



Министерство образования и науки РФ  
филиал государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
Московского государственного индустриального университета  
в г. Вязьме Смоленской области  
(ВФ ГОУ МГИУ)

Студенческая научно-практическая конференция  
**«ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИННОВАЦИИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ В  
АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

г. Вязьма  
2012

**УДК 658**  
**ББК 65.37**  
**П - 81**

Студенческая научно - практическая конференция:  
«Промышленные инновации и нанотехнологии в автомобильной промышленности». Вязьма: ВФ ГОУ МГИУ, 2012 – 102 с.

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

Бармашова Л.В. доцент, кэн ВФ ГОУ МГИУ

Павлов Н.Е. доцент, кпн ВФ ГОУ МГИУ

Викторова Т.С. кэн ВФ ГОУ МГИУ

Кучерова Е.Н. доцент, кэн ВФ ГОУ МГИУ

Технический редактор:

М. А. Воробьева

ISBN 978-5-902327-91-2

Напечатано в Редакционно-издательском центре ВФ ГОУ  
МГИУ г. Вязьма, ул. Просвещения, д. 6<sup>а</sup>.

Тираж: 60 шт.

Подписано в печать: 27.04.2012 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Инновационное машиностроение в военной технике</b>	
<i>Абрамов А.В., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	5
<b>Нанотехнологии в автомобилестроении</b>	
<i>Балабин К. В., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	9
<b>Перспективы применения нанотехнологий в машиностроении</b>	
<i>Бочкарев Р., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	15
<b>Применение базальтовых волокон в автомобилестроении</b>	
<i>Волков М. В., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	20
<b>Масляные присадки</b>	
<i>Грибков А. А., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	25
<b>Жидкофазные и иные материалы в машиностроении</b>	
<i>Гусак Т. А. студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	29
<b>Обработка углеродных волокон в СВЧ поле</b>	
<i>Демченков А., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	32
<b>Нанотехнологии и автокосметика</b>	
<i>Зеленков Р. С. студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	36
<b>Наноматериалы в автомобилестроение</b>	
<i>Игнатенков В. С., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	43
<b>«Лотос-эффект» в автомобилестроении</b>	
<i>Краснов А.А., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	48
<b>Наддув ДВС</b>	
<i>Кузьменков Е. А., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	53
<b>Нанотехнологии в смазочных материалах</b>	
<i>Кулагин П. А., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	61
<b>Электронная микроскопия и нанотехнологии</b>	
<i>Немилостивый И. В., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	66
<b>Наноэнергетика</b>	
<i>Нефатенков М. В., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	72
<b>Плазменные источники ионов в технологических процессах</b>	
<i>Пашков С. , студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	77
<b>Наноматериалы в машиностроении</b>	
<i>Романьков А. С., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	82
<b>Аккумулятор может служить корпусом автомобиля</b>	
<i>Садкевич А. М., студент ВФ ГОУ МГИУ</i> .....	85
<b>Инновационные разработки: автопилот для автомобиля</b>	

<i>Сеничев А., студент ВФ ГОУ МГИУ .....</i>	<i>89</i>
<b>Ионная имплантация в машиностроении</b>	
<i>Улизько Д.В., студент ВФ ГОУ МГИУ .....</i>	<i>92</i>
<b>Нанотехнологии и наноматериалы-элементная база автомобилестроения</b>	
<i>Федин Н.П., студент ВФ ГОУ МГИУ .....</i>	<i>97</i>

## ИННОВАЦИОННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ В ВОЕННОЙ ТЕХНИКЕ

*Абрамов А.В., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Развитие военной техники в современном мире невозможно без внедрения самых последних – новейших достижений науки и техники, новейших материалов с уникальными свойствами и технологиями их получения.

Первое место среди военно-технических новинок по праву занимает межконтинентальная твердотопливная баллистическая ракета с разделяющейся главной частью РС-24 «Ярс». Эта ракета была разработана в Московском институте теплотехники. РС-24 создана на основе комплекса «Тополь-М», что в значительной степени сокращает финансовые затраты. Кроме того, на «Ярсе» установлена дополнительная разгонная ступень и блок разведения головных частей от БР «Булава». И хотя технические характеристики ракеты держатся в секрете, специалисты полагают, что она будет иметь дальность около 12 тысяч километров. Вероятнее всего, данная ракета является аналогом РС-18, но также существует и еще одно мнение, что она – результат модернизации РС-22. В мае 2007 года был произведен первый запуск ракет данного класса, в декабре этого же года – второй, а в ноябре 2008 года – третий. О сроках завершения испытания РС-24 пока неизвестно.

Второе место в рейтинге отдано многоцелевому истребителю пятого поколения Т-50. Разработчиком его является компания «Сухой», выигравшая тендер на его разработку. Т-50 обладает двумя двигателями 117С, которые своей отличительной характеристикой имеют увеличенную силу тяги, а также сложную систему автоматизации. Это позволило сделать самолет сверхманевренным. У истребителя имеется внутренний отсек вооружения, что позволяет разместить в нем восемь ракет Р077 или две авиабомбы общим весом до 1500 кг. На внешней подвеске Т-50 может нести ракеты большой дальности, которыми в случае необходимости можно сбивать самолеты типа «Авакс» на расстоянии до 400 километров. Прицельная система представляет собой радиолокатор с тремя антеннами активной фазированной решётки. Имеется также система государственного опознания и система радиоэлектронной борьбы. Т-50 сочетает в себе особенности истребителя и ударного самолета, а

применение в его конструкции новейших технологий делает истребитель практически незаметным.

Замыкает тройку лидеров зенитно-ракетный комплекс С-500, который представляет собой разработку нового поколения ракетной системы «земля-воздух». Создан он на основе системы С-400 «Триумф». Этот комплекс предназначен для перехвата ракет на расстоянии до 3,5 тысячи километров. На меньших же расстояниях С-500 способна защитить от авиакомплексов разоружения и наведения. Благодаря своим техническим характеристикам эта система будет способна обнаруживать и уничтожать около 10 баллистических сверхзвуковых ракет. Разработки С-500 планируется завершить до 2015 года. Практически единственное, что известно точно об этой системе, так это то, что оснащена она радаром с АФАР, работающим в Х-диапазоне.

За С-500 следует подводная лодка проекта 885 «Ясень» - это проект, который включает в себя разработку многоцелевых подлодок с крылатыми ракетами. Лодка разработана на основе проектов «Щука-Б» и 705(К) «Ли́ра» с целью замены как этих проектов, так и 949А «Антей». Подлодка имеет конструкцию в полтора корпуса, выполненную из маломагнитной стали. Корпус ее покрыт резиной, что значительно уменьшает шум при движении и поглощает сигналы гидролокаторов. Срок эксплуатации атомного реактора, установленного на лодке, без подзарядки составляет около 30 лет. Кроме того, «Ясень» оснащен 10-ю торпедными аппаратами калибра 650 и 533 мм, расположенными по бортам лодки, а дальше размещено еще 8 ракетных шахт с 3 ракетами в каждой. Возможность комбинирования вооружения дает возможность поражать как наземные объекты, так и подводные и надводные цели.

Следующим в списке назван модернизированный танк Т-90АМ, который является модернизацией танка Т-90. Изменения были внесены с учетом существующих замечаний. Прежде всего, мощность двигателя была увеличена на 130 лошадиных сил, внесены изменения и в пулеметную установку: в ней предусмотрено дистанционное управление. Кроме того, внутри Т-90АМ был предусмотрен дополнительный отсек для снарядов и некоторых видов электронных блоков, установлена новая коробка передач, новые компоненты динамической зажимы, которые позволяют прикрывать все проблемные места. Заднюю часть башни и корпуса прикрывает решетчатая броня, а управление огнем производится с

помощью новой цифровой системы. Усовершенствован и панорамный обзор.

Ракетный комплекс «Искандер-М» - это сверхточный оперативно-тактический комплекс, предназначенный для поражения небольших по размеру и площади объектов противника. Он явился результатом совместной работы НИИ и КБ. В структуру комплекса входит твердотопливная одноступенчатая ракета, пусковая установка, командно-штабная машина, транспортно-заряжающая машина, пункт подготовки данных, машина техобслуживания, учено-тренировочные средства, а также арсенальное оборудование. Данный комплекс способен получать информацию о цели поражения со спутника, беспилотного летательного аппарата или самолета-разведчика. В пункте подготовки информации производится расчет полетного задания для ракеты и подготовка информации. Эти данные транслируются по радиоканалам в командно-штабные машины, а после этого – на пусковые установки. Размещение двух ракет на каждой из пусковых установок и интервал между пусками в одну минуту значительно увеличивает уровень огневой производительности.

Следом за «Искандером» в рейтинге следует вертолет Ка-52 «Аллигатор» в морском варианте. Это боевой вертолет, который способен поражать различные виды техники (бронированной и небронированной), а также воздушные цели и живую силу. Кроме того что «Аллигатор» сохранил все виды вооружения одноместных вертолетов (а это ПТУР «Вихрь», пушечная система, включающая в себя пушку 2А41 с калибром 30 мм и комплектом боеприпасов в количестве 460 штук, блоки НАР с калибром 80 мм и авиабомбы), он также может дополнительно поместить ракеты типа 9М120-1, ракеты класса Р-73 и «Игла-В». Также вертолет оборудован радарной системой «Арбалет», а также комплексом обороны Л-370В52. Присутствует также и бронированная капсула, катапультирование которой возможно на высоте до 4 тысяч метров. Существенным плюсом является и тот факт, что вести огонь и управлять вертолетом может любой из двух пилотов.

Корвет проекта 20380 «Сообразительный» - это один из серии кораблей, построенных предприятием «Северная верфь». Ранее был запущен в эксплуатацию корабль «Стерегающий», а в проекте находятся еще два корабля серии – «Бойкий» и «Стойкий». По словам разработчиков, «Сообразительный» кардинально отличается от

корвета «Стерегущий». Он обладает такими техническими характеристиками, как 100 метров длины, 2 тысячи тонн водоизмещения, 13 метров ширины, 4 тысячи морских миль автономного плавания и численность экипажа – 100 человек. Данный корабль имеет на оснащении комплекс вооружения ПВО, ударный ракетный комплекс «Уран», боевую информационно-управляющую систему, буксируемую антенну, гидроакустическую систему, а также палубный вертолет Ка-27. «Сообразительный», так же как и остальные корветы, предназначен для борьбы с надводными и подводными кораблями, для обеспечения противовоздушной обороны, а также для поддержки с помощью артиллерии высадки десанта.

НПП «Квант» разработал уникальную нанотехнологию трехкаскадного аморфного кремния, применяемого в безотказных солнечных батареях для космоса и военных целей.

Аморфный кремний - это малая энергетика. Солнечные батареи из аморфного кремния не боятся ни снега, ни дождя, ни пыли. Они подходят для того, чтобы в полевых условиях обеспечить электроэнергией ту электронику, которая необходима для работы: спутниковую связь, компьютер, беспилотную систему и пр.

Системы с использованием аморфного кремния способны обеспечить на неосвоенных территориях электроэнергией военных, ведущих боевые и разведоперации, погранвойска, МЧС, спецслужбы и другие структуры.

Перечисленные новшества достижимы на основе применения новых материалов и современных методов их получения. Использование нанотехнологий – вот новый этап развития науки, оборонной и военной промышленности.

### **Литература**

1. Бескровный Л.Г. Армия и флот России в начале XX века. Очерки военно-экономического потенциала. М.: Наука, 1986.
2. Ильин В.Е. Боевые самолеты России XXI века. М.: Астрель. 2011.
3. Ильин В.Е. Многоцелевые истребители России. М.: Астрель, 2009.
4. Свободная интернет энциклопедия «Википедия» <http://ru.wikipedia.org>
5. Сайт «Военное обозрение» <http://topwar.ru>



6. Сайт «Путеводитель по Южному Уралу в мир бизнеса и деловых идей» <http://www.74rif.ru>
7. Сайт ИА «Оружие России» <http://www.arms-expo.ru>
8. Федеральный интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы» <http://www.portalnano.ru>

## НАНОТЕХНОЛОГИИ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

*Балабин К. В., студент ВФ ГОУ МГИУ*

### *Аннотация*

*Для улучшения автомобиля в последнее время широко используются нанотехнологии. Практически в каждой конструкции автомобиля есть новшества включающие в себя нанотехнологии.*

### *Abstract*

*To improve the car has recently been used nanotechnology. Virtually every car has a design innovations include nanotechnology.*

*Ключевые слова: нанотехнология, нанонаука, автомобилестроение, разработки.*

*Keywords: nanotechnology, nano-science, automotive, construction.*

Нанотехнология - высокотехнологичная отрасль, направленная на изучение и работу с атомами и молекулами. Разработки в этой области ведут к революционным успехам в медицине, электронике, машиностроении и создании искусственного интеллекта. Если 10 лет назад единицы людей представляли себе, что такое нанотехнологии, то, через 5 лет, по оценкам экспертов, вся промышленность будет развиваться, используя технологии работы с атомами и молекулами. С помощью нанотехнологий можно очищать нефть и победить многие вирусные заболевания, можно создать микроскопических роботов и продлить человеческую жизнь, можно победить СПИД и контролировать экологическую обстановку на планете, можно построить в миллион раз более быстрые компьютеры и освоить Солнечную систему.

Нанотехнологии качественно отличаются от традиционных дисциплин, поскольку на таких масштабах привычные, макроскопические, технологии обращения с материей часто неприменимы, а микроскопические явления, пренебрежительно

слабые на привычных масштабах, становятся намного значительнее: свойства и взаимодействия отдельных атомов и молекул, квантовые эффекты.

Теоретик Э. Дрекслер предложил слово "нанотехнология" в 1980 году, описывая им теоретический (в то время) молекулярный производственный процесс с использованием компонентов и устройств размерами от 1 до 100 нм (этот диапазон получил название наномасштаб - nanoscale).

Нанонаука основана на изучении объектов, которые включают компоненты размерами менее 100 нм хотя бы в одном измерении и в результате получают принципиально новые качества. Эта отрасль знаний относительно молода и насчитывает не более столетия.

Дедушкой нанотехнологий можно считать греческого философа Демокрита. 2400 лет назад он впервые использовал слово "атом" для описания самой малой частицы вещества. 1905 Швейцарский физик Альберт Эйнштейн опубликовал работу, в которой доказал, что размер молекулы сахара составляет примерно 1 нанометр.

1931 Немецкие физики Макс Кнолл и Эрнст Руска создали электронный микроскоп, который впервые позволил исследовать нанообъекты.

1959 Американский физик Ричард Фейнман впервые опубликовал работу, где оценивались перспективы миниатюризации. Основные положения нанотехнологий были намечены в его легендарной лекции "Там внизу – много места" ("There's Plenty of Room at the Bottom"), произнесенной им в Калифорнийском Технологическом Институте. Фейнман научно доказал, что с точки зрения фундаментальных законов физики нет никаких препятствий к тому, чтобы создавать вещи прямо из атомов. Тогда его слова казались фантастикой только лишь по одной причине: еще не существовало технологии, позволяющей оперировать отдельными атомами (то есть опознать атом, взять его и поставить на другое место). Чтобы стимулировать интерес к этой области, Фейнман назначил приз в \$1000, тому, кто впервые запишет страницу из книги на булавоочной головке, что, кстати, осуществилось уже в 1964 году.

1968 Альфред Чо и Джон Артур, сотрудники научного подразделения американской компании Bell, разработали теоретические основы нанообработки поверхностей.

1974 Японский физик Норио Танигучи ввел в научный оборот слово “нанотехника”, предложив называть так механизмы размером менее 1 микрона.

1981 Германские физики Герд Бинниг и Генрих Рорер создали сканирующий туннельный микроскоп – прибор, позволяющий осуществлять воздействие на вещество на атомарном уровне. Через четыре года они получили Нобелевскую премию.

1985 Американский физики Роберт Керл, Хэрольд Крото и Ричард Смолли создали технологию, позволяющую точно измерять предметы диаметром в один нанометр.

1986 Создан атомно - силовой микроскоп, позволяющий, в отличие от туннельного микроскопа, осуществлять взаимодействие с любыми материалами, а не только с проводящими.

1986 Нанотехнология стала известна широкой публике. Американский футуролог Эрик Дрекслер опубликовал книгу, в которой предсказал, что нанотехнология в скором времени начнет активно развиваться.

1989 Дональд Эйглер, сотрудник компании IBM, выложил название своей фирмы атомами ксенона.

1998 Голландский физик Сеез Деккер создал нанотранзистор.

