

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения
Российской академии наук

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
Перспективные материалы
с иерархической структурой
для новых технологий
и надежных конструкций
9 - 13 октября 2017 года
Томск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Томск – 2016

Тезисы докладов Международной конференции
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»
9 - 13 октября 2017 года, Томск, Россия.
ИФПМ СО РАН, 2017. – 607 с.

«Мероприятие проведено при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований, Проект №17-08-20349\17»

©Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, 2016

Определение механических характеристик наноматериалов при растяжении и сжатии <i>Филиппов А.А., Фомин В.М.</i>	391
Управление морфологией поверхности и химическим составом сплава на основе Ti-Ta, сформированным на TiNi подложке аддитивным методом с использованием электронного пучка <i>Гудимова Е.Ю., Шабалина О.И., Мейснер С.Н., Яковлев Е.В., Мейснер Л.Л.</i>	392
Structural disorder and kinetic properties of graphene at low temperatures <i>Bobenko N.G., Egorushkin V.E., Melnikova N.V., Ponomarev A.N., Belosludtseva A.A., Barkalov L.D.</i>	394
Рибологические характеристики и особенности разрушения покрытия Ti-C-Mo-S на разных подложках и при разных нагрузочно-скоростных режимах трения <i>Шубин А.Ю., Потекаев А.И., Савостиков В.М., Галсанов С.В., Иванова А.И.</i>	396
Экструдированные полимер-полимерные композиты на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена <i>Панин С.В., Корниенко Л.А., Алексенко В.О., Буслович Д.Г., Донцов Ю.В.</i>	398
Влияние термомеханических обработок и модификации поверхности на мартенситные превращения и деформационное поведение внутрисосудистых стентов из никелида титана <i>Лотков А.И., Кашин О.А., Круковский К.В., Гришков В.Н., Кудряшов А.Н.</i>	399
Индукцированная водородом релаксация ультрамелкозернистой структуры в аустенитной нержавеющей стали <i>Астафурова Е.Г., Майер Г.Г., Мельников Е.В., Москвина В.А., Раточка И.В., Мишин И.П., Захаров Г.Н., Астафуров С.В.</i>	400
Физико-механические и триботехнические характеристики полимерных нанокомпозитов на основе полиэфирэфиркетона (ПЭЭК) <i>Нгуен Д.А., Панин С.В., Алексенко В.О., Корниенко Л.А., Иванова Л.Р.</i>	402
Изменение механизма разрушения коррозионностойкой аустенитной стали при наводороживании <i>Астафурова Е.Г., Майер Г.Г., Мельников Е.В., Фортуна А.С., Москвина В.А.</i>	403
Модель эволюции толщины порошкового слоя в условиях лазерного сплавления <i>Соболева П., Князева А.</i>	405
Влияние скорости скольжения и нагрузки на сопротивление изнашиванию твердосмазочных композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена <i>Алексенко В.О., Буслович Д.Г., Панин С.В., Корниенко Л.А., Иванова Л.Р.</i>	406

и $R_{a2}=(0.250\pm0.085)$ мкм, $S_{m2}=27$ мкм. В образцах с Ti-Ta поверхностным сплавом формируется однородная поверхность по морфологическому признаку относительно исходного состояния, параметры шероховатости составляют: $R_{a1}=(0.232\pm0.074)$ мкм, $S_{m1}=48$ мкм и $R_{a2}=(0.351\pm0.176)$ мкм, $S_{m2}=50$ мкм.

Таким образом, в работе (1) был определен режим предварительной НСЭП обработки сплавов на основе TiNi, который приводит к топографической однородности поверхности; (2) показана возможность формирования Ti-Ta поверхностного сплава с заданным химическим составом и морфологией поверхности аддитивным методом с использованием электронного пучка.

Исследования физико-химических свойств сплава TiNi после предварительной НСЭП обработки проводились в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы (проект 23.2.1); с Ti-Ta поверхностным сплавом на подложке TiNi – при финансовой поддержке грантом РФФИ №15-13-00023 (от 18.05.2015).

Литература

1. Бойко В. И., Валяев А. Н., Погребняк А. Д. Модификация металлических материалов импульсными мощными пучками частиц // Успехи физической химии. – 1999. – Т. 169. – № 11. – С. 1243–1271.
2. Meisner L.L., Markov A.B., Rotshtein V.P., Ozur G.E., Meisner S. N., Yakovlev E. V., Gudimova E.Yu. Formation of microcraters and hierarchically-organized surface structures in TiNi shape memory alloy irradiated with a low-energy, high-current electron beam // AIP Conference Proceedings. – 2015. – Vol. 1683. – P. 020145(1-6).

STRUCTURAL DISORDER AND KINETIC PROPERTIES OF GRAPHENE AT LOW TEMPERATURES

^{1,2}Bobenko N.G., ¹Egorushkin V.E., ³Melnikova N.V., ^{1,2}Ponomarev A.N.,
⁴Belosludtseva A.A., ⁴Barkalov L.D.

