



# ФЕМТОСКАН В ТЕГЕРАНЕ

## FEMTOSCAN IN TEHRAN

И.В.Яминский<sup>1,2,4</sup>, д.ф.-м.н., проф. МГУ имени М.В.Ломоносова, физический и химический факультеты, генеральный директор Центра перспективных технологий, директор Энергоэффективных технологий (ORCID: 0000-0001-8731-3947), А.И.Ахметова<sup>1,2,4</sup>, инженер НИИ ФХБ имени А.Н.Белозерского МГУ, ведущий специалист Центра перспективных технологий и Энергоэффективных технологий (ORCID: 0000-0001-6363-8202), Г.Б.Мешков<sup>1</sup>, к.ф.-м.н., науч. сотр. (ORCID: 0000-0003-3930-3730), Ф.Салехи<sup>3</sup>, PhD, руководитель Промышленного департамента Центральной лаборатории Технологического университета имени Шарифа (ORCID: 0000-0002-1078-8431) / yaminsky@nanoscopy.ru

I.V.Yaminskiy<sup>1,2,3</sup>, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of Lomonosov Moscow State University, Physical and Chemical departments, Director of Advanced Technologies Center, Director of Energy Efficient Technologies, A.I.Akhmetova<sup>1,2,4</sup>, Engineer of A.N. Belozersky Institute of Physico-Chemical Biology, Leading Specialist of Advanced Technologies Center and of Energy Efficient Technologies, G.B.Meshkov<sup>1</sup>, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Scientific Researcher, F.Salehi<sup>3</sup>, PhD of Materials Science and Engineering, Head of Industrial Department of Sharif Central Laboratory

DOI: 10.22184/1993-8578.2019.12.1.68.71

Получено: 01.02.2019 г.

Приведены результаты сотрудничества ученых МГУ имени М.В.Ломоносова и Технологического университета имени Шарифа (Тегеран, Иран). Проведен мастер-класс по зондовой микроскопии в Тегеране для студентов, аспирантов и научных сотрудников. Методом сканирующей зондовой микроскопии исследованы образцы оксида графена и тонких пленок оксида железа в рамках проекта "Инициация локальных химических реакций в осажденных тонких пленках с использованием сканирующей зондовой микроскопии".

The results of the cooperation of scientists from Lomonosov Moscow State University and the Sharif University of Technology (Tehran, Iran) are presented. A master class on probe microscopy was held in Tehran for students, graduate students and researchers. Samples of graphene oxide and thin iron oxide films were studied by scanning probe microscopy in the framework of the project "Initiation of Local Chemical Reactions in deposited thin films using scanning probe microscopy".

С 12 по 14 ноября в Тегеране в Технологическом университете имени Шарифа состоялся мастер-класс профессора МГУ имени М.В.Ломоносова И.В.Яминского "Прогрессивная сканирующая зондовая микроскопия. Тренды и техники".

В рамках трехдневного курса были освещены следующие темы:

- Сканирующая капиллярная микроскопия;
- Тенденции в современной сканирующей зондовой микроскопии;
- Биологическая сканирующая зондовая микроскопия. Обнаружение бактерий и вирусов

с использованием зондовой микроскопии и атомных весов;

- Обработка изображений в сканирующей зондовой микроскопии. Пример программного обеспечения FemtoScan Online;
- Метрология в сканирующей зондовой микроскопии;
- Как FemtoScan Online повышает эффективность АСМ-экспериментов.

В рамках курса лекций профессор Игорь Яминский рассказал о последних наработках в области капиллярной микроскопии, возможностях обнаружения биологических объектов

<sup>1</sup> МГУ имени М.В.Ломоносова / Lomonosov Moscow State University, Physical and Chemical departments.

<sup>2</sup> ООО НПП "Центр перспективных технологий" / Advanced Technologies Center.

<sup>3</sup> Технологический университет имени Шарифа / Sharif University of Technology.

<sup>4</sup> ООО "Энергоэффективные технологии" / Energy Efficient Technologies.

