

Формирование наноструктур ускоренными ионами C_{60} : новые возможности и достижения

Пуха В.Е.^{1,2}

pve@icp.ac.ru

¹ ФИЦ ПХФ и МХ РАН Черноголовка, Россия

² ООО "Центр Водородной Энергетики" (ПАО АФК «Система»), Черноголовка, Россия

При столкновении с поверхностью многоатомных частиц, имеющих скорость $10^4 - 10^5$ м/с в ограниченной области вокруг точки падения возникает ряд явлений, характерных для коллективного взаимодействия. К ним относятся: появление ударной волны, возникновение высоких давлений и температур в приповерхностной зоне, нелинейные эффекты при распылении поверхности [1]. Структурообразование в этом случае идет по другим механизмам, чем при облучении ускоренными атомами. Эти механизмы слабо изучены, и можно говорить о новой физике и химии поверхностных явлений.

По сравнению с газовыми кластерами ускоренные молекулы C_{60} имеют ряд преимуществ, которые проявляется в фиксированной массе и энергии компактных больших молекул, а также в формировании углеродных покрытий, структура и кинетика роста которых могут характеризовать предельные условия их зарождения. Полученные результаты могут быть перенесены на исследования, связанные с обработкой поверхности (осаждение покрытий, распыление) ускоренными кластерами и наночастицами, не имеющих фиксированной массы и энергии [1]. Кроме того, сами покрытия обладают уникальными свойствами, связанными с их нанокompозитным (НК) строением, когда нанокристаллы графита (НГ) размером 1-2 нм, окружены сверхтвердой алмазоподобной матрицей. Этот сверхтвердый (~ 50 ГПа) нанокompозит, имеет низкий коэффициент трения ($\sim 0,05$) и малые степени износа ($\sim 2,4 \times 10^{-10}$ мм³/Н×мм) [2]. На его основе получены защитные покрытия для титановых биполярных пластин низкотемпературных топливных элементов с рекордно низким контактным сопротивлением для углеродных систем (менее 3 мОм на кв. см.) [3]. Возможны и биомедицинские применения НК. Так Co-Cr сплав с НК углеродным покрытием, полученным из ускоренных ионов C_{60} продемонстрировал по сравнению с титаном и Co-Cr сплавом без покрытия гораздо лучшие биологические свойства по отношению к образованию новых тканей, кроме того отсутствовали негативные морфологические параметры, такие как некроз и деминерализация [4].

Дальнейшие исследования связаны, как с возможностью формирования наноструктур при более высокой энергии ионов C_{60} , когда превалирует распыление поверхности, так и использования их для роста новых НК на основе ионов C_{60} и азота, водорода и других активных газов, а также формирование полимерных структур на основе C_{60} [5]. Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ ПХФ и МХ РАН (№124013000692-4)

Ссылки

1. Karaseov P. A. , Karasev, K. P., Strizhkin, D. A., Fedorenko, E. D., Pukha, V. E., Ieshkin, A. E., & Kireev, D. S., Applied Surface Science. (2025) **720**, 165220.
2. Khadem, M., Pukha, V. E., Penkov, O. V., Khodos, I. I., Belmesov, A. A., Nechaev, G. V., Kabachkov E.N., Karaseov, P.A. & Kim, D. E., Surf. Coat. Technol. (2021) **424**, 127670.
3. Pukha V. E., Glukhov, A. A., Belmesov, A. A., Kabachkov, E. N., Khodos, I. I., Khadem, M., Kim D.-E., Karaseov, P. A., Vacuum. (2023) **218**, 112643.
4. Penkov O. V. Pukha, V. E., Starikova, S. L., Khadem, M., Starikov, V. V., Maleev, M. V., & Kim, D. E., Biomaterials. (2016) **102**, 130-136.
5. Penkov O. V. Pukha, V. E., Devizenko, A. Y., Kim, H. J., & Kim, D. E, Nano letters. (2014) **14**, 2536-2540.