Федеральное агентство науки и образования

Пензенский государственный университет

Кафедра нано- и микроэлектроники

Курсовая работа

«Роль нанотехнологии в создании более эффективных преобразователей энергии»

Выполнили:

ст. гр. 06ЕЮ1

Сапрыкин М.С.

Сорокин О.В.

Проверила:

Гришанова В.А.

2007

**Содержание**

1. Введение
2. Эйфория по поводу нанотехнологий вполне оправдана
3. Нанотехнологии и переход к водородной энергетике
4. Не «Дюраселом» единым
5. Наноканалы генерируют электричество за счёт тока жидкости
6. Побит рекорд эффективности пластиковых солнечных элементов
7. Создан двигатель с фотонным питанием
8. Топливо для нанороботов
9. Приложение
10. Литература

**1. Введение**

Для понятия нанотехнология, пожалуй, не существует исчерпывающего определения, но по аналогии с существующими ныне микротехнологиями следует, что нанотехнологии - это технологии, оперирующие величинами порядка нанометра. Поэтому переход от "микро" к "нано" - это качественный переход от манипуляции веществом к манипуляции отдельными атомами.

Когда речь идет о развитии нанотехнологий, имеются в виду три направления:

изготовление электронных схем (в том числе и объемных) с активными элементами, размерами сравнимыми с размерами молекул и атомов;

разработка и изготовление наномашин;

манипуляция отдельными атомами и молекулами и сборка из них макрообъектов.

Разработки по этим направлениям ведутся уже давно. В 1981 году был создан туннельный микроскоп, позволяющий переносить отдельные атомы. С тех пор технология была значительно усовершенствована. Сегодня эти достижения мы используем в повседневной жизни: производство любых лазерных дисков, а тем более DVD невозможно без использования нанотехнических методов контроля.

На данный момент возможно наметить следующие перспективы нанотехнологий:

1. Медицина. Создание молекулярных роботов-врачей, которые "жили" бы внутри человеческого организма, устраняя или предотвращая все возникающие повреждения, включая генетические.

2. Геронтология. Достижение личного бессмертия людей за счет внедрения в организм молекулярных роботов, предотвращающих старение клеток, а также перестройки и улучшения тканей человеческого организма. Оживление и излечение тех безнадежно больных людей, которые были заморожены в настоящее время методами крионики.

3. Промышленность. Замена традиционных методов производства сборкой молекулярными роботами предметов потребления непосредственно из атомов и молекул.

4. Сельское хозяйство. Замена природных производителей пищи (растений и животных) аналогичными функционально комплексами из молекулярных роботов. Они будут воспроизводить те же химические процессы, что происходят в живом организме, однако более коротким и эффективным путем. Например, из цепочки "почва - углекислый газ - фотосинтез - трава - корова - молоко" будут удалены все лишние звенья. Останется "почва - углекислый газ - молоко (творог, масло, мясо)". Такое "сельское хозяйство" не будет зависеть от погодных условий и не будет нуждаться в тяжелом физическом труде. А производительности его хватит, чтобы решить продовольственную проблему раз и навсегда.

5. Биология. Станет возможным внедрение наноэлементов в живой организм на уровне атомов. Последствия могут быть самыми различными - от "восстановления" вымерших видов до создания новых типов живых существ, биороботов.

6. Экология. Полное устранение вредного влияния деятельности человека на окружающую среду. Во-первых, за счет насыщения экосферы молекулярными роботами-санитарами, превращающими отходы деятельности человека в исходное сырье, а во-вторых, за счет перевода промышленности и сельского хозяйства на безотходные нанотехнологические методы.

7. Освоение космоса. По-видимому, освоению космоса "обычным" порядком будет предшествовать освоение его нанороботами. Огромная армия роботов-молекул будет выпущена в околоземное космическое пространство и подготовит его для заселения человеком - сделает пригодными для обитания Луну, астероиды, ближайшие планеты, соорудит из "подручных материалов" (метеоритов, комет) космические станции. Это будет намного дешевле и безопаснее существующих ныне методов.

8. Кибернетика. Произойдет переход от ныне существующих планарных структур к объемным микросхемам, размеры активных элементов уменьшаться до размеров молекул. Рабочие частоты компьютеров достигнут терагерцовых величин. Получат распространение схемные решения на нейроноподобных элементах. Появится быстродействующая долговременная память на белковых молекулах, емкость которой будет измеряться терабайтами. Станет возможным "переселение" человеческого интеллекта в компьютер.

9. Разумная среда обитания. За счет внедрения логических наноэлементов во все атрибуты окружающей среды она станет "разумной" и исключительно комфортной для человека.

