Письма в ЖЭТФ, том 109, вып. 10, с. 707 – 708

Комментарий к работе "Природа равноотстоящих отрицательных дифференциальных сопротивлений в спектрах ультрамалых наночастиц" (Письма в ЖЭТФ 108(7), 504 (2018))

М. В. Гришин[1], А. К. Гатин, Н. В. Дохликова, М. А. Кожушнер, С. Ю. Сарвадий, Б. Р. Шуб

Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН, 119991 Москва, Россия

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г.
После переработки 13 марта 2019 г.
Принята к публикации 26 марта 2019 г.

DOI: 10.1134/S0370274X19100151

В статье обсуждаются вопросы возникновения "многорезонансных туннельных переходов в наноконтактах, содержащих ультрамалые наночастицы с адсорбированными атомами" [1–10]. Речь идет о том, что в некоторых случаях при измерении вольтамперных характеристик (ВАХ) туннельных контактов сканирующего туннельного микроскопа (СТМ), которые включают нанесенные на графит и покрытые адсорбированными молекулами металлические наночастицы, на кривых наблюдаются серии равноотстоящих локальных максимумов. Они возникают только после экспозиции образцов в O_2 и H_2, а также в парах воды. Вызывает беспокойство некорректное цитирование авторами статьи наших экспериментальных работ. Так, пример на рис. 2, на который ссылаются авторы статьи, в публикации [6] отсутствует, в [6] отсутствует и рис. 7, так же, как и рис. 5 в [10], на которые даются ссылки на с. 508. Кроме того, вызывают возражения следующие положения рассматриваемой статьи:

1. *Невозможность наблюдения серий подобных особенностей, состоящих из нескольких локальных максимумов.* Авторы рассматриваемой статьи утверждают, что вероятность перехода системы из основного в 1-е, 2-ое и вышележащие возбужденные состояния невелика. Это верно для нейтральных молекул. Однако в [4–10] подобные переходы происходят между основным состоянием нейтральной молекулы (например, H_2O) и колебательным состоянием отрицательного молекулярного иона (H_2O^-). Для пар молекул типа (OH, OH^-), (H_2O, H_2O^-) сдвиг положения равновесия достаточно велик [11, 12], что значительно повышает вероятность таких колебательных переходов.

2. *Имеется зависимость между интервалом по напряжению между локальными максимумами и размером наночастиц.* Авторы рецензируемой статьи ссылаются на рис. 5 работы [4] и рис. 1 работы [9]. В действительности на рис. 5 из [4] представлены распределения интервалов между локальными максимумами, ΔU, измеренные для адсорбированных на наночастицах золота молекул H_2O и D_2O. При этом использовался один и тот же образец, который охарактеризован на рис. 1 работы [9]. Сдвиг максимумов не может быть связан с размерами наночастиц, поскольку они не изменялись, но обусловлен заменой водорода на дейтерий (изотопическим эффектом), что полностью соответствует теории.

3. *В условиях экспериментов, описанных в работах [4–10], имеет место заряжение наночастиц и, как следствие, кулоновская блокада прохождения электронов.* Эффекты кулоновской блокады за счет заряжения наночастиц проявляются на ВАХ в виде ступеней [13]. Тогда на ВАХ и без адсорбированных молекул должны наблюдаться ступени, чего в действительности нет. Это означает, что и кулоновской блокады нет. Из статьи также следует, что в условиях экспериментов [4–10] на кривых, измеренных на поверхности наночастиц, должны регулярно наблюдаться длинные серии эквидистантных локальных максимумов, вне зависимости от наличия адсорбатов на поверхности наночастиц. Это утверждение неверно: серии состоят самое большее из 4 максимумов при одном знаке напряжения. Количество приведенных в [4–10] кривых такого типа в общем массиве измеренных данных невелико (около 10 %), и они возникают только после адсорбции на поверхности наночастиц тех или иных молекул. Кроме того, изотопический эффект однозначно доказывает взаимосвязь между сериями эквидистантных локальных максимумов на

[1]e-mail: mvgrishin68@yandex.ru

кривых ВАХ и электронно-колебательным возбуждением адсорбированных молекул.

Модель, рассматриваемая в работе Далидчика и соавторов, имеет право на существование и, возможно, имеются объекты, к которым она применима. Однако этот подход не применим при интерпретации наших экспериментов [4–10].

1. R. Houbertz, U.Weber, and U. Hartmann, Appl. Phys. A **66**, S149 (1998).
2. D. A. Antonov, O. N. Gorshkov, A. P. Kasatkin, G. A. Maximov, D. A. Saveliev, and O. D. Filatov, Phys. Low-Dim. Struct. **1/2**, 139 (2004).
3. М. А. Лапшина, Д. О. Филатов, Д. А. Антонов, Н. С. Баранцев, Поверхность: рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования **7**, 71 (2009).
4. А. К. Гатин, М. В. Гришин, С. А. Гуревич, Н. Д. Дохликова, А. А. Кирсанкин, В. М. Кожевин, Н. Н. Колченко, Т. Н. Ростовщикова, В. А. Харитонов, Б. Р. Шуб, Д. А. Явсин, Известия Академии наук, сер. химическая **8**, 1696 (2014).
5. М. В. Гришин, А. К. Гатин, Н. Д. Дохликова, Н. Н. Колченко, С. Ю. Сарвадий, Б. Р. Шуб, Российские нанотехнологии **11**(11–12), 49 (2016).
6. М. В. Гришин, А. К. Гатин, Н. Д. Дохликова, А. А. Кирсанкин, А. И. Кулак, С. А. Николаев, Б. Р. Шуб, Кинетика и катализ **56**(4), 539 (2015).
7. М. В. Гришин, А. К. Гатин, Н. Д. Дохликова, А. А. Кирсанкин, В. А. Харитонов, Б. Р. Шуб, Известия Академии наук, сер. химическая **7**, 1525 (2013).
8. А. А. Кирсанкин, М. В. Гришин, Н. Н. Колченко, Б. Р. Шуб, Химия в интересах устойчивого развития **22**, 613 (2014).
9. А. К. Гатин, М. В. Гришин, А. А. Кирсанкин, В. А. Харитонов, Б. Р. Шуб, Российские нанотехнологии **8**(1–2), 39 (2013).
10. А. К. Гатин, М. В. Гришин, С. Ю. Сарвадий, Б. Р. Шуб, в кн. *Синтез, строение и свойства металл/полупроводник содержащих наноструктурированных композитов*, под ред. Л. И. Трахтенберга и М. Я. Мельникова, Техносфера, М. (2016), с. 109.
11. М. А. Кожушнер, И. И. Олейник, ЖЭТФ **142**(5), 862 (2012).
12. М. А. Кожушнер, Н. В. Дохликова, Химическая физика **34**(11), 11 (2015).
13. H. van Kempen, P. J. M. van Bentum, and R. T. M. Smokers, Physica Scripta T **42**, 153 (1992).