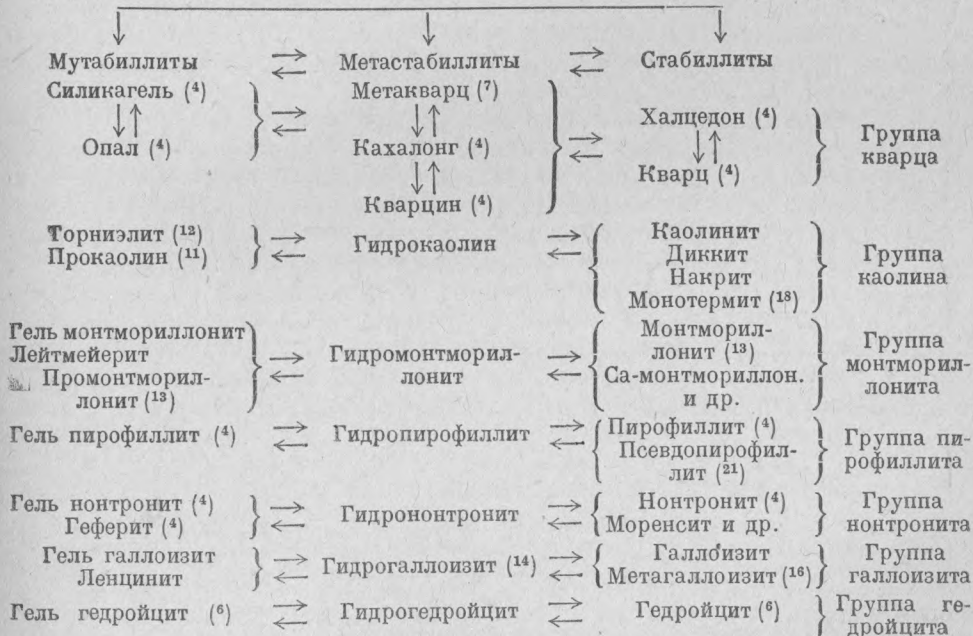
Не учитывать при классификации глинистых минералов мутабиллитов, метастабиллитов и стабиллитов, не отметить их связи и взаимных переходов и т. д., но подвергать систематике лишь одни стабильные формы, как делают до сих пор, значит дать безжизненные схемы, тогда как всесторонний учет богатого многообразия форм минералов коры выветривания

вскрывает специфические законы [закон Корню, закон Оствальда-Фермана (9)] и определяет новый мир коллоидных минералов. Примеры новой классификации глинистых минералов дал Корню, но смерть не позволила ему закончить ее со всей полнотой. Закон гомоизохемитов является надежной основой для разработки такой классификации. «Поэтому для всех будущих систематик я предлагаю, чтобы группы, на которые делятся гели, имели два подразделения, одно для кристаллоидов, другое для коллоидов» [Корню (4)], например, гель пиррофиллит—пиррофиллит; эренвертит—гетит и т. д.

В последнее время вскрыто, что между этими двумя крайними членами ряда аморфное вещество—полнокристаллический минерал появляются в процессе кристаллизации промежуточные формы. Эти метастабильные минералы тоже необходимо учитывать при систематике коллоидных минералов. Под гелями Корню нужно понимать таким образом: мутабиллиты, метастабиллиты и стабиллиты; все вместе они составляют коллоидные минералы.

3. На этой основе, обобщая экспериментальные данные рентгенографических и термических исследований почв, мы построили систематику минералов коллоидов почв (10). Дальнейшая разработка этого вопроса и учет новых материалов дали возможность построить более общую схему классификации глинистых минералов, из которой мы здесь в качестве примера даем фрагмент систематики алюмосиликатных коллоидных минералов почв и глин (см. схему). Придерживаясь того взгляда, что глинистые

Классификация минералов зоны гипергенеза (фрагмент)



минералы образуются в процессах гипергенеза и что начальной формой коллоидных минералов являются аморфные гели, кристаллизация которых порождает все многообразие минеральных форм, мы классифицируем их, сводя в три группы: аморфные соединения (мутабиллиты), временно устойчивые минералы (метастабиллиты) и устойчивые коллоидные минералы (стабиллиты). Между собой указанные три группы связаны генетически в едином и обратимом процессе кристаллизации.

