

УДК 544.7-022.532

Сравнительные характеристики элемента платина в микро и наноструктурах

Пин Ань, Чжоу Синьтун, Лю Цзиньфэй, Сунь Хунцзя

Национальный исследовательский Томский политехнический университет.

Научный руководитель: Ерофеева Г.В

Нано-материалы наиболее многообещающий новый материал, известный с 20-го века. Сегодня исследование нано-материалов представляет большой интерес. По сравнению с другими материалами, у нано-материалов есть необычные свойства. Эти необычные свойства имеют огромное потенциальное значение. В этой статье дана сравнительная характеристика свойств платины в микро- и наноструктурах. Кроме того, в статье приведены поверхность Ферми и зона Бриллюэна. Нано-материалы из платины широко используются в медицинской промышленности. Нано-платина используется в нефтяной и химической промышленности благодаря хорошим каталитическим свойствам. В последние годы с развитием нанонауки и нанотехнологии, исследователи обнаружили, что платина в наноструктуре имеет более высокую каталитическую активность. В статье указаны способы получения нано-частиц платины.

Ключевые слова: характеристика, платина, нано структура.

Comparative characteristics of platinum in the micro-nano structures

Ping An, Zhou Xintong, Liu Jinfei, Sun Hongjia

National Research Tomsk Polytechnic University.

Supervisor: Erofeeva G.V.

Nano-materials having been known as the most promising and the newest materials in the 20st century. Today, the development of nanomaterials has made great progress. Compared with other materials, nanomaterials have different properties from other materials. These properties have a huge potential for the use of value. In this article, we will compare the nanostructures and microstructures of platinum. In addition, the article also shows the Fermi surface and the Brillouin zone, which helps to understand why platinum has these unusual properties. Profiting from these properties, nanomaterials are widely used in medicine, machinery and other fields. Platinum and his alloys in the oil and chemical industry have good catalytic performance. In recent years, with the development of nanoscience and nanotechnology, the researchers found that platinum nanostructures have a high surface area, so the platinum nanostructures have a high catalytic activity. And in this article will introduce the method of nano-platinum.

Key words: characteristic, platinum, nanostructure.

Платина- это металл, химический элемент, который находится 10-й группе, 6-го периода периодической системы химических элементов Менделеева, с атомным номером 78. Тип решетки: ГЦУ. Параметры: $a=b=c$ $\alpha=\beta=\gamma=90$

$$a = \sqrt[3]{a^3} = \sqrt[3]{\frac{M \cdot Z}{\rho \cdot N_A}} = \sqrt[3]{\frac{195.078 \cdot 4}{21.45 \cdot 6.02 \cdot 10^{23}}} = 0.3923 \text{ нм}$$

Связь: металлическая [1]

Прямая решетка:

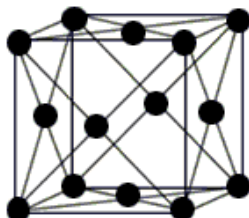


Рис.1. Платина – кристаллическая решетка

Обратная решетка:

$$\text{Параметр обратной решетки: } a^* = 2\pi \cdot \frac{[b \times c]}{a[b \times c]} = \frac{2\pi}{0.3923} = 16.016 \text{ нм}$$

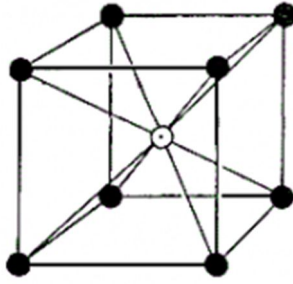


Рис.2. Обратная решетка

Поверхность Ферми и зона Бриллюэна[2]

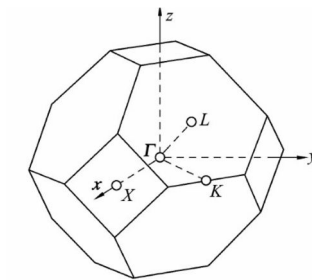


Рис.3. Зона Бриллюэна Pt

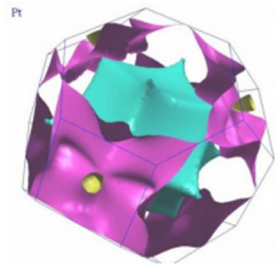


Рис.4. Поверхность Ферми Pt

В таблице 1 представляют параметры платины в микро- и наноструктурах

Таблица 1

Параметра	Микро-структура	Нано-структура	Размер
Температура плавления	2041,4 К	1600К	5нм
Плотность	21,09-21,45 г / см ³	2,53 г / см ³	3нм
Цвет	серебристо-белый	черный	5нм
Форма	твёрдое тело	порошок	3нм

Температура, при которой решетка Pt для размера 5 нм кубическая	-	1240K	5нм
---	---	-------	-----

