

## Минералогия сульфидов калия-железа и фазовые отношения в системе K-Fe-S-(Cl)

Научный руководитель – Бычков Андрей Юрьевич

*Осадчий Валентин Олегович*

*Аспирант*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра геохимии, Москва, Россия

*E-mail: 909404@gmail.com*

В природе на данный момент найдены два тройных соединения, принадлежащих к системе K-Fe-S: расвумит ( $KFeS_2$ ) и бартонит ( $K_6Fe_{21}S_{27}$ ). Вне этой системы описаны еще три сульфида калия-железа: хлорбартонит ( $K_6Fe_{24}S_{26}(Cl,S)$ ), джерфишерит ( $K_6(Fe,Cu,Ni)_{25}S_{26}Cl$ ) и мурунскит ( $K_2Cu_3FeS_4$ ). Появление этих минералов указывает на высокую активность калия, а их состав позволяет косвенно оценить соотношение Fe, Ni и Cu на начальных стадиях формирования минеральной системы. Также известен ряд синтетических фаз, например,  $KFeS_2$ ,  $KFe_2S_2$ , которые могут быть обнаружены в природе в будущем. Некоторые из этих фаз обладают сверхпроводящими свойствами и потому активно изучаются в последнее десятилетие. Однако до сих пор фазовые отношения с участием этих минералов и соединений не изучены.

Целью данной работы является исследование фазовых отношений в системе K-Fe-S в области составов  $KFeS_2$ -Fe-S, определение полей стабильности фаз, установление возможных минеральных парагенезисов и оценка параметров, контролирующих образование сульфидов калия-железа в природе.

Исследования проводились методом сухого синтеза в ампулах из кварцевого стекла при температуре 300-600°C. Равновесие  $KFeS_2$  - пирит - пирротин реализуется при температуре выше 450°C. При понижении температуры в треугольнике  $KFeS_2$ -FeS<sub>2</sub>-FeS появляется соединительная линия пирит - расвумит, и реализуются равновесия  $KFeS_2$  - пирит - расвумит и пирит - расвумит - пирротин. В области составов  $KFeS_2$ -FeS-Fe стабилен аналог мурунскита  $K_{0.8-1.0}Fe_{1.5-1.9}S_2$ , который находится в равновесии с  $KFeS_2$ , расвумитом, троилитом и железом, вероятно, меняя свой состав.

Особое внимание было уделено изучению области  $KFeS_2$ -FeS- $F_7S_8$ , к которой относятся минералы расвумит и бартонит. Однако бартонит в ходе опытов не был обнаружен, а попытка получить джерфишерит привела к синтезу Cl-бартонита. По последним данным, минералы джерфишерит и бартонит и различные их вариации могут являться одним минеральным видом, а их стабильность определяется не только соотношением S/Cl и Fe/Ni/Cu, но и давлением в системе.

Фаза  $KFe_2S_2$  не была обнаружена в природе скорее всего из-за своей высокой реакционной способности, особенно при взаимодействии с водой. В то же время отсутствие пирита в ассоциации с расвумитом и пирротинном свидетельствует, во-первых, о низкой фугитивности серы на последних этапах формирования минеральных систем, во-вторых, позволяет ограничить состав таких систем областью пирротин - расвумит -  $KFe_2S_2$ .

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-35-00479)*