

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАТИНЫ В МИРЕ-НАНО СТРУКТУРАХ

e-mail: zanghongran@gmail.ru

Сюй Шупэн Цзан Хунжань Го Юйцин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет.

Научный руководитель: Ерофеева Г.В.

В настоящее время, наноматериалы очень важны для науки и техники. Поэтому инженеру необходимо знать общие сведения о изменении свойств материалов в нано и микро-структурах. Приведены топологии поверхностей Ферми и зоны Бриллюэна для Pt и Cu. Топологии поверхностей Ферми существенно отличаются и отличаются свойства Pt и Cu, что доказывает зависимость свойств веществ от топологии поверхности Ферми(это следует из приведенной табл.1)

Кроме того что, в статье приводятся сравнительные характеристике платины в микро и нано-структурах. Но изменения свойств Pt(для размеров 15-50 нм) в нано и микро-структуре не найдены.

Приведены технологии получения нанопорошка. Разработан оригинальный способ электрохимического диспергирования металлов и сплавов Pt, указано его применение в химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Ключевые слова: Характеристика, платина, нано структура.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF PLATINUM IN THE WORLD-NANO STRUCTURES

e-mail: zanghongran@gmail.ru

Xu Shupen Zang Hongran Guo Yuqing

National Research Tomsk Polytechnic University.

Supervisor: Erofeeva G.V.

Currently, nanomaterials are very important for science and technology. Therefore, engineers need to know the general information about the change in the properties of materials at the nano and micro-structures. Given the topology of the Fermi surface-Brillouin zone for Pt and Cu. Topology of the Fermi surfaces are substantially different and different properties of Pt and Cu, which proves the dependence of the properties of substances on the topology of the Fermi surface (this follows from the above Table 1)

Besides that, the article shows the comparative characteristics of platinum in the micro and nano-structures. But changing the properties of Pt (for sizes 15-50 nm) nano- and micro-structure were found.

The technology of obtaining nanopowder. An original method of electrochemical dispersion of metals and alloys, Pt, specify its application in the chemical and petroleum industries.

Key words: Feature, platinum, nano structure.

Платина – химический элемент 10 группы (по устаревшей классификации — побочной подгруппы восьмой группы), 6 периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 78, блестящий благородный металл серебристо-белого цвета.

Платина – один из самых тяжелых (плотность 21,09-21,45 г/см³) не радиоактивных металлов, твёрдость по Бринеллю - 50 кгс/мм. Кристаллическая решётка платины кубическая гранецентрированная, как и у золота, $a = 0,392$ нм, $z = 4$. [1]

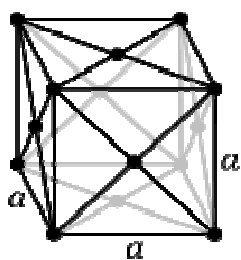


Рис.1. Платина – кристаллическая решетка

На внешней орбите атома платины находится один электрон, что определяет высокую электропроводность этого элемента.

Для гранецентрированной кубической решетки обратная решетка – объёмно-центрированный куб, и для этой структуры зона Бриллюэна представляет собой ячейку Вигнера - Зейтца. Поэтому вид обратной решетки для платины – объёмно-центрированный куб.

И параметры обратной решётки для платины

$$\vec{b} = \frac{2\pi}{a} = \frac{2\pi}{0.392} = 16.0285 \text{ нм}^{-1}$$

Таблица 1

Свойство платины	Свойство меди
Уд. теплота плавления 21,76 кДж/моль	Уд. теплота плавления 13,01 кДж/моль
Уд. теплота испарения 470 кДж/моль	Уд. теплота испарения 304,6 кДж/моль
Теплопроводность платина 70Вт/(м*К)	Теплопроводность меди 401 Вт/(м·К)

Из таблицы 1 следует, что свойства Pt и Cu существенно отличаются:

Уд. теплота плавления отличается на почти 10 кДж/моль, Уд. теплота испарения отличается на почти 170 кДж/моль, Теплопроводность платина отличается на 330 Вт/(м·К).

Это соответствуют представлению о том, что свойства элементов зависят от топологии поверхности Ферми. Топологии поверхности Ферми для Pt и Cu отличаются и показаны на рис. 2

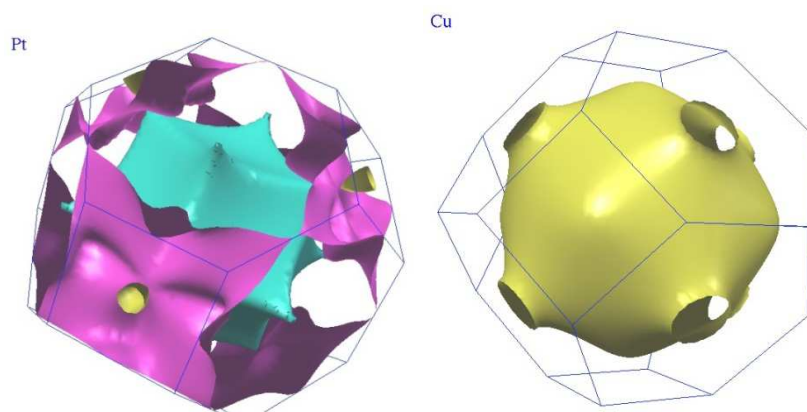


Рис.2. Топологии поверхности Ферми для Pt и Cu .