2000 Администрация США объявила “Национальную нанотехнологическую инициативу” (National Nanotechnology Initiative). Тогда из федерального бюджета США было выделено \$500 млн. В 2002 сумма ассигнований была увеличена до \$604 млн. На 2003 год “Инициатива” запросила \$710 млн., а в 2004 году правительство США приняло решение увеличить финансирование научных исследований в этой области до \$3,7 млрд. в течение четырех лет. В целом, мировые инвестиции в нано в 2004 году составили около \$12 млрд.

2004 Администрация США поддержала “Национальную наномедицинскую инициативу” как часть National Nanotechnology Initiative Стремительное развитие нанотехнологий вызвано еще и потребностями общества в быстрой переработке огромных массивов информации. Современные кремниевые чипы могут при всевозможных технических ухищрениях уменьшаться ещё примерно до 2012 года. Но при ширине дорожки в 40-50 нанометров возрастут квантовомеханические помехи: электроны начнут пробивать переходы в транзисторах за счет туннельного эффекта (о нем речь пойдет ниже), что равнозначно короткому замыканию. Выходом

могли бы послужить наночипы, в которых вместо кремния используются различные углеродные соединения размером в несколько нанометров. В настоящее время ведутся самые интенсивные разработки в этом направлении.

Нанотехнологии - ключевое понятие начала XXI века, символ новой, третьей, научно-технической революции. Это "самые высокие" технологии, на развитие которых ведущие экономические державы тратят сегодня миллиарды долларов. По прогнозам ученых нанотехнологии в XXI веке произведут такую же революцию в манипулировании материей, какую в XX веке произвели компьютеры в манипулировании информацией. Их развитие открывает большие перспективы при разработке новых материалов, совершенствовании связи, развитии биотехнологии, микроэлектроники, энергетики, здравоохранения и вооружения. Среди наиболее вероятных научных прорывов эксперты называют значительное увеличение производительности компьютеров, восстановление человеческих органов с использованием вновь воссозданной ткани, получение новых материалов, созданных напрямую из заданных атомов и молекул, а также новые открытия в химии и физике.

Нанотехнологии уже, так или иначе, затрагивают нашу жизнь. Нанопродукты можно обнаружить в автомобилях и в краске на стенах домов. По прогнозам отраслевой ассоциации NanoBusiness Alliance, к 2010 году мировой рынок нанопродуктов и услуг вырастет до 1 трлн. долларов.

Одна из причин трудного "характера" нанотехнологии заключается в том, что ее сфера - непостижимо малые по своим масштабам элементы. Нанометр - единица измерения, которая дала название нанотехнологии, - составляет одну миллиардную часть метра. Атом водорода, наименьший из существующих в природе, имеет диаметр около 1/10 нм; диаметр человеческого волоса - около 75 тыс. нм.

Нанотехнологии качественно отличаются от традиционных дисциплин, поскольку на таких масштабах привычные, макроскопические, технологии обращения с материей часто неприменимы, а микроскопические явления, пренебрежительно слабые на привычных масштабах, становятся намного значительнее: свойства и взаимодействия отдельных атомов и молекул, квантовые эффекты.

В целом, говоря о представившихся возможностях

использования наноматериалов в автомобильной промышленности, надо отметить, что в этой области уже накоплен некоторый, по большей части положительный опыт, а перспективы применения нанотехнологий в автомобилестроении пока еще скрыты от наших глаз.

Автором одной из первых заметных инициатив в этой области стала компания Daimler-Crysler, которая начиная с 2003 года при окрашивании кузовов автомобилей марки Mercedes-Benz серий E, S, CL, SL и SLK использует прозрачный лак. Покрытие включает наноразмерные (ок. 20 нм) керамические частицы, в связи с чем была изменена и молекулярная структура самого связующего состава. На практике это позволило значительно улучшить износостойчивость, а вместе с тем и декоративные свойства лакокрасочного покрытия перечисленных выше моделей.

Продолжая тему об инновационных видах автомобильных лакокрасочных покрытиях, хочется упомянуть о работах, что ведутся в этом направлении компанией Du-Pont. Согласно опубликованной информации, компанией ведется разработка принципиально нового лакокрасочного материала с активным привлечением последних достижений в нанотехнологии. По сообщениям разработчика, новые л/к материалы будут экологически чистыми, обладать повышенной износостойчивостью, но, что самое примечательное, высыхание слоя такой краски при воздействии на него УФ-излучения не будет превышать десяти секунд. Правда, для работы с такой л/к системой предварительно необходимо вооружиться и новым оборудованием. Среди намеченных планов компаниями, занимающимися разработкой и производством лакокрасочных покрытий, создание в скором будущем защитных лакокрасочных покрытий, способных произвольно менять свой цвет (в зависимости от подаваемого на них напряжения), а также при необходимости даже блокировать проникновение радиосигналов заданных частот в салон автомобиля.

Накопленный опыт в области наноразмерных частиц позволил немецким ученым из Института новых материалов в Саарбрюккене заявить о возможности создания в скором времени ингибиторов коррозии нового поколения. Руководитель института профессор химии Хельмут Шмидт обрисовал принцип действия новых ингибиторов следующим образом: «...к стандартному покрытию автомобиля мы подмешиваем наночастицы, выполняющие функцию ингибиторов коррозии, причем придаем им такие свойства, чтобы

они в случае необходимости обеспечивали быструю диффузию соответствующих компонентов покрытия в зону повреждения и как бы затягивали рану». То, что такие ингибиторы коррозии обладают способностью свободно перемещаться внутри твердого лакокрасочного покрытия, профессором Шмидтом было доказано уже десять лет назад. Тогда ему удалось обнаружить, что наночастицы на металлической, стеклянной или керамической поверхностях ведут себя как ионы в свободном растворе. Говоря иными словами, они стремятся обеспечить и поддерживать во всем объеме равновесие, а любой перепад концентрации, вызванный, к примеру, царапиной на лакокрасочном покрытии, тотчас выровнять за счет диффузии.

Значительный потенциал несут в себе разработки новых материалов, которые могут быть использованы для конструирования новых автомобильных двигателей. Растущие год от года требования к показателям экономичности двигателей и снижению токсичности выхлопа заставляют автомобильных конструкторов вести активный поиск альтернативных чугуна и стали материалов. В качестве одного из наиболее перспективных, способных стать основой для создания новых моделей двигателя материалов рассматривается модифицированный нанокompозитными материалами пластик. Теоретически использование таких полимеров позволит значительно упростить сам процесс изготовления различных деталей двигателя, параллельно улучшится и их точность. Показатели жесткости и прочности модифицированного пластика близки к тем, что демонстрируют металлы, но при этом пластик гораздо легче, а его использование в конструкции автомобильного двигателя позволит значительно улучшить коррозионную устойчивость деталей, снизить уровень шумов двигателя, уменьшить технологические допуски.

Существенно продлить срок службы деталей, работающих в условиях экстремально высоких температур, таких, как свечи зажигания/накала, топливные форсунки и другие элементы камеры сгорания, может начало использования в них нанокристаллических компонентов.

Добавление в специальную жидкость наночастиц магнетита (оксида железа) с особым покрытием превращает ее в феррожидкость, вязкость которой можно изменять с помощью магнита. В современном автомобилестроении данный материал уже

нашел свое практическое применение в качестве регулируемых по высоте амортизаторов.

Проводятся испытания электрохромной системы с целью ее использования в качестве покрытия для боковых и салонных зеркал. В процессе химической обработки ионы лития перемещаются, и атомы образуют ультратонкий слой, который меняет светопропускную способность стекла, создавая эффект затемненности.

С использованием диоксида титана ( $\text{TiO}_2$ ) разработана технология самоочищающихся поверхностей. При попадании ультрафиолетового излучения на нанопокрывтие из  $\text{TiO}_2$  происходит фотокаталитическая реакция, в результате которой содержащиеся в воздухе молекулы воды превращаются в сильные окислители — радикалы гидроокиси (НО), которые окисляют и расщепляют грязь.

Успешно продвигаются работы с учетом новых возможностей новой технологии по разработке солнечных батарей. Уже запущен в мелкосерийное производство вариант автомобильной крыши, покрытой слоем кремниевых фотоэлементов мощностью 30 Вт.

### **Литература**

1. Сайт «Центральный Военно-Морской портал» [www.navy.ru](http://www.navy.ru)
2. Сайт «Портал о нанотехнологиях» [www.pronano.ru](http://www.pronano.ru)
3. Сайт «Российский электронный наножурнал» [www.nanorf.ru](http://www.nanorf.ru)
4. Сайт «Информационное агенство «Росбалт»» [www.rosbalt.ru](http://www.rosbalt.ru)
5. Сайт «Наноневости» [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru)
6. Сайт «International Fashion Machines» [www.ifmachines.com](http://www.ifmachines.com)

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

*Бочкарев Р., студент ВФ ГОУ МГИУ*

В самое ближайшее время нанотехнологии будут играть одну из основных ролей в автомобильной промышленности. В последнее время активно разрабатываются наноструктурированные стали. Наноструктурированная сталь – это сталь, свойства которой в

значительной мере зависят от наличия в структуре наноразмерных компонентов – блочной полигонизированной структуры, которая приводит к существенному повышению прочности без заметной потери пластичности и вязкости металла, наноразмерных дисперсных выделений, которые позволяют использовать несмешиваемые материалы вместе и т.д. Наноструктурированные стали обладают повышенными физико-механическими свойствами. Прочность такой стали возрастает в 3 – 4 раза, а твердость – на порядок, при улучшении хладостойкости и многократном увеличении коррозионной стойкости.

Также перспективными конструкционными материалами для автомобильной промышленности могут стать высокоазотистые нержавеющие стали, которые также могут являться наноструктурированными. Сегодня нержавеющая сталь является, чрезвычайно востребованным материалом. Наличие тонкой пассивирующей самовосстанавливающейся пленки на поверхности (благодаря содержанию хрома в количестве 12 -20 %). Размеры этой пленки около 1-5 нанометров. Эта сплошная пленка химически стабильна даже при условиях, когда поверхностные слои абсорбировали значительное количество кислорода. Если количество кислорода достаточно, то защитный слой может самовосстанавливаться, т.е. если на поверхности стали имеются царапины или выбоины, то в результате взаимодействия атмосферного кислорода и хрома защитный слой восстанавливается. Стали такого класса, помимо высоких эксплуатационных свойств, могут нести еще и эстетическую нагрузку, например, наличие хромированных деталей, для некоторых моделей автомобиля, делает его достаточно привлекательным для некоторых категорий автолюбителей.

Конкуренция в автомобильной промышленности, очень высокая, поэтому использование наноматериалов и разработок в области нанотехнологий, происходит, как для повышения эксплуатационных характеристик узлов и деталей механизмов, так и из эстетических и функциональных соображений. Не секрет, что высококачественные материалы: делают интерьер автомобиля вторым домом. А если эти материалы, благодаря нанотехнологиям обладают еще и дополнительными свойствами, то удобство от пользования таким автомобилем будет только возрастать. Например, область применения нанотехнологий и наноматериалов колеблется от



уже существующих: качество краски, топливные элементы, аккумуляторы, износостойкие шины, легкие и более прочные материалы, ультратонкие антибликовые нанопокрывтия для стекла и зеркал, до футуристических: сбор энергии кузова, саморемонт, меняющийся цвет и форма покрытий.

Применение наносталей и наноструктурированных сплавов позволяет повысить прочность деталей и уменьшить массу конструкции автомобиля, что будет способствовать повышению безопасности и экономии топлива.

В Ижевске (Россия) осваивается производство нанопружин, которые по утверждению, производителя, будут работать вечно. Пружины изготовлены по технологии высокотемпературной термомеханической обработки металла, позволяющей создавать в нем наноразмерные структуры. За счет этого значительно улучшаются прочностные характеристики выпускаемых пружин

Технология MuCell, разработанная инженерами Ford, помогает решить проблему сокращения веса автомобиля без потери качества и функциональности конструкционных материалов. Если раньше выжимали все возможные лишние соки из металла, то теперь настал черед автопластика. Как уверяют представители компании, новый вид пластика не уступает прежним аналогам по прочности и стоимости, хотя весит на 20% меньше. Это обеспечивается за счёт заполненных воздухом полостей диаметром около 25 мкм каждая.

Микроэлектроника является одной из самых динамично развивающихся направлений науки. Сейчас около 90% всех инноваций в физике твердого тела в той или иной мере исходят от микроэлектронной отрасли. Одна из самых известных научных задач в микроэлектронике, заключается в том, что, используя излучение видимого диапазона, нельзя достигнуть минимального размера транзистора. Литография (то есть процесс изготовления чипа) должна проводиться с помощью рентгеновского, синхротронного излучения, ионных пучков, что существенно удорожит производство. Параллельно идут исследования для использования других видов излучения, в частности так называемого экстремального УФ-излучения с длиной волны в 13,5 нм, и даже 5 нм, но пока они не используются. Другая проблема – подготовка диэлектриков. Страшилка состоит в том, что с уменьшением топологических размеров транзистора диэлектрики перестанут справляться со своей функцией и горячие электроны будут проходить сквозь них. Сейчас

эта проблема решена: разработаны новые типы диэлектриков, которые функционируют даже при столь малых топологических размерах. Научные задачи связаны, как и прежде, с особенностями поведения материалов при уменьшении топологического размера транзистора. Например, используемая нами медь имеет особенность: материал неоднородный, образует зерна, а от размера зерен зависит проводимость. С уменьшением размеров транзистора при фиксированном размере зерен значительно растет сопротивление, поэтому, чтобы двигаться вперед и продолжать уменьшение размеров транзистора, нужно уменьшить размеры зерен, иначе сопротивление становится слишком большим. Другая проблема – сохранение высокой диэлектрической проницаемости диэлектриков при уменьшении толщины их слоя. Современные транзисторы содержат по 10–12 слоев диэлектрика толщиной уже в ангстремы – десятые доли нанометра. Чтобы сохранять диэлектрические свойства, создаются новые материалы, с гафнием например.

Быстро растущий сектор гибридных автомобилей использует батареи для хранения энергии, которая нужна для езды авто. Во время движения с помощью генератора энергия преобразуется в электрический ток и, после остановки автомобиля, хранится в аккумуляторах, или суперконденсаторах. Как ожидается, нанотехнологии внесут большой вклад в область разработки ультра-легких, гибких, тонких батарей и конденсаторов, толщиной не более обычной газеты. Микроструктурированные солнечные элементы уже могут устанавливаться в люки и предлагаться в качестве опции на некоторых автомобилях. Использование гибких наноструктурных пластиковых солнечных элементов с толщиной менее 1 мкм, даст возможность покрыть внешнюю поверхность автомобиля энергопоглощающей пленкой.

В современных автомобилях 10-15% расхода топлива приходится на трение в двигателе (потери при трении движущихся механических частей: поршень, коленчатый привод, привод клапана). Нанопокрывтия для механических узлов и агрегатов, и наноструктурные смазочные материалы уменьшают трение и износ, тем самым уменьшая расход топлива.

Нанотехнологичная присадка для создания лучшей смазки в основе своей имеет сверхмалые полимерные частицы, величина которых несколько десятков нанометров. В результате тестовых испытаний данные частицы помещали в масло для автомобильного

двигателя.

При деструкции (разрушении) масла выделяется атомарный водород, который проникает в поверхностный и подповерхностный слои металла. Атомарный водород вступает в химическую реакцию с металлом, образуя между кристаллами металла хрупкие соединения (гидриды), что приводит к снижению прочности кристаллической решетки металла. Накапливаясь в микрополостях металла (микропоры, дефекты литья, зародышевые микротрещины), атомы водорода соединяются в молекулы, образуя газ ( $H_2$ ), создающий внутри микрополостей избыточное давление. В результате, потерявший прочность металл, под воздействием давления водорода изнутри и сил трения снаружи легко разрушается, т.е. верхний слой металла постепенно отрывается от его поверхности. При этом увеличиваются технологические зазоры, что приводит к износу агрегата. Большинство разработчиков противоизносных составов не учитывают процесса водородного износа. Именно поэтому попытка предотвратить износ металла, защищая его только от трения, а именно так работают большинство присадок, даёт лишь временный эффект, незначительно увеличивая моторесурс.

В Российской Федерации разработаны и запатентованы и сертифицированы разработки покрытия, которые обладают свойством саморегуляции. Попадая в масло двигателя, под воздействием сил трения и давления ЗВК «Реагент 2000» из фазы жидкого состояния преобразуется в очень твердое, эластичное покрытие, способное выдерживать длительную нагрузку, практически не разрушаясь.

Сегодня уже почти все автоконцерны заявили о том, что намерены выпускать электромобили. В большинстве своем моторы электрокаров используют электроэнергию аккумулятора, заряженного от сети, а также ток, возникший в результате рекуперации. Однако есть еще один источник электроэнергии - топливные ячейки. Об их использовании чаще пишут в будущем времени. На самом деле работа над запуском таких агрегатов в серийное производство идет полным ходом. Например, в концерне Daimler. Топливные ячейки (топливные элементы) - это сложные и дорогостоящие устройства, в которых кислород, получаемый из воздуха, соединяется с водородом, находящимся в баллоне. При неконтролируемом соединении этих двух газов происходит взрыв, а в управляемых топливных ячейках возникает электричество. Управляет

ими электроника, для размещения которой достаточно места под сидением водителя.