**2. Эйфория по поводу нанотехнологий вполне оправданна**

Тот факт, что нанотехнологии способны внести важнейший вклад в решение проблем как энергетики, так и связанных с ними задач по сохранению окружающей среды, сомнений не вызывает. Линии электропередачи, да и вообще все проводники электроэнергии, аккумуляторы и солнечные фотопреобразователи становятся благодаря им мощнее и повышают свой КПД. Именно это обстоятельство побудило руководство германской земли Гессен, как отмечает еженедельная газета VDI-Nachrichten перейти к организации постоянного диалога между представителями различных энергетических отраслей и нано-учеными. Гессен, по словам земельного министра экономики Алоиса Риля делает ставку на надежную, экологически чистую энергию по доступным для населения ценам и именно достижению этой цели могут помочь нанотехнологии.

Проведенный по инициативе министерства в кооперации с таким научным учреждением Institut fur Solare Кnergieversorgungstechnik форум под названием «Нано-Энергия» продемонстрировал возможности нанотехнологий не только в сфере повышения качественного использования традиционных энергоносителей, в частности ископаемых, включая и ядерную энергетику, таких возобновляемых видов энергии, как тепло земли, солнце, ветер, вода, биомасса. Речь при этом может идти, например, об использовании новых технологий для производства более стойкого к износу бурового оборудования, применяемого для освоения нефтяных и газовых месторождений, для изготовления более легких и стабильных лопастей для роторов ветряных электростанций, для увеличения КПД солнечных панелей за счет роста объема поглощения света на электростанциях, использующих энергию нашего светила. Уже созданы «интеллигентные» окна, способные либо абсорбировать энергию солнца, либо отражать ее в зависимости от времени года и потребности жилища. Перспективным направлением применения нанотехнологий ученые считают работы по улучшению поглощающих свойств традиционных солнечных панелей с использованием кремния или созданию новых видов покрытия из полимерных пленок. Полимеры позволят не только снизить цену таких панелей, но и даже использовать их для энергоснабжения мобильных электронных устройств.

Широкое применение наноматериалы найдут в процессах превращения первичных видов энергоресурсов в другие виды энергии, в том числе в электроэнергию. В автомобильной промышленности это снизит потребление топлива за счет применения наноматериалов в генераторах, в шинах, в специальных добавках в бензин или за счет оптимизации сгорания топлива в моторах, изготовленных на базе наноматериалов. В электроэнергетике предполагается применение покрытий из нановещества в турбинах, топливных элементах. Можно добиться повышения емкости электрических батарей, аккумуляторов и конденсаторов за счет применения при их создании наноэлементов.

Сегодня ученые работают над применением наноматериалов при термоэлектрических превращениях энергии. Речь идет о создании полупроводников с наночастицами, что позволит использовать остаточное тепло как в автомобильных моторах, так и тепло человеческого тела с помощью специальных текстильных наноматериалов.

Потерь энергии можно будет в перспективе избежать за счет применения в системах электропередачи углеродных проводников с добавками наноэлементов.

Однако не только в высокотехнологичных областях возможно применение наноматериалов. Например, в спорте можно резко повысить энергетику мяча для гольфа. Смысл состоит в физических свойствах ротации мяча, благодаря которым он достигает наибольшей высоты. При этом если ротация неравномерно воздействует на ось мяча, то он отклоняется влево или вправо. Использование нанотехнологий при изготовлении таких мячей позволяет им равномерно достигать больших высот без каких-либо отклонений. Возможно, что подобная технология может применяться и при конструировании летательных аппаратов.

**3. Нанотехнологии и переход к водородной энергетике**

Если рассмотреть «водородные программы» правительств разных стран, становится видно, что их целью является достижение «технологической готовности» такого уровня, на котором станет возможным принимать решения о коммерциализации этой технологии и сателлитных разработок в масштабах промышленности.

На достижение столь амбициозных целей отпущено крайне мало времени: в качестве дат полного перехода к повсеместному использованию водородного топлива называются 2015, 2020 и 2025 гг. Нанотехнологии могут существенно помочь разработкам в этом направлении, поскольку уже сейчас предоставляют решения для каждого из трех ключевых аспектов водородной энергетики – производства водорода, его хранения и создания эффективных топливных ячеек.

Чтобы избежать терминологической путаницы, заметим, что «водородный автомобиль», о котором идет речь в настоящей статье - это не автомобиль с двигателем внутреннего сгорания, использующим в качестве горючего водород или смесь водорода с природным газом. Имеется в виду «водородный автомобиль» как машина с электрическим приводом, где химическая энергия топлива напрямую преобразуется в электрическую энергию, без механических или тепловых процессов. Чистый выхлоп – тепло и вода.

Первая существенная проблема, которую необходимо решить для перехода на водородную основу – это собственно производство водорода. Топливные ячейки на водороде заряжаются водородом через преобразование жидких топлив (бензин, этанол, метанол) в водород прямо внутри самой ячейки, либо используют водород, произведенный где-то в другом месте и хранящийся в баке автомобиля.

Второй способ влечет за собой серьезную инфраструктурную задачу: поскольку пока еще не существует заправочных станций с водородной колонкой, их потребуется построить, а также создать и отладить всю логистическую цепочку – от завода по выработке водорода до бака автомобиля.

