
НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

*В. Н. Пак,
заведующий кафедрой физической и аналитической химии*

КОРОТКО О НАНОТЕХНОЛОГИЯХ И НАНООБЪЕКТАХ

Начнем с того, что в хорошо знакомые и легко используемые слова «микромир», «микрообъекты» люди, причастные к естественным наукам, — как, впрочем, и далекие от нее, — вкладывают широкий и довольно неопределенный смысл. В шкале размерности приставка «микро» означает одну миллионную долю метра (микрон, мкм, 10^{-6} м), — величину порядка толщины волоска (представляющего собой по сути макрообъект). Однако, произнося «микро», мы, как правило, имеем в виду нечто невидимое глазом — молекулы, атомы и даже элементарные частицы, т. е. объекты с размерами несопоставимо меньшими микрона. И это не вводит в серьезное заблуждение ни специалистов, ни «пешеходов», представляя собой нечто вроде литературного штампа.

Появившиеся недавно и быстро укрепившиеся в научном (и даже политическом!) лексиконе термины «нанотехнологии», «**нанообъекты**» лихо звучат в стенах Думы и украшают постановления правительства. Это заставляет отнестись к фактору размерности более ответственно. Итак, нанометр (нм, 10^{-9} м) — величина в тысячу раз меньшая микрона. Позволим себе заметить при этом, что именно в эту нанометровую область размеров (от единиц до десятков нм) попадают молекулы — носители свойств бесконечного множества веществ, с давних пор старательно изучаемых химиками, физиками, биологами. Получается, что «нанотехнология» — всего лишь ярко звучащее модное слово, загадочный научно-политический жупел? Как ни забавно, отчасти это именно так. Парадокс заключается в том, что каждый третий ученый может легко зачислиться в когорту исследователей нанообъектов, имея на то вполне достаточные основания.

И все же, сосредоточившись, следует признать, что главная причина появления и быстрого укрепления «нанопозиций» заключается в насущной необходимости снижения размеров функциональных элементов устройств

электронной и оптоэлектронной техники. Здесь максимальная (**нано!**) миниатюризация, в пределе — именно на молекулярном уровне, призвана обеспечить резкое повышение плотности, скорости и надежности записи и считывания информации. Как раз на этой «арене» разыгрываются главные события, имеющие наибольший экономический вес.

Что касается ряда других давно и серьезно развиваемых направлений, отнесенных сегодня к разряду «**критических технологий**», то их изначально и с полным основанием можно было наделить приставкой «**нано**». Приведу лишь несколько примеров, апеллируя отчасти к тематике исследований, осуществляемых на кафедре физической и аналитической химии.

Гетерогенные катализаторы — вещества, ускоряющие химические процессы, — представляют собой широчайший класс типичных **наносистем**. Задачей оптимизации многих важнейших технологических процессов является получение каталитически активных **наночастиц** заданного размера. Характерно, что эти частицы неустойчивы и, как правило, не могут существовать в свободном виде. По этой причине следует уметь закреплять их на поверхности специальных носителей, обеспечивая при этом максимальное сохранение их активности.

К разряду «критических» отнесены сегодня и мембранные технологии. Здесь речь идет прежде всего о реализации процессов очистки жидкостей и газов, а также разделения входящих в них компонентов. Решение серьезнейших задач промышленного, экологического, медицинского и других направлений связано, таким образом, с разработкой «молекулярных сит» — высокопроизводительных мембран, имеющих каналы направленно регулируемого диаметра в **нанометровом** диапазоне значений. В перечень требований, предъявляемых к таким устройствам, входят, кроме того, химический состав стенок каналов, их форма и

протяженность, механическая прочность, химическая и радиационная устойчивость мембран.

Чрезвычайно важной — впрочем, пока что в основном академической — является общая проблема, состоящая в исследовании размерно-зависимых явлений. Простая ее формулировка состоит в том, насколько и как могут измениться свойства хорошо знакомых нам твердых веществ (скажем, поваренной соли или песка) при уменьшении их размеров до

наночастиц. В работах этого направления уже обнаружено множество интересных и потенциально полезных эффектов. В большинстве случаев, однако, на пути достижения заветного нанометрового диапазона существуют более чем серьезные препятствия. Таким образом, необходима разработка специальных методов направленного получения и стабилизации наночастиц широкого круга веществ. Исследования в этом направлении сулят много нового и неожиданного.

*А. А. Рычков,
заведующий кафедрой машиноведения*

ЭЛЕКТРЕТЫ В НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

В последние несколько лет основные научные изыскания лаборатории «Электреты в наукоемких технологиях» сконцентрированы на разработке и исследовании нового класса электретных материалов, который представляет собой полимеры с элементсодержащими наноструктурами, встроенными в поверхностные макромолекулы. Таким образом, работы ведутся в рамках приоритетного направления развития науки, технологии и техники в Российской Федерации «Индустрия наносистем и материалов». Кроме того, научные исследования и разработки лаборатории соответствуют разделам Перечня критических технологий РФ: «Нанотехнологии и наноматериалы», «Технологии создания и обработки полимеров и эластомеров».

В 2006 г. основные усилия лаборатории были сосредоточены на разработке темы «Исследование механизмов стабилизации электретного заряда в полимерах с элементсодержащими наноструктурами, встроенными в поверхность». Основная научная задача исследования состояла в комплексном изучении молекулярных механизмов стабилизации электретного заряда в полимерах с поверхностными наноструктурами на основе фосфора, титана и кремния. При этом предполагалось уточнить представления о механизмах стабилизации электретного гомозаряда на энергетически глубоких ловушках, связанных с синтезированными на поверхности полимера наноструктурами.

В ходе исследования были разработаны эффективные способы увеличения стабильности электретного состояния в целом ряде полимеров, крупнотоннажное производство которых хорошо налажено в России.

Основные преимущества полученных результатов перед известными аналогами не сводятся только к получению уникальных электретных характеристик (что само по себе существенно), но, кроме того, при внедрении в массовое производство не требуется коренной его перестройки, а предполагается лишь введение в технологическую цепочку дополнительной операции, выполняемой по химической нанотехнологии молекулярного наслаивания.

Области применения нового класса электретных материалов на базе полимеров с поверхностными наноструктурами очень широки, например, в электроакустике (электретные микрофоны и телефоны), в микросистемной технике (электретные микромоторы), в медицине (электретные протезы сосудов), в современном технологическом оборудовании (датчики, сенсоры).

Для выяснения молекулярного механизма электретного эффекта в этих материалах был выполнен комплекс экспериментально-теоретических работ, позволивших предложить физические модели, учитывающие специфические особенности модифицированных полимерных электретов. В ходе исследований удалось определить микроскопические параметры центров захвата заряда, связанных с неорганическими наноструктурами. Предложен способ жидкофазной модификации изучаемых полимеров, что позволило расширить спектр наноструктур, внедряемых в поверхностные макромолекулы полимеров.

В числе наиболее значимых научных исследований, выполненных в 2006 г., можно отметить научно-исследовательскую работу «Исследование механизмов стабилизации электретного