

Nanocars: игрушки для химиков или начало новой технологической эры?

Ширкин А.Ю.¹, Дойников Д. А.¹

1. Кафедра Общей и Неорганической химии

Идея «молекулярных механизмов» принадлежит Ричарду Фейнману. В то время как современные электронные компоненты давно и успешно уменьшаются в размерах, применить идеи молекулярной миниатюризации к механическим элементам удалось относительно недавно. Сейчас известны молекулярные «переключатели», «рычаги», «шаттлы» и т.д. Среди подобных «механизмов» существует концепция наномашин. Главной задачей разработки наномашин является возможность переноса ими вещества или информации по некой поверхности [1].

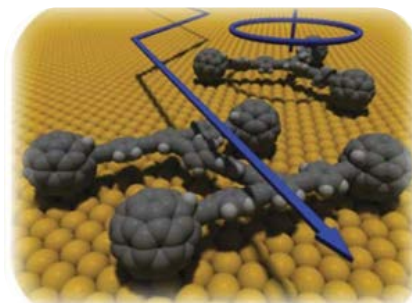


Рис. 1. Концепция наномашин

По образу обычной машины наномашину так же можно условно поделить на колеса, мосты, шасси и двигатель (Рис. 1). Роль колес, например, могут выполнять фрагменты адамантана или C_{60} . Однако не стоит забывать, что перемещение наномашин по поверхности подчиняется правилам квантовой, а не ньютоновской механики. Например в работах [2,3] показано влияние качества поверхности, а также её типа и типа «колес» наномашин (другими словами, энергии взаимодействия «колес» и поверхности) на скорость движения наномашин. В работе [3] также описывается методика подсветки наномашин флуоресцентным хромофором, что немаловажно для изучения их динамики.

Световую, химическую [4] или электромагнитную энергию в энергию движения наномашин преобразует «двигатель». Движение наномашин происходит за счет активации химических связей внутри неё или с поверхностью. Например, электрическое поле, влияя на связи с поверхностью, приводит наномашину в движение на золоте [5]. Причем наибольший вклад в движение вносит именно поворот «колес», а не скачки по поверхности.

Синтез наномашин разнообразен [6] и определяется в основном только самой концепцией сборного аналога настоящей машины. Особо стоит отметить возможность самосборки компонентов наномашин через водородные связи и металлические комплексы [7].

Химия «молекулярных механизмов» на данный момент находится на стадии своего зарождения. Как в плане теории и возможностей компьютерного моделирования «механизмов», так и в плане их применения. Бесспорно, «молекулярные механизмы» являются следующей вехой в технической миниатюризации, но на данном этапе развития техники сложно представить их конкретное приложение.

1. Y. Shirai, J.M. Tour, Chem. Soc. Rev., 2006, **35**, 1043–1055. IF 24.892
2. S. Khatua, J.M. Tour, S. Link, J. Phys. Chem. Lett. 2010, **1**, 3288–3291. IF 6.585
3. Pin-Lei E. Chu, S. Link, J.M. Tour, ACS Nano. **7**, №1 35–41, 2013
4. J.Godoy, G. Vives, J.M. Tour, ACS Nano. **5**, №1 85–90, 2011
5. A.V. Akimov, A.B. Kolomeisky, J. Phys. Chem. C 2012, **116**, 22595–22601 IF 4.814
6. G. Vives, J.M. Tour, ACCOUNTS OF CHEMICAL RESEARCH, **42**, 3, 2009 473-487
7. T. Sasaki, J.M. Guerrero, J.M. Tour, Tetrahedron **64** (2008) 8522–8529