Производство водорода может осуществляться с использованием самых разных источников. Наиболее экологически чистые технологии находятся довольно далеко в стороне от главного направления разработок. Эти технологии используют возобновляемую энергию для обеспечения электричеством процесса электролиза воды, получая в итоге водород и кислород.

Технологией с самым высоким уровнем отходов является газификация угля. Как минимум до того времени, когда будут разработаны высокоэффективные способы захвата и отделения углерода. Разумеется, еще можно использовать атомную энергию для обеспечения электролизных станций электричеством – АЭС строятся, и на обеспечение безопасности эксплуатации этих станций тратится много усилий.

Если взять в качестве примера США, чей «водородный комплекс» можно считать одним из самых передовых, и попытаться выяснить, каким способом получают водород в этой стране, то получается следующая картина. Порядка 95 % производимого на сегодняшний день в США водорода (это составляет около 50 % мирового производства) – порядка 9 млн. тонн ежегодно – производится из метана при помощи высокотемпературного пара.

Становится понятно, зачем нефтяникам водородные технологии. Пока политики и энергетики говорят о «чистом будущем», которое наступит в эру водородной экономики, технологический маршрут Министерства энергетики США в данном направлении предусматривает подавляющее большинство – 90 % – водородной генерации на основе ископаемых энергоносителей – угля, газа и нефти – с дополнительной опорой на атомные электростанции.

Другими словами, выбросы парниковых газов останутся на прежнем уровне – только уже не из автомобильных выхлопных труб, а со станций генерации водорода. Существенным препятствием в создании чистых технологий производства водорода является их цена. Пока правительство не утвердит использование водорода в качестве основного топлива, или не увеличит в разы налоги на использование топлив на базе ископаемых энергоносителей, «эквивалент литра бензина» будет основным эталоном для водителей при принятии решения, какое топливо им покупать. А производство водорода из нефти, газа и угля на сегодняшний день является наиболее экономически оправданным методом.

Основной вклад нанотехнологий в «чистое» производство водорода заключается в том, что материалы, созданные с их помощью, могут использоваться в солнечных батареях. Также известны применения результатов нанотехнологических разработок в области катализаторов для процесса электролиза. Основные поиски сейчас нацелены на то, чтобы создать высокоэффективное устройство, которое можно заправить водой, выставить на солнце и получить водород без использования каких-либо внешних энергетических источников.

У солнечных батарей есть потенциал, который поможет воплотить эту идею в жизнь, однако пока мешает этому их низкая эффективность и, наоборот, слишком высокая цена. Правда, похоже, что солнечная энергетика не может покрыть все потребности в обеспечении станций генерации водорода нужным количеством энергии. Если представить, что вся солнечная энергия будет без потерь запасаться в топливные ячейки, то даже при этом условии получаются результаты, которые вряд ли удовлетворят потребителей энергии.

Статистика утверждает, что мировое потребление энергии в 2004 году составило около 404 квадриллионов британских тепловых единиц, или 427,4 млрд. ГДж. С одного квадратного метра поверхности можно в среднем получить 250 Вт за 1 секунду. Для выработки требуемого количества энергии потребуется площадь солнечных батарей в размере 95 млн. кв.км., что составляет около 2/3 всей поверхности суши планеты. А по прогнозу, потребление энергии к 2025 вырастет более чем в 1,5 раза – и тогда придется покрыть почти всю поверхность суши солнечными батареями.

Таким образом, вопрос повышения КПД выходит на первый план. Есть два основных типа солнечных батарей. Один из них производит водород напрямую посредством электрохимического процесса, преобразовывающего солнечную энергию в химическую. Для повышения КПД этого типа батарей существует материал с наноразмерными электродами, который увеличивает отношение поверхности к объему и тем самым повышает эффективность установки.

Другой тип солнечных батарей – фотоэлектрический. С помощью установок этого типа получаемое электричество может направляться на производство водорода путем электролиза воды. Эксперименты с массивами нанопроводов и другими наноструктурными материалами показали, что их применение может увеличить эффективность и таких батарей.

Не вдаваясь в детали, можно сказать, что нанотехнологии в будущем сыграют значительную роль в разработке высокоэффективных типов солнечных батарей, требующихся для создания жизнеспособной альтернативы добыче водорода при помощи ископаемых энергоносителей.

Проблема хранения водорода

Следующая важная задача – это задача хранения водорода. Хранение водорода на борту автомобиля в количестве, необходимом для передвижения, представляет собой серьезный вызов инженерам. По самым грубым подсчетам, для перемещения на расстояние в 100 км требуется около 1 кг водорода. Это значит, что необходимо возить в баке около 5 кг водорода, чтобы иметь возможность покрыть средний дневной пробег. Плотность водорода составляет 0,1 грамма на литр объема при комнатной температуре, следовательно, потребуется разместить 50 тыс. литров водорода в баке.

Есть три способа хранения такого объема: в виде сжатого газа с высокой степенью компрессии, в качестве жидкости (что требует сильного охлаждения), или в твердом виде.

