

Isotope shift (of spectral lines) can be divided into two classes, that caused by the mass effect and that resulting from the field effect. The mass effect consists of two parts, normal and specific, and results from the nucleus having a finite mass. The normal mass effect can be calculated exactly, while the specific mass effect present in spectra of atoms with more than one electron is very difficult to calculate precisely. Both of these effects decrease with increasing Z . This is probably the most important consequence of isotope shift studies.

In the very light elements the mass effect dominates and can account qualitatively for the observed shifts. In the heaviest elements the mass effect is negligible and the field effect can roughly account for the observed shift. In the element of intermediate mass the two effects are comparable. As a result, the shifts observed are small because the mass and field effects within the levels are often in such a direction as to oppose one another.

Since the radius decreases by 0.01 fm in going from ^{40}Ca to ^{48}Ca , it means that the addition of neutrons to calcium isotopes reduces the size of the charge distribution of the same 20 protons when neutron number is increased from 20 to 28. If we take the simple view that charges were distributed eventually throughout the nuclear volume, the charge radius should have increased by 6% based on simple $R = r_0 A^{1/3}$ relation. This is found to be true in the case of ^{48}Ti , a nucleus with two more protons and six more neutrons than ^{40}Ca . There are two possible explanations for the decrease in the charge radius with increasing neutron number among even calcium isotopes. The first is that addition of neutrons makes the protons more tightly bound and, hence, the charge radius is smaller. The interpretation of atomic isotope shifts relies partly on the knowledge of nuclear structure. Conversely it can provide some information on the structure nuclei. This relation between the two fields has been for many years the main reason for the interest in isotope shifts of optical (electronic) transitions. The first atomic model assumed that the atoms of all elements are put together out of hydrogen atoms. As a heuristic principle this hypothesis finally led to a scheme for ordering the elements based on their chemical properties, the periodic system. The present report is a comprehensive introduction to the main ideas and techniques of the field of isotopic materials science. The subject matter supports a probable interplay of experiment, theory, and application (traditional and modern). This thesis is underlining that the isotopic technology is a next step in the nanotechnology. I hope to give sufficient references to published work so that the interested reader can easily find the primary literature sources to this rapidly expanding field of solid-state physics. The present thesis is devoted to a description of the fundamentals and different applications of the isotopic materials science.

Modern physics distinguishes three fundamental properties of atomic nuclei: mass, spin (and related magnetic moment), volume (surrounding field strength), which are the source of isotope effect. The stable elementary particles (electrons, protons, and neutrons) have intrinsic properties. Some of these properties such as mass and electrical charge are the same for macroscopic objects. Some are purely quantum mechanical and have no macroscopic analog. Spin is an intrinsic angular momentum associated with elementary particles. The spin angular moment of an electron, measured along any particular direction, can only take on the values $\hbar/2$ or $-\hbar/2$. The nuclear magnetic moment associates with nuclear spin and produces the magnetic interaction with its environment. The ability to manipulate and control electron and/or nucleus spin in semiconductor devices provides a new route to expand the capabilities of inorganic semiconductor-based electronics and to design innovative devices with potential application in quantum computing. One of the major challenges toward these objectives is to develop semiconductor-based systems and architectures in which the spatial distribution of spins and their properties can be controlled. For instance, to eliminate electron spin decoherence resulting from hyperfine interaction due to nuclear spin background, isotopically controlled nuclear-spin-depleted devices are needed. The control of the spatial distribution of isotope with nuclear spins is a prerequisite to implement the quantum bits or qubits. Therefore, stable semiconductor isotopes are important elements in the development of solid-state quantum information. At the present time spintronics refer to spin electronics, the phenomena of spin-polarized transport in metals and semiconductors. The study of spin phenomena in solids characterize electrical (field-effect transistor), optical and magnetic properties of solids due to the presence of equilibrium and nonequilibrium spin populations, as well as spin dynamics. These fundamental aspects of spintronics give us important insights about the nature of spin interaction, hyperfine, or spin exchange couplings - in solids.

My intention has been to present report on isotopic materials science that starts with the physics of isotope low-dimensional materials and quantum heterostructures would build up to the treatment of those new electronic, transport, and optical properties which arise as a consequence of both energy quantization of electrons and phonons in potential wells and the reduced dimensionality of nanostructures. Once the basic concepts of quantum nanostructures are presented in a unified scheme, the last chapter of my textbook deals with the applications of isotopic materials science in nanoelectronic and optoelectronics [1].

REFERENCES

1. Plekhanov V.G. Introduction to Isotopic Materials Science. Springer Series in Mat.Sci., 2018. - Vol. 248. - 285 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕГИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ ТИТАНА ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Шикерун К. Т.