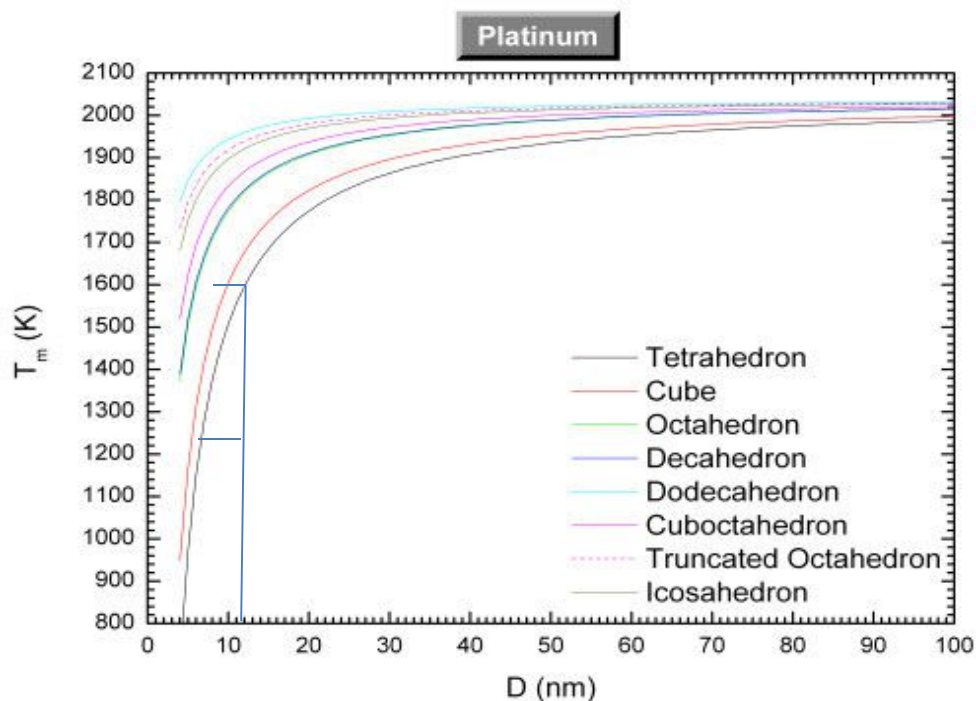


Рис.5. График зависимости температуры плавления платины для разных размеров. [3]

Особые свойства. Физические причины специфики наноматериалов [4]

Как следует из таблицы 1, существенно уменьшается температура плавления наноплатины и её плотность. Причины изменений следующие:

Для нано-материала платины с размерами кристаллитов в нижнем нанодиапазоне $D < 10$ нм ряд ученых указывает на возможность проявления квантовых размерных эффектов. Такой размер кристаллитов становится соизмеримым с длиной дебройлевской волны для электрона $\lambda_B \sim (m_e E)^{-1/2}$ (m_e – эффективная масса электрона, E – энергия Ферми). Для любой частицы с малой энергией (скорость $v \ll$ скорости света c) длина волны Де Бройля определяется как $\lambda_B = h/mv$, где m и v – масса и скорость частицы, а h – постоянная Планка. Квантовые эффекты будут выражаться в частности в виде осциллирующего изменения электрических свойств, например проводимости.

Получение наночастицы платины[5]. Чтобы получить платиновые наночастицы, используют следующие 2 способа:

1)Диспергационные методы, или методы получения наночастиц путем измельчения обычного макрообразца;2)Конденсационные методы, или методы “выращивания” наночастиц из отдельных атомов.

Первая группа – это подход “сверху вниз”. Исходные тела измельчают до наночастиц. Это самый простой из всех способов создания наночастиц, своего рода “мясорубка” для макротел. Вторая – подход “снизу вверх”, то есть получение наночастиц путем объединения отдельных атомов

Применение nano-платины:

1). Платиновые наночастицы существенно повышают биологическую эффективность облучения.[7]

2).Терапия платиновыми наночастицами[6].Хотя золотые наночастицы были очень популярны среди исследователей наномедицины, сформировался новый подход, который сочетает в себе избирательные свойства платиновых наночастиц с адронной терапией (облучение ткани быстрыми ионами углерода). Французско-японская группа исследователей показала, что платиновые наночастицы сильно повышают биологическую эффективность облучения.

3) Недавно был разработан простой способ получения наноструктурированной платины из раствора без участия ПАВ (Поверхностно-активные вещества), при этом удалось нанести такую наноструктурированную платину на углеродную бумагу – основной кандидат на "должность" каталитического слоя мембран топливных элементов.[7]

Список литература

1. Сиротин Ю.И.Шаскольская М.П основы кристаллофизики—М.Наука,1979--640с
2. The Fermi Surface Database [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.phys.ufl.edu/fermisurface/> (дата обращения 14.07.2007)
3. Size-dependent melting temperature of platinum versus the size for different shapes. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3211490/figure/F1/> (дата обращения 26.05.2011)
4. Kramer I.R. Surface layer effects on the mechanical behavior of metals // Advances Mech. and rface. 1986—С.109-260.
5. Способы получения наночастиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nno.dtn.ru/3/16.htm>
6. Платиновые наночастицы способны значительно повысить эффективность лучевой терапии [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://medforce.ru/Nanotexnologii-v-medicine/Platinovie-nanochastici-sposobni-znachitelno-povisit-effektivnost-luchevoie-terapii.html> (дата обращения 31.12.2010)

7.Наноматериалы(рубрикатор) [Электронный ресурс]. – Режим
доступа:http://www.nanometer.ru/2008/02/24/nanotechnology_6117.html (дата обращения
24.02.2008)