Первый способ использовался в ранних моделях автомобилей, работающих на водороде. Конструкторы разных автомобильных платформ пытаются создать хранилища, которые бы соответствовали техническим требованиям, и при этом имели бы приемлемую цену, но пока рано говорить о каких-то значительных подвижках в данной области.

В прошлом году автомобильная компания Honda анонсировала концепт-кар FCX, который может хранить на борту 5 кг водорода при давлении около 350 кг/см2, причем его бак имеет размеры, позволяющие разместить его на автомобиле средних габаритов.

Использовать давление в десятки килограммов на кв. см. для хранения сжатого водорода, или охлаждение в до минус 252 градусов Цельсия для превращения его в жидкость представляет определенную угрозу безопасности потребителей. В этом свете подходящим альтернативным способом является хранение водорода в виде металлогидридов в хранилище, основанном на принципах адсорбции. В такой емкости водород впитывается во внутренние поверхности пористого материала, и может высвобождаться при помощи тепла, электричества или химической реакции. Известно довольно много металлов, которые могут выступать в качестве наполнителя, способного запасать водород.

Нанотехнологии и здесь могут помочь в решении таких задач. Методы, используемые при создании наноматериалов, позволяют управлять физическими характеристиками получаемых композитов. Это дает возможность формировать удерживающие эффекты нужной силы и получать большое соотношение площади поверхности адсорбента к его объему.

Подобные свойства полезны для разработки наполнителей для хранилищ водорода «третьего типа» - на базе адсорбции. Например, исследователи сейчас изучают свойства полимерных наноструктурированных материалов с целью разработки нового типа адсорбентов для хранилищ водорода. На сегодняшний день идет предварительное тестирование новых материалов, и результаты испытаний выглядят вполне обнадеживающими.

Одностенные углеродные нанотрубки обладают большой поверхностной площадью и при этом имеют относительно малую массу. Эти характеристики нанотрубок, согласно общему убеждению, позволяют считать их одним из наиболее перспективных материалов для создания хранилищ водорода большой вместимости.

Теоретически, в таком хранилище может быть запасено около 7,7 массового процента, поскольку хемосорбция такого материала очень велика: на каждый атом углерода в нанотрубке возможно адсорбировать один атом водорода. В дополнение, последующая физическая адсорбция увеличивает вместимость хранилища еще больше. Так или иначе, некоторый скепсис в отношении хранилищ водорода на базе углеродных наонтрубок был обусловлен ошибками ранних, экспериментальных, стадий и разумная основа для разработки хранилищ водорода высокой вместимости уже заложена.

Создание эффективных топливных ячеек

Теперь перейдем к последней задаче. Это создание эффективных топливных ячеек, в которых химическая энергия водорода будет преобразовываться в кинетическую энергию движения с высоким КПД. Топливные ячейки, в принципе, являются зеркальным отображением батарей электролиза. В последних за счет воздействия электричества происходит разделение молекул воды на водород и кислород, а в топливных ячейках соединение водорода с кислородом производит электричество.

Главным препятствием для массового выпуска автомобилей на базе топливных ячеек сейчас является цена такого автомобиля. Стоимость топливной ячейки сейчас колеблется между $1 тыс. и $3 тыс. за киловатт установленной мощности. Чтобы выдержать конкуренцию с обычными автомобилями, использующими двигатели внутреннего сгорания, эта цифра должна снизиться более чем в 30 раз – до $30.

Существует несколько различных типов топливных ячеек, но кандидат номер один на применение в автомобилях – ячейки на основе полимерных электролитических мембран, также называемых «мембранами протонного обмена».

И установки электролиза, и топливные ячейки используют для работы дорогие платиновые электроды. Исследователи работают в двух направлениях снижения цены: минимизировать использование платины путем повышения каталитической отдачи через структуризацию катализаторов на наноуровне. Другое направление разработок ставит целью вообще исключить дорогие платиновые катализаторы, заменив их каким-нибудь другим катализатором, в котором наноструктурированная поверхность будет иметь те же каталитические свойства при более низкой цене.

Нанотехнологии непременно сыграют главную роль в будущей водородной экономике. вопрос только в том, когда эта экономика перейдет с генерации водорода из ископаемых энергоносителей на возобновляемые источники энергии. Судя по всему, это случится никак не раньше 2020 года.

**4. Не «Дюраселом» единым…**

Разработкой **химических источников тока** (и первичных, «батареек», и вторичных, «аккумуляторов») с использованием наночастиц занимаются явно или неявно уже не один десяток лет. Сейчас этому разделу науки (а точнее, практики), который часто называют наноионикой, посвящены целые разделы конференций, организуются новые фирмы и компании. Это связано, очевидно, с тем, что все более востребованными становятся надежные, долговечные, безопасные и дешевые химические источники тока (ХИТ) для многочисленных устройств микроэлектроники, таких как сотовые телефоны, карманные компьютеры, кардиостимуляторы, устройства «двойного назначения». Мировой рынок таких продуктов превысил в 2006 г. **50 млрд. долларов** и чрезвычайно перспективен с точки зрения привлечения инвестиций.

