

ТИТАН В МИКРО И НАНО СТРУКТУРАХ

Чжан Фанцэ, Ши кунь, Син Синхао

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет

e-mail: 465888645@qq.com

Научный руководитель: Ерофеева Г. В.

Представлены свойства нано- и микроструктуры титана. Приведены две модификации прямых решёток (ОЦК и ГПУ), указаны параметры решётки, зоны Бриллюэна и топология поверхности Ферми. Приведена таблица сравнительных свойств (плотность, температура плавления, температура кипения и цвет) титана в нано- и микроструктурах. Изменения свойств титана при уменьшении до 30 - 50 нм не найдены. Указаны технологии получения нанопорошков (химические методы, физические методы, механические методы, четыре различных метода получения порошков плазмохимическим способом) и схема установки для получения нанопорошков титана и его применения (в медицине, пищевой промышленности для изготовления регенерируемых фильтров, используемых в системах очистки питьевой и минеральной воды, соков и напитков, а также для изготовления деталей часовых механизмов и кислотостойкого оборудования).

Ключевые слова: титан, микроструктур, наноструктур, метод получения и применения нанопорошка титана

TITANIUM IN MICRO AND NANOSTRUCTURES

Zhang Fangce, Shi Kun, Xing Xinghao

e-mail: 465888645@qq.com

Tomsk Polytechnic University

Scientific Supervisor: Prof., Dr. Erofeeva G. V.

The properties of nano- and microstructures of titanium. Shows two modifications of direct lattices (bcc and hcp) lattice parameters are specified, the Brillouin zone and the topology of the Fermi surface. Table shows the comparative properties (density, melting point, boiling point, and color) of titanium microstructures and nanostructures. Changes in the properties of titanium decreases to 50 nm were found. Shown technology of nanopowders (chemical methods, physical methods, mechanical methods, four different methods of production of powders by plasma method) and setup for obtaining nanopowders of titanium and its application (in medicine, food industry for the manufacture of regenerated filters used in purification systems drinking and mineral water, juices and beverages, as well as for parts of watch movements and acid-resistant equipment).

Key words: titanium, microstructures, nanostructures, the method of making and using titanium nanopowder

Прямая решётка титана в двух модификации[1] показана на рис. 1.

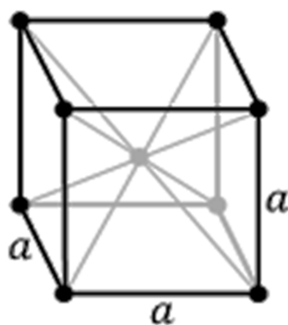


Рис. 1а. прямая решётка β - титана (ОЦК параметр $a=3,28\text{\AA}$)

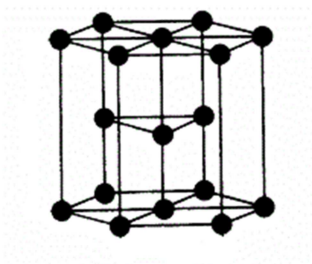


Рис. 1б прямая решётка α -титана (ГПУ параметры $a=2,951\text{\AA}$ $c=4.691\text{\AA}$)

Поверхность Ферми и зона Бриллюэна[2] показаны на рис. 2.

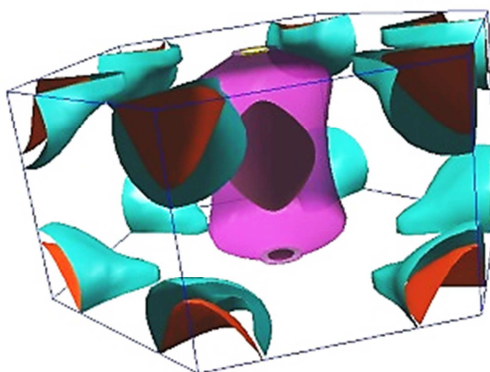


Рис. 2. Поверхность Ферми и зона Бриллюэна титана

Топология поверхности Ферми титана имеют сложную форму по сравнению ,например, с топологией поверхности Ферми меди, которая не намного отличается от поверхности сферы. Это отличие свойств металлов (Ti и Cu) в микроструктуре объясняется различием топологий поверхностей Ферми.