методом зондовой микроскопии и об особенностях нанометрологии. В ходе лекций каждый мог задать вопросы, которых у иранских исследователей накопилось довольно много. В Иране исследования и наработки по актуальным направлениям ведутся крайне активно, и зондовая микроскопия является отличным инструментом для достижения результатов в таких исследованиях, как изучение влияние оксида графена на бактерии, при установлении взаимосвязи топографии поверхностей и физико-химических свойств покрытий из оксида железа, титана, а также нанотрубок.

Мастер-класс посетили более 50 студентов Технологического университета имени Шарифа, в котором по итогам трех дней занятий каждый слушатель получил сертификат о прохождении курса.

В рамках визита в Технологический университет имени Шарифа были проведены совместные



Рис.1. Профессор Яминский Игорь Владимирович в лаборатории зондовой микроскопии, где успешно функционирует сканирующий зондовый микроскоп ФемтоСкан

Fig.1. Professor Yaminsky Igor Vladimirovich in the laboratory of probe microscopy, where the FemtoScan probe microscope laboratory is successfully operating

The master class called "Progressive scanning probe microscopy. Trends and technology" was held by Professor Igor Yaminsky (Lomonosov Moscow State University, Russian Federation) November 12th - 14th at the Sharif Technological University (Tehran, IRI).

The following topics were covered during the three-day course:

- Scanning capillary microscopy;
- Trends in the modern scanning probe microscopy;
- Biological scanning probe microscopy. Detection of bacteria and viruses using probe microscopy and a nanobalance;
- Image processing in scanning probe microscopy. Sample of FemtoScan Online Software using;
- Metrology in scanning probe microscopy;
- How FemtoScan Online improves the efficiency of AFM experiments.

During the course, Professor Igor Yaminsky spoke about the latest developments in the field of capillary microscopy, the possibilities of

detecting biological objects using probe microscopy and the features of nano-metrology. While lecturing, everyone could put questions which had been accumulated by Iranian researchers in a great quantity. In Iran, research and developments in topical areas are being conducted very actively, and probe microscopy is an excellent tool for achieving results in studies such as studying the effect of graphene oxide on bacteria, while establishing the relationship between surface topography and the physical and chemical properties of coatings of iron oxide, titanium, as well as nano-tubes.

The master class was attended by more than 50 students of the Sharif Technological University. Each student received a certificate of attendance after 3 days of classes.

Within the framework of the visit to the Sharif University of Technology, the joint research according to the Russian-Iranian project "Initiation of local chemical reactions in deposited thin films using scanning probe microscopy" was carried out [1-5].

The possibilities of multiparameter lithography using a capillary installation and the FemtoScan probe microscope were investigated [6]. The objects of the study were the samples of metallic thin films (titanium, aluminum, iron oxide, etc.) prepared by the group of Iranian scientists from the Sharif University of Technology.

The graphene oxide samples on the mica surface were obtained also by the FemtoScan scanning probe microscope. Images of graphene oxide flakes were obtained (see Fig.4,5). Using capillary microscopy, experiments were carried out on the precise delivery of reagents for the oxidation of graphite surface with the formation of the graphite oxide [5].

The multifunctional scanning probe microscope FemtoScan has been successfully operating at the Sharif University of Technology for the seven year. ■

The research was accomplished with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research (project No 17-52-560001).



Рис.2. Совместное фото по окончании мастер-класса по метрологии зондовой микроскопии

Fig.2. Group photo at the end of the master class on metrology in probe microscopy

работы российско-иранского проекта "Инициация локальных химических реакций в осажденных тонких пленках с использованием сканирующей зондовой микроскопии" [1-5].

С помощью зондового микроскопа ФемтоСкан и капиллярной установки проводилось исследование возможностей многопараметрической литографии [6]. Объектом изучения являются образцы металлических тонких пленок (титана, алюминия, оксида железа и др.), подготовленные

группой иранских ученых из Технологического университета имени Шарифа.

Также с помощью сканирующего зондового микроскопа ФемтоСкан проведено исследование образцов оксида графена на поверхности слюды. Были получены изображения чешуек оксидов графена (см. рис.4, 5). С помощью капиллярной микроскопии осуществлены эксперименты по локальной доставке реагентов для окисления поверхности графита с образованием оксида графита [5].