В России направление «наноионики» также начинает развиваться. В начале апреля закончился один из этапов реализации Федеральной Целевой Программой по критическим технологиям развития РФ. По нашим подсчетам, около 10 «свежих» проектов в этой программе так или иначе связаны с исследованием ионного и электронного транспорта в наносистемах. Например, совсем недавно совместный проект по наноионике ("Разработка фундаментальных основ технологии получения нанокристаллических и наноструктурированных материалов с суперионной и смешанной проводимостью для новых поколений химических источников тока"), предложенный Институтом Физической Химии и Электрохимии и Факультетом Наук о Материалах МГУ им.М.В.Ломоносова, был поддержан ФЦП.

Важной целью проекта является создание новых типов энергоемких, высокоэффективных и безопасных портативных источников тока и **интегрированных устройств наноионики для преобразования и хранения энергии**. Задачи работы достаточно амбициозны: разработка новых методов получения нанокристаллических и наноструктурированных систем с ионной и ионно-электронной проводимостью, фундаментальные исследования структуры и морфологических (микроструктурных) особенностей нанокомпозитов, нанотубуленов и нановискеров с высокой ионной и электронной проводимостью, достижение контролируемого уровня и заданной кросс-корреляции структурно-чувствительных функциональных свойств, разработка научных основ технологий получения гаммы расходных материалов для **микропечатной электроники** и компьютерного дизайна интегрированных устройств наноионики. Огромное количество проектов по данной тематике традиционно проходит и через Российский Фонд Фундаментальных Исследований.

Развитие новой области знаний о поведении наноразмерных систем с ионной и смешанной проводимостью - наноионики, таким образом, действительно относится к **ключевым направлениям современных исследований**. С фундаментальной точки зрения представляет значительный интерес разработка новых и оптимизация существующих методов получения таких материалов, а также исследование особенностей ионного и электронного транспорта в таких уникальных системах в зависимости от структуры и микроморфологии используемых наноматериалов. С практической точки зрения, решение основных задач наноионики связано с борьбой за существенное повышение функциональных характеристик суперионных материалов при снижении их себестоимости. Подъем уровня эффективности и конкурентоспособности отечественных электропроизводящих и электропотребляющих отраслей промышленности и транспорта, микроэлектроники, медицины, научных исследований, специальной техники, значительное снижение вредного воздействия на окружающую среду во многом определяются уровнем разработок в области суперионных проводников. Разработка нового поколения электроэнергетического оборудования на базе современных супериоников с повышенными показателями по эффективности, надежности, безопасности, в несколько раз меньшего по массогабаритным показателям по сравнению с традиционным оборудованием, с практически отсутствующим загрязнением окружающей среды позволит создать **принципиально недостижимые** в традиционном исполнении виды устройств, широко востребованные в прорывных областях современных науки и техники.

Разработка новых «умных» поколений ХИТ основана на том, что свойства ультрадисперсных частиц в **существеннейшей степени изменяются** по сравнению с объемным телом. И причина этого не только в доступности поверхности и облегчении диффузионных потоков, но и в изменении концентрации дефектов, а главное – в разнообразных «размерных эффектах», которые связаны с тем, что размер частицы становится меньше некоторой критической величины, сопоставимой с так называемой корреляционной длиной или радиусом взаимодействия, характерным для того или иного физического явления. В результате возникают новые закономерности, что проявляется в уникальном физико-химическом и электрохимическом поведении таких наноматериалов.

**Переходные элементы**, имеющие переменные степени окисления и находящиеся в различных спиновых состояниях в формируемых ими сложных кристаллических структурах, играют важную роль при создании современных функциональных материалов. Одними из наиболее известных адаптивных химических систем, обладающих к тому же широкой распространенностью и низкой стоимостью, малой токсичностью и экологической безопасностью, являются системы Mn-O, Ti-O, V-O (и некоторые другие).

За счет изменения дисперсности самый дешевый и самый известный (еще с 1867 г.!) **марганец-цинковый элемент** француза Жоржа Лекланше “Zn-MnO2” получает вторую жизнь в виде … всемирно разрекламированной щелочной батарейки Дюраселл! В настоящее время по всему миру сделано большое количество экспериментов, позволяющих получить известный всем диоксид марганца в виде **наночастиц, нанопластин, наноусов и даже нанотрубок**. Такие материалы работают в батарейках дольше, лучше и, конечно, быстрее перезаряжаются в аккумуляторах, если в них интеркалировать литий.

Так, подобный **литий-ионный аккумулятор фирмы Toshiba** способен зарядиться на 80% за 60 секунд!. Это значительно быстрее, чем обычные коммерческие литий-ионные аккумуляторы, которым для зарядки требуется от одного до десяти часов. Аккумуляторы с наночастицами теряют только 1% емкости после 1000 циклов зарядка-разрядка, они могут работать при температуре -40°C, при 45°C срок службы начинает сокращаться, но при этом теряется лишь 5% свойств после тысячного цикла. Прототип Toshiba 600mAh разрабатывался с учетом применения с компактными устройствами, размеры его всего 6.2 x 3.5 x 0.4 см.