Таблица 1. Сравнения характеристик титана в микро[1] и нано структуры[3, 4]

Ti	микроскопическое свойства	Нано свойства
Плотность	4,54 г/см ³	4.506 г/см ³
Температура плавления	1941K	1933K
Температура кипения	3560K	3560K
Цвет	серебристо-белый	от темно-серого до черного цвета

Температура плавления нанопорошка титана немного умешалася.

Цвет титана в микро и нано структуре отличается.

Методы получения нанопорошков титана

Одно из важнейших направлений нанотехнологии - это получение наноразмерных порошков (нанопорошков).

Химические методы[5] получения нанопорошков, включают, как правило, различные процессы: осаждение, термическое разложение, пиролиз, газофазные химические реакции (восстановление, гидролиз), электроосаждение.

Физические методы[5] синтеза нанопорошков основаны на испарении металлов, сплавов или оксидов с последующей их конденсацией при контролируемых температуре и атмосфере.

Механические методы[5] основаны на измельчении материалов в мельницах (шаровых, планетарных, центробежных, вибрационных), гироскопических устройствах, атриторах и симолойерах.

Существует четыре различных метода получения порошков плазмохимическим способом: переработка газообразных соединений; переработка жидких диспергированных соединений; переработка твердых частиц, взвешенных в потоке плазмы; переработка твердых частиц в стационарном слое.[6]



Рис. 3. Схема установки для получения нанопорошков титана[7]

Применение[8]

Порошки металлического титана широко применяются в медицине, пищевой промышленности для изготовления регенерируемых фильтров, используемых в системах очистки питьевой и минеральной воды, соков и напитков, пористых не распыляемых геттеров (газопоглотителей) с высокой сорбционной емкостью, а также для изготовления деталей часовых механизмов и кислотостойкого оборудования.

Восстановленные порошки титана и сплавов имеет неправильную (иррегулярную) форму и развитую поверхность частиц, благодаря чему отлично формуются при сравнительно низких давлениях прессования в жестких матрицах, а также методом гидростатического прессования в эластичных оболочках. Порошки хорошо прокатываются в ленту и спекаются в вакууме или нейтральной атмосфере.

Порошки титана и сплавов на основе титана применяются в производстве коррозионностойких фильтров тонкой очистки технических жидкостей в виде пористого проката, в медицине для изготовления имплантат, в пищевой промышленности для изготовления регенерируемых фильтров в системах очистки питьевой и минеральной воды, соков и напитков, в производстве пиротехнических средств высокой надежности, пористых не распыляемых геттеров (газопоглотителей) с высокой сорбционной емкостью и скоростью сорбции, а также для изготовления композитов с алюминием и другими металлами, деталей часовых механизмов и кислотостойкого оборудования. Порошки применяются также для плазменного и микроплазменного напыления покрытий.

Список литературы

1. Титан (элемент) — Википедия
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_\(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_(%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82))
2. 3D (VRML) Fermi Surface Database
<http://www.phys.ufl.edu/fermisurface/>
3. *Titanium (Ti) Nanoparticles / Nanopowder (Ti, 99.9%, 70nm, metal basis)
<http://www.us-nano.com/inc/sdetail/175>
4. Titanium Nanoparticles Ti | AMERICAN ELEMENTS ® Supplier & Info
<http://www.americanelements.com/tinp.html>
5. Нанопорошки и методы их получения / Федеральный интернет-портал "Нанотехнологии и наноматериалы"
<http://www.portalnano.ru/read/prop/pro/materials/functional/4cosmos/nanoporoshki>

6. Способ и установка для получения нанопорошков с использованием трансформаторного плазмотрона. Патент РФ 2406592
<http://www.findpatent.ru/patent/240/2406592.html>
7. НАНОПОРОШОК. Производство НАНОПОРОШКОВ. Резюме проекта производства НАНОПОРОШКОВ. Технология НАНОПОРОШКА. Получение НАНОПОРОШКА
<http://venture-biz.ru/katalog-proektov/materialy-tehnologii/293-proizvodstvo-nanoporoshkov>
8. Титановый порошок: титан и Ti сплавы. Марки и составы титанового порошка - ОАО "Полема"
<http://www.polema.net/titan-i-ti-splavy.html>