Изменение свойств Pt в микро и наноструктуре проведены в табл. 2

Таблица 2

Свойство микроструктуры платины		Свойство наноструктуры платины[6];	
размер частиц		<50 нм (ТЕМ)	≤ 15 нм
Плотность (при н. у.)	21,09-21,45 ^{[2][3]} г/см ³	21.45 г/см ³	
Температура плавления	1768,3 °С	1772 °С	1772 °С
Температура кипения	3825 °С	3827 °С	3827 °С
Удельное электрическое сопротивление для платины	10.7 μΩ см	10.6 μΩ см, 20 °С	10.6 μΩ см, 20 °С
форма	твердотельный	нанопорошка	нанопорошка
цвет	Серебристый белый	черный	черный

Плотность, температура плавления, температура кипения и удельное электрическое

сопротивление для платины в микро и наноструктуре значительно не изменяется.

Физические причины изменения свойств наноструктур:

- Ненасыщенность атомных связей у поверхности.
- Искажения решетки у поверхности
- Эффективный сток для кристаллических дефектов

Технология получения нанопорошка Pt[4]

Разработан оригинальный способ электрохимического диспергирования металлов и сплавов (Nb, Ta, W, Mo, Re, Pt, Ni, Cu, Fe, сталь X18H10T и др.). Степень дисперсности варьируется от 10 до ~200 нанометров (по желанию) с наноразмерной составляющей от 5 до 40 %; удельная поверхность составляет от десятых долей м²/г до нескольких десятков и более.

Применение платины[5]:

Важнейшие области применения платины - химическая и нефтеперерабатывающая промышленность. В качестве катализаторов различных реакций используется около половины всей потребляемой платины. В химической промышленности платину используют в процессе производства азотной кислоты (по оценочным данным на эти цели ежегодно идет 10-20 % мирового потребления платины).

В нефтеперерабатывающей промышленности с помощью платиновых катализаторов на установках каталитического риформинга получают высокооктановый бензин, ароматические углеводороды и технический водород из бензиновых и лигроиновых фракций нефти.

В автомобильной промышленности платину также используют каталитические свойства этого металла - для дожигания и обезвреживания выхлопных газов, с целью оснащения автомобилей специальными устройствами по очистке выхлопных газов от вредных примесей.

Стабильность электрических, термоэлектрических и механических свойств плюс высочайшая коррозионная и термическая стойкость сделали этот металл незаменимым для современной электротехники, автоматики и телемеханики, радиотехники, точного приборостроения.

Незначительная часть платины идет в медицинскую промышленность. Из платины и ее сплавов изготавливают хирургические инструменты, которые, не окисляясь, стерилизуются в пламени спиртовой горелки. Некоторые соединения платины используют против различных опухолей. По структуре большинство из этих веществ - это неэлектролиты, цис-изомеры, производные двухвалентной платины. Самым эффективным соединением считается цис-дихлородиаминоплатина (II) $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$. Это активное в химическом соотношении вещество, в котором ионы Cl^- частично замещаются молекулами воды с образованием иона $[Pt(NH_3)_2(H_2O)_2]^{2+}$. Процесс ионизации дихлородиаминоплатины идет главным образом в клетках, где концентрация хлоридов ниже, чем в сыворотке крови. Продукт гидролиза $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$ реагирует с азотистыми основаниями ДНК как бифункциональный агент, вызывая образование поперечных связей между нитями ДНК. Это служит основной причиной нарушения деления и гибели опухолевых клеток. Дополнительным механизмом противоопухолевого действия дихлородиаминоплатины является активация иммунитета организма.

Рост спроса на платину в мире является залогом высоких цен. По оценочным данным крупнейшей в мире компании по маркетингу металлов платиновой группы Johnson Matthey (JM) спрос на платину вырос в 1994 году на 7% и достиг уровня в 4.32 млн тройских унций. При этом с 1993 года сокращается потребление платины в промышленности. Однако рост заказов ювелиров и автомобилестроителей перекрывает это сокращение. Потребление платины в ювелирном производстве оценивается в 50 т. Второй фактор повышения спроса на этот металл - рост использования его в автокатализаторах. За это рынок платины должен быть благодарен партии зеленых, поскольку именно введение более строгих мер по ограничению вредных выбросов в атмосферу привело к тому, что почти все новые автомобили оснащаются автокатализаторами.



Литературы:

1. C. Lehmann, Staatsexamensarbeit, TU Dresden (1997) (in German)
2. H. Eschrig, *Optimized LCAO Method and the Electronic Structure of Extended Systems*, Akademie-Verlag Berlin (1988)
3. http://rate-chemistry.narod.ru/pt_prim.html
4. http://www.ihte.uran.ru/?page_id=988
5. <http://www.phys.ufl.edu/fermisurface/>
6. <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/aldrich/685453?lang=en®ion=RU>
7. M. Richter and H. Eschrig, *Solid State Communications* 72, 263 (1989)
8. P. Zahn, Diplomarbeit, TU Dresden (1994) (in German)
9. Деньзуб В. М., Смирнов В. Г. *Единицы величин. Словарь-справочник*. — М.: Издательство стандартов, 1990. — С. 93. — 240 с. — ISBN 5-7050-0118-5.