Еще одна важная черта наночастиц – они не «растрескиваются» и не изменяются при циклировании аккумулятора (в циклах зарядка-разрядка). Раньше считалось, что это явление серьезно ограничивает ресурс обычных химических источников тока, поскольку разрушается или даже химически изменяется электрод, при этом теряется «связность» между отдельными частями электрохимической цепи «батарейки». Другая проблема – электроды могут прорастать друг в друга через разделяющую мембрану («усы» и «дендриты» металлического лития), что приводит к короткому замыканию, иногда – даже к «вскипанию» аккумулятора, как было в недавней истории с изъятием из эксплуатации «ноутбуков» одной очень известной фирмы. Все, аккумулятор можно выбрасывать! При использовании наночастиц в виде «пасты» с тесно контактирующими частицами эти проблемы во многом снимаются. Кроме того, новые литиевые аккумуляторы, выходящие в свет под маркой NanoSafe, среди прочего отличаются и новым материалом для отрицательного электрода, использующего наночастицы так называемых **титановых «бронз»**. Это также позволило существенно повысить срок жизни аккумуляторов. После 15 тысяч циклов глубокого разряда и полной зарядки ёмкость аккумуляторов сохранилась на уровне 85% от первоначального значения. И это при том, что обычные литий-ионные и литий-полимерные батареи имеют жизненный цикл длиной примерно в 300-500 полных циклов заряда и разряда, после чего их ёмкость быстро и существенно падает. Если представить, что батареи NanoSafe появятся на мобильных телефонах, зарядка один раз в три дня будет означать, что аккумулятор проработает 123 года.

В то же время, конечно, возникают и новые «камни преткновения». Например, из-за высокой реакционной способности наночастиц они с удовольствием реагируют с электролитом и вообще со всем, с чем соприкасаются. Однако эту проблему химики успешно решают, если судить по большому числу «свежих» патентов, полученных по этой тематике.

В последнее время все больше систем становятся потенциальными или реальными кандидатами для использования в наноионике. Одна из них – материал состава LiFePO4 со структурой минерала **оливина**. По словам некоторых разработчитков, срок службы таких аккумуляторов увеличится по сравнению с предыдущими образцами в 10 раз, мощность возрастет в 5 раз, значительно уменьшится время заряда (более 90% емкости через 5 минут). Ожидается, что новинка будет использоваться в различных устройствах, включая электроинструменты, медицинские приборы и гибридные электромобили.

Другие системы, которые упоминаются в литературе в последнее время:

«Вискеры» с туннельной структурой

Ванадиевые бронзы

Микропористые системы оксидов переходных металлов типа

Наноструктурированный диоксид титана

Углеродные нанотрубки

Еще одна важная черта использования наночастиц – возможность создания специальных «чернил» для струйной микропечати плоских батареек и вообще готовых «лабораторий – на - микросхеме» (**lab-on-chip**). Подробнее об этом (и многом другом) можно посмотреть, например, на сайте Массачусетского Технологического Института (знаменитого MIT).

Экзотические «нано» батарейки (в буквальном смысле «нано» по своим размером) также пытаются создать, но это уже область биомиметики и молекулярной электроники. Так, в Национальной Лаборатории Sandia работают над созданием батареи нано-размеров, которую можно будет имплантировать в человеческий глаз. Эти батареи предназначены для снабжения энергией различных имплантируемых устройств, одним из которых является искусственная сетчатка глаза.

Таким образом, использование наночастиц и нанокомпозитов в химических источниках тока, в том числе тех, что уже гордо пришли на рынок к нам с вами, становится вполне реальным и эффективным. Это один из примеров, когда нанотехнологии действительно выполняют то, что ими обещано и что от них ждут.

**5. Наноканалы генерируют электричество за счёт тока жидкости**

Мельчайшие каналы, создаваемые на субстрате, всегда ассоциировались с «лабораториями на чипе». Однако, наноразмерная геометрия может использоваться и иначе — для выработки электричества.

Учёные из Нидерландов продемонстрировали эффективность преобразования энергии с КПД 3.25% при течении солевого раствора через канал 75 нм глубиной, 50 мкм шириной и 4.5 мм длиной.

В перспективе группа из Технологического Университета Дельфта рассчитывает добиться эффективности 10%. Исследователи считают, что этот метод может обеспечить микро- и нанофлюидные устройства «бортовыми» источниками энергии.

Метод электрокинетической генерации электроэнергии основан на разности давлений вдоль наноканала, прокачивающей водный раствор KCl или LiCl от одного конца к другому. Движение жидкости индуцирует ток, пропускаемый через внешнее сопротивление, совершая, таким образом, работу.

Возле стенки канала, на поверхности раздела жидкость-субстрат, зарядовая нейтральность жидкости нарушается, что и делает возможной выработку электрической энергии. А поскольку наноразмерные каналы имеют высокое отношение поверхности к объёму, в них этот эффект особенно силён. Сама идея получения электроэнергии с помощью жидкости, текущей через узкий канал, не нова, но теперь достижения технологий изготовления нанообъектов позволяют создавать и испытывать реальные устройства.