Значительных улучшений применение новой технологии позволяет добиться также и в случае никель-металлогидридных аккумуляторов, кстати, потенциально менее опасных для окружающей среды, чем популярные сегодня литийионные перезаряжаемые батареи.

Нанотехнологии позволяют значительно улучшить эксплуатационные характеристики существующих и разрабатываемых автомобилей. Применение новых наноструктурированных сталей и сплавов позволяет уменьшить вес автомобиля и повысить прочностные и другие физико-механические свойства деталей.

### **Литература**

1. В.А. Колесников Новые наноструктурированные высокоазотистые марганцевые стали (Украина 2009)
2. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. М., 2006.
3. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления развития Под ред. М.К.Роко, Р.С.Уильямса и П.Аливисатоса: Пер. с англ. М.: Мир, 2002.
4. Свободная интернет энциклопедия «Википедия»  
[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
5. Интернет словари и энциклопедии «Академик»  
[www.academic.ru](http://www.academic.ru)
6. Интернет магазин NanoStore  
<http://www.nanostore.com.ua/dobavki/c/242.html>.

## **ПРИМЕНЕНИЕ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ**

*Волков М. В., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Технический прогресс прошлого столетия в определяющей степени был связан с созданием и широким применением композиционных материалов на основе стеклянных, углеродных, керамических и химических волокон.

Наиболее приемлемым сырьем для получения нового класса волокон с уникальными свойствами показали себя горные породы - базальты. Базальтовые волокна получают из однокомпонентного дешевого сырья (базальта) при одностадийном технологическом процессе, что обуславливает их более низкую (на 15 - 20%) себестоимость по сравнению, например, со стекловолокнами и во много раз более низкую по сравнению с другими перечисленными выше волокнами, производимыми по многостадийным технологическим схемам.

Базальтовые волокна обладают уникальными свойствами: высоким уровнем физико-механических и химических свойств, повышенной стойкостью в агрессивных средах и к вибрациям, долговечностью (не менее 100 лет), стабильностью свойств при длительной эксплуатации в различных условиях, хорошей адгезией к различным связующим, что, в свою очередь, определяет их как перспективный материал для получения новых композиционных материалов - базальтопластиков и изделий из них различного назначения.

Эти волокна работоспособны в широком диапазоне температур от  $-260$  до  $+700^{\circ}\text{C}$ , при которых разрушаются углеродные ( $+600\dots 800^{\circ}\text{C}$ ) и стеклянные (ниже  $-60^{\circ}\text{C}$  и выше  $+500^{\circ}\text{C}$ ) волокна. Базальтовые волокна уверенно и объективно вытесняют из подавляющего большинства сегментов рынка и стеклянные волокна.

В настоящее время автомобильная промышленность активно развивается и испытывает потребность в новых материалах, особенно, композиционных материалах. Материалы на основе базальтовых волокон являются одними из наиболее перспективных материалов для применения в автомобильной промышленности. К числу таких материалов относятся непрерывные базальтовые волокна, композиционные материалы, армированные БВ, теплозвукоизоляционные материалы, антикоррозионные и защитные покрытия.

Анализ показывает, что базальтовые волокна имеют наилучшее соотношение показателя «цены и качества» для неорганических волокон (стеклянных, углеродных).

В автомобильной промышленности находят применение несколько типов волокнистых материалов.

1. Композиционные материалы и изделия на основе непрерывных волокон и армирующих тканей. Из этих материалов

производятся: внешние детали автомобиля бамперы, спойлеры; элементы внутренней отделки салона автомобиля панель приборов, декоративные панели салона, элементы защиты корпуса автомобиля.

2. Термо и звукоизоляционные материалы. Материалы для термо и звукоизоляции салона автомобиля, двигателя и глушителя выхлопных газов.

3. Материалы специального применения. Армирующие материалы для изготовления тормозных колодок и фрикционных дисков (дисков сцепления). Материалы для изготовления уплотняющих прокладок двигателя и глушителя.

4. Армирование непрерывными базальтовыми волокнами и лентами покрышек (скатов) автомобильных колес.

При разработке и изготовлении материалов из базальтовых волокон используются сочетания их характеристик и свойств. При этом необходимо использовать так сочетание этих свойств, чтобы добиться преимущества в применении именно базальтовых волокон.

1. Композиционные материалы и изделия на основе непрерывных базальтовых волокон и армирующих тканей. Базальтовые волокна по сравнению со стекловолокном имеют более высокие показатели по удельной прочности, что позволяет изготавливать внешние детали автомобиля (бамперы, обтекатели, спойлеры) более прочными и легкими.

Материалы из базальтовых волокон имеют высокие ударные прочность и вязкость, демпфирующие возможности. Это очень важно при изготовлении деталей автомобилей, обеспечивающих их безопасность при столкновениях.

Кроме того, внешние детали из базальтовых волокон выдерживают многолетнюю эксплуатацию при воздействии природных факторов: влаги, растворов солей, щелочи и кислот.

Базальтовые волокна химически стойкие, что позволяет из них изготавливать композиционные материалы на основе неорганических связующих, имеющих, как правило, щелочную реакцию. Применение неорганических связующих позволяет изготавливать негорючие композиционные материалы на основе БВ.

Сочетание характеристик и свойств базальтовых волокон открывают перспективу создания нового класса материалов для автомобильной промышленности – сотовых и объемных пластиковых конструкций. Это особо прочные материалы, которые при минимуме массы, обеспечивают высокую конструктивную прочность и имеют

дополнительные тепло и звукоизоляционные свойства. Такие сотовые и объемные композиционные материалы и конструкции с высокими удельными прочностными показателями широко применяются в авиации. Даже обычные материалы из пластмасс армированные 1.5 - 2% рубленым базальтовым волокном увеличивают свою прочность на излом и на разрыв на 17 – 30%. Поэтому применение БВ для изготовления конструктивных композиционных материалов в автомобилестроении имеет большие перспективы.

## 2. Термо - и звукоизоляционные материалы.

Материалы из БВ для термо - и звукоизоляции двигателя сочетают в себе хорошие термо - и звукоизоляционные характеристики, низкую гигроскопичность, стойкость к воздействию вибрации, негорючесть и долговечность. При этом, эти материалы также соответствуют требованиям новых американских стандартов на применение негорючих материалов для автомобилей.

## 3. Материалы специального применения.

Армирующие материалы для изготовления тормозных колодок и фрикционных дисков (дисков сцепления). Рубленые базальтовые волокна являются лучшим материалом для армирования тормозных и фрикционных накладок. Так как выдерживают большие температуры без изменения своих физических характеристик, имеют хороший фрикционный контакт с металлом, но при этом, не вырабатывая его.

В материалах для изготовления уплотняющих термостойких прокладок двигателя и глушителя традиционно применяются БВ, которые являются заменителями концентратов материалов из асбестовых волокон.

## 4. Непрерывное базальтовое волокно является отличным материалом для корда автомобильных покрышек, так как обладает высокой прочностью на разрыв, не вытягиваются под действием нагрузок, выдерживает долговременные знакопеременные нагрузки. Кроме того автопокрышки с базальтовым кордом достаточно просто утилизировать – измельчение и повторное использование резины.

Весьма перспективно применение базальтовой чешуи для антикоррозионных покрытий днищ автомобилей.

Базальтовый чешуйчатый материал представляет собой элементарные чешуйки толщиной до 3 микрон площадью 1 – 3 мм<sup>2</sup>. При нанесении лакокрасочных покрытий армированных базальтовыми чешуйками на металлические поверхности их прочность и химическая стойкость многократно возрастает. Имеется

многолетний опыт применения лакокрасочных покрытий армированных базальтовой и стекло чешуей в химической промышленности и в судостроении, в том числе и для покраски судов ледокольного типа. При этом базальтовая чешуя обеспечивает высокие механические характеристики покрытий прочность и износостойкость, а также надежную защиту металла от воздействия солей и кислот.

Развитие автомобильной промышленности, повышение требований к качеству и безопасности используемых материалов требует создания и применения новых композиционных материалов сочетающих в себе ряд характеристик. Материалы из базальтовых волокон наиболее полно отвечают этим требованиям, так как обладают рядом уникальных характеристик и свойств и имеют наилучшее соотношение «цены и качества».

Проведены комплексные испытания базальтовых волокон и материалов на их основе, накоплен многолетний опыт применения этих материалов в автомобилестроении, авиации, судостроении, других отраслях промышленности.

Применение материалов и изделий на основе базальтовых волокон в автомобилестроении является перспективным направлением.

### Литература

1. Аблесимов Н.Е., Земцов А.Н. Релаксационные эффекты в неравновесных конденсированных системах. Базальты: от извержения до волокна. Москва, ИТиГ ДВО РАН, 2010. 400 с.
2. *Малинецкий Г. Г.* Нанотехнологии. От алхимии к химии и дальше// Интеграл. 2007, № 5, с.4-5.
3. Практическое руководство по общей геологии //под ред. проф. Н.В Короновского. — М., «Академия», 2007
4. *Хартманн У.* Очарование нанотехнологии / пер. с нем. — 2-е изд.. — М.: Бином, 2010. — С. 173.
5. *Эрлих Г.* Малые объекты – большие идеи. Широкий взгляд на нанотехнологии. — М.: Бином, 2011. — С. 254.



## МАСЛЯНЫЕ ПРИСАДКИ

*Грибков А. А., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Существует три основные группы дополнительных присадок в моторное масло, (далее — добавки). В их состав входят присадки, содержащиеся фактически во всех марках моторных масел, но в различных количествах и комбинациях, плюс основной ингредиент. Наша классификация произведена следующим образом:

1. Добавки, содержащие PTFE (Teflon).
2. Добавки, содержащие диалкилдитиофосфат цинка (Zinc).
3. Добавки, состоящие из растворителей и моющих присадок, предотвращающие образование осадка.

Внутри этих групп могут быть некоторые различия, но даже в лаборатории их практически невозможно выявить, за исключением основного компонента (цинка либо тефлона). Рассмотрим каждую группу отдельно.

Большинство популярных добавок в масло — это те, что включают в свой состав PTFE (политетрафторэтилен), наиболее известный как «Teflon». Эта торговая марка зарегистрирована компанией DuPont Chemical Corporation.

Получив довольно широкое распространение на авторынке, масляные присадки подверглись определенной критике со стороны экспертов в области смазочных материалов. Наиболее неодобрительные отзывы, о подобного рода присадках, поступили от самой химической корпорации «Дюпон». На самом деле, компания DuPont, которая является изобретателем PTFE, держателем патента и торговой марки «Teflon», одна из первых выступает против использования PTFE — присадок для двигателей. Об этом, в своем заявлении, сделанном более десяти лет назад, технический специалист корпорации «Дюпон» Дж. Имбалзано сказал: «Тефлон, как компонент масляной присадки или моторного масла, не приносит пользы для двигателей внутреннего сгорания».

В это же время «Дюпон» угрожает судебными исками любой компании, которая использует имя «Teflon» на продуктах, предназначенных для использования в двигателях внутреннего сгорания. DuPont отказывается продавать PTFE — порошки любому, кто предполагает их использование для этих целей. Но после нескольких проигранных судебных исков от производителей добавок,

в которых DuPont не смогла доказать, что PTFE вредно для двигателей, их обязали продавать PTFE – порошки производителям присадок. Те же, пользуясь этим, стали утверждать, что это доказательство того, что присадки с тефлоном работают, хотя фактически это не что иное, как доказательство работы американского законодательства: «не виновен, пока не доказана вина».

Один из последних чудо - компонентов, используемых в добавках к моторным маслам и пытающийся сместить тефлон — это цинковый диалкилдитиофосфат (в дальнейшем просто — цинк).

Производители новых цинксодержащих присадок утверждают, что могут доказать абсолютное превосходство их продуктов над добавками, содержащими PTFE — порошки. Естественно, компании, продвигающие присадки с PTFE, в свою очередь, утверждают то же самое. Цинк — стандартный компонент пакета присадок фактически любого бренда, производящего сегодня моторные масла. Концентрация его варьируется от высокой — 0,29%, до низкой — 0,15%.

Считается, что чем больше процент органических соединений цинка в масле, тем выше его противоизносные свойства. Следовательно, в маслах, специально разработанных для высокооборотистых и турбированных двигателей, процентное соотношение цинка выше.

Как мы уже сказали, состав органического цинка используется при высоком давлении, как присадка, предотвращающая износ. Цинк в масле вступает в работу, только когда в Вашем ДВС присутствует контакт «металл-металл», предотвращая стирание поверхностей, в частности между стенками цилиндров и поршневыми кольцами. И, если автомобиль часто эксплуатируется в красной зоне шкалы тахометра, то масла, содержащие повышенное количество цинка как раз для него.

Основным признаком, по которому можно распознать присадки с цинковыми добавками, является предупредительный знак, проставляемый по требованию экологов, или информация, указывающая на содержание опасного вещества. Цинковый фосфат, содержащийся в присадках, известный раздражитель и способен привести к серьезным повреждениям, попадая в глаза.

Масляные присадки для двигателя добавляются в масло при его замене и замене топливных фильтров. Частицы, содержащиеся в

присадках, очень мелкие, меньше микрона. Они свободно проникают внутрь двигателя через чистые фильтры. Топливные присадки добавляют в почти пустой бак перед заправкой бензобака. Частота применения присадок зависит от состояния двигателя и эксплуатационной необходимости. Каждый производитель присадок для двигателя дает подробную инструкцию по количеству и частоте применения присадок.

Как правило, все моющие добавки включают в свой состав растворители масла и моющие присадки, разработанные для удаления осадка и углеродистых отложений из двигателя. Фактически все эти добавки на 80% состоят из керосина и включают в свой состав ацетон, нафталин, изопропанол, и ксилол поэтому они огнеопасны и легко воспламеняются. Таким образом, эти присадки разработаны для целей прямо противоположных PTFE и цинксодержащих добавок. Проблема заключается в том, что моющие добавки не могут растворять и удалять только нежелательные отложение, они так же нарушают и удаляют масляный слой, который обеспечивает защиту трущихся пар. Поэтому излишнее использование таких присадок приводит к возникновению контакта «металл-металл» в двигателе.

Подобного рода присадки имели практическое применение и пользовались популярностью в 80-х 90-х годах, но за последние десятилетие утратили свою актуальность, в связи с появлением высококачественных промывочных масел.

Не все присадки для моторных масел потенциально вредны. Однако об этом можно сказать лишь то, что если вред данных продуктов не доказан, то это еще не значит, что они могут принести реальную пользу. В некоторых случаях добавление присадок в масло в правильных пропорциях и в нужное время, вероятно могут продлить жизнь самого масла, (не двигателя), однако в каждом случае, который мы рассмотрели, было бы дешевле просто поменять масло в ДВС.

С тех пор, как производители добавок в масло перестали указывать составляющие, которые входят в присадки, их применение можно сравнить с игрой в рулетку, т.к. Вы никогда не знаете полного состава того, что добавляете в двигатель.

Предлагаю поговорить об отрицательных моментах присадок. Для нас, как для потребителя, это будет более интересно. Существуют следующие интересные факты касающиеся применения присадок. Присадки на основе минеральных порошков приносят вред

в виде засорения масляных каналов (не зря бутылочку перед заливом рекомендуют взболтать), очередной раз подтверждая что имеются мелкие твердые частицы. Результаты замеров показали снижение давления прохождения через масляный фильтр вследствие засорения перепускных клапанов. Еще один момент который имеет основание, это то, что поверхность цилиндров имеет технологическую обработку называемую хонингованием, в виде очень мелких рисок служащих для того, чтобы масло оставалось на стенках цилиндров, при применении присадок на основе металлоплакирующих составов эти риски выравниваются трение снижается но возникает обратный эффект, когда пленка металлоплакирующего слоя исчезает, в связи со своей недолговечности начинается процесс более интенсивного износа.

Еще один очень эксперимент который любят демонстрировать. Это когда в двигатель добавляется присадка потом масло сливают и вновь запускают двигатель- двигатель работает. Для открытия тайны, был проведен эксперимент, где взяли два идентичных двигателя. В один из них соответственно добавили присадку. Отработав определенное количество часов, слили масло из обоих двигателей. И оба двигателя вновь запустили на стенде. И каково же было удивление когда разобрал двигателя, оба двигателя были полностью изношены, в большей мере были повреждены подшипники нижней головки шатуна обоих двигателей, а в двигателе который работал с присадкой были повреждены еще и стенки цилиндров. Это может говорить о том, что масляные присадки устраняют защитный слой смазки, где в первую очередь страдают поршневые кольца, где особенно необходимо достаточное количество масла.

