

features which are absent in spectra of titanium butoxide deposited on Si and are attributed to appearance of  $Ti^{3+}$  valence states in ITO/ $TiO_x$ . This conclusion is confirmed by density functional theory electronic structure calculations of stoichiometric  $TiO_2$  and oxygen deficient  $TiO_{2-1/8}$ . XPS C 1s measurements show the formation of C-O and O-C=O bonds which evidence the presence of residual carbon which can draw oxygen from the film network and induce the formation of fraction of  $Ti^{3+}$  states in  $TiO_x$  films. The formation of  $Ti^{3+}$  surface states in the band gaps can induce a reduction in the rate of recombination between electrons and holes, increase a photocatalytic activity and improve the photovoltaic properties.

To conclude, we have studied Ti oxidation states in ITO/ $TiO_x$  thin films prepared from titanium butoxide ( $Ti^{4+}$ ) diluted in isopropanol. The appearance of  $Ti^{3+}$  states in ITO/ $TiO_x$  is proved by the measurements of XPS Ti 2p and XPS VB spectra and DFT calculations of stoichiometric and oxygen deficient  $TiO_2$ . The measurements of XPS C 1s and O 1s spectra have shown the formation of C-O and O-C=O bonds which can draw of oxygen from the film network. By such way, the oxygen deficiency in  $TiO_x$  is created and as a result,  $Ti^{3+}$  surface states can induce a reduction in the rate of recombination between electrons and holes and improve the photovoltaic properties.

*This work was supported by RFBR grant 14-08-31088.*

## **ФОРМИРОВАНИЕ БИОСОВМЕСТИМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ**

Кухаренко А. И.<sup>1\*</sup>, Жидков И.С.<sup>1</sup>, Коротин Д.М.<sup>1,2</sup>,  
Курмаев Э.З.<sup>2</sup>, Скориков Н.А.<sup>2</sup>, Анохин Е.С.<sup>1</sup>, Чолах С.О.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН,  
г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [a.i.kukharenko@urfu.ru](mailto:a.i.kukharenko@urfu.ru)

## **FORMATION BIOCOMPATIBLE SURFACE OF THE TITANIUM MATERIALS BY ION IMPLANTATION**

Kukharenko A.A.<sup>1</sup>, Zhidkov I.S.<sup>1</sup>, Korotin D.M.<sup>1,2</sup>,  
Kurmaev E.Z.<sup>2</sup>, Skorikov N.A.<sup>2</sup>, Anokhin E.S.<sup>1</sup>, Cholakh S.O.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> M.N. Miheev Institute of Metal Physics, Yekaterinburg, Russia

X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) is used to study the effect of implantation of phosphorus and calcium ions on the structure and electronic structure of the surface of the titanium samples. After ion implantation of  $P^+$  and / or  $Ca^+$  the structures are formed on the surface of the samples which has favorable effect on the biocompatibility.

Методом рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) исследовано влияние имплантации ионами фосфора и кальция на состав и электронную структуру поверхности титановых образцов.

Объектами исследования являлись микрокристаллический титан (cg-Ti) – коммерчески чистый титан, соответствующий Классу 4 («Grade 4») по американской (ASTM) и международной (ISO) системе стандартов. Количество примесей, согласно этим стандартам, следующее: C – 0,052%; O<sub>2</sub> – 0,34%; Fe – 0,3%, N – 0,015%. Изучались также наноструктурированные образцы титана (средний размер зерна 150 нм), полученные методом интенсивной пластической деформации с помощью равноканального углового прессования с последующей термомеханической обработкой. Образцы имплантировались ионами P<sup>+</sup> и/или Ca<sup>+</sup> с энергией 30 кэВ. Продолжительность облучения составила 38 мин, при котором плотность потока достигала 1·10<sup>17</sup> см<sup>-2</sup>.

Анализ РФЭС спектров остовных уровней и валентных полос образцов показали, что зарядовое состояние ионов Ti и фазовый состав поверхности наноструктурированного титана остаются неизменными, по сравнению с их микрокристаллическими аналогами. Отличительной особенностью наноструктурированных образцов является наличие более толстого защитного слоя диоксида титана на поверхности.

После имплантации ионами P<sup>+</sup> и/или Ca<sup>+</sup> на поверхностях титановых образцов формируются Ca<sup>2+</sup>, Ti – P и [PO<sub>4</sub>]<sup>3-</sup> структуры, которые благоприятно влияют на биосовместимость и индуцируют биоактивные участки для последующего формирования гидроксиапатита (основа минеральной составляющей костей). Опираясь на полученные данные, можно проводить дальнейшее совершенствование материалов для медицины, чтобы, в конечном итоге, получить оптимальную поверхность титановых сплавов, необходимую для безопасного внедрения устройств из этих материалов в живой организм.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ-Урал № 13-08-96007.*

## PROTOTYPE CALIBRATION OF RADON CONCENTRATION

Mostafa Y.A.<sup>1\*</sup>, Vasyanovich M.<sup>1</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

E-mail: [Mostafa\\_85@mail.ru](mailto:Mostafa_85@mail.ru)

Radon (<sup>222</sup>Rn) and its progeny (<sup>218</sup>Po, <sup>214</sup>Pb, <sup>214</sup>Po and <sup>214</sup>Bi) are the most important contributors to human exposure from natural radiation sources. In the last years, there are many experiences conducted to primary and secondary standard source of radon in different laboratories in all over the world. Radon standard source mainly based on type of measurement techniques and nature of calibrated devices. In order to calibrate measurement devices for monitoring of activity concentration of