Учёные наносили каналы непосредственно на поверхность плавленого кварца. Как оказалось, плотность поверхностного заряда этого материала практически оптимальна для таких экспериментов. Однако, дальнейшее повышение эффективности метода требует поисков материала или покрытия с такой же плотностью поверхностного заряда, но меньшей штерновской проводимостью — за счёт этого эффекта сам материал действует, как параллельно включённый проводник, через который идёт утечка электрической энергии.

**6. Побит рекорд эффективности пластиковых солнечных элементов**

В Центре Нанотехнологий и Молекулярных Материалов Университета Уейк Форест (Wake Forest University, Center for Nanotechnology and Molecular Materials) достигнуты значительные успехи в области возобновляемы источников энергии.

Исследователи Центра объявили о создании пластиковых солнечных элементов с эффективностью более 6%. Такая высокая эффективность была достигнута за счёт внедрения нановолокон в светопоглощающий пластик, аналогично жилам в листьях растений. Такой подход позволяет создавать устройства с более толстым светопоглощающим слоем, улавливающие больше солнечного света.

Эффективные пластиковые солнечные батареи важны для создания недорогих и лёгких элементы питания — особенно в сравнении с традиционными кремниевыми солнечными батареями, которые обладают большим весом и размерами. Благодаря гибкости и простоте в обращении, пластиковые солнечные батареи могут использоваться в качестве покрытий на домах и автомобилях. А поскольку такие элементы намного легче обычных, отпадает необходимость в прочных опорных конструкциях.

Современные кремниевые элементы достигают эффективности преобразования света в электрическую энергию порядка 12%. Максимальная эффективность пластиковых солнечных элементов не превышала 3%, пока в 2005 году директор Центра Дэвид Кэрролл (David Carroll) и его группа не объявили о создании устройств с эффективностью почти 5%, а теперь, спустя чуть более года, они превзошли отметку 6%. Таким образом за два года им удалось более чем вдвое повысить эффективность элементов. Исследователи ожидают добиться ещё больших успехов в течение следующих двух лет, что наконец сделает пластиковые солнечные элементы лидерами среди солнечных батарей. Для коммерческой рентабельности эффективность солнечных элементов должна быть не ниже 8%; исследователи из Уейк Форест ожидают достигнуть 10% отметки в следующем году.

**7. Создан нанодвигатель с фотонным питанием**

Создан нанодвигатель с фотонным питанием Ученые из университетов Болоньи и Калифорнии создали первый молекулярный двигатель, работающий от солнечного света.

Нанодвигатель разрабатывался более шести лет исследователями из университета Болоньи и Калифорнийского университета. По форме он напоминает гантель длиной 6 нм, на рукоятке которой находится кольцо диаметром 1,3 нм. Кольцо может двигаться вдоль рукоятки, но не может соскользнуть из-за двух ограничителей на концах «гантели». Кольцо занимает один из двух участков на «рукоятке». Когда один из ограничителей поглощает солнечный свет, электрон перемещается к одному из этих участков, что вызывает перемещение кольца к другому участку. Когда электрон перемещается обратно, кольцо возвращается на место, и, таким образом, цикл повторяется много раз. Микромотор размером всего несколько нанометров двигается подобно микроскопическому поршню. «Эти нанодвигатели можно использовать в качестве ячеек памяти в молекулярной фотонике и электронике — двух перспективных направлениях, нацеленных на создание химического компьютера», — говорит доктор Винченцо Бальцани (Vincenzo Balzani) из университета Болоньи.

Наномоторы можно использовать и в качестве клапанов для пор наночастиц на основе кварца. Ученые с помощью световых импульсов управляют открытием и закрытием этих клапанов, регулируя заполнения пор молекулами определенного вида — к примеру, молекулами лекарств для лечения рака, сообщает Physorg. «Когда такие наноконтейнеры достигнут цели, свет может использоваться как переключатель доставки лекарства», — комментирует доктор Дж. Фрейзер Стоддарт (J. Fraser Stoddart) из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, соавтор изобретения.

Нанодвигатель работает очень быстро. Полный цикл занимает менее тысячной доли секунды. Как считают авторы изобретения, процесс можно сравнить с работой автомобильного двигателя, совершающего 60 тыс. тактов в минуту. По мнению ученых, примечателен тот факт, что молекулярный двигатель подобного типа не нуждается в химическом топливе. Новый нанодвигатель берет энергию непосредственно из солнечного света, не требует доставки топлива и не производит отходов. Его можно сравнить с солнечным автомобилем. Специалисты едины в своих оценках и считают изобретение нанодвигателя важным этапом на пути к созданию молекулярных машин. В настоящее время исследователи заняты созданием поверхностных покрытий и мембран из подобных нанодвигателей, где все они будут работать согласованно и производить механическую работу на макроуровне.