Фактически, все недостатки или вредные эффекты масляных присадок проявляются лишь при их долгосрочном применении. Поэтому очень эффективно используют присадки в гоночных автомобилях где нужен мгновенный эффект, так как ресурс двигателя очень ограничен.

### **Литература**

1. «Масляные присадки», Фролов К. Е. С.-Петербург, 2004
2. «Присадки» Лебедев А. Е. 2007 г.
3. Свободная интернет энциклопедия «Википедия»  
<http://ru.wikipedia.org>
4. Сайт «230 км (Смоленск)» <http://www.230km.ru>

## ЖИДКОФАЗНЫЕ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Гусак Т. А. студент ВФ ГОУ МГИУ*

### *Аннотация*

*В статье описываются аспекты современных нанотехнологий, которые можно применить в автомобилестроении.*

### *Abstract*

*The article describes aspects of modern nanotechnology, which can be used in the automotive industry.*

*Ключевые слова: жидкий металл, двигатель Ванкеля, гидрогель, метаматериал.*

*Keywords: liquid metal, the Wankel engine, the hydrogel, the metamaterial.*

Новый материал может течь, как жидкость, а затем снова восстанавливать исходную форму. Как страшный «Терминатор Т-100».

Впрочем, в отличие от «Терминатора Т-100», речь идет не о жидком металле, а о «гидрогеле» - сети органических молекул с массой внутренних полостей, способных впитывать воду, как губка. Это - метаматериал, свойства которого не имеют аналогов в природе и определяются не столько его составом, сколько структурой. Гидрогели уже нашли применения в фармацевтике: такие «губки» крохотных размеров можно заполнять раствором лекарства, которое будет постепенно высвобождаться в организме, а сам гидрогель - безопасно рассасываться.

Однако профессору Дэну Лю (Dan Luo) и его команде удалось добиться от них совершенно впечатляющих результатов. Их гидрогель составлен из нитей ДНК, которые спутаны и связаны друг с другом за счет комплиментарных взаимодействий своих оснований. При наличии соответствующей последовательности оснований ДНК такой гидрогель собирается на манер конструктора Lego, формируя структуры заранее определенной формы. Модифицировав эту

процедуру, ученые получили гидрогель, который демонстрировал совершенно удивительные и неожиданные механические свойства: он оказался жидким настолько, что тек не хуже плотной жидкости. Однако стоило добавить воды - и он принимал изначальную форму, одну и ту же каждый раз. «Такого мы не планировали» - признается профессор Лю.

Изучив образец странного материала под электронным микроскопом, ученые обнаружили, что состоит он из мельчайших, около 1 мкм в диаметре, «клубков» из спутанных нитей ДНК. Более длинными нитями клубки эти связаны друг с другом, так что вся эта структура ведет себя, словно резиновая: очень легко растягивается, мнется и деформируется, однако после снятия воздействия возвращается к первоначальной форме. Ученые собирали из них структуры в форме различных букв, которые превращали в аморфную жидкость, а затем погружали в воду и снова получали те же буквы.

Как в точности это происходит - еще предстоит выяснить. Пока ученые предполагают: дело все в том, что силы, удерживающие форму структуры гидрогеля, так малы, что легко преодолеваются поверхностным натяжением остатков воды на ней, плюс гравитацией. Однако в воде поверхностное натяжение оказывается нулевым, и одна гравитация не может сделать материал жидким, он снова возвращается к своей форме.

Молекулярный двигатель приводится в движение поляризованным светом.

Вращение колец бора в «молекулярном двигателе Ванкеля» под действием ИК-излучений круговой поляризации. Иллюстрация авторов исследования

Живые клетки полны удивительных молекулярных моторчиков – двигателей, построенных с использованием белковых структур и работающих с замечательной эффективностью. Изучение этих биологических структур стимулирует химиков и физиков на создание их искусственных аналогов, крохотных машин, способных вращаться, двигаться, и тем самым обеспечить в будущем вращение и перемещение, постройку и транспорт миниатюрных систем и деталей.

Хорошим примером такого проекта может служить недавняя работа калифорнийских ученых под руководством нашей бывшей соотечественницы Анастасии Александровой. Проведенное

моделирование позволило им предложить оригинальную схему работы такого двигателя, составленного из атомов бора.

Еще пару лет назад было обнаружено, что кластеры из 13-ти и 19-ти молекул бора, организованных в плоскую структуру из двух концентрических колец позволяют кольцам вращаться практически независимо друг от друга, примерно как внутренний треугольный ротор в двигателе Ванкеля. Внутреннее кольцо такой структуры также сложено из трех атомов, из-за чего авторы идеи назвали ее (с достаточной долей условности) «молекулярным двигателем Ванкеля». Оставалась одна проблема - понять, чем приводить этот двигатель в движение.

Александрова с коллегами показали, что сделать это достаточно просто, облучая структуру круговым поляризованным инфракрасным излучением, т.е. таким, волны которого колеблются в одной плоскости, вращающейся вокруг оси распространения. Оно и позволяет кольцам вращаться друг относительно друга: обладая собственным дипольным моментом, внешнее кольцо стремится выровнять его во вращающемся электромагнитном поле, создаваемым излучением, и начинает крутиться.

Такое решение особенно интересно тем, что при облучении атомы бора не переходят в возбужденное состояние и обратно, тем самым не происходит потери энергии и не оказывается никакого влияния на химические свойства молекулы – все эти недостатки свойственны системам, использующим для питания молекулярных двигателей химические реакции или источники тока. Дело за малым: перейти от моделирования к практике. Александрова с коллегами-теоретиками оставляют эту задачу экспериментаторам.

### Литература

1. Бердашкевич А.П. Законодательная и бюджетная поддержка нанотехнологий // ЭКО. – 2008. - №4. – С.128-139.
2. Богданов К. Нанотехнологии: когда размер имеет значение // Квант. – 2008. - №3. – С. 6-13.
3. Возняковский А. Композиты на наноуглеродах // Техника-молодежи. – 2007. - №11. – С. 5-7.
4. MIT Technology Review / Physics arXiv Blog.
5. Cornell University.

## ОБРАБОТКА УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН В СВЧ ПОЛЕ

*Демченков А., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Из-за существенного ограничения природных ресурсов и быстрого истощения наиболее богатых и доступных сырьевых месторождений, в частности, металлических руд, неуклонным ростом объема производства и потребления сырья, необходимы мероприятия, по эквивалентной замене дефицитных материалов, либо внедрения в производство новых технологий, основанных на применении более совершенных материалов. Материалы должны обеспечить малоотходные и безотходные технологические процессы производства изделий, увеличить ресурс конструкций, снизить их материалоемкость, свести к минимуму потери на коррозию, позволить внедрить кругооборот. Данным требованиям в полной мере отвечают новые конструкционные композиционные материалы, армирующим наполнителем которых и являются углеродные волокна (УВ).

Углеродные волокна по своей прочности, термостойкости, хемостойкости, жаропрочности, негорючести, ударопрочности, легкости и другим параметрам значительно превосходят как натуральные, так и выпускаемые сегодня специальные химические волокна и нити.

Ситуация, сложившаяся с разработкой, техническим оснащением и производством углеродных волокон в России, достаточно сложная, это связано со значительным сокращением их выпуска в последние годы. Поэтому разработка, изготовление, монтаж и ввод в эксплуатацию современных установок, обеспечивающих промышленный выпуск высококачественных, конкурентоспособных УВ представляется весьма актуальной задачей. Решение этой задачи позволит обновить действующую производственную базу, создать качественно новые волокна и существенно снизит импортную зависимость в их поставках.

Наибольшее количество, около 90% объема мирового выпуска УВ, используют для получения композитных материалов. Состав, структура и свойства армирующей системы углерод-углерод композиционных материалов (УУКМ) и, следовательно, качество армирования в решающей степени определяются свойствами элементарных углеродных волокон, технологии их получения и



обработки. Технологические приемы и режимы получения углеродных волокон позволяют в достаточно широких пределах варьировать структуру карбонизированных и графитированных материалов.

Высокое качество углеродных волокон и их низкая стоимость достигаются путем применения высокоэффективного технологического процесса, базирующегося на использовании энергии электромагнитного сверхвысокочастотного поля. Эффективность технологического процесса обусловлена теми преимуществами, которыми обладает СВЧ нагрев, по сравнению с традиционным.

Микроволновая установка при минимальном потреблении энергии обеспечивает заданный градиент температуры в процессе термообработки УВ, обеспечивая выпуск конкурентоспособной продукции. Ее отличительной особенностью является возможность уменьшения издержек производства. В результате отработаны принципы аппаратного и технологического оформления процесса, выявлены требования к источнику микроволнового нагрева, рабочей камере, узлам сопряжения, решены вопросы научного и методического обеспечения производства, а также создана экспериментальная установка производительностью до 10 кг/сутки. В итоге достигнута готовность к разработке тиражируемого СВЧ модуля для опытно-промышленного производства мощностью 40-50 кг/сутки, способного обеспечить выпуск УВ со свойствами (прочность, модуль упругости), соответствующими мировому уровню.

Уникальные свойства, которыми обладают УУКМ и возможности их широкого применения в народном хозяйстве, требуют решения вопросов, связанных с существенным снижением цен на исходные волокна при высоких показателях их качества.

Другой существенной особенностью является решение электродинамической задачи при конструировании и создании рабочей СВЧ камеры, предназначенной для термической обработки углеродного волокна, заключающейся в обеспечении равномерного нагрева материала включая устройства ввода-вывода энергии, устройства подачи материала, узлов сопряжения, устройств защиты от паразитного излучения.

Для достижения поставленной цели были проведены следующие работы:

- разработана математическая модель термической обработки материалов;
- разработано стендовое оборудование для согласования источника СВЧ энергии с рабочей камерой и обеспечения безопасных условий эксплуатации;
- разработаны конструктивно-функциональные модули и блоки СВЧ установки, включая источники энергии, рабочий объем камеры и устройства сопряжения.

Экспериментальные исследования на лабораторных установках показали принципиальную возможность проведения термической обработки углеродных волокон и позволили получить их образцы, используя энергию сверхвысокочастотного поля в статическом режиме. Однако для промышленного производства материала с требуемыми потребительскими свойствами необходимо создание установки непрерывного типа.

Разработка и проектирование микроволновой установки промышленного типа предполагает поиск оптимальных режимов термической обработки обеспечивающих наилучшие показатели производственной деятельности — высокое качество готового продукта при наименьших затратах энергетических ресурсов, для чего необходимы знания об основных закономерностях проходящих в них.

В результате процесса термической обработки на выходе получают материал с заданной степенью упорядоченности молекул. Упорядоченность, в общем случае, неоднородна и математически она представляет тензорную величину – тензорный параметр порядка. Параметр порядка формируется в однородном температурном поле микроволновой камеры под воздействием механических напряжений. Для каждой стадии технологического процесса с помощью модели определяется оптимальный закон изменения температуры во времени и длительность каждой стадии. Оптимизируется также поле механических напряжений. Таким образом, математическая модель будет представлять собой систему дифференциальных уравнений, в которую органически впишутся перекрестные связи взаимного влияния друг на друга технологических параметров.

Выходными параметрами модели явятся, зависящие от параметров порядка: механическая прочность, термостойкость, удельная электропроводность и др.

Применение математического моделирования позволит

ускорить разработку и новой установки и технологии термической обработки углеродных волокон и материалов, оптимизировать технологический процесс с целью получения заданных качественных показателей материала, снижения его себестоимости при увеличении объема выпускаемой продукции.

Важнейшими задачами при проектировании микроволновой установки карбонизации тканей, как и любой установки, содержащей источник энергии и рабочую камеру, являются:

- согласование СВЧ генератора и рабочего объема камеры (т.е. создания таких условий, при которых вся излучаемая генератором энергия попадала в камеру, и осуществляла в ней термическую обработку материала с минимальными потерями во вне);

- обеспечение безопасных условий эксплуатации установки.

В процессе термического воздействия можно ожидать значительного изменения электродинамических характеристик ( $E$ ,  $\operatorname{tg} \delta$ ) обрабатываемого материала. При реализации этого процесса важно выяснить изменение характера нагрева в СВЧ поле с ростом температуры и влияние на этот процесс неравномерности распределения СВЧ поля. Эта цель достигается с помощью экспериментальных методов. В проектируемой установке предполагается создавать СВЧ поле с оцениваемой неравномерностью и осуществлять нагрев материала до температур выше  $1000^{\circ}\text{C}$ .

Одним из видов конструкции микроволновой установки может служить система, содержащая соединенные с магнетронами прямоугольные волноводы, собранные в сплошной блок, и расположенные вдоль обрабатываемого материала, а щель для прохождения обрабатываемого материала размещена внутри блока прямоугольных волноводов и вдоль широкой стороны прямоугольного волновода. Торцы прямоугольных волноводов снабжены волноводными поворотами, причем волноводные повороты, размещенные на входе, соединены с защитными устройствами для поглощения избыточной нагрузки. Волноводные повороты, смонтированные на выходе, через коаксиальные волноводные переходы взаимодействуют с магнетронами. Данная конструкция устройства обеспечивает надежную защиту от излучения. Каждый прямоугольный волновод снабжен индивидуальным магнетроном.

## Литература

1. Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника. Изд. Лань. Спб.- М.2007г
2. Микроволновые технологии - новое направление энергосбережения. Научно-технический и общественно-информационный журнал "Энергосбережение в Республике Татарстан" №3-4 (8-9), 2002г. Изд-во "Ех-line". С.52-54 Морозов Г.А.
3. Углеродные волокна. Под ред. С. Симамуры. М.: Мир,1987, 304 с.
202. Костиков В.И., Колесников С.А., Щипков Н.Н. Карбид-углеродные композитные материалы. – Журнал Всесоюзного химического общества, 1991, т.36, №6, с. 690-696.
4. Технология конструкционных материалов. Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. 6-е изд., испр. и доп./ А.М. Дальский, Т.М.Барсукова, А.Ф.Вязов и др. – М.: Машиностроение, 2005. -592 с.
5. Бюл. № 33 Губерман М.С., Сакалов. М.А., Никифоров А. Л., Герасимов М.Н. ЕР 0071123 А1, 09.02.1983. г.Иваново Установка для тепловой обработки , например, текстильных материалов

## НАНОТЕХНОЛОГИИ И АВТОКОСМЕТИКА

*Зеленков Р. С. студент ВФ ГОУ МГИУ*

Нанотехнологии активно входят в различные сферы нашей жизни, они давно перестали быть просто отвлеченным научным понятием. На сегодняшний день разработана эффективная автокосметика и нанопокртия, способные на долгое время защитить лакокрасочное покрытие кузова автомобиля.

Автором одной из первых заметных инициатив в этой области стала компания Daimler-Crysler, которая начиная с 2003 года при окрашивании кузовов автомобилей марки Mercedes-Benz серий E, S, CL, SL и SLK использует прозрачный лак. Покрытие включает наноразмерные (ок. 20 нм) керамические частицы, в связи с чем была изменена и молекулярная структура самого связующего состава. На практике это позволило значительно улучшить износостойчивость, а вместе с тем и декоративные свойства лакокрасочного покрытия перечисленных выше моделей.

Продолжая тему об инновационных видах автомобильных лакокрасочных покрытиях, хочется упомянуть о работах, что ведутся в этом направлении компанией Du-Pont. Согласно опубликованной информации, компанией ведется разработка принципиально нового лакокрасочного материала с активным привлечением последних достижений в нанотехнологии. По сообщениям разработчика, новые материалы будут экологически чистыми, обладать повышенной износостойчивостью, но, что самое примечательное, высыхание слоя такой краски при воздействии на него УФ-излучения не будет превышать десяти секунд. Правда, для работы с такой системой предварительно необходимо вооружиться и новым оборудованием. Среди намеченных планов компаниями, занимающимися разработкой и производством лакокрасочных покрытий, создание в скором будущем защитных лакокрасочных покрытий, способных произвольно менять свой цвет (в зависимости от подаваемого на них напряжения), а также при необходимости даже блокировать проникновение радиосигналов заданных частот в салон автомобиля.

Способов выделить свой автомобиль из множества ему подобных существует немало. Порой для этого не нужны даже никакие навороты. Опрятный и ухоженный вид кузова, да ещё с идеальным блеском - такой автомобиль заметен всегда.

Речь пойдет о нано покрытии VECADOR, разработанном компанией Nanovere Technologies. Нано покрытия VECADOR были разработаны для работы с металлом, алюминием, пластмассом, древесиной и по стекловолокну и служит добавкой к лакам, краскам и порошковым системам покраски, но может использоваться и как самостоятельное покрытие.