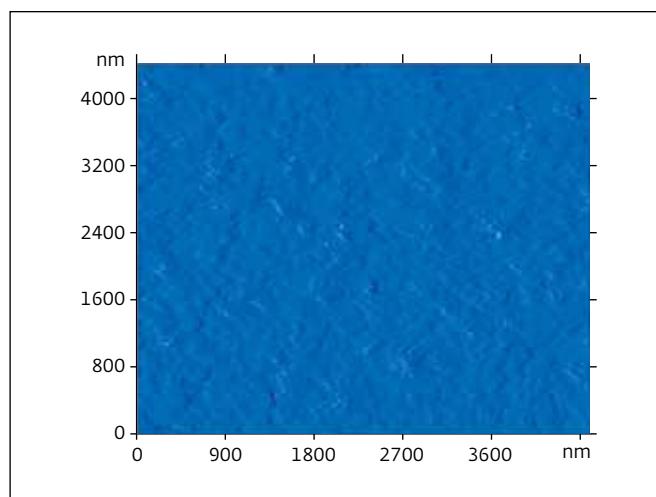


Рис.3. Изображение поверхности пленки  $Fe_2O_3$  на поверхности стекла, покрытого легированым фтором оксидом олова. Контактный режим

Fig.3. Image of the  $Fe_2O_3$  film on the Fluorine-doped Tin Oxide glass. Contact mode

