

УДК 57

Л.А. КОБРИНЕЦ
Брест, БрГТУ

ФЕНОМЕН ОСМИЯ

В периодической системе много химических элементов-металлов. Нам известно, что металлы не обладают запахом. Но есть металл, у которого название связано с греческим словом *οσμη*, что означает «запах».

Осмий обнаруживают по запаху. Это утверждение может показаться парадоксальным: ведь речь идет о платиновом металле.

Для благородного металла (а осмий, как представитель платиновой группы металлов, с полным правом носит этот титул) такое название, мягко выражаясь, не может служить украшением. А если учесть, что ближайшие родственники называются палладием (тезка богини Афины Паллады), иридием (по-гречески «радуга»), родиём («роза»), рутением (от латинского названия России), то «обида» становится еще горше [1].

Вместе они образуют семейство платиноидов, состоящее из двух триад. В верхнюю триаду входят легкие платиновые металлы – рутений, родий, палладий (все в мире относительно: любой представитель этой триады в полтора с лишним раза тяжелее железа). Во второй триаде собрались настоящие богатыри-тяжеловесы – осмий, иридий и платина. Интересно, что долгое время ученые придерживались такого порядка возрастания атомных весов этих элементов: платина – иридий – осмий. Но когда Д.И. Менделеев создавал свою периодическую систему, ему приходилось тщательно проверять, уточнять, а порой и исправлять атомные веса многих элементов. Одному проделать всю эту работу было нелегко, поэтому Менделеев привлекал к работе других химиков. Так, когда ему отрекомендовали Ю.В. Лермонтову, которая была не только родственницей великого поэта, но и высококвалифицированным химиком, ученый попросил ее уточнить атомные веса платины, иридия и осмия, поскольку они вызывали у него большое сомнение. По его мнению, наименьший атомный вес должен был быть у осмия, а наибольший – у платины. Серия точных экспериментов, проведенных Лермонтовой, подтвердила правоту создателя периодического закона. Тем самым было определено нынешнее расположение элементов в этой триаде – все стало на свое место.

Осмий был открыт практически одновременно двумя англичанинами Уильямом Волластоном и Смитсоном Теннантом. С этими именами связано открытие четырех из пяти платиноидов. Уильям Волластон в 1803–1804 гг. открыл палладий и родий, а Смитсон Теннант (1761–1815) в 1804 г. – иридий и осмий. Волластон оба «свои» элемента открыл из раствора, полученного при растворении сырой платины в царской водке. Теннанту повезло при работе с нерастворимым остатком, при изучении которого ученый доказал, что это естественный природный сплав двух металлов – иридия с осмием.

Тот же остаток исследовали и три известных французских химика – Колле-Дескоти, Фуркруа и Воклен. Они начали свои исследования даже раньше Теннанта. Как и он, они наблюдали выделение черного дыма при растворении сырой платины. Как и он, они, сплавив нерастворимый остаток с едким кали, сумели получить соединения, которые все-таки удавалось растворить. Фуркруа и Воклен были настолько убеждены, что в не-

растворимом остатке сырой платины есть новый элемент, что заранее дали ему имя – птен – от греческого πτερος – крылатый. Но только Теннанту удалось разделить этот остаток и доказать существование двух новых элементов – иридия и осмия [2, с. 202].

Свое название элемент № 76 (осмий) берет от греческого слова οσμη. Неприятный раздражающий запах хлора, подгнившей редьки и чеснока появлялся, когда растворяли продукт сплавления осмиридия со щелочью. Источником этого запаха является осмиевый ангидрид, или четырехокись осмия OsO₄. Позже выяснилось, что так же скверно, хотя и значительно слабее, может пахнуть и сам осмий. Тонкоизмельченный, он постепенно окисляется на воздухе, превращаясь в немного пахнущий тетраоксид OsO₄.

Разумеется, сам осмий никаким запахом не обладает. Осмий – оловянно-белый металл с серовато-голубым оттенком, но хрупкий металл с очень высокой удельной массой. Это самый плотный из платиновых металлов (его плотность 22,61 г/см³ или 7,0 по шкале Мооса) и один из самых твердых. Если обычную бутылку заполнить порошком осмия, то она будет тяжелее ведра с водой. Плавится осмий при температуре около 3027°C, а температура его кипения до сих пор точно не определена. Полагают, что она лежит где-то около 5500°C. В силу своей твердости, хрупкости, низкого давления паров (самого низкого среди всех платиновых металлов), а также очень высокой температуры плавления, металлический осмий с трудом поддается механической обработке [1; 2; 3].

Внешне осмий мало отличается от других платиновых металлов. Его же можно считать наименее «благородным» из платиноидов, поскольку кислородом воздуха он окисляется уже при комнатной температуре (в мелкоизмельченном состоянии). В соединениях проявляет степени окисления от –2 до +8, из которых самыми распространенными являются +2, +3, +4 и +8.