Как появилось нано покрытие VECADOR. Ученых всегда привлекал "эффект лотоса" - цветка, растущего из липкой грязи тропиков и тем не менее всегда имеющего абсолютно чистые лепестки. А создать покрытие, способное само собой устранять мелкие повреждения, было и остается мечтой нескольких поколений химиков. Приблизиться к реализации этих свойств удалось лишь в 2006 году, когда Том Чоат - ученый и совладелец компании Nanovere Technologies синтезировал смолу, которая может быть использована как самоочищающееся и самовосстанавливающееся покрытие. Два года упорного труда ушло на то, чтобы изобретение превратить в товарный продукт и отработать технологию использования нано продукта при покраске автомобиля.

Семейство многофункциональных нанопокровтий VECADOR. Нано добавки играют активную роль в формировании структуры покрытия. Они позволяют укрепить матрицу полимера, используемого для образования пленки покрытия, уменьшить деградацию его поверхности под действием ультрафиолетового излучения, улучшить сопротивление агрессивным химическим препаратам и улучшить электрохимические свойства покрытия. Однако действие таких добавок ограничено во времени и результат во многом зависит от состава, свойств и структуры полимера биндера, исходного продукта.

В принципе допуская возможность добавок, компания основную ставку делает на другую технологию - защитное покрытие Vecdor nanocoating, в основе которого лежит нанополимер собственной разработки. Это покрытие благодаря особой трехмерной архитектуре соединения молекул полимеров приобретают уникальные свойства. Тесты показывают, что Vecdor nanocoating превосходит по стойкости к образованию царапин и сколов, а также сопротивлению к воздействию агрессивных химических сред все другие известные защитные автомобильные покрытия, в том числе и те, где в качестве наполнителя применяются нано частицы. Кроме того, новое покрытие приобретает уникальные качества: способность к самовосстановлению (для этого нужно лишь подогреть поверхность феном), а так же эффект "антиграфити", позволяющий легко удалить с покрытия посторонние надписи. При этом поверхность покрытия легко полируется, имеет идеальный блеск и сохраняет его долгие годы.

Уникальное по своим свойствам средство, производимое компанией Тюнинг & Сервис, для создания неповторимого блеска кузова автомобиля и самой длительной защиты от воздействия разрушающих воздействий внешней среды.

Можно выделить три основных фактора, которые наносят вред лакокрасочному покрытию – ультрафиолет, агрессивная химия и постоянное физическое воздействие. Под действием ультрафиолета цвет автомобиля заметно блекнет примерно через год эксплуатации, дорожная и автомоечная химия постепенно разрушает и замутняет слой защитного лака, а дорожные реагенты и протирки на автомойке создают множество мелких царапин, приводящих к потере прозрачности и блеска покрытия. Нанокерамика покрывает идеально отполированный кузов тончайшим сверхпрочным слоем, который

создает эффект зеркального блеска, делает цвет более глубоким, защищает его от раннего выцветания, уберегает лак от разрушения при воздействии дорожной и автомоечной химии, уменьшает образование на поверхности мелких царапин. При этом нанокерамика ремонтпригодна, имеет наиболее длительный срок службы и, самое главное, абсолютно не обладает отрицательными побочными эффектами, которые могут нанести вред автомобилю, и таким образом, перечеркнуть все достоинства.

Нанокерамика предназначена только для профессионального использования при строгом соблюдении специально разработанной технологии нанесения на поверхность кузова автомобиля. С помощью нанокерамики может быть получено качественное защитное покрытие, обладающее неповторимым зеркальным блеском, высокой прочностью и самым длительным сроком службы. Нанокерамика не доступна в свободной продаже для самостоятельного использования.

Итак, какие же выгоды дает защита кузова нанокерамикой. Во-первых, автомобиль выглядит гораздо лучше, чем из салона, поскольку перед продажей в автосалоне проводят полировку и далеко не всегда качественную. При защите автомобиля нанокерамикой производится самая тонкая полировка, а слой нанокерамики обладает гораздо большей отражающей способностью, чем автомобильный лак. Красивый автомобиль всегда радует глаз своим видом, и не возникает беспокойных мыслей о том, что кузов уже плохо блестит, затерся, и надо что-то с этим делать. Прошедший защиту нанокерамикой автомобиль становится заметнее, привлекает внимание своим зеркальным блеском, выделяется в потоке, и как бы подчеркивает своим особенным видом статус владельца. За счет идеально гладкой поверхности и гидрофобных свойств нанокерамики частичкам грязи не за что зацепиться и автомобиль заметно меньше пачкается, в результате посещать автомойки требуется гораздо реже. Особенно актуально это свойство для регионов с высокой пыленностью воздуха. Ну и, наконец, защита нанокерамикой – это самый простой способ улучшить внешний вид своего автомобиля, продлить жизнь лакокрасочного покрытия и забыть о проблемах с кузовом на длительный срок (гарантийный срок службы нанокерамики - 12 месяцев).

Защита автомобиля нанокерамикой имеет и экономическую выгоду. Защищенный автомобиль из-за низкой подверженности

загрязнению в два раза реже нуждается в посещении автомоек. Уменьшение затрат на мойки автомобиля сопоставимо со стоимостью самой услуги. Если же посчитать стоимость поддержания идеального внешнего вида автомобиля с помощью регулярных полировок, то стоимость защиты лакокрасочного покрытия нанокерамикой окажется ещё ниже, при заметно превосходящем качестве результата.

Процедура защиты автомобиля нанокерамикой очень проста и не требует от владельца каких-то усилий. Достаточно утром оставить свою машину в автоцентре и к вечеру все работы будут завершены. Одну неделю необходимо будет воздержаться от автомоек, пока нанокерамика будет формировать защитный слой. Затем автомобиль можно эксплуатировать как обычно, без повторных посещений автосервиса. Для продления срока службы защитного слоя нанокерамики рекомендуется покрывать кузов горячим воском на любой автомойке.

Стремление улучшить технические, эстетические, эргономические и другие показатели выпускаемых автомобилей присуще не только производителям. Этой же целью руководствуются и компании, предоставляющие сервисные услуги и детейлинг.

Рынок детейлинга относительно стабилен: услуги, оказываемые детейлинг-центрами, идентичны, разница только в качестве и стоимости этих самых услуг. Именно поэтому особого внимания заслуживают компании, внедряющие инновационные средства для защиты Вашего автомобиля.

В 2008 году нашим партнером было создано поистине революционное средство защиты лакокрасочного покрытия автомобиля. Это не имело бы никакого смысла, если бы новая технология выгодно не отличалась бы от традиционных средств.

Итак, позвольте представить Вам инновационное средство для создания долгосрочной защиты и усиления светоотражательной способности лакокрасочного покрытия кузова автомобиля – полимерную керамику.

Опытных «защитников» своего авто уже на этом моменте должно было заинтересовать соединение до сих пор несоединимого: защиты и блеска.

Известно, что средства по уходу за кузовом автомобиля имеют ярко выраженным только одно свойство – или защита покрытия, или его блеск. В первом случае поверхность становится прочной и служит



долго, однако она не обладает блеском, и, следовательно, внешний вид автомобиля оставляет желать лучшего. Во втором случае блестящий слой, создаваемый средствами, не обеспечивает защиты покрытия и довольно быстро смывается.

Уникальность полимерной керамики состоит в том, что она способна одновременно обеспечить как защиту, так и зеркальный блеск покрытия в течение длительного времени, не нанося ему вреда.

Не секрет, что на рынке присутствуют средства долгосрочной защиты кузова. Однако они имеют неприятную особенность разрушать структуру лакокрасочного покрытия. Т.е., стремясь защитить покрытие своего автомобиля от повреждений, Вы тем самым способствуете его разрушению. Полимерная керамика же формирует на поверхности защитную сверхпрочную пленку толщиной всего 5-10 нанометров. За счет сильного межмолекулярного притяжения она надежно прикрепляется к слою автомобильного лака и не изменяет его свойств при длительном взаимодействии.

Другие косметические средства предназначены для кратковременного придания блеска кузову. Полимерная керамика за счет своей внутренней структуры способна обеспечивать устойчивый зеркальный блеск поверхности в течение всего срока службы.

Итак, второе уникальное свойство полимерной керамики – ее слой держится несколько лет, срок службы полимерной керамики – 3 года.

Как уже было сказано выше, полимерная керамика не изменяет свойств лакокрасочного покрытия. Это уже хорошо, но необходима защита этого самого покрытия.

Третье уникальное свойство полимерной керамики - она эффективно блокирует воздействие внешних разрушающих факторов:

Полимерная керамика обладает высоким коэффициентом отражения света, что позволяет блокировать проникновение ультрафиолета на краску, оберегая ее от быстрого выцветания и старения. Это же свойство способствует получению эффекта зеркальной поверхности кузова автомобиля.

Химическая стойкость полимерной керамики надежно препятствует воздействию как автомоечных, так и дорожных химикатов на покрытие и сохраняет его свойства.

Прочная идеально гладкая поверхность образуется за счет сильнейших молекулярных связей. На такой защищенной поверхности в 500 раз меньше образуются мелкие царапины от дорожного пескоструя и постоянных протирок на автомойках.

Соединения полимерной керамики не вступают в химическую реакцию с дорожными реагентами и не дают воде и реагентам проникнуть в микротрещины лакокрасочного покрытия автомобиля.

Полимерная керамика обладает гидрофобным эффектом, что способствует меньшему оседанию грязи и пыли на кузове Вашего автомобиля.

Четвертое уникальное свойство полимерной керамики – это ее ремонтпригодность. В случае повреждения отдельного элемента автомобиля, производится его покраска и повторная защита полимерной керамикой. Восстановленный элемент не будет отличаться от соседних.

Настоящее нанотехнологий впечатляет, но ещё большие и более существенные изменения ожидает в ближайшем будущем автомобилестроение, основанное на новых достижениях нанотехнологий.

### **Литература**

1. Сайт «Тюнинг&Сервис», статья «Что такое нанокерамика»  
[http://www.carnano.ru/tech/chto\\_takoe\\_nanokeramika](http://www.carnano.ru/tech/chto_takoe_nanokeramika)

2. Сайт «Авто Спейс», статья «Полимерная керамика» <http://avto-space.com/tehnology>

3. Интернет портал о защитных покрытиях, статья «Инновационные технологии в лакокрасочной отрасли»  
<http://www.corrosio.ru/posts/innovatsionnyie-tehnologii-v-lakokrasochnoy-otrasli>

4. Сайт «АвтоДела», статья «Нанотехнологии в автомобиле»  
<http://catalog.autodela.ru/article/view/3374>

5. Нанотехнологическое сообщество «Нанометр», статья «Нанотехнологии на основе «эффекта лотоса» в автомобильной промышленности»  
[http://www.nanometer.ru/2009/05/09/effekt\\_lotosa\\_155233.html](http://www.nanometer.ru/2009/05/09/effekt_lotosa_155233.html)

6. Сайт сервисного центра BMW «Колесо», статья «Защита на основе нанотехнологий» <http://5koleso-bmw.ru/index.php/kontakt/4-1-k-nano>

7. Сайт «X-project», статья «Нано полировка автомобиля»  
[http://www.x-protect.ru/auxpage\\_nano-polirovka/](http://www.x-protect.ru/auxpage_nano-polirovka/)

## НАНОМАТЕРИАЛЫ В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

*Игнатенков В. С., студент ВФ ГОУ МГИУ*

### *Аннотация*

*За последние несколько десятилетий, процесс машиностроения шагнул далеко вперед. Причиной тому является применение новых материалов и способов их обработки, а главное - применение нанотехнологий.*

### *Abstract*

*Over the past few decades, the process engineering stepped far out in front. The reason for this is the use of new materials and methods for their treatment, and most importantly - the use of nano technology.*

Нанотехнология (Английский термин «Nanotechnology») — область прикладной науки и техники, имеющая дело с объектами размером менее 100 нанометров. Нанотехнология качественно отличается от традиционных инженерных дисциплин, поскольку на таких масштабах привычные, макроскопические, технологии обращения с материей часто неприменимы, а микроскопические явления, пренебрежительно слабые на привычных масштабах, становятся намного значительнее: свойства и взаимодействия отдельных атомов и молекул, квантовые эффекты.

Принцип нанотехнологии заключается в практическом использовании нового уровня знаний о физико-химических свойствах материи. Исследования явлений, происходящих в наноструктурах, дали начало новой области знаний, которая в будущем внесет изменения в технологии автомобилестроения и не только. В подобных структурах доминируют принципиально новые явления, которые наделяют наноразмерные частицы и структуры уникальными механическими, электрическими, магнитными, оптическими, химическими и другими свойствами, которые открывают дверь в принципиально новую область манипулирования материей с применениями, трудно представимыми в обычной ситуации.

Свойства nano технологий широко применяются в таких сферах автомобилестроения как: аэрозоли, красящие пигменты, цветные стекла, окрашенные коллоидными частицами металлов.

Внедрение нанотехнологий в *автомобильную промышленность* позволит сделать автомобили:

1. доступными (nano технологические методы производства позволяют создавать товары и услуги с низкой себестоимостью; в автомобилях будущего основной составляющей цены будет являться «бренд»);

2. комфортными (более совершенная работа механических частей, улучшенная шумо- и вибро- изоляция на основе nano структурированных материалов, эргономичный салон);

3. эффективными (повышения средней скорости движения автомобилей, повышение КПД использования энергии, необходимой для перевозки людей и грузов);

4. интеллектуальными (широкое внедрение информационных систем во все узлы и компоненты автомобилей, принятие автомобилем все больших функций водителя на себя);

5. безопасными для человека и окружающей среды (новые, экологически чистые силовые установки, в том числе на топливных элементах, качественно новый уровень пассивной и активной безопасности для обитателей салона и пешеходов, широкое использование в конструкции авто биodeградируемых материалов, а с созданием дисассемблеров - возможность 100% утилизации устаревших автомобилей).

Запатентованы новые способы и ресурсосберегающие nano технологии, в том числе повышения долговечности на этапе эксплуатации, упрочнения твердых сплавов, нержавеющей, конструкционных и инструментальных марок стали, кузнечной сварки многослойных композиций и производства цельнокованого нержавеющей дамаска, квазиаморфного модифицирования карбидами и оксидами кремния. При этом ресурс изделий, изготовленных по новой методологии, для отраслей, машиностроения повышается от 200 до 500%.

Разработка и применение nano технологий позволят достичь следующих основных целей:

1. Изменение структуры валового внутреннего продукта в сторону увеличения доли наукоемкой продукции.

2. Повышение эффективности производства.

3. Переориентация российского экспорта с, в основном, сырьевых ресурсов на конечную высокотехнологичную продукцию и услуги путем внедрения нано материалов и нано технологий в технологические процессы российских предприятий.

4. Создание новых рабочих мест для высококвалифицированного персонала инновационных предприятия, создающих продукцию с использованием нано технологий.

5. Развитие фундаментальных представлений о новых явлениях, структуре и свойствах наноматериалов.

6. Формирование научного сообщества, подготовка и переподготовка кадров, нацеленных на решение научных, технологических и производственных проблем нанотехнологий, создание наноматериалов и наносистемной техники, с достижением на этой основе мирового уровня в фундаментальной и прикладной науках.

Нанотехнологии обещают целый ряд выгод от широкомасштабного внедрения в массовое производство автомобилей. Уже существуют легко очищающиеся и водоотталкивающие покрытия для материалов, основанные на использовании диоксида кремния.

Покрытие из наночастиц кремнезема делает обработанную поверхность гидрофобной - на поверхности с плёнкой из  $\text{SiO}_2$  капля воды касается субстрата лишь немногими точками, что во много раз уменьшает Ван-дер-ваальсовы силы и позволяет силам поверхностного натяжения жидкости сжать каплю в шарик, который легко скатывается по наклоненному стеклу, унося с собой накопившуюся грязь.

Несколько зарубежных фирм уже выпускают подобные покрытия в промышленных масштабах. На российском рынке их продукцию представляет эксклюзивный дистрибутор - компания NanotechnologyNewsNetwork.

Кроме покрытий для стекол также разработаны и выпускаются составы с аналогичным действием для тканей, металла, пластика, керамики - и все они имеют потенциал для применения в автомобильной промышленности.

В настоящее время с использованием нано технологических подходов уже производятся высокоэффективные антифрикционные и противозносные покрытия для автотранспорта. Так российский концерн «Нано индустрия» наладил серийное производство

ремонтно-восстановительного состава «Нано технология». Состав предназначен для обработки механических деталей, испытывающих трение - двигатели, трансмиссия.

В аэрокосмической промышленности уже широко применяется семейство нано структурированных аэрогелей. Так кремниевый аэрогель - лучший в мире твердый теплоизолятор, когда-либо обнаруженный или полученный.

