

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ ПРИРОДНЫХ
АРСЕНАТОВ**Рыбин Д.С. (rybin86@yandex.ru), Кривовичев С.В.**

Санкт-Петербургское отделение. Санкт-Петербургский государственный университет

BASIC PRINCIPLES OF CLASSIFICATION OF NATURAL ARSENATES

Rybin D.S., Krivovichev S.V.

Saint Petersburg branch. Saint Petersburg State University

В настоящее время известно более трехсот природных кислородных соединений мышьяка, из которых подавляющее большинство составляют арсенаты (Кривовичев е.а., 2007). С точки зрения минералогической систематики арсенаты - подкласс класса фосфатов, арсенатов и ванадатов (Strunz, Nickel, 2001). Мышьяк легко замещает фосфор, в связи с чем существует множество изотипных арсенатов и фосфатов. На сегодняшний день по природным арсенатам накоплен значительный массив данных, но подробной систематики для них не существует, в отличие от, например, сульфатов (Hawthorne e.a., 2000).

Основной структурной субъединицей в арсенатах выступает тетраэдрический анион с межатомным расстоянием $\langle \text{As-O} \rangle$ 1.678 (Krivovichev, 2008). Следует отметить, что полимеризация арсенатных тетраэдров (подобно силикатному аниону) в результате переизбытка валентных усилий на мостиковом атоме кислорода затруднена и приводит к образованию нестабильных кристаллических структур. В природе обнаружен только один минерал с конденсированным полиарсенатным комплексом - питвиллиамсит $(\text{Ni,Co})_{30}(\text{As}_2\text{O}_7)_{15}$ (Roberts e.a., 2004), в структуре которого арсенатные тетраэдры объединяются в диортогруппы $[\text{As}_2\text{O}_7]^{4-}$. Во всех остальных природных арсенатах тетраэдры $(\text{AsO}_4)^{3-}$ не образуют конденсированных комплексов, в связи с чем основным связующим компонентом в их структурах являются катионы. Структурно-иерархическую классификацию арсенатов целесообразно строить на основе кристаллохимической природы связующего катиона, которая включает: (а) размер катиона; (б) заряд катиона; (в) его координационные характеристики (координационное число (к.ч.) и геометрия координационного полиэдра).

Наиболее часто встречающимися координациями связующих катионов в арсенатах являются октаэдр (к.ч. = 6) и тетраэдр (к.ч. = 4). Другие типы координаций менее распространены, в связи с чем в классе арсенатов могут быть выделены следующие структурные группы: (1) арсенаты с тетраэдрическими структурами (содержащими тетраэдрические $^{[4]}\text{M}^{n+}$ катионы); (2) арсенаты с окта-тетраэдрическими структурами ($^{[6]}\text{M}^{n+}$ катионы); (3) арсенаты со сложными структурами ($^{[5]}\text{M}$, $^{[7]}\text{M}$, $^{[8]}\text{M}$ и др.) (природные арсенаты, основные элементы кристаллической структуры)

которых составляют катионы с «нестандартными» координационными числами). Отдельно можно выделить структурную группу арсенатов с анионоцентрированными комплексами.

Преобладание окта-тетраэдрических структур среди природных арсенатов создает необходимость в дальнейшем разделении этой структурной группы. В качестве критерия для выделения в группе дополнительных таксонов удобно рассматривать способы соединения октаэдров (как основных структурных элементов) между собой и мерность основных структурообразующих комплексов:

Структурная подгруппа	Тип	Количество минералов
MxM, T (изолированные октаэдры)	островные (0D)	2
	цепочечные (1D)	9
	слоистые (2D)	-
	каркасные (3D)	7
M-M, T (октаэдры соединяются через вершины)	островные (0D)	1
	цепочечные (1D)	16
	слоистые (2D)	-
	каркасные (3D)	3
M=M, T (октаэдры соединяются через ребра)	островные (0D)	5
	цепочечные (1D)	-
	слоистые (2D)	43
	каркасные (3D)	66

Таким образом, общим принципом классификации природных арсенатов является разделение их по типу связующего катиона с последующей классификацией по топологии объединения координационных полиэдров между собой и размерности структурного комплекса.

Кривовичев С.В., Филатов С.К. (2001). Кристаллохимия минералов и неорганических соединений с комплексами анионоцентрированных тетраэдров. Издательство СПбГУ.

Кривовичев В.Г., Чарыкова М.В., Денмайер В. (2007): Термодинамика минеральных равновесий в системах с токсичными компонентами. 2. Мышьяк. СПб: СОЛЮ.

Hawthorne F.C., Krivovichev S.V., Burns P.C. (2000): The crystal chemistry of sulfate minerals. In: Alpers, C.N., Jambor, J.L., Nordstrom, D.K. (Eds.), Sulfate Minerals: Crystallography, Geochemistry, and Environmental Significance. In: Reviews in Mineralogy, vol. 40. Mineralogical Society of America, Washington, DC, pp. 1–112.

Krivovichev S.V. (2008): Structural Crystallography of Inorganic Oxysalts. Oxford University Press, Oxford.

Roberts A.C., Burns P.C., Gault R.A., Criddle A.J., Feinglos M.N. (2004): Petewilliamsite, $(\text{Ni,Co})_{30}(\text{As}_2\text{O}_7)_{15}$, a new mineral from Johanngeorgenstadt, Saxony, Germany: description and crystal structure // Mineralogical Magazine. Vol. 68. P. 231-240.

Strunz H., Nickel E.H. (2001): Strunz Mineralogical Tables (9 ed.). Stuttgart: Schweizerbart. pp. 869.