

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Галускина Евгения Вадимовича на диссертацию на тему:
Кристаллохимия и свойства фумарольных сульфатных минералов и их синтетических аналогов, представленную Борисовым Артемом Сергеевичем на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография

Представленная к защите диссертационная работа была реализована соискателем Борисовым Артемом Сергеевичем в Санкт-Петербургском Государственном Университете (Россия) под руководством доктора геол.-мин. наук О. И. Сийдра. Работа является междисциплинарной, затрагивает вопросы химии и физики твердого тела и минералогии. Настоящая работа посвящена исследованиям минералов с сульфатным анионом и их синтетических аналогов, в ней на основе модельных экспериментов показана генетическая связь между первичной сульфатной минерализацией фумарол и разнообразием поздних гидратированных фаз.

Рукопись состоит из 4 глав и является значительно расширенным описанием результатов исследований представленных в 7 статьях, опубликованных в ведущих минералогических и физических журналах с факторами цитируемости (IF) от 1.7 до 4.9:

1. Siidra O. I., **Borisov A. S.**, Lukina E. A., Depmeier W., Platonova N. V., Colmont M., Nekrasova D. O. Reversible hydration/dehydration and thermal expansion of euchlorine, ideally KNaCu₃O(SO₄)₃ // Phys. Chem. Mineral. **2019c**. Vol. 46. P. 403–416 (IF 1.724).
2. **Borisov A. S.**, Siidra O. I., Kovrugin V. M., Golov A. A., Depmeier W., Nazarchuk E. V., Holzheid A. Expanding the family of mineral-like anhydrous alkali copper sulfate framework structures: New phases, topological analysis and evaluation of ion migration potentialities // J. Appl. Crystallogr. **2021**. Vol. 54. P. 237–250 (IF 4.87).
3. Siidra O. I., **Borisov A. S.**, Charkin D. O., Depmeier W., Platonova N. V. Evolution of fumarolic anhydrous copper sulfate minerals during successive hydration/dehydration // Mineral. Mag. **2021a**. Vol. 85. P. 262–277 (IF 2.06).
4. Siidra O. I., Nekrasova D. O., Charkin D. O., Zaitsev A. N., **Borisov A. S.**, Colmont M., Mentré O., Spiridonova D. V. Anhydrous alkali copper sulfates – a promising playground for new Cu²⁺ oxide complexes: new Rb-analogues of fumarolic minerals // Mineral. Mag. **2021c**. Vol. 85. P. 831–845 (IF 2.06).
5. Siidra O. I., Charkin D. O., Kovrugin V. M., **Borisov A. S.** K(Na,K)Na₂[Cu₂(SO₄)₄]: a new highly porous anhydrous sulfate and evaluation of possible ion migration pathways // Acta Crystallogr. **2021b**. Vol. B77. P. 1003–1011 (IF 2.684).
6. **Borisov A. S.**, Siidra O. I., Ugolkov V. L., Kuznetsov A. N., Firsova V. A., Charkin D. O., Platonova N. V., Pekov I. V. Complex hydrogen bonding and thermal behavior over a wide temperature range of kainite KMg(SO₄)Cl·2.75H₂O // Mineral. Mag. **2022a**. Vol. 86. P. 37–48 (IF 2.06).
7. **Borisov A. S.**, Charkin D. O., Zagidullin K. A., Burshtynovich R. K., Vlasenko N. S., Siidra O. I. Exploring new belousovite-related zinc and cadmium alkali sulfate halides: synthesis and structural variability // Acta Crystallogr. **2022b**. Vol. B78. P. 499–509 (IF 2.684).

Кроме этого, соискатель был соавтором еще 7 научных статей опубликованных в ведущих физических и минералогических журналах в период с 2019 по 2022 г.

Хочу подчеркнуть, что основные данные представленные в диссертационной работе, ранее были опубликованы в престижных научных журналах и прошли проверку, сделанную специализированными рецензентами, поэтому моя оценка работы была значительно упрощена и сконцентрирована на основных научных достижениях соискателя и его вкладе в решаемые научные проблемы.