Большие перспективы имеются в улучшении электронных компонентов автомобиля с помощью нано технологий. Так МикроЭлектроМеханические системы (MEMS) уже расширяют стандартную технологию микроэлектроники, позволяет объединять в одной микросхеме элементы, обеспечивающие как механическое перемещение физических частей, так и электронов в электрической схеме.

Вращающиеся акселерометры также используются для расширения возможностей антиблокировочных систем автомобиля (ABS). Кроме того, в автомобилях MEMS находят применение в датчиках продольных и поперечных ускорений, датчиках крена и т.д.

Сейчас конструкторы «гибридных» автомобилей уже сталкиваются с потребностью в компактных, легких и высоко ёмких аккумуляторных батареях. Стоит напомнить, что ставшие традиционными кислотные аккумуляторы не годятся, в силу большой массы, громоздкости, экологической «не безупречности». С ростом парка гибридов, а также с массовым появлением водородных автомобилей на ТЭ потребность в автономных источниках хранения электрической энергии возрастет еще больше. Нано технологии предлагают ряд решений данной проблемы.

В силу того, что большинство автомобилей будущего будет работать на электрической тяге, гораздо больший интерес станет представлять использование фотоэлементов в конструкции автомобиля. В этом отношении нано технология позволяет создавать долговечные, ультратонкие и гибкие преобразователи солнечного света. Кроме того, использование нано технологических принципов позволит получать солнечные панели с КПД до 80-90%.

Развитие направлений науки, техники и технологий, связанных с созданием, исследованиями и использованием объектов с нано размерными элементами, уже в ближайшие годы приведет к кардинальным изменениям во многих сферах человеческой деятельности – в том числе и в машиностроении.

В развитых странах осознание ключевой роли, которую уже в недалеком будущем будут играть результаты работ по нанотехнологиям, привело к разработке широкомасштабных программ по их развитию на основе государственной поддержки.

В России работы по разработке нанотехнологий начаты еще 50 лет назад, но слабо финансируются и ведутся только в рамках отраслевых программ. К настоящему времени назрела необходимость формирования программы общегосударственного масштаба с учетом признания важной роли нанотехнологий на самом высоком государственном уровне.

Разработка и успешное освоение новых технологических возможностей потребует координации деятельности на государственном уровне всех участников нанотехнологических проектов, их всестороннего обеспечения (правового, ресурсного, финансово-экономического, кадрового), активной государственной поддержки отечественной продукции на внутреннем и внешнем рынках.

Использование возможностей нанотехнологий может уже в недалекой перспективе принести значительный экономический эффект в машиностроении.

Ключевые проблемы развития нанотехнологий в России.

Первая проблема - формирование круга наиболее перспективных их потребителей, которые могут обеспечить максимальную эффективность применения современных достижений.

Вторая проблема - повышение эффективности применения наноматериалов и нанотехнологий.

Третья проблема - собственно разработка новых промышленных технологий получения наноматериалов, которые позволят России сохранить некоторые приоритеты в науке и производстве.

Четвертая проблема - обеспечение перехода от микро технологий к нанотехнологиям и доведение разработок нанотехнологий до промышленного производства, особенно в области электроники и информатики.

Пятая проблема - широкомасштабное развитие фундаментальных исследований во всех областях науки и техники, связанных с развитием нанотехнологий.

Шестая проблема - создание исследовательской инфраструктуры.

Седьмая проблема - создание финансово-экономического механизма формирования оборотных средств у институтов и предприятий-разработчиков nano материалов и nano технологий.

Восьмая проблема - привлечение, подготовка и закрепление квалифицированных научных, инженерных и рабочих кадров для обновленного технологического комплекса Российской Федерации.

Ключевые технологии и материалы всегда играли большую роль в истории цивилизации, выполняя не только узко производственные функции, но и социальные.

Главная надежда nano технологий связана с тем, что удастся двигаться не «сверху вниз», а «снизу вверх», т.е. выращивать nano структуры, nano материалы, nano объекты.

В самом деле, чтобы нанотехнологии не остались научной фантастикой, они должны найти свое место в экономике, включиться в существующие экономические циклы или создать новые.

Из числа технологически продвинутых стран Россия - единственная - до настоящего времени не имеет программы развития nano технологий федерального масштаба.

Исследования в этом направлении проводятся в рамках академических институтов, частично вузов, входят отдельными разделами в отраслевые программы, но, как правило, не завершаются практическим внедрением результатов.

### **Литература**

- 1 Сайт «Центральный Военно-Морской портал» [www.navy.ru](http://www.navy.ru)
- 2 Сайт «Портал о нанотехнологиях» [www.pronano.ru](http://www.pronano.ru)
- 3 Сайт «Российский электронный наножурнал»  
[www.nanorf.ru](http://www.nanorf.ru)
- 4 Сайт «Информационное агенство «Росбалт»»  
[www.rosbalt.ru](http://www.rosbalt.ru)
- 5 Сайт «НанонОВОСТИ» [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru)
- 6 Сайт «International Fashion Machines» [www.ifmachines.com](http://www.ifmachines.com)

### **«ЛОТОС-ЭФФЕКТ» В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ**

*Краснов А.А., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Нанотехнология — ключевое понятие начала XXI века, символ новой, третьей, научно-технической революции. С позиций



сегодняшнего дня цель нанотехнологий — создание наносистем, наноматериалов, наноустройств, способных оказать революционное воздействие на развитие цивилизации.

Нанонаука основана на изучении, создании и модифицировании объектов, которые включают компоненты размерами менее 100 нм хотя бы в одном измерении и в результате получают принципиально новые качества. Эта отрасль знаний относительно молода и насчитывает не более столетия. Первым ученым, использовавшим измерения в нанометрах, принято считать Альберта Эйнштейна (Albert Einstein), который в 1905 году теоретически доказал, что размер молекулы сахара равен одному нанометру ( $10^{-9}$  м).

Развитие нанотехнологий открывает почти безграничные возможности для технического прогресса. Уже немало открытий и достижений сделал человек, но ещё больше ему предстоит сделать и открыть.

В 1970-х годах немецкими учеными - ботаниками Боннского университета Вильгельмом Бартхлоттом и Кристофом Найнуйсом было открыто явление самоочистки листьев и цветков некоторых растений, а также тот факт, что этот феномен объясняется особым наноструктурированным состоянием их поверхности. Впоследствии это явление ими было запатентовано и названо в честь наиболее яркого представителя таких растений - эффект лотоса.

Очевидно, что лотос является одним из важнейших символов Востока и не только. Например, во времена фараонов лотос был символом Нижнего Египта и царской власти: цветок лотоса носила Нефертити. Бог растительности, Нефертум, также олицетворял первозданный лотос и поэтому именовался „молодым солнцем, что возникает из раскрывающегося лотоса“. История почитания лотоса очень интересна, но для современности важнее то, что он действительно обладает необычными физико-химическими свойствами. Благодаря особому строению и очень высокой гидрофобности его листьев и лепестков цветы лотоса остаются удивительно чистыми — именно это поражало наших далёких предков. Цветок, возникший в грязном болоте и оставшийся чистым, незапятнанным, просто не мог не стать символом.

Явление самоочистки детально исследовалось учеными и позволило открыть удивительные возможности природы защищаться не только от грязи, но также и от различных микроорганизмов. Данный эффект наблюдается не только у лотоса, но и у других

растений (листья кактуса, капусты, камыша, водосбора, тюльпана), а также у насекомых (например, крылья стрекоз и бабочек). Они наделены природой свойством защиты от различных загрязнений, в большей степени неорганического (пыль, сажа), а также биологического происхождения (споры грибков, микробов, водоросли и т.д.).

С помощью электронных микроскопов исследователями было обнаружено, что листья и цветки некоторых растений выделяют воскоподобное вещество кутин, представляющее собой смесь высших жирных кислот и их эфиров, которые образуют на поверхности особую структуру (нанорельеф) в виде «шипов».

Лотос-эффект не является каким-то случайным феноменом, он возник в результате эволюции и вызван необходимостью выживания растений. Он предотвращает появление патогенных субстанций на таких поверхностях: споры легко смываются при каждом дожде, а при отсутствии дождя нет и влаги как условия для жизнедеятельности, размножения и паразитирования спор. На «оптимизированных» поверхностях (например, листке или цветке лотоса) проявляются супергидрофобные качества, такие, что, например, мед и даже клей на водной основе не прилипают, а полностью стекают с такой поверхности.

Изучив условия, в которых проявляется «эффект лотоса», ученые смогли объяснить, как он реализуется на наноуровне. Сделать это можно с помощью простого примера: представим себе поверхность, покрытую зубцами наподобие расчески. Если положить на зубцы кусочек бумаги, то площадь его соприкосновения с поверхностью будет минимальной – только в местах контакта с зубцами. Если тот же клочок бумаги положить на гладкую поверхность, площадь соприкосновения значительно увеличится.

Таким же образом работает и поверхность листьев, покрытая восковыми ворсинками: грязь соприкасается только с ними, и капли воды тоже. Вода не может растечься и остается в виде шарика, а частицы загрязнения, слабо сцепленные с «остриями» ворсинок, соединяются с гладкой поверхностью капли. Капля же, стекая с листа, уносит с собой и загрязнения.

Лотос-эффект основан исключительно на известных физико-химических явлениях и не привязан только к живым системам; в силу этого самоочищающиеся поверхности технически можно воспроизвести для различных материалов и покрытий.

Именно поэтому в последнее время проводятся интенсивные исследования по разработке и производству самоочищающихся или устойчивых к загрязнению изделий и покрытий в самых различных отраслях экономики. При этом формирование заданной наноструктуры поверхности может быть выполнено с помощью нескольких основных методик:

- создание («черчение») рельефа лазерным лучом или плазменным травлением;
- анодное окисление (алюминия) с последующим покрытием специальными веществами;
- придание формы и создание микрорельефа гравировкой;
- покрытие поверхности слоем металлических кластеров, комплексами «поверхностно-активное вещество – полимер» или сополимеров, самоорганизующихся в наноструктуры;
- нанесение суспензий наночастиц с морфологией, препятствующей образованию агломератов.

Все они в той или иной мере могут быть отнесены к наноинженерии поверхности – научно-практической деятельности человека по конструированию, изготовлению и применению наноразмерных объектов или структур (поверхностей) с заданными свойствами либо аналогичных объектов или структур, созданных методами нанотехнологий.

Есть множество примеров, демонстрирующих широкое применение технологий на основе «эффекта лотоса», но большинство из них относятся к созданию специальных покрытий для автомобилей – для корпуса, окон, пропитки тентов и пр.

Внешний вид, качество и долговечность покрытия автомобиля, несомненно, является отражением технического состояния всего транспортного средства. Благодаря широкому диапазону свойств и эффектов достигаемых при помощи нанотехнологий, в том числе «эффекта лотоса», в настоящее время имеется возможность для обновления и защиты внешнего вида автомобилей при относительно низких затратах, что снижает расходы при эксплуатации и повышает рыночную стоимость при перепродаже.

Немецкая фирма «Дуалес Систем Дойчланд АГ» одной из первых представила на проходившей в Ганновере всемирной выставке «ЭКСПО-2000» новую краску для автомобилей, обладающую самоочищающимся эффектом, для их мойки (даже после сильного загрязнения) их просто достаточно полить водой.

Более того, в настоящее время имеются разработки на основе нанотехнологий, позволяющие вообще обходиться без воды. На загрязненные поверхности автомобиля из баллона распыляется специальный состав, которой затем растирается салфеткой или полотенцем. В результате не только удаляются загрязнения, но и осуществляется нанесение защитного самоочищающегося покрытия, остающегося на поверхности более полугода.

Гидрофобное покрытие для остекления автомобиля в виде пленок уже используется в автопроме при производстве серийных машин – оно наносилось на боковые стекла Nissan Terrano II. Подобное покрытие, хотя не создавало полноценного водоотталкивающего эффекта, но заметно уменьшало пятно контакта поверхности с каплями воды, благодаря чему во время дождя стекло оставалось достаточно прозрачным.

При применении таких покрытий дождь, снег и грязь не удерживаются на поверхности стекла, а уносятся встречным потоком воздуха, а попавшие на стекло битум, растительные смолы, масляная пленка, прилипшие насекомые и т.д. легко удаляются дворниками – даже в самых тяжелых случаях. Вода, снег и грязь, которые летят из-под колес встречного транспорта, попадая на боковые стекла, меньше сокращают боковой обзор. Ночная видимость становится существенно лучше, а встречный транспорт ослепляет гораздо меньше. В результате водоотталкивающего эффекта и более прозрачного стекла повышается активная безопасность на дороге. Одновременно снижаются расходы на новые стеклоочистители, т. к. в среднем они используются на 50 % реже.

Развитие нанотехнологий и продолжение изучения их возможностей способно в перспективе принести человечеству еще множество удачных изобретений, делающих нашу жизнь не только приятнее, но и удобней.

### **Литература**

1. Балабанов В.И. «Нанотехнологии. Наука будущего».
2. Балабанов В. И. Нанопрепараты для повышения ресурса автомобилей/В. И. Балабанов, В. К. Филиппов//Новые и подержанные автомобили. — 2006. — № 15. — С. 18—20.
3. Сайт нанотехнологического сообщества «Нанометр», статья «Нанотехнологии на основе эффекта лотоса» в автомобильной промышленности»

[http://www.nanometer.ru/2009/05/09/effekt\\_lotosa\\_155233.html](http://www.nanometer.ru/2009/05/09/effekt_lotosa_155233.html)

4. Сайт «Percenta», статья «Нанотехнология: эффект лотоса»  
[http://ru.percenta.com/nanotechnologija-effekt\\_lotosa.php](http://ru.percenta.com/nanotechnologija-effekt_lotosa.php)

5. Интернет магазин «NanoStore», статья «Эффект лотоса в современных нанотехнологиях для авто»  
<http://www.nanostore.com.ua/efphekkt-lotosa-v-sovremennyh-nanotehnologijah-dlja-avto-a-94.html>

## НАДДУВ ДВС

*Кузьменков Е. А., студент ВФ ГОУ МГИУ*

### *Аннотация*

*Для повышения мощности ДВС за счет использования улучшенной подачи топлива используют наддувы.*

### *Abstract*

*To increase the engine power through the use of improved fuel use boost.*

*Ключевые слова: наддув, резонансный наддув, механический наддув, газотурбинный наддув, интеркулер, нагнетатель.*

*Keywords: boost, resonant pumping, mechanical supercharger, turbo, intercooler, the supercharger.*

Задача повышения мощности и крутящего момента двигателя была актуальна всегда. Мощность двигателя напрямую связана с рабочим объемом цилиндров и количеством подаваемой в них топливо - воздушной смеси. Т.е., чем больше в цилиндрах сгорает топлива, тем более высокую мощность развивает силовой агрегат. Однако самое простое решение - повысить мощность двигателя путем увеличения его рабочего объема приводит к увеличению габаритов и массы конструкции. Количество подаваемой рабочей смеси можно поднять за счет увеличения оборотов коленчатого вала (другими словами, реализовать в цилиндрах за единицу времени большее число рабочих циклов), но при этом возникнут серьезные проблемы, связанные с ростом сил инерции и резким увеличением механических нагрузок на детали силового агрегата, что приведет к снижению ресурса мотора. Наиболее действенным способом в этой ситуации является наддув.

Представим себе такт впуска двигателя внутреннего сгорания: мотор в это время работает как насос, к тому же весьма неэффективный - на пути воздуха находится воздушный фильтр, изгибы впускных каналов, в бензиновых моторах - еще и дроссельная заслонка. Все это, безусловно, снижает наполнение цилиндра. Ну а что требуется, чтобы его повысить? Поднять давление перед впускным клапаном - тогда воздуха в цилиндре "поместится" больше. При наддуве улучшается наполнение цилиндров свежим зарядом, что позволяет сжигать в цилиндрах большее количество топлива и получать за счет этого более высокую агрегатную мощность двигателя.

В ДВС применяют три типа наддува:

- резонансный – при котором используется кинетическая энергия объема воздуха во впускных коллекторах (нагнетатель в этом случае не нужен)

- механический – в этом варианте компрессор приводится во вращение ремнем от двигателя

- газотурбинный (или турбонаддув) – турбина приводится в движение потоком отработавших газов.

У каждого способа свои преимущества и недостатки, определяющие область применения.