Научный руководитель: Мышкин В.Ф., д.ф.-м.н., профессор
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: shikerunk@gmail.com

На данный момент одним из наиболее активно развивающихся направлений изготовления деталей ГТД (Газотурбинных двигателей) сложной конфигурации из титановых сплавов являются аддитивные технологии. Для изготовления деталей методами 3д-печати в качестве расходного материала преимущественно применяются порошки с необходимыми параметрами: химический и изотопный состав, размеры и сферическая форма частиц. Необходимые размеры частиц и сферическую форму порошков титановых сплавов получают при помощи разнообразных технологий атомизации, которые основаны на процессах распыления металла из расплавленной титановой заготовки. Одним из основных сдерживающих факторов промышленного развития АМ технологий является высокая стоимость и ограниченные объемы производства расходных материалов - качественных порошков титановых сплавов. Ведь необходимый химический и изотопный состав, стабильность механических свойств, в применяемых в настоящее время порошках титановых сплавов, достигается за счет использования для распыления порошков заготовки высокого качества. Другими важными показателями порошков титановых сплавов, применяемых в АМ технологиях, является их фракционный состав и форма. Порошки титана представляют собой частицы сплава титана сферической формы. Такой гранулометрический состав и форма порошков обусловлены необходимостью компактно укладываться в определенный объем и требованиями по «текучести» порошковых композиций в системах подачи материала.

Таким образом, вопросы, связанные с расходными материалами для аддитивных технологий, требуют отдельного рассмотрения. Поэтому актуальны исследования в сфере получения легированных порошков титановых сплавов, а именно альтернативный метод получения титановых порошковых материалов с несферической формой частиц, полученных путем дробления титана губчатого до необходимых фракций.

В данной работе рассмотрен способ дезинтегрирования или дробление легированного губчатого титана при помощи термохимического охрупчивания посредством водорода. Для этого на конструктивно модернизированной установке гидрирования [1] отработаны режимы насыщения водородом легированного титана губчатого и последующих процессов дробления, отсева и дегидрирования.

В результате получены HDH порошки легированного титана (Ti-Mo-Al-V-Zr), химический состав которых по всем элементам соответствует марочному сплаву BT20. Форма полученных порошков является несферической. Частицы порошка имеют угловатую форму, в связи с чем обладают невысокой текучестью [1]. Однако, частицы угловатой формы могут обеспечить меньшую пористость порошковых изделий, так как процесс печати подразумевает переплавление порошков, поэтому их форма не влияет на геометрию конечного изделия.

В результате можно сделать следующие выводы: технология получения легированного титана губчатого позволяет исключить затратные и технологически сложные операции, что положительно повлияет на стоимость сырья, а соответственно и на стоимость конечного продукта печати методом аддитивных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хазнаферов, М. В. Технология получения «low-cost» порошков легированного титана для аддитивных процессов / М. В. Хазнаферов, А. В. Овчинников, Т. Б. Янко // Титан. – 2015. - No 2. – С. 31-36.
2. Фроус, Ф. Х. Порошковая металлургия титановых сплавов / Ф. Х. Фроус, Дж. Е. Смугерски. – М. : Металлургия, 1985. - 263 с.
3. Довбыш, В. М. Аддитивные технологии и изделия из металла / В. М. Довбыш, П. В. Забеднов, М. А. Зленко // Библиотечка литейщика. - 2014. - No 9. - С. 14-71.
4. Зленко, М. А. Аддитивные технологии в машиностроении / М. А. Зленко, А. А. Попович, И. Н. Мутылина. – С.-Пб.: Издательство политехнического университета, 2013. - 221 с.

НАРАБОТКА РАДИОАКТИВНОГО ИЗОТОПА ^{85}Sr НА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ РЕАКТОРЕ ИРТ-Т ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА СЕЛЕКТИВНОГО ДРЕЙФА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Кабанов Д.В., Тимченко С.Н., Ушаков И.А., Кузьменко А.С.

Научный руководитель: Тимченко С.Н. к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: mamay2008@bk.ru

Для селекции радиоактивных изотопов, находящихся в полярных растворах могут быть использованы внешние периодические электрические поля высокой частоты [1]. В настоящее время подавляющее число методов обогащения радиоактивных изотопов требуют дополнительных агентов, что в свою очередь приводит к увеличению количества радиоактивных отходов. Метод селективного дрейфа ионов металлов под действием внешнего асимметричного электромагнитного поля, позволяет выделить, необходимы элемент без образования дополнительных радиоактивных отходов [2]. В качестве объекта для исследований был выбран стронций как яркий представитель отработанного ядерного топлива