

НОВЫЕ ДАННЫЕ О СТРУКТУРЕ ДЖЕРФИШЕРИТА И О ЕГО  
СТРУКТУРНОМ РОДСТВЕ С БАРТОНИТОМ

Азарова Ю.В. <sup>1</sup> (azarova\_yu@mail.ru), Кринов Д.И. <sup>1</sup> (krinov67@mail.ru),  
Кривовичев С.В. <sup>2</sup> (skrivovi@mail.ru)

<sup>1</sup> Московское отделение. ИГЕМ РАН, ОАО «ВНИИХТ»;

<sup>2</sup> Санкт-Петербургское отделение. СПбГУ

NEW DATA ABOUT STRUCTURE OF DJERFISHERITE AND ITS  
STRUCTURAL RELATIONSHIP TO BARTONITE

Azarova Yu.V. <sup>1</sup> (azarova\_yu@mail.ru), Krinov D.I. <sup>1</sup> (krinov67@mail.ru),  
Krivovichev S.V. <sup>2</sup> (skrivovi@mail.ru)

<sup>1</sup> Moscow branch. IGEM RAS, ОАО “VSRICT”; <sup>2</sup> Saint Petersburg branch. SPbSU

Авторами данной работы был структурно изучен образец джерфишерита из Кировского рудника (Хибинский массив, Кольский п-ов), любезно предоставленный Л.А. Паутовым. Состав изученного образца отвечает структурной формуле –  $K_{5.76}(Fe_{21.44}Cu_{2.56})_{24}S_{26}Cl$ . Структурные характеристики изученного образца в сопоставлении с родственными ему минералами приведены в таблицах 1 и 2.

Табл. 1. Параметры структур джерфишерита, бартонита и хлорбартонита.

Минерал	Джерфишерит (Дмитриева др., 1975)	Джерфишерит (данные авторов)	Бартонит (Howard., 1981)	Хлорбартонит (Yakovenchuk et al., 2003)
Пространственная группа	Rm3m	I4/mmm	I4/mmm	I4/mmm
Пространственная группа	Rm3m	I4/mmm	I4/mmm	I4/mmm
Параметры эл. ячейки, Å	a=10.465	a= 10.4262 c= 20.7240	a=10.424 c=20.626	a=10.381 c=20.614
Z	2	2	2	2
V, Å <sup>3</sup>	1146	2253	2241	2221

Полученная структура характеризуется тетрагональной сингонией и идентична структурам бартонита и хлорбартонита. Однако структура была снята с образца, идентифицированного как джерфишерит по своему составу и физическим свойствам. Кроме того, состав образца отвечает составам минерала, идентифицированного по сумме своих химических и физических свойств, как джерфишерит и в Хибинском массиве, и во многих других объектах (работы

М.Н. Соколовой, М.Г. Добровольской, Н.Л. Балабонова, Н.В. Еремеева, В.Н. Яковенчука и др.).

Табл. 2. Атомные характеристики структуры джерфишерита из Кировского рудника, Хибин.

Атом	x	y	Z	Ueq	ocf
K1	0.29589(9)	0	0	0.0234(2)	0.97
K2	0	0	0.15344(6)	0.0244(3)	0.99
Fe1	0.13156(2)	0.36714(2)	0.18373(1)	0.0157(1)	0.9Fe+0.1Cu
Fe2	0.36795(2)	0.36795(2)	0.06686(2)	0.0158(2)	0.89Fe+0.1Cu
S1	0.22815(5)	0.22815(5)	0.11438(3)	0.0158(2)	
S2	0	0.24786(6)	0.25170(3)	0.0149(2)	
S3	0.24752(8)	0.5	0	0.0147(2)	
S4	0	0.5	0.12299(4)	0.0144(2)	
S5	0	0	0.37271(6)	0.0152(2)	
Cl1	0	0	0	0.0221(5)	