Порошок осмия при нагревании реагирует с кислородом, галогенами, парами серы, селеном, теллуrom, фосфором, азотной и серной кислотами. Компактный осмий не взаимодействует ни с кислотами, ни со щелочами, но с расплавами щелочей образует водорастворимые осматы. Он медленно реагирует с азотной кислотой и царской водкой окисляясь до OsO₄, реагирует с расплавленными щелочами в присутствии окислителей (нитрата или хлората калия), с расплавленной перекисью натрия. При этом образуются соли неустойчивой в свободном состоянии осмиевой кислоты H₂OsO₄ – осматы (VI):



При взаимодействии OsO₄ с KOH в присутствии этанола либо реакцией с KNO₂ получают также осмат (VI) K₂[OsO₂(OH)₄], или K₂OsO₄·2H₂O. Осматы (VI) восстанавливаются этанолом до гидроксида Os(OH)₄ (черного цвета), который в атмосфере азота обезвоживается до диоксида OsO₂. Бла-

годаря легкости восстановления OsO_4 органическими соединениями до OsO_2 или до Os , разбавленные водные растворы OsO_4 используют для окраски биологических препаратов; токсичен, действует на слизистые оболочки глаз, носа и рта, ПДК $0,002 \text{ мг/м}^3$ [1; 3].

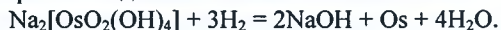
Осмий вводят в состав твердых сплавов, обладающих наивысшей износостойкостью, коррозионной стойкостью. Кроме того, у осмия наблюдается отсутствие магнитных свойств. Благодаря этому из металла и его сплавов делают острия компасной стрелки, оси и опоры тончайших измерительных приборов и часовых механизмов. Из него изготавливают режущие кромки хирургических инструментов, резцов для художественной обработки слоновой кости. Благодаря тугоплавкости осмия попал в историю электрической лампочки: в лампе накаливания угольный волосок сначала заменили на осмиевый, который потом сменил тантал, а затем и вольфрам.

Но каким бы уникальным ни казались эти качества осмия, пока такое свойство, как большая плотность, практически не используется в технике и промышленности. Впрочем, у осмия есть и такие деловые качества, которые не могут не внушить уважения к нему. Не случайно он самый дорогой из всех благородных металлов, хоть и наименее «благородный» из них. Тем не менее, если в 1966 году платина ценилась на мировом рынке в 4,3 раза дороже золота, а иридий в 5,3 раза, то аналогичный коэффициент для осмия был равен 7,5. Во многом виновата в этом природа, которая не только не накопила запасы осмия, но и ухитрилась так запрятать имеющиеся у нее крохи этого элемента ($5 \cdot 10^{-6}\%$ массы земной коры), что добыча их влетает в копеечку. Если мировое производство большинства металлов исчисляется тысячами и даже миллионами тонн, то для осмия счет идет на килограммы.

Самородный осмий в природе не найден. Он всегда связан в минералах с другим металлом платиновой группы – иридием. Осмий и иридий часто «выступают дуэтом» – в виде природного сплава, но осмистый иридий и иридий осмий – хорошо известные минералы (называются они соответственно невьянскит и сысертскит); в первом преобладает иридий, во втором – осмий. Иногда эти минералы встречаются самостоятельно, но чаще входят в состав самородной платины. Разделение ее на компоненты (так называемый аффинаж) – процесс, включающий множество стадий. Едва ли не самая сложная и дорогостоящая процедура во всем процессе – различить осмий и иридий. Но зачастую в этом и нет необходимости, сплав широко применяют в технике, а стоит он значительно дешевле, чем, например, чистый осмий.

Для того чтобы выделить этот металл из сплава нужно провести ряд операций: вывести из обогатённого сырья платиновых металлов путём прокаливания этого концентрата на воздухе при температурах $800\text{--}900^\circ\text{C}$. При этом количественно сублимируют пары весьма летучего тетраоксида

осмия OsO_4 , которые далее поглощают раствором NaOH . Упариванием раствора выделяют соль – перосмат натрия, который далее восстанавливают водородом при 120°C до осмия:



Затем его очищают, обрабатывая плавиковой и соляной кислотами, и довосстанавливают в электропечи в струе водорода. Конечный продукт длинной технологической цепи – металлический осмий (получается в виде губки) чистотой 99,9% [2, с. 205].

Элемент № 76 представляет немалый интерес и как объект научных исследований. Природный осмий состоит из семи стабильных изотопов с массовыми числами 184, 186 – 190 и 192. Любопытно, что чем меньше массовое число изотопа этого элемента, тем менее он распространен: если на долю самого тяжелого изотопа (осмия-192) приходится 41%, то легчайший из семи «братьев» (осмий-184) располагает лишь 0,018% общих «запасов». Из искусственных радиоактивных изотопов элемента № 76 самый долгоживущий осмий-194 с периодом полураспада около 700 дней. Поскольку изотопы отличаются друг от друга только массой атомов, а по своим физико-химическим «наклонностям» они весьма схожи между собой, то разделить их очень сложно. Именно поэтому даже «крохи» изотопов некоторых элементов стоят баснословно дорого: так, килограмм осмия-187 оценивается на мировом рынке в 14 миллионов долларов. Правда, в последнее время ученые научились «разлучать» изотопы с помощью лазерных лучей, и есть надежда, что вскоре цены на эти «товары неширокого потребления» будут заметно снижены [1; 3].

Такова рассмотренная схема свойств, получения и применения (хотя и крайне ограниченного) этого металла – очень дорогого, но достаточно полезного.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осмий. Периодическая система элементов Менделеева [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://chemistry.narod.ru/tablici/Elementi/OS/OS.HTM> – Дата доступа : 11.02.2011.
2. Популярная библиотека химических элементов : Серебро – Нильсборий : в 2 кн. / под ред. И.В. Петрянова-Соколова. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Наука, 1983. – Кн. 2. – 574 с.
3. Осмий. Периодическая таблица [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.periodictable.ru/076Os/Os.html> – Дата доступа : 11.02.2011.