4. В процессе выветривания коллоиды образуются за счет взаимных реакций продуктов разрушения эруптивов и отчасти вторичных минералов; последние в связи с изменением условий. Возникшие соединения сначала аморфны и лишь с течением времени приобретают упорядоченную структуру. Мутабиллиты в силу хаотического расположения их молекул (атомов) непрерывно изменяются. Для них мы сохраняем термин Ферсмана⁽⁵⁾ «мутабильные соединения». Отсутствие разработанного метода для изучения мутабиллитов затрудняет разграничение их отдельных видов. Но об их многообразии мы судим по стабиллитам [закон геомоизохемитов⁽⁴⁾]. Электронографический фазовый анализ позволяет надеяться на разработку метода исследования мутабиллитов. Несмотря на трудности выделения мутабиллитов, в последнее время найден прокаолин⁽¹¹⁾, торниэлит⁽¹²⁾, промонтмориллонит⁽¹³⁾ и др. Метамиктные процессы, превращающие стабиллиты в аморфные тела, увеличивают число мутабиллитов⁽¹⁹⁾.

5. Метастабиллиты возникают в процессе спонтанной кристаллизации мутабиллитов в направлении превращения их в стабиллиты. Ярким примером существования целого класса метастабиллитов кроме халцедона, стильпносидерита и других минералов, указанных Корню⁽⁴⁾, являются: байерит⁽⁸⁾, метакварц⁽⁷⁾ и др. Метастабиллиты рождают стабиллиты. В редких случаях возможен непосредственный переход мутабиллитов в стабиллиты. В зоне гипергенеза образование минералов совершается через ряд стадий промежуточных форм. Образываясь из мутабиллитов в процессе дегидратации их, метастабиллиты являются гидратированными формами стабиллитов, например, гидрогаллоизит⁽¹⁴⁾. Здесь возможны и временное разрушение уже образовавшихся минералов, и отклонение от первоначального направления кристаллизации благодаря изменению внешних условий; в этом—основное различие минералообразования в коре выветривания от более глубоких зон литосферы.

5. Стабиллиты являются конечной формой кристаллизации мутабиллитов в коре выветривания. Обладая законченной кристаллической структурой, стабиллиты дают четкие рентгенограммы, позволяющие точную идентификацию. Состав стабиллитов, найденных в глинах, почвах и других рыхлых геологических образованиях, уже составляет свыше 25 названий. Число их все увеличивается. Открываются новые виды: монотермит⁽¹⁵⁾, метагаллоизит⁽¹⁶⁾, Са-монтмориллонит⁽¹⁷⁾, гедройцит⁽⁶⁾, сараспатакит⁽¹⁸⁾, гешветцит⁽¹⁸⁾, иллит⁽²⁰⁾, ферромонтмориллонит и др.

7. Многообразие минералов в зоне гипергенеза обуславливается, кроме того, наличием в коре выветривания органических и органо-минеральных соединений^(4,10).

Поступило
17 XII 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ J. Lapparent, ZS. f. Kristall., 98, 233 (1938). ² P. Kerr, Americ. Ceram. Soc., 21, 267 (1938). ³ Н. Ефремов, ДАН, XXIV, 286 (1939). ⁴ F. Cornu, ZS. f. Chem. u. Industrie der Kolloide, 4 (1909). ⁵ А. Ферсман, Тр. Геологического музея, 7, 205 (1913). ⁶ И. Седлецкий, Почвенная рентгенография (1939). ⁷ И. Седлецкий, Почвоведение, № 7 (1938). ⁸ R. Frikke, ZS. anorg. u. allg. Chemie, 175, 249 (1928). ⁹ А. Ферсман, Геохимия, 3 (1937). ¹⁰ И. Седлецкий, Почвоведение, № 1 (1939). ¹¹ Schwarz, ZS. f. angew. Chem., 145, 304 (1935); Ber. Deut. chem. Ges., 36, 1433 (1929). ¹² E. Dilter u. Kirnbauer, ZS. f. prakt. Geol., 67, 117 (1937). ¹³ И. Седлецкий, ДАН, XVII, 375 (1937). ¹⁴ S. Hendricks, American Mineralogist, 23, 170 (1938). ¹⁵ Д. Белянкин, Бюлл. Керамического ин-та, 1, 10 (1932). ¹⁶ M. Mehmel, ZS. f. Kristallogr., 90, 35 (1935). ¹⁷ W. Noll, Chemie der Erde, 10, 129 (1936). ¹⁸ Magdefrau u. Hofmann, ZS. f. Kristall., 98, 31 (1937). ¹⁹ W. Brögger, ZS. f. Kristall., 16 (1890). ²⁰ R. Grim, Grey u. Bradley, American Mineralog., 22, 813 (1937). ²¹ Ф. Левинсон-Лессинг, О пиррофилите из Березовска на Урале.