Как уже отмечалось в начале статьи, для лучшего наполнения цилиндра следует поднять давление перед впускным клапаном. Между тем повышенное давление необходимо вовсе не постоянно - достаточно, чтобы оно поднялось в момент закрытия клапана и «догрузило» цилиндр дополнительной порцией воздуха. Для кратковременного повышения давления вполне подойдет волна сжатия, «гуляющая» по впускному трубопроводу при работе мотора. Достаточно лишь рассчитать длину самого трубопровода, чтобы волна, несколько раз отразившись от его концов, пришла к клапану в нужный момент. Теория проста, а вот воплощение ее требует немалой изобретательности: клапан при разных оборотах коленчатого вала открыт неодинаковое время, а потому для использования эффекта резонансного наддува требуются впускные трубопроводы переменной длины. При коротком впускном коллекторе мотор лучше работает на высоких оборотах, при низких оборотах более эффективен длинный впускной тракт. Переменные длины впускных трубопроводов можно создать двумя способами: или путем подключения резонансной камеры, или через переключение на

нужный впускной канал или его подключение. Последний вариант называют еще динамическим наддувом. Как резонансный, так и динамический наддув могут ускорить течение впускного столба воздуха. Эффекты наддува, создаваемые за счет колебаний напора воздушного потока, находится в диапазоне от 5 до 20 миллибар. Для сравнения: с помощью турбонаддува или механического наддува можно получить значения в диапазоне между 750 и 1200 миллибар. Для полноты картины отметим, что существует еще инерционный наддув, при котором основным фактором создания избыточного давления перед клапаном является скоростной напор потока во впускном трубопроводе. Дает незначительную прибавку мощности при высоких (больше 140 км/ч) скоростях движения. Используется в основном на мотоциклах.

Механические нагнетатели (по англ. supercharger) позволяют довольно простым способом существенно поднять мощность мотора. Имея привод непосредственно от коленчатого вала двигателя, компрессор способен закачивать воздух в цилиндры при минимальных оборотах и без задержки увеличивать давление наддува строго пропорционально оборотам мотора. Но у них есть и недостатки. Они снижают КПД ДВС, так как на их привод расходуется часть мощности, вырабатываемой силовым агрегатом. Системы механического наддува занимают больше места, требуют специального привода (зубчатый ремень или шестеренчатый привод) и издают повышенный шум.

Существует два вида механических нагнетателей: объемные и центробежные.

Типичными представителями объемных нагнетателей являются нагнетатель Roots и компрессор Lysholm.

Конструкция Roots напоминает масляный шестеренчатый насос. Два ротора вращаются в противоположные стороны внутри овального корпуса. Оси роторов связаны между собой шестернями. Особенность такой конструкции в том, что воздух сжимается не в нагнетателе, а снаружи – в трубопроводе, попадая в пространство между корпусом и роторами. Основной недостаток – в ограниченном значении наддува. Как бы безупречно ни были подогнаны детали нагнетателя, при достижении определенного давления воздух начинает просачиваться назад, снижая КПД системы. Способов борьбы немного: увеличить скорость вращения роторов либо сделать нагнетатель двух- и даже трехступенчатым. Таким образом, можно

повысить итоговые значения до приемлемого уровня, однако многоступенчатые конструкции лишены своего главного достоинства – компактности. Еще одним минусом является неравномерное нагнетание на выходе, ведь воздух подается порциями. В современных конструкциях применяются трехзубчатые роторы спиральной формы, а впускное и выпускное окна имеют треугольную форму. Благодаря этим ухищрениям нагнетатели объемного типа практически избавились от пульсирующего эффекта. Невысокие скорости вращения роторов, а, следовательно, долговечность конструкции вкупе с низким шумом привели к тому, что ими щедро оснащают свою продукцию такие именитые бренды, как DaimlerChrysler, Ford и General Motors. Объемные нагнетатели поднимают кривые мощности и крутящего момента, не изменяя их формы. Они эффективны уже на малых и средних оборотах, а это наилучшим образом сказывается на динамике разгона. Проблема лишь в том, что подобные системы очень прихотливы в изготовлении и установке, а значит, довольно дороги.

Еще один способ нагнетать во впускной коллектор воздух под избыточным давлением в свое время предложил инженер Лисхольм (Lysholm). Его детище окрестили винтовым нагнетателем, или «double screw» (двойной винт). Конструкция наддува Лисхольма чем-то напоминает обычную мясорубку. Внутри корпуса установлены два взаимодополняющих винтовых насоса (шнека). Вращаясь в разные стороны, они захватывают порцию воздуха, сжимают и загоняют ее в цилиндры. Характерна такая система внутренним сжатием и минимальными потерями, благодаря точно выверенным зазорам. Кроме того, винтовые наддувы эффективны практически во всем диапазоне оборотов двигателя, бесшумны, очень компактны, но чрезвычайно дороги из-за сложности в изготовлении. Однако ими не брезгуют такие именитые тюнинг-ателье, как AMG или Kleemann.

Центробежные нагнетатели по конструкции напоминают турбонаддув. Избыточное давление во впускном коллекторе также создает компрессорное колесо (крыльчатка). Его радиальные лопасти захватывают и отбрасывают воздух в окружной тоннель при помощи центробежной силы. Отличие от турбонаддува лишь в приводе. Центробежные нагнетатели страдают аналогичным, хотя и менее заметным инерционным пороком, но есть и еще одна важная особенность. Фактически величина производимого давления пропорциональна квадрату скорости компрессорного колеса. Проще



говоря, вращаться оно должно очень быстро, чтобы надуть в цилиндры необходимый воздушный заряд, порой в десятки раз превышая обороты двигателя. Эффективен центробежный нагнетатель на высоких оборотах. Механические «центробежники» не так капризны в обслуживании и долговечнее газодинамических собратьев, поскольку работают при менее экстремальных температурах. Неприхотливость, а следовательно, и дешевизна конструкции снискали им популярность в сфере любительского тюнинга.

Схема управления механическим нагнетателем довольно проста. При полной нагрузке заслонка перепускного трубопровода закрыта, а дроссельная открыта — весь поток воздуха поступает в двигатель. При работе с частичной нагрузкой дроссельная заслонка закрывается, а заслонка трубопровода открывается — избыток воздуха возвращается на вход нагнетателя. Входящий в схему охладитель наддувочного воздуха (Intercooler) является почти неизменной составной частью не только механических, но и газотурбинных систем наддува. При сжатии в компрессоре (либо в нагнетателе) воздух нагревается, в результате чего его плотность уменьшается. Это приводит к тому, что в рабочем объеме цилиндра воздуха, а, следовательно, и кислорода, помещается меньше, чем могло бы поместиться при отсутствии нагревания. Поэтому сжатый воздух перед подачей его в цилиндры двигателя предварительно охлаждается в интеркулере. По своей конструкции это обычный радиатор, который охлаждается либо потоком набегающего воздуха, либо охлаждающей жидкостью. Понижение температуры наддувочного воздуха на 10 градусов позволяет увеличить его плотность примерно на 3%. Это, в свою очередь, позволяет увеличить мощность двигателя примерно на такой же процент.

Более широко на современных автомобильных двигателях применяются турбокомпрессоры. По сути, это тот же центробежный компрессор, но с другой схемой привода. Это самое важное, можно сказать, принципиальное отличие механических нагнетателей от "турбо". Именно схема привода в значительной мере определяет характеристики и области применения тех или иных конструкций. У турбокомпрессора крыльчатка-нагнетатель сидит на одном валу с крыльчаткой-турбиной, которая встроена в выпускной коллектор двигателя и приводится во вращение отработавшими газами. Частота вращения может превышать 200.000 об/мин. Прямой связи с

коленвалом двигателя нет, и управление подачей воздуха осуществляется за счёт давления отработавших газов.

К достоинствам турбонаддува относят: повышение КПД и экономичности мотора (механический привод отбирает мощность у двигателя, этот же использует энергию отработавших газов, следовательно, КПД увеличивает). Не следует путать удельную и общую экономичность мотора. Естественно, для работы двигателя, мощность которого возросла за счет применения турбонаддува, требуется больше топлива, чем для аналогичного безнаддувного мотора меньшей мощности. Ведь наполнение цилиндров воздухом улучшают, как мы помним, для того, чтобы сжечь в них большее количество топлива. Но массовая доля топлива, приходящаяся на единицу мощности в час у двигателя, оснащенного ТК, всегда ниже, чем у схожего по конструкции силового агрегата, лишённого наддува. Турбонаддув даёт возможность достичь заданных характеристик силового агрегата при меньших габаритах и массе, чем в случае применения "атмосферного" двигателя. Кроме того, у турбодвигателя лучше экологические показатели. Наддув камеры сгорания приводит к снижению температуры и, следовательно, уменьшению образования оксидов азота. В бензиновых двигателях наддувом добиваются более полного сгорания топлива, особенно на переходных режимах работы. В дизелях дополнительная подача воздуха позволяет отодвинуть границу возникновения дымности, т. е. бороться с выбросами частиц сажи. Дизели существенно лучше приспособлены к наддуву вообще, и к турбонаддуву в частности. В отличие от бензиновых моторов, в которых давление наддува ограничивается опасностью возникновения детонации, им такое явление неведомо. Дизель можно наддувать вплоть до достижения предельных механических нагрузок в его механизмах. К тому же отсутствие дросселирования воздуха на впуске и высокая степень сжатия обеспечивают большее давление отработавших газов и их меньшую температуру в сравнении с бензиновыми моторами. В общем, как раз то, что нужно для применения турбокомпрессора. Турбокомпрессоры более просты в изготовлении, что окупает ряд присущих им недостатков.

При низкой частоте вращения двигателя количество отработавших газов невелико, соответственно, эффективность работы компрессора невысока. Кроме того, турбонаддувный двигатель, как правило, имеет т. н. «турбояму» (по-английски "turbo-lag") —

замедленный отклик на увеличение подачи топлива. Вам нужно резко ускориться — вдавливайте педаль газа в пол, а двигатель некоторое время «думает» и лишь потом подхватывает. Объяснение простое — требуется время, пока мотор наберет обороты, увеличится давление выхлопных газов, раскрутится турбина, с ней крыльчатка нагнетателя - и наконец, "пойдет" воздух. Избавиться от указанных недостатков конструкторы пытаются разными способами. В первую очередь, снижением массы вращающихся деталей турбины и компрессора. Ротор современного турбокомпрессора настолько мал, что легко уместится на ладони. Снижение массы достигается не только конструкцией ротора, но и выбором для него соответствующих материалов. Основная сложность при этом - высокая температура отработавших газов. Металлокерамический ротор турбины примерно на 20% легче изготовленного из жаростойких сплавов, да к тому же обладает меньшим моментом инерции. До последнего времени срок службы всего агрегата ограничивала долговечность подшипников. По сути, это были вкладыши, подобные вкладышам коленчатого вала, которые смазывались маслом под давлением. Износ таких подшипников скольжения был, конечно, велик, однако шариковые не выдерживали огромной частоты вращения и высоких температур. Выход нашли, когда удалось разработать подшипники с керамическими шариками. Однако достойно удивления не применение керамики - подшипники заполнены постоянным запасом пластичной смазки, то есть канал от штатной масляной системы двигателя уже не нужен! Избавиться от недостатков турбокомпрессора позволяет не только уменьшение инерционности ротора, но и применение дополнительных, иногда довольно сложных схем управления давлением наддува. Основные задачи при этом — уменьшение давления при высоких оборотах двигателя и повышение его при низких. Полностью решить все проблемы можно использованием турбины с изменяемой геометрией (Variable Nozzle Turbine), например, с подвижными (поворотными) лопатками, параметры которой можно менять в широких пределах. Принцип действия VNT турбокомпрессора заключается в оптимизации потока выхлопных газов, направляемых на крыльчатку турбины. На низких оборотах двигателя и малом количестве выхлопных газов VNT турбокомпрессор направляет весь поток выхлопных газов на колесо турбины, тем самым увеличивая ее мощность и давление наддува. При высоких оборотах и высоком уровне газового потока

турбокомпрессор VNT располагает подвижные лопатки в открытом положении, увеличивая площадь сечения и отводя часть выхлопных газов от крыльчатки, защищая себя от превышения оборотов и поддерживая давление наддува на необходимом двигателю уровне, исключая перенадув.

Помимо одиночных систем наддува сейчас часто встречается и двухступенчатый наддув. Первая ступень — приводной компрессор — обеспечивает эффективный наддув на малых оборотах ДВС, а вторая — турбонагнетатель — утилизирует энергию выхлопных газов. После достижения силовым агрегатом достаточных для нормальной работы турбины оборотов, компрессор автоматически выключается, а при их падении вновь вступает в действие.

Ряд производителей устанавливают на свои моторы сразу два турбокомпрессора. Такие системы называют «битурбо» или «твинтурбо». Принципиальной разницы в них нет, за одним лишь исключением. «Битурбо» подразумевает использование разных по диаметру, а, следовательно и производительности, турбин. Причем алгоритм их включения может быть как параллельным, так и последовательным (секвентальным). На низких оборотах быстро раскручивается и вступает в работу турбонаддув маленького диаметра, на средних к нему подключается «старший брат». Таким образом, выравнивается разгонная характеристика автомобиля. Система дорогостоящая, поэтому ее можно встретить на престижных автомобилях, например Maserati или Aston Martin. Основная задача «твинтурбо» заключается не в сглаживании «турбоямы», а в достижении максимальной производительности. При этом используются две одинаковые турбины. Устанавливаются «твин -» и «битурбо» как на V-образные блоки, так и на рядные моторы. Варианты подключения турбин также идентичны системе «битурбо». В чем же смысл? Дело в том, что производительность турбины напрямую зависит от двух ее параметров: диаметра и скорости вращения. Оба показателя весьма капризны. Увеличение диаметра приводит к повышению инерционности и, как следствие, к пресловутой «турбояме». Скорость же турбины ограничивается допустимыми нагрузками на материалы. Поэтому две скромные и менее инерционные турбины могут оказаться эффективнее одной большой.

## Литература

1. Авдеев М.В. и др. Технология ремонта машин и оборудования. – М.: Агропромиздат, 2007.
2. Григорьев В.А. Вопросы тюнинга. - М., 2000
3. Надежность и ремонт машин Под ред. В.В. Курчаткина. – М.: Колос, 2009.
4. Ремонт машин Под ред. Тельнова Н.Ф. – М.: Агропромиздат, 2007
5. Сайфулин Т.Г. Секреты тюнинга. М., 2003.

## НАНОТЕХНОЛОГИИ В СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ

*Кулагин П. А., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Наноматериалы и наноявления люди использовали в своей деятельности веками, не зная об этом. Уже в древности мастера подкрашивали стекло для витражей с помощью коллоидного золота. По этой технологии изготовлено красное стекло для кремлевских звезд. С научной точки зрения коллоидное золото – не что иное, как взвесь наночастиц золота. Другой пример, Дамасская сталь, известная еще с 4 века нашей эры. Не так давно выяснилось, что она содержит комплексы из углеродных нанотрубок – потому-то знаменитые дамские клинки так прочны. Исследования и разработки, которые сейчас относят к области нанонауки и нанотехнологии ведутся примерно с середины XX века. Термин «нанотехнологии» ввел в научный оборот японский исследователь Норио Танигутив в 1974 году. Сегодня практически у каждой страны и у каждой крупной компании, идущей в ногу со временем, есть своя нанотехнологическая инициатива.

Так, специалисты крупнейших автопроизводителей Германии уже давно используют специальный лак с наноразмерными керамическими частицами. Данное покрытие намного труднее поцарапать, чем обычное, к тому же оно сияет особым образом в солнечном свете. Наночастицы углерода (черный углерод), наиболее часто добавляемый в шинную резину, заметно повышают ее прочность и долговечность. Специальные пленки на основе оксида титана (TiO) делают возможным производство самоочищающихся ветровых стекол и автомобильных фар.

Компания “SCT vertriebs GmbH”, осознавая значимость нанотехнологий в смазочных материалах, активно внедряет последние достижения науки в свой производственный процесс. Начиная с января 2010 года, клиентам компании доступны абсолютно новые, и пока не имеющие аналогов в России моторные масла MANNOL NANO TECHNOLOGY 10w-40 и MANNOL TS-9 UHPD NANO 10w-40. Указанные смазочные материалы изготавливаются с использованием специальных наномодификаторов - фуллероидных компонентов.

Введение данных компонентов в структуру смазывающего материала позволило существенно улучшить физикомеханические свойства деталей двигателя. В граничных областях поверхностей трущихся пар происходят процессы ликвидации водородного охрупчивания металла и как следствие, происходит значительное упрочнение металлической структуры. На поверхностях деталей образуется самоорганизующаяся масляная пленка достаточной толщины и оптимальной геометрии, компенсируется износ деталей и повышается прецизионность кинематических пар. Термодинамические характеристики двигателя изменяются в лучшую сторону: повышается степень сгорания горючего, увеличивается и выравнивается компрессия по всем цилиндрам, наблюдается значительное снижение токсичности выхлопных газов.

Фуллероидные наномодификаторы смазочных материалов в трибоспряжениях.

Для уменьшения процесса изнашивания контактирующих поверхностей и снижения величины сил трения в трибоспряжениях применяются разные смазывающие материалы. Смазывание применяется в технологических процессах механической обработки, связанной с удалением части материала резанием, как лезвийной, так и абразивной.