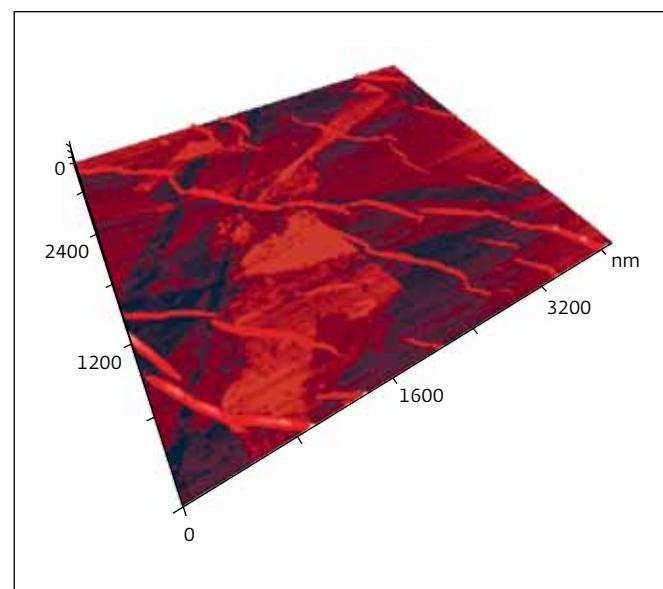


Рис.4. Чешуйки оксида графена на поверхности слюды

Fig.4. Graphene oxide flakes on the surface of mica

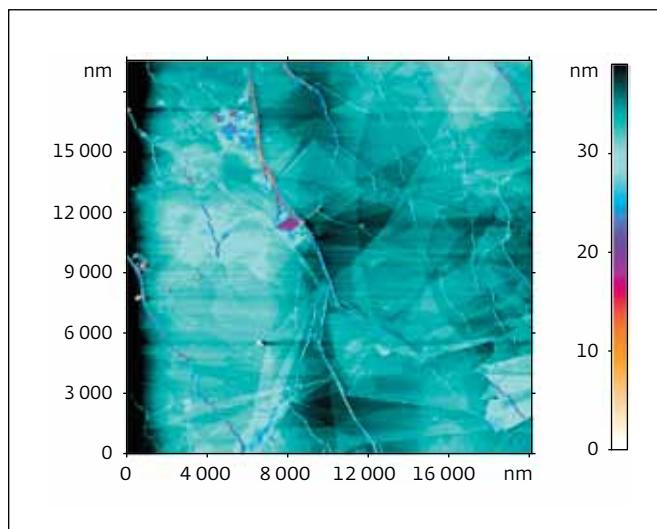


Рис.5. Изображение чешуек оксида графена на поверхности слюды

Fig.5. Image of graphene oxide flakes on the mica surface

Многофункциональный сканирующий зондовый микроскоп ФемтоСкан успешно работает в Технологическом университете имени Шарифа уже седьмой год.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 17-52-560001.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Yaminsky I., Meshkov G., Akhmetova A. Methods of nanoscopy in study of carbon materials and biopolymers // NANOINDUSTRY. 2017. V. 4, No.75. p.46–51.
2. Yaminsky I., Akhmetova A. Nanolithography using scanning probe microscopy in natural environment // NBICS-ST, 2018. No. 3, p. 70–77.
3. Sinitsyna O., Yaminsky I. Etching of graphite surface with STM needle // NANOINDUSTRY. 2017. V. 8, No. 79. p. 38–43.
4. Meshkov G., Sinitsyna O. Rajabzoda Sh. et al. Scanning resistance microscopy of graphene oxides // NANOINDUSTRY. 2017. V. 7, No. 78. p. 48–53.
5. Yaminsky I., Akhmetova A., Meshkov G., Salehi F. Combined capillary and probe microscopy // NANOINDUSTRY. 2018. Vol. 1, No. 80. p. 44–48.
6. Sinitsyna O.V., Meshkov G.B., Yaminsky I.V. A novel tool for the local anodic oxidation of graphite // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part N: Journal of Nanoengineering and Nanosystems. 2010. Vol. 223. p. 133–138.

## ГРАФЕНОВЫЕ НАНОТРУБКИ В ПОЛИУРЕТАНАХ ПОКАЗАЛИ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛУЧШЕ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ И ТЕХУГЛЕРОДА

Графеновые нанотрубки доказали свою способность придавать постоянные и однородные антistатические свойства полиуретанам. Недавно разработанный концентрат TUBALL MATRIX 202 позволил преодолеть существовавшие ранее трудности с дисперсией в полиуретановых системах и уже успешно используется в промышленных роликах и колесах, полиуретановой обуви, печатных роликах и очистных скребках. Графеновые нанотрубки TUBALL от компании OCSiAl быстро осваивают рынок продуктов с высокими требованиями к эксплуатационным характеристикам. Один из ярких примеров – полиуретановые диски в очистных скребках для промышленных трубопроводов. Для устранения риска пожаров и взрывов, а также улучшения диагностической точности производители очистных скребков заменяют аммониевые соли на TUBALL MATRIX 202 в качестве антistатической добавки. Помимо постоянного и стабильного уровня сопротивления в диапазоне 107–105 Ом·см, предварительные результаты показали снижение неточностей в диагностике оборудования на 30%.

Концентрат TUBALL MATRIX 202 также нашел применение в антistатической обуви, подошва которой изготавливается из полиуретанового эластомера. Такая обувь используется для экипировки работников на особо чувствительных к электростатическому разряду объектах – в химической, нефтегазовой, электронной

и горнодобывающей промышленности. При использовании нанотрубок TUBALL в промышленных полиуретановых роликах удалось получить постоянное объемное сопротивление в диапазоне 108–106 Ом·см без образования пыли на установке и при сохранении важных механических характеристик, таких как сопротивление истиранию и твердость. TUBALL MATRIX 202 также применяется при производстве колес, используемых в горнодобывающей промышленности, где антistатические свойства имеют решающее значение для безопасности. Согласно данным, предоставленным одним из клиентов OCSiAl, графеновые нанотрубки сохраняют или даже улучшают механические свойства полиуретановой системы, в то время как использование этим же производителем 6,5 мас.% техуглерода почти в два раза снижало прочность на разрыв. Для получения уровня сопротивления в диапазоне 109–105 Ом·см рабочая концентрация графеновых нанотрубок в 100 раз меньше, чем у аммониевых солей, в 500 раз меньше, чем у технического углерода, и в 1000 раз меньше, чем у проводящей слюды. Кроме того, по сравнению с аммониевыми солями графеновые нанотрубки обеспечивают более широкий диапазон уровней сопротивления. При этом полученные свойства полностью независимы от условий влажности и температуры. В свою очередь, в отличие от техуглерода, нанотрубки легко диспергируются и сохраняют механические свойства полиуретана.

Информация: <https://ocsial.com>