

Гидротермальный синтез в фосфатных системах

Бирало Галина Викторовна

Студент

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Геологический факультет, Москва, Россия
E-mail: gall2083213@mail.ru*

По распространенности в земной коре фосфаты занимают третье место после силикатов и оксидов. Основное содержание фосфора связано с минералами группы апатита $\text{Ca}_5(\text{PO}_4, \text{CO}_3)(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$. В изверженных и метаморфических породах наиболее распространён минерал фторапатит, а в фосфоритах осадочного происхождения типичный минерал фосфора представлен карбонатфторапатитом. Однако наибольшее число разновидностей фосфатов связано с гранитными пегматитами. В настоящей работе приводятся результаты синтеза кристаллов в фосфатных системах с амфотерными катионами алюминия и ванадия, щелочными катионами калия и натрия в присутствии борной кислоты в качестве минерализатора, а также характеристика полученных фаз, в том числе синтетических аналогов минералов: берлинита AlPO_4 и баннерманита $(\text{Na}, \text{K})\text{V}_6\text{O}_{15}$.

Использование нами гидротермального метода получения кристаллов было обусловлено возможностью с его помощью создать условия, моделирующие физико-химические процессы образования минералов в земной коре за счёт температуры, давления и минерализаторов, которые позволяют перевести исходные компоненты системы в растворимое состояние. В ходе гидротермального синтеза использовались автоклавы с футеровкой из фторпласта. Для достижения нужного давления в автоклаве объём раствора рассчитывался по таблицам Кеннеди, определяющим зависимость давления от коэффициента заполнения автоклава при заданной температуре.

Исследование фазообразования проводилось в системе $\text{AlCl}_3 - \text{V}_2\text{O}_5 - \text{K}_2\text{HPO}_4 - \text{H}_3\text{BO}_3$ при весовых соотношениях компонентов: 2:1:2:2; 2:1:2:4; 2:1:4:2; 2:1:4:4; 4:1:2:2; 2:2:2:2, которые были рассчитаны исходя из следующих пропорций оксидов $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{V}_2\text{O}_5:\text{P}_2\text{O}_5:\text{B}_2\text{O}_3 = 1:1:1:1; 1:1:1:2; 1:1:2:1; 1:1:2:2; 2:1:1:1; 1:2:1:1$. Кроме того, опыты были поставлены в системах: $\text{AlCl}_3 - \text{V}_2\text{O}_5 - \text{NaH}_2\text{PO}_4 - \text{H}_3\text{BO}_3$ (2:1:2:2; 2:1:2:4); $\text{AlCl}_3 - \text{V}_2\text{O}_5 - \text{NaH}_2\text{PO}_4 - \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (2:2:2:0,5; 4:1:2:0,5); $\text{AlF}_3 - \text{V}_2\text{O}_5 - \text{K}_2\text{HPO}_4 - \text{H}_3\text{BO}_3$ (2:1:2:2; 2:1:2:4; 2:1:4:2; 2:1:4:4) при давлении 100 атм. и температуре 280 °С в течение 18 – 20 суток. Продукты гидротермального синтеза, как правило, кристаллические фазы, были изучены методами рентгенофазового анализа, электронной сканирующей микроскопии, рентгеноспектрального микрозондового анализа и монокристаллической дифрактометрии (определение параметров элементарных ячеек и симметрии). В результате проделанной работы было идентифицировано 5 фаз: это синтетические аналоги минералов берлинита и баннерманита, а также VPO_5 , NaVPO_5 и $(\text{VO})(\text{HPO}_4)(\text{H}_2\text{O})_{0,5}$. Амфотерный металл Al входит в состав единственной фазы – синтетического аналога берлинита, где он формирует кислородные тетраэдры, делящие все вершины с тетраэдрами PO_4 (сверхструктура на основе кварца). Берлинит AlPO_4 присутствует практически во всех опытах, однако он не характерен для условий избытка ванадия. Ванадийсодержащие фазы формируются при различных соотношениях исходных компонентов системы кристаллизации, кроме условий избытка алюминия.

Слова благодарности

Автор выражает благодарность научным руководителям в.н.с., д.г.-м.н. Якубович О. В. и в.н.с., д.г.-м.н. Димитровой О. В. за помощь в подготовке и проведении исследовательской работы.