¹ Institute of Strength Physics and Materials Science of SB RAS, Tomsk, Russia

² National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

³ V.D. Kuznetsov Siberian Physical Technical Institute of Tomsk State University, Tomsk, Russia

⁴Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, Russia
nilitvin86@mail.ru

A theoretical study of the DOS, resistivity and thermal conductivity of a metallized epitaxial graphene with impurities and structural inhomogeneous of the short-range order type is performed. The authors of [1] estimated such characteristics as the electron-phonon relaxation length, the corresponding relaxation time, and the diffusion coefficient. Table 1 summarizes their

estimations, the data from [2] and the results of our calculations of relaxation time, mean free path, and diffusion coefficient. One may see that all values are of the same order of magnitude, which indicates the importance of electron scattering on the short-range ordered domains. At low temperatures, this scattering may be more important than electron scattering on phonons.

We have shown that only in the presence of the structures forming large-area ‘cells’ in the graphene layer there is a temperature dependence of relaxation time, DOS and resistivity, which is sensitive to the concentration of defects and the types of short-range order (structural inhomogeneities).

Adsorption of gases and deep graphene penetration into the substrate lead to the appearance of atoms of a different kind in the first coordination sphere. As it follows from our results, this case corresponds to the negative short-range order parameter value. The structures with this atomic arrangement are known as ordered ones. If the impurity or doped atoms are in the second coordination sphere, then the short-range order parameter is positive and graphene is stratified.

We have also shown that in the cases of graphene ordering or stratification the electron relaxation time behaves itself in a different way. It decreases in the former case, when the temperature rises, and decreases in the latter. The mean free paths and diffusion coefficients calculated here are of the same order of magnitude as estimated in [1] for electron-phonon scattering. That is why at low temperatures the electron scattering on the short-range order structures may be even more important than that on phonons. The same result has been confirmed with our calculation of thermal conductivity and [3].

In the case of stratification, the calculated contribution to the DOS is positive. This suggests that the presence of impurities or the doped atoms may be responsible for the metallization of graphene in the case where the gap at the Fermi level is closed. When the short-range order parameter is positive, the temperature behavior of resistivity is typical for metals [4]. In the ordered graphene, the contribution to the DOS from electron scattering on the short-range order type structures, changes its sign to the opposite one, which results in the opening of a gap in the DOS; the respective contribution to electrical resistivity decreases when the temperature rises. The depth of the minimum in the DOS depends on temperature, thus it increases with T in a metallized graphene and decreases in a gas-saturated graphene, which is also validated by the experimental data [5].

Thus, the conditions for the appearance and disappearance of a gap in DOS are obtained for the case where the location of defects changes. A temperature dependence of relaxation time, DOS, resistivity and thermal conductivity is described only in the presence of the structures forming large-area ‘cells’ in the graphene layer.

4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации

Quantity	Estimations for electron-phonon relaxation [1]	Data from [2]	Calculations at $T < 100$ K [this work]
Relaxation time τ	$0.36\text{--}1.08 \cdot 10^{-14}$ s	$10^{-14}\text{--}10^{-12}$ s	$\sim 10^{-14}$ s
Mean free path length $L = v_F \tau$	40–100 nm	10–100 nm	~ 10 nm
Diffusion coefficient $D = v_F^2 \tau / 2$	18–50 cm ² /s	50–5000 cm ² /s	~ 50 cm ² /s

Table 1. The data from [1] and [2] and our calculations of relaxation time, mean free path length and diffusion coefficient.

References

1. Price A. S., Hornett S.M., Shytov A. V. et al. (2012) Nonlinear resistivity and heat dissipation in monolayer graphene, *Phys. Rev. B* 85, 161411.
2. Usachov D.Y., Fedorov A.V., Vilkov O.Y. et al. (2013) Synthesis and electronic structure of nitrogen-doped graphene, *Physics of the Solid State* 55, 1325.
3. Yiğen S., Champagne A. R., (2014) Wiedemann–Franz Relation and Thermal-Transistor Effect in Suspended Graphene, *Nano Lett.* 14 289.
4. Morozov S. V., Novoselov K.S., Katsnelson M.I. et al, (2008) Giant Intrinsic Carrier Mobilities in Graphene and Its Bilayer, *Phys. Rev. Lett.* 100, 016602.
5. Tan Y.-W., Zhang Y., Stormer H.L, Kim P. (2007) Temperature dependent electron transport in graphene, *Eur. Phys.J. Spec. Top.* 148 15.

ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОСОБЕННОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ПОКРЫТИЯ Ti-C-Mo-S НА РАЗНЫХ ПОДЛОЖКАХ И ПРИ РАЗНЫХ НАГРУЗОЧНО-СКОРОСТНЫХ РЕЖИМАХ ТРЕНИЯ

¹Шубин А.Ю., ²Потекаев А.И., ²Савостиков В.М.,

²Галсанов С.В., ¹Иванова А.И.

¹НИИ Томский политехнический университет, Томск, Россия

²Сибирский физико-технический институт им. академика В.Д. Кузнецова

НИИ Томского государственного университета, Томск, Россия

ayshubin@gmail.com

Из общих положений физики и трибологии очевидно, что основные триботехнические характеристики покрытий (коэффициент трения и износостойкость) будут зависеть от методов и режимов их осаждения, от материалов подложки, на которую они осаждаются, от метода и используемого контртела при фрикционных испытаниях, от нагрузочно-скоростных режимов трения [1,2,3]. Анализ литературных данных