



БЕРИЛЛИЙ

Авторы: А. А. Елисеев, Ю. Д. Третьяков

БЕРИЛЛИЙ (лат. Beryllium),

Be, химич. элемент II группы короткой формы (2-й группы длинной формы) периодич. системы; ат. н. 4, ат. м. 9,01218. В природе встречается в осн. стабильный нуклид

Be₉, в следовых количествах – радионуклид

Be₁₀ (

$T_{1/2}$ 1,6·10⁶ лет); из 7 искусственно полученных радионуклидов наиболее устойчивый –

Be₇ (электронный захват,

$T_{1/2}$ 53,2 сут).

Историческая справка

Минералы Б. – аквамарин, изумруд, александрит и др. – использовались в ювелирном деле ещё до н. э.; назв. «берилл» встречается в греч. и лат. античных произведениях.

В 1798 франц. химик Л. Воклен описал извлечённую им из минерала [берилла](#)

неизвестную ранее «землю» – оксид Б. Металлич. Б. получен в 1828 Ф. [Вёлером](#) в

Германии и А. Бюсси во Франции восстановлением хлорида Б. калием. Название

элемента происходит от греч. βηρύλλιον, уменьшит. от βήρυλλος – берилл.

Распространённость в природе

Содержание Б. в земной коре 6·10⁻⁴% по массе. В свободном виде не

встречается. Важнейшие бериллиевые минералы, входящие в состав [бериллиевых](#)

[руд](#): берилл

3 BeO · Al₂O₃ · 6 SiO₂ и его разновидности, фенакит

2 BeO · SiO₂, бертрандит

$4\text{BeO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, гельвин

(Mn, Fe, Zn) $[\text{BeSiO}_4]_2$ S. Мировое производство Б. ок. 360 т/год, запасы ок. 400 тыс. т.

Свойства

Конфигурация внешней электронной оболочки атома Б. 2

s^2 ; в соединениях проявляет степень окисления +2, редко +1;

электроотрицательность по Полингу 1,57; атомный радиус 113,3 пм, радиус иона

Be^{2+} 30 пм (координационное число 3). Энергия ионизации

$\text{Be}^0 \rightarrow \text{Be}^+ \rightarrow \text{Be}^{2+}$ 899,4 и 1757,1 кДж/моль. Стандартный электродный потенциал пары

Be^{2+}/Be в водном растворе $-1,847$ В.

Б. – серебристо-белый твёрдый, хрупкий металл;

$t_{\text{пл}}$ 1287 °С,

$t_{\text{кип}}$ 2471 °С. До 1250 °С устойчив

α – Be с гексагональной решёткой, выше 1250 °С –

β – Be с кубич. объёмноцентриров. решёткой. При 293 К плотность 1847,7 кг/м³,

электрич. сопротивление $4 \cdot 10^{-8}$ Ом·м; при 300 К теплопроводность 200 Вт/(мК). Б.

диамагнитен; удельная магнитная восприимчивость $1,3 \cdot 10^{-8}$ м³/кг. Механич. свойства

Б. сильно зависят от чистоты и способа термич. обработки.

Б. не взаимодействует с воздухом и водой даже при темп-ре красного каления

вследствие образования на поверхности плотной плёнки оксида

BeO. При темп-ре выше 800 °С заметно окисляется. С галогенами при нагревании

образует галогениды, наиболее важен из которых фторид

BeF_2 ; с азотом или аммиаком выше 600 °С образует нитрид

Be_3N_2 ; с углеродом выше 1700 °С – карбид

Be_3C_2 . Взаимодействует с разбавленной и концентрир. соляной и серной кислотами,

при нагревании – с азотной. Соли сильных кислот растворимы в воде, при действии на них аммиака получают амфотерный гидроксид

$\text{Be}(\text{OH})_2$. При взаимодействии

Be(OH)₂ с растворами карбоновых кислот образуются оксосоли, напр. оксоацетат

$\text{Be O}(\text{OOCCH}_3)_2$. С растворами щелочей Be образует бериллаты состава

$\text{M} [\text{Be}(\text{OH})_2]_x$, с расплавами –

$\text{M}^{2+} \text{BeO}$. При высоких темп-рах Be восстанавливает оксиды и галогениды мн. металлов

до соответствующего металла. Be в жидком состоянии растворяет мн. металлы; с некоторыми металлами образует твёрдые растворы и интерметаллиды. См. также

[Бериллиевые сплавы.](#)

Летучие и растворимые соединения Be, пыль, содержащая Be или его соединения, очень токсичны, обладают аллергич. и канцерогенным действием, пары и пыль вызывают заболевание лёгких – бериллиоз.

Получение

Be извлекают из руд несколькими методами. Сернокислотный метод заключается в спекании рудного концентрата с

Na_2CO_3 или

CaCO_3 , обработке спека концентратом.

H_2SO_4 при темп-ре ок. 300 °C. К образовавшимся сульфатам Be и алюминия добавляют сульфат калия. В результате кристаллизуются плохо растворимые алюмокалиевые квасцы

$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$. Раствор обрабатывают

NaOH; при кипячении образуется

$\text{Be}(\text{OH})_2$.

Фторидный метод основан на спекании концентрата с

Na_2SiF_6 , который разлагается при нагревании с выделением летучего

SiF_4 (летучесть

SiF_4 ограничивает применение данного метода). При этом образуется тетрафторобериллат натрия

$\text{Na}_2[\text{BeF}_4]$, растворимый в воде, в отличие от криолита

$\text{Na}_2[\text{AlF}_6]$, образуемого алюминием. Из раствора

$\text{Na}_2[\text{BeF}_4]$ действием

NaOH осаждают

$\text{Be}(\text{OH})_2$. Дальнейшую очистку Be проводят, используя растворимый карбонатный комплекс Be .

$(\text{NH}_4)_2[\text{Be}(\text{CO}_3)_2]$ или сублимацию оксоацетата Be .

$\text{Be}(\text{OH})_2$ переводят в

BeF_2 либо

BeCl_2 . Металлический Be получают восстановлением

BeF_2 магнием при темп-ре ок. 1300 °С или электролизом расплава смеси хлоридов Be и натрия. Очистку Be проводят вакуумной дистилляцией или зонной плавкой.

Применение

Be используют как легирующую добавку для увеличения прочности, твёрдости, электро- и теплопроводности сплавов. Сплав Be и меди – бериллиевые бронзы (0,2–3% Be) – обладает уникальной упругостью, из него изготавливают практически «вечные» пружины. Насыщение поверхности стальных изделий Be – бериллизация – увеличивает их коррозионную стойкость. Ядерные свойства нуклида

Be_9 важны для атомной физики: сечение захвата нейтронов Be мало (0,0092 барн), поэтому Be используют для произ-ва замедлителей и отражателей нейтронов в атомных реакторах. Нуклид

Be_7 – изотопный индикатор. Be в смеси с соединениями радия служит источником нейтронов и дейтронов. Поскольку Be слабо поглощает рентгеновское излучение, из него изготавливают «окна» рентгеновских трубок. Be используют в авиа- и ракетостроении (оболочки ракет и самолётов), электронике и электротехнике.

Литература

Лит.: Эверст Д. Химия бериллия. М., 1968; Novoselova A. V., Batsanova L. R. Analytical chemistry of Beryllium. Ann Arbor, 1969; Beryllium science and technology. L., 1979.

Vol. 1–2; Бериллий – материал современной техники. М., 1992.