**8. Топливо для нанороботов**

Учеными из Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники обнаружен эффект горения и взрыва в слоях наноструктурированного пористого кремния.

Наноструктурированный пористый кремний, полученный методами электрохимического анодирования, при определенных условиях способен гореть и взрываться, при этом энергетический эффект этих процессов выше, чем у углеводородных материалов. Обнаруженный эффект открывает возможность обеспечения энергией MEMS или NEMS на микроуровне непосредственно внутри полупроводниковой схемы.

Активизация микроисточника энергии может осуществляться электрическим, термическим или механическим сигналом. Интересно, что при толщине слоя пористого кремния меньше 60 мкм наблюдается процесс горения. А при толщине больше 60 мкм происходит взрыв. Размер световой вспышки, наблюдаемый при горении и взрыве пористого кремния, максимален для свежеприготовленных образцов.

Изготовление наноструктурированных кремниевых пленок может быть осуществлено на основе кремниевой технологии, используемой при изготовлении интегральных микросхем, что особенно важно для миниатюрных изделий.

Были изготовлены кремниевые микроактюаторы, способные преодолевать расстояния в несколько метров. Оценочные расчеты показывают, что эффективность преобразования энергии горения в кинетическую энергию достигает 50%. То есть, даже предварительные результаты позволяют говорить о возможности использования процессов горения пористого кремния в микромашинах, изготавливаемых на основе кремниевой технологии.

Более высокая удельная энергия при взрыве открывает принципиально новые возможности для использования пористого кремния. На рис. 3 показаны этапы процесса разделения кремниевой пластины на отдельные чипы при помощи взрыва слоя пористого кремния. По сравнению с традиционными методами лазерного и алмазного разделения кремниевых пластин данный метод имеет ряд преимуществ:

\* ширина разделительной дорожки может быть уменьшена до 40 мкм; \* при помощи этого метода можно вырезать кремниевые кристаллы любой формы, в том числе и круглые и овальные, так как линия разреза формируется при помощи операций фотолитографии.

К другим возможным практическим применениям процесса взрыва пористого кремния следует отнести изготовление самоуничтожающихся кремниевых чипов, а также экологически безопасных пиротехнических схем.

Следует отметить, что наноструктурированный кремний является энергоносителем, альтернативным углеводородным видам топлива. В частности, кремень, использовавшийся в древности как источник огня, есть не что иное, как наноструктурированное минеральное образование из кварца и халцедона. Минерал халцедон отличается от кварца нестехиометричностью состава – повышенным массовым содержанием водорода, т.е. этот минерал является “недоокисленным” по сравнению с кварцем, что и объясняет его необычные свойства, позволяющие его микрочастицам воспламеняться после механического воздействия.

**9. Приложение**

Новые эффекты, возникающие в нанокомпозитах: Электростатические эффекты разделения зарядов в нанокомпозитах металл (рутений) – оксид (Li2O), J.Maier, Nature materials, vol.4, 2005)

Новые эффекты, возникающие в нанокомпозитах:поведение «ионной жидкости» («шарики» и «ионы»), распределенной в прочной нанопористой непроводящей матрице (обозначено зеленым цветом). (J.Maier, Nature materials, vol.4, 2005)

Различные формы MnO2 для марганец-цинковых батареек (Journal of Solid State Chemistry 179 (2006) 1757–1761)

Уникальные нанотрубки на основе MnO2 для химических источников тока (Adv. Mater. 2005, 17, 2753–2756).

Нанотрубки пентаксида ванадия, полученные гидротермальным методом (Факультет Наук о Материалах МГУ)

Аккумуляторная батарейка фирмы Toshiba, содержащая наночастицы.

Частицы диоксида титана TiO2 различного размера для использования в литий-ионных аккумуляторах нового поколения (Adv. Mater. 2006, 18, 1421–1426).

Аккумулятор Nanosafe, содержащий наночастицы диоксида титана.

Нанопористая структура композита «LiFePO4 - углерод» (Solid State Ionics 176 (2005) 1801 – 1805).

Кристаллическая структура минерала оливина.

Интеркаляция лития в структуру фосфата железа.

Модель американского Белого Дома, «напечатанная» с помощью технологии трехмерной струйной печати с использованием чернил, содержащих высокодисперсные частицы.

Жидкостный наногенератор

Солнечная нанобатарея

Так выглядит основа новой нанобатареи — кристалл теллурида кадмия

Кремниевый микроактюатор, использующий энергию горения пористого кремния для перемещения в пространстве

Метод лазерного и алмазного разделения кремниевых пластин

Фрагменты поведения шарообразной вспышки при взрыве наноструктурированного гидрированного кремния, пропитанного KNO3

**10. Литература**

1. www.nanonewsnet.ru
2. www.paramatma.ru
3. www.cnews.ru
4. www.nanometer.ru
5. www.rian.ru
6. www.ng.ru
7. Р.С. Ерофеев. Роль нанотехнологии в создании более эффективных преобразователей энергии. Нанотехника. № 3, 2005 г.