



## Number characteristics of some minerals from class Elements

### Числови характеристики на някои минерали от клас Елементи

Alexander Vlahov  
Александър Влахов

Geological Institute, Bulgarian Academy of Science, 1113 Sofia, Bulgaria; E-mail: a\_vlahov@geology.bas.bg

**Key words:** composition, symmetry, law of Groth, number characteristics, elements.

Според Юшкин и др. (1987) при прехода от дълбочинните зони към повърхността на Земята се извършва непрекъснато снижение на сумарната симетрия на минералното вещество, като кубичните минерали намаляват за сметка на последователното увеличение на ромбичните, моноклинните и триклинните. Ugrasov (2007) утвърждава, че средната симетрия на редките минерални видове е значително по-ниска от тази на широко разпространените. Тази тенденция се задълбочава с увеличението на броя на известните на науката минерали.

Подчинявайки се на тези глобални закономерности, моноелементните минерали имат свои характеристики, които ги обединяват като отделна група. Те включват незначителни количества други елементи, които не се отразяват в кристалохимичната им формула и не променят съществено характеристиките на елементарната клетка и свойствата на тези минерали. По данни на Костов (1993) и <http://www.webmineral.com> 30 самородни елемента съществуват под формата на 41 минерала. Три от тях – Ti, Ta, Re, не са утвърдени като минерални видове от IMA, а за 2 минерала ( $\epsilon$ -Fe и  $\beta$ -S) няма достатъчно данни.

Изследвани са 36 минерала на 27 самородни елемента. По реда на нарастване на поредните им номера в периодичната система елементите са: C, Al, Si, S, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Se, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Pb, Bi. Изброените елементи имат силно вариращи средни съдържания в земната кора (Rudnik, Gao, 2003; Браунлоу, 1984; Костов, 1993). Всички 36 минерала отговарят на дефиницията за минерал и са утвърдени като минерални видове (Nickel, 1995; <http://www.webmineral.com>). От тях 4 съществуват в природата под формата на няколко полиморфни модификации. В изследването са включени полиморфите на: въглерод – диамант, лонсдейлит, чаоит, графит; сяра –  $\alpha$ -S и росицкиит; желязо –  $\alpha$ -Fe,  $\beta$ -Fe,  $\gamma$ -Fe,  $\delta$ -Fe; арсен – тригонален арсен, арсеноламприт, парарсеноламприт.

Само 6 от изследваните минерали (16,67%) представляват твърди разтвори и са изградени от 2 до 4 елемента. Това са: самороден As (парарсеноламприт –  $As_{0,94}Sb_{0,05}$ ); самороден Ru ( $Ru_{0,6}Ir_{0,3}Os_{0,1}$ ); самороден Os ( $Os_{0,75}Ir_{0,25}$ ); самороден Pd ( $Pd_{0,8}Pt_{0,1}Fe_{0,05}$ ); самороден Rh ( $Rh_{0,75}Pt_{0,25}$ ); самороден Ir ( $Ir_{0,5}Pt_{0,1}Os_{0,3}Ru_{0,1}$ ). Те са включени в изследването, защото отговарят на определени условия: 1) утвърдени са от IMA като минерални видове; 2) самородният елемент, към който се причислява или именува минералът е в най-големи атомни количества; 3) всички елементи, отразени в кристалохимичната формула са сродни и се намират близо един до друг в периодичната система; 4) допуска се наличие на елементи с по-далечно химично сродство в кристалохимичната формула само ако са в незначителни количества.

Разпределение по сингонии на изследваните 36 минерала: кубични – 17 (47,22%); хексагонални – 7 (19,44%); тетрагонални – 2 (5,56%); тригонални – 6 (16,67%); ромбични – 3 (8,33%); моноклинни – (2,78%). Разпределение по категории на симетрия на същите минерали: висша (кубична) – 17 (47,22%); средна – 15 (41,67%); низша – 4 (11,11%). Разпределението по кристалографски класове е: кубични,  $m\bar{3}m$  – 17 (47,22 %); хексагонални,  $6/mmm$  – 7 (19,44 %); тетрагонални,  $4/mmm$  – 2 (5,56 %); тригонални,  $\bar{3}m$  – 4 (11,11%),  $32$  – 2 (5,56%); ромбични,  $mmm$  – 2 (5,56%),  $mm2$  – 1 (2,78%); моноклинни,  $2/m$  – 1 (2,78%). Само 3 минерала кристализират в хемиедрични класове (2 в  $32$  и 1 в  $mm2$ ). Останалите 33 (91,67%) кристализират в холоедричните класове на посочените по-горе сингонии. Разпределението на минералите в различните дефинирани групи обобщено се изразява с един количествен показател (NSC) – числата на симетрия на класа. NSC се формира като сборът от всички кристалографски оси се сумира с броя на равнините, като при наличие на център на симетрия към полученото число се прибавя 1

(Влахов, 2010). Болшинството минерали с елементарен химичен състав, кристализират в класовете с най-високите стойности на NSC. Други важни числови характеристики са изчислената плътност на минералите –  $D_{calc}$  ( $g/cm^3$ ) и плътността на елементарната им клетка –  $D_c$  ( $gm/\text{\AA}^3$ ). При търсене на връзки между тези три интегрални числови характеристики, свойствата и условията на генезис на минералите с прост химичен състав се установява:

– Минералите на As и S, кристализиращи в низшата категория на симетрия и представляващи изключения от закона на Грот имат едни от най-ниските стойности на NSC,  $D_c$  ( $gm/\text{\AA}^3$ ) и  $D_{calc}$  ( $g/cm^3$ ) от 36-те изследвани минерали от клас Елементи.

– При определено NSC, колкото по-високи са стойностите на  $D_c$  ( $gm/\text{\AA}^3$ ) и  $D_{calc}$  ( $g/cm^3$ ) на минералите с прост химизъм, толкова е по-малко вероятно да се установят полиморфи сред тях.

– Сред изследваните полиморфи най-тежък е  $\alpha$ -Fe с  $D_c=4,7049 gm/\text{\AA}^3$  и  $D_{calc}=7,81 g/cm^3$ . Полиморфни модификации с по-висока плътност не са установени.

– Болшинството изследвани минерали (91,67%) кристализират в холоедричните класове, имащи най-високи NSC за съответните сингонии.

– Посочените характеристики на 36-те минерали на самородните елементи могат да се използват като критерии за решаване на някои проблеми на полиморфизма, генезиса, прогнозиране на свойствата на минералите и др.

## Литература

Браунлоу, А. Х. 1984. *Геохимия*. М., Недра, 19–21.  
Влахов, А. 2010. Обща характеристика на полиморфните минерали. – *Сп. Бълг. геол. д-во*, 71, 1–3, 123–132.  
Костов, И. 1993. *Минералогия*. С., Техника, 734 с.  
Юшкин, Н. П., И. И. Шафрановский, К. П. Янулов. 1987. *Законы симметрии в минералогии*. Л., Наука, 191–202.  
<http://www.webmineral.com>

Nickel, E. H. 1995. Definition of a mineral. – *Eur. J. Miner.*, 7, 5, 1213–1215.  
Rudnik, R., S. Gao. 2003. Composition of the Continental Crust. – In: Holland, H. D., K. K. Turekian. *Treatise on Geochemistry*, vol. 3, *The Crust*, 1–65.  
Urusov, V. S. 2007. Symmetry statistics of mineral species and evolutionary dissymmetrization of mineral matter. – *Geol. of Ore Deposits*, 49, 7, 497–504.