Интересно отметить и ряд следующих фактов. 1. Пересчет на сумму атомов, равную 57, дает для большинства опубликованных и полученных нами (Азарова и др., 2006) составов джерфишерита формулу  $K_6(Fe,Cu)_{24}S_{26}Cl$ . Для бартонита характерен дефицит в сумме металлов согласно общей формуле  $K_{6-a}(Fe,Cu)_{24-b}S_{26}X_{1-c}$  (работы Эванса, Кларка, Шамански, Пекова) и отсутствие хлора. При описании хлорбартонита, в ряде случаев отмечен также дефицит по сумме металлов и, во всех известных случаях, низкое содержание меди – в среднем, 0.57 мас.% (работы Яковенчука с соавторами, Шамански) (в нашем образце содержание меди, в среднем 14-15 мас.%). 2. Согласно М.Т. Дмитриевой, структурная формула джерфишерита  $K_6Na(Fe,Cu)_{24}S_{26}Cl$  (Дмитриева, Илюхин, 1975). По более поздним данным натрий и магний не относятся к структурообразующим элементам джерфишерита и первичная расшифровка структуры джерфишерита не вполне точна. В уточненной структуре (Zaccarini et al., 2007) параметры сходны с полученными М.Т. Дмитриевой. Однако состав изученной им фазы отклоняется от соответствующего общей формуле, обогащен K, Fe-Cu-Ni, обеднен S:  $K_{6.31}(Fe_{17.29}Cu_{7.49}Ni_{0.34})_{25.12}S_{25.52}Cl_{1.05}$ . 3. Рентгенограммы бартонита, хлорбартонита  $K_6(Fe,Cu)_{24}S_{26}(S,Cl)$ , джерфишерита очень близки. 4. Структурные параметры этих минералов (табл. 1) почти идентичны.

Приведенные данные на настоящий момент не однозначны в своей интерпретации. Мы можем сделать несколько предположений. 1. Собственно джерфишерит является тетрагональным минералом и хлорсодержащим структурным аналогом бартонита. В этом случае может быть выделена целая группа минералов с аналогичной структурой и непрерывно изменяющимся составом по схемам: джерфишерит-бартонит (изоморфизм  $S \leftrightarrow Cl$ ), джерфишерит-«Cu-джерфишерит» ( $Fe \leftrightarrow Cu$ ), возможно, медистый

джерфшерит-медьсодержащий бартонит. Кроме того, в этом случае «хлорбартонит» становится аналогом джерфшерита с невысоким содержанием меди. 2. Фазы с избытком в сумме металлов и дефицитом серы, как в случае джерфшерита из Гулинского массива, по которой F. Zaccarini переснималась его структура, являются самостоятельной группой минералов с общей формулой  $K_6(Fe, Cu, Ni)_{25}S_{26}Cl$ , формирующимися в кубической сингонии. Фазы с аналогичным составом отмечались нами и в Хибинском массиве. Предположительно их можно отнести к одной группе с талфениситом  $Ta_6(Fe, Cu, Ni)S_{26}Cl$  и овенситом  $(Ba, Pb)_6(Fe, Cu, Ni)S_{27}$ .

Таким образом, представляется необходимым дальнейший системный анализ минералов с составами джерфшерита для набора необходимой представительной базы структурных данных и точного решения вопроса о структуре джерфшерита и сходных с ним по составу минералов.

*Азарова Ю.В., Кривов Д.И., Соколова М.Н.* Структурное и генетическое родство джерфшерита и бартонита и проблема изоморфизма в системе джерфшерит – «Cu-джерфшерит»-бартонит. // Новые данные о минералах, 2006, в. 41, С. 98-108.

*Дмитриева М.Т., Илюхин В.В.* Кристаллическая структура джерфшерита. // Докл. АН СССР, сер. физ., 1975, т. 223, No 2. С. 343-346.

*Zaccarini F. et al.* Djerfisherite in the Guli dunite complex, Polar Siberia: a primary or metasomatic phase? // Can. Min., 2007, v. 45, pp. 1201-1211.