Работа представлена в двух языках (русский и английский) и неплохо написана. В первой главе Борисов А. С. представляет цели и задачи исследований, а также современное состояние и актуальность научной проблемы. Соискатель определяет цель работы, как «исследование кристаллохимии и физико-химических свойств фумарольных сульфатных минералов и их синтетических аналогов», что является неверным. Само в себе исследование не может быть целью работы.

В следующих двух главах соискатель приводит результаты исследования структуры природных и синтетических сульфатных фаз, большая часть из которых представлена новыми химическими соединениями, имеющими, по мнению автора диссертации, большой потенциал

использования в различных областях техники. Заслуживает на внимание факт использования при описании структур оксоцентрированных полизидров, что является отражением развития идей санкт-петербургской школы кристаллографов. На основании модельных экспериментов Борисовым А.С. показана генетическая взаимосвязь между первичной сульфатной минерализацией фумарол, и широким разнообразием гидратированных фаз. Гидратация экскалиационных сульфатов – эвхлорина, халькокианита, долерофанита, ительменита и алюмоключевского приводит к образованию 17 аналогов гидратированных природных сульфатов. Автором показано, что для эвхлорина, халькокианита, долерофанита и ительменита процессы гидратации-дегидратации частично обратимы при повышении температуры. Так же показано, что при дегидратации кайнита происходит образование частично обезвоженной фазы $KMg(SO_4)Cl \cdot (2 \pm \delta)H_2O$, $\delta \sim 0.1$. Автором синтезировано двенадцать новых аналогов фумарольного минерала белоусовита $A^+Zn(SO_4)X$ ($A^+ = K, Rb, Cs, Tl, NH_4^+$; $X = Cl, Br, I$) и изучена их структура. Показана способность основного слоистого структурного мотива $[Zn(SO_4)X]^-$ приспособливаться к характеру катионных и анионных замещений. Автор изучил структуру 6 новых каркасных сульфатов меди и щелочных металлов со стехиometрией саранчинита $A^{2+}Cu(SO_4)_2$ и ительменита $A^{2+}Cu_3(SO_4)_4$, полученных методом кристаллизации из расплава. Расчетными методами установлено, что отсутствует корреляция между параметрами пористости каркаса и значениями ионной проводимости для всех известных каркасных сульфатов меди и щелочных металлов. Я считаю, что автор полностью реализовал поставленные научные задачи, такие как: 1) Изучение фазообразования при гидратации и последующей дегидратации экскалиационных безводных сульфатных минералов; 2) Исследование термической устойчивости и теплового расширения кайнита; 3) Синтез и кристаллохимическое исследование новых соединений родственных белоусовиту; 4) Синтез и кристаллохимическое исследование новых безводных сульфатов меди и щелочных металлов.

Заслуживает на внимание также детальная работа Борисовым А.С. с литературными данными, что нашло отражение в составленном им обзоре по каркасным безводным сульфатам меди и в выявлении закономерностей миграции ионов.

Нельзя не согласится с автором, что подход с использованием минералов как прототипов для создания новых материалов, а так же использование синтетических аналогов для определения характера поведения минералов в разных системах, является инновационным.

Представленная Борисовым А.С. диссертация и опубликованные по теме научные статьи отражают высокий уровень проведенных исследований и их оригинальность на мировом уровне. Диссертация Борисова Артема Сергеевича на тему: «**Кристаллохимия и свойства фумарольных сульфатных минералов и их синтетических аналогов,**» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Борисов Артем Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета
Профессор, доктор наук в области Наук о Земле,
Галускин Евгений Вадимович,
Силезский Университет, Катовице/Сосновец, Польша



Signed by /
Podpisano przez:
Evgeny Galuskin
Uniwersytet Śląski
Date / Data:
2022-10-21 17:48

Дата
21.10.2022

подпись