Поэтому СМ должны обладать свойствами, адаптированными к конкретному процессу трения: величинам удельной и полной нагрузки в зоне трения; максимальной, средней и объемной температуры; характеру трения в зоне контакта (трение качения, скольжения или смешанное трение); физико-химическими характеристикам материалов пары трения; технологическим и эксплуатационным показателям параметров качества; свойствам окружающей среды и др. Для улучшения работы трибоспряжения с использованием СМ применяются активные препараты (АП).

Оправдано разделение АП: по структуре входящих в их состав активных составляющих; свойствам и характеру действия, основным активным компонентам, оказывающим воздействие на поверхности трения деталей машины. Наиболее перспективными наномодификаторами смазочных и антифрикционных материалов в настоящее время являются наномодификаторы карбонной группы - фуллероидные материалы. Что обусловлено набором физико-химических свойств присущих этой новой аллотропной модификации углерода, в которой химическая связь углерода представлена смешанным характером гибридизации ( $Sp^2$  -  $Sp^3$ ). Многофункциональное воздействие фуллереновых материалов в зоне трения обеспечивается эффектом, связанным со снижением температуры в зоне трения, поскольку ФН обладают высокой теплопроводностью и способностью к формированию собственной сетки на поверхности. Следствием снижения температуры в зоне трения является сохранение физико-химических и физико-механических характеристик, как смазочной среды, так и поверхностей трения материалов. Из-за повышенной сорбционной способности ФН к углеводородам они способны удерживать оболочку из адсорбированных молекул компонентов смазки и доставлять их в зону трения, когда наступает истощение их в зоне трибоконтакта из-за десорбции с металлической поверхностью при повышении температуры. Таким образом, происходит предотвращение адгезионного изнашивания трущихся металлических поверхностей. Влияние на рабочие поверхности пар трения. Необычное электронное строение, наличие электронной оболочки из делокализованных р-электронов и высокая нескомпенсированная поверхностная энергия определяют способность заравнивать структурные дефекты поверхностного слоя металлов в трибоконтакте, повышая его поверхностную прочность. Скольжение дислокаций в приповерхностной зоне обеспечивает повышение пластичности и текучести, что приводит к большей устойчивости трибопары к схватыванию.

Снижение разрушения материала из-за водородного охрупчивания. В процессе работы углеводородного материала в результате его деструкции в объеме масла накапливается водород способный, адсорбируясь на поверхности металла, диффундировать в его объем; при этом резко снижаются механические свойства материала. Подготовленные специальным образом фуллероидные

материалы способны конкурировать в отношении сорбции водорода с металлом, причем сорбционная способность их на порядки выше. Тем самым возможна протекторная защита металла в трибоконтакте от водородного воздействия. На этапе приработки воздействие наномодификатора способно существенно снизить время достижения равновесной шероховатости за счет быстрого микроабразивного износа рабочих поверхностей. Это приводит к снижению времени воздействия повышенной температуры на локальных температурных всплеск, приводящих к деструкции СМ. Присутствие ФН в СМ способствует снижению абразивного износа, обусловленного появлением твердых оксидов металла в трибосопряжениях. Оксиды образуются из-за присутствия молекулярного кислорода в СМ. Однако ФН является хорошим сорбентом O<sub>2</sub>, причем сорбция носит характер хемсорбции, которая в зоне трибоконтакта при максимальных температурах завершается реакцией  $C + O_2 \rightarrow CO_2$ , что приводит к общему снижению O<sub>2</sub> в объеме масла, и, как следствие, к замедлению роста оксидных пленок до толщин, способных к самоотслоению из-за различия в коэффициенте термического расширения. Уменьшение кавитационного износа. Наночастицы, являясь центрами возникновения кавитационных пузырей, воспринимают энергию кавитационного удара и, в силу своей термобароустойчивости и особенностей строения электронной оболочки, аккумулируют её в виде возбужденных состояний электронов. В последующем диссипация этой энергии происходит за счет испускания низкоэнергетичных фононов, не способных вызвать разрушение материала трущихся поверхностей или молекул смазки. Увеличение поверхностной прочности и микротвердости в трибоконтакте за счет закрепления дислокаций в материале трущихся поверхностей на расстояниях, соответствующих размерам наночастиц, - т. е. создание стабильной "сетки" взаимодействующих дислокаций, что приводит к резкому увеличению прочности материала. Износ протекает по зернам без вырывов и образования дефектов. Создание стабильной "вторичной структуры", поскольку размер частиц как раз совпадает с толщиной микрозоны упруго - пластичной деформации - 10 ....100 Нм. Кроме этого уменьшается вероятность "схватывания" трущихся поверхностей за счет:

- быстрой сорбции на возникающих участках ювенильной поверхности частиц, обладающих большой нескомпенсированной поверхностной энергией, и, как следствие, уменьшение вероятности



встречи двух участков ювенильной поверхности; - препятствования гомогенизации среды между трущимися поверхностями, которая приводит к возникновению контакта сразу на большой площади (отсутствует эффект "слипания" поверхностей в процессе полировки при чрезмерном измельчении абразива); так как наночастицы обладают экстремально высокой прочностью и не подвергаются измельчению в трибоконтакте; - создание "слоёв скольжения" - поскольку полидисперсные фуллероидные наночастицы не притерпевают структурные изменения даже при сверхвысоких давлениях, а также препятствуют соединению частиц металла.

Наблюдается изменение свойств жидкой фазы смазки:

1. – увеличение текучести в капиллярных слоях за счет пассивации поверхности;

2. – увеличение давления, необходимого для разрыва масляной пленки за счет упругих свойств сетки наночастиц, возникающей на поверхности трибоконтакта;

3. - предотвращение деструкции молекул масла за счет поглощения высокоэнергетичных фононов, возникающих при микровспышках температуры вследствие соприкосновения неровностей трущихся поверхностей и последующего испускания низкоэнергетичных фононов, неспособных вызвать деструкцию молекул масла. Выше изложенные положения отчасти являются эвристическими, поскольку требуют дополнительной инструментальной оценки тонкими физическими методами. Однако основные моменты нашли подтверждение в результате оценки триботехнических характеристик пар трения на стендах, а также при оценке параметров качества поверхностей трения, металлографических исследованиях проводимые на измерительно-вычислительных комплексах.

### Литература

1. Научно-информационный портал по нанотехнологиям <http://nano-info.ru/>

2. Сайт «Популярные нанотехнологии» <http://popnano.ru/>

3. Сайт-форум «Первый ГАЗ клуб» <http://forum.allgaz.ru/>

4. Интернет магазин «Аккорд» <http://accord-saratov.livejournal.com/>

## ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

*Немиловский И. В., студент ВФ ГОУ МГИУ*

**Электронный микроскоп (ЭМ)** — устройство, позволяющее получать увеличенное изображение объектов, используя для их освещения направленный пучок электронов.

Электрон, обладая свойствами не только частицы, но и волны, позволяет использовать опорное электронное излучение в микроскопии подобно использованию света в оптических микроскопах.

Электронная микроскопия включает в себя три технологических разновидности: сканирующая электронная микроскопия (СЭМ, SEM), трансмиссионная электронная микроскопия (ТЭМ, TEM) и сканирующая трансмиссионная электронная микроскопия (СТЭМ, STEM). Термин С/ТЭМ объединяет два вида трансмиссионной электронной микроскопии — ТЭМ и СТЭМ...

Достижения в технологиях электронного микроанализа и визуализации позволяют им играть все более важную роль в прогрессе нанотехнологий. Корректированная оптика обеспечивает непосредственно интерпретируемые изображения субнангстремного уровня, необходимые специалистам по материаловедению для понимания фундаментальных атомных взаимодействий, которое позволит осуществлять дизайн новых материалов с заданными свойствами. Прогрессивные методы трехмерного моделирования в сочетании с автоматизированными системами подготовки образцов и сбора данных позволяют структурным биологам исследовать молекулярные механизмы, лежащие в основе биологических процессов. Высокорастворяющие аналитические средства С/ТЭМ дают возможность производителям полупроводников увеличивать производительность микросхем, что в большой степени определяет современный технологический прогресс во многих областях.

Длина волны электронного излучения зависит от его энергии, а энергия электрона равна  $E = Ve$ , где  $V$  — разность потенциалов, проходимая электроном,  $e$  — заряд электрона. Электронное излучение при прохождении разности потенциалов 200000 В обеспечивает разрешение порядка 0,1 нанометра. Электронное излучение легко фокусировать электромагнитными линзами, так как

электрон — заряженная частица. Электронное изображение может быть легко переведено в видимое. Современные электронные микроскопы обеспечивают субатомное разрешение.

Рассмотрим основные виды электронных микроскопов, применяемых в различных областях науки и техники и являющихся основным инструментарием в нанотехнологиях.

### 1 Просвечивающий электронный микроскоп

Просвечивающий (трансмиссионный) электронный микроскоп (ПЭМ) — это устройство, в котором изображение от ультратонкого образца (толщиной порядка 0,1 мкм) формируется в результате взаимодействия пучка электронов с веществом образца с последующим увеличением магнитными линзами (объектив) и регистрацией на флуоресцентном экране, фотоплёнке или сенсорном приборе с зарядовой связью (ПЗС-матрице). Первый ПЭМ создан немецкими инженерами-электронщиками Максом Кноллем и Эрнстом Руской 9 марта 1931 года. Первый практический просвечивающий (трансмиссионный) электронный микроскоп был построен Альбертом Пребусом и Дж. Хиллиером в университете Торонто (Канада) в 1938 году на основе принципов, открытых ранее Кноллем и Руской. Эрнсту Руске за его открытие в 1986 году присуждена Нобелевская премия по физике.

### 2 Растровые электронные микроскопы

Растровый электронный микроскоп (РЭМ, англ. Scanning Electron Microscope, SEM) — прибор класса электронный микроскоп, предназначенный для получения изображения поверхности объекта с высоким (до 0,4 нанометра) пространственным разрешением, также информации о составе, строении и некоторых других свойствах приповерхностных слоёв. Основан на принципе взаимодействия электронного пучка с исследуемым веществом.

Современный РЭМ позволяет работать в широком диапазоне увеличений приблизительно от 10 крат (то есть эквивалентно увеличению сильной ручной линзы) до 1 000 000 крат, что приблизительно в 500 раз превышает предел увеличения лучших оптических микроскопов.

Сегодня возможности растровой электронной микроскопии используются практически во всех областях науки и промышленности, от биологии до наук о материалах. Существует огромное число выпускаемых рядом фирм разнообразных

конструкций и типов РЭМ, оснащенных детекторами различных типов.

### 3 Сканирующий электронный микроскоп

Сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) (англ. Scanning electron microscope)- микроскоп, который сканирует исследуемый образец электронным лучом. Измеряет интенсивность квантов, испускаемых образцом. Это могут быть вторичные электроны, отраженные электроны и т.д. Преобразует измеренную интенсивность в электрический сигнал. По сравнению с оптическими микроскопами характеризуется более высокими пространственным разрешением и глубиной резкости, а также возможностью проведения химического анализа на основе регистрации спектра рентгеновского излучения, генерируемого при облучении поверхности образца электронным пучком. Схема действия растрового электронного микроскопа: электроны, испускаемые электронной пушкой (нить накала обычно из вольфрама), ускоряются до энергии 2-40 кэВ; набор магнитных линз и отклоняющих катушек сканирования формирует электронный пучок малого диаметра, разворачиваемый в растр на поверхности образца. При облучении этой поверхности электронами возбуждаются три типа излучения, несущего полезную информацию: рентгеновские лучи, вторичные электроны и отраженные (обратнорассеянные) электроны. Пространственное разрешение сканирующего электронного микроскопа зависит от поперечного размера электронного пучка, который в свою очередь зависит от электронно-оптической системы, фокусирующей пучок. Разрешение также ограничено размером области взаимодействия электронного зонда с образцом, т. е. от материала мишени. Размер электронного зонда и размер области взаимодействия зонда с образцом намного больше расстояния между атомами мишени, таким образом, разрешение сканирующего электронного микроскопа не настолько велико, чтобы отображать атомарные масштабы, как это возможно, например, в просвечивающем электронном микроскопе. Однако сканирующий электронный микроскоп имеет свои преимущества, включая способность визуализировать сравнительно большую область образца, способность исследовать массивные мишени (а не только тонкие пленки), а также разнообразие аналитических методов, позволяющих измерять фундаментальные характеристики материала мишени. В зависимости от конкретного прибора и параметров

эксперимента, может быть получено разрешение от десятков до единиц нанометров. Сканирующие микроскопы применяются в первую очередь как исследовательский инструмент в физике, электронике, биологии. В основном, это получение изображения исследуемого образца, которое может сильно меняться в зависимости от применяемого типа детектора. Эти различия позволяют делать вывод о физике поверхности, проводить исследование морфологии поверхности. Электронный микроскоп практически единственный прибор, который может дать изображение поверхности современной микросхемы или промежуточной стадии фотолитографического процесса.

#### 4 Сканирующий туннельный микроскоп

Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ, англ. STM — scanning tunneling microscope) — вариант сканирующего зондового микроскопа, предназначенный для измерения рельефа проводящих поверхностей с высоким пространственным разрешением. В СТМ острая металлическая игла подводится к образцу на расстояние нескольких ангстрем. При подаче на иглу относительно образца небольшого потенциала возникает туннельный ток. Величина этого тока экспоненциально зависит от расстояния образец-игла. Типичные значения 1—1000 пА при расстояниях около 1 Å. Сканирующий туннельный микроскоп первый из класса сканирующих зондовых микроскопов; атомно-силовой и сканирующий ближнепольный оптический микроскопы были разработаны позднее.

В процессе сканирования игла движется вдоль поверхности образца, туннельный ток поддерживается стабильным за счёт действия обратной связи, и показания следящей системы меняются в зависимости от топографии поверхности. Такие изменения фиксируются, и на их основе строится карта высот. Другая методика предполагает движение иглы на фиксированной высоте над поверхностью образца. В этом случае фиксируется изменение величины туннельного тока и на основе данной информации идет построение топографии поверхности.

Таким образом сканирующий туннельный микроскоп (СТМ) включает следующие элементы:

- зонд (иглу),
- систему перемещения зонда относительно образца по 2-м (X-Y) или 3-м (X-Y-Z) координатам,
- региструющую систему.

Регистрирующая система фиксирует значение функции, зависящей от величины тока между иглой и образцом, либо перемещения иглы по оси Z. Обычно регистрируемое значение обрабатывается системой отрицательной обратной связи, которая управляет положением образца или зонда по одной из координат (Z). В качестве системы обратной связи чаще всего используется ПИД-регулятор. Ограничения на использование метода накладываются, во-первых, условием проводимости образца (поверхностное сопротивление должно быть не больше 20 МОм/см<sup>2</sup>), во-вторых, условием «глубина канавки должна быть меньше её ширины», потому что в противном случае может наблюдаться туннелирование с боковых поверхностей. Но это только основные ограничения. На самом деле их намного больше. Например, технология заточки иглы не может гарантировать одного острия на конце иглы, а это может приводить к параллельному сканированию двух разновысотных участков. Кроме ситуации глубокого вакуума, во всех остальных случаях мы имеем на поверхности осаждённые из воздуха частицы, газы и т. д. Технология грубого сближения также оказывает колоссальное влияние на действительность полученных результатов. Если при подводе иглы к образцу мы не смогли избежать удара иглы о поверхность, то считать иглу состоящей из одного атома на кончике пирамиды будет большим преувеличением.

#### 5 Сканирующий атомно-силовой микроскоп

atomic-force microscope) — сканирующий зондовый микроскоп высокого разрешения. Используется для определения рельефа поверхности с разрешением от десятков ангстрем вплоть до атомарного.

В отличие от сканирующего туннельного микроскопа, с помощью атомно-силового микроскопа можно исследовать как проводящие, так и непроводящие поверхности.

#### 6 Растровый просвечивающий электронный микроскоп

Растровый просвечивающий электронный микроскоп (РПЭМ) – это особый вид РЭМ. Он рассчитан на тонкие образцы, такие же, как и исследуемые в ОПЭМ. Поскольку изображение формируется бегущим пучком (а не пучком, освещающим весь исследуемый участок образца), требуется высокоинтенсивный источник электронов, чтобы изображение можно было зарегистрировать за приемлемое время. В РПЭМ высокого разрешения используются автоэлектронные эмиттеры высокой яркости. В таком источнике

электронов создается очень сильное электрическое поле (ок. В/см) вблизи поверхности заостренной травлением вольфрамовой проволоочки очень малого диаметра. Это поле буквально вытягивает миллиарды электронов из проволоочки без всякого нагрева. Яркость такого источника почти в 10 000 раз больше, чем источника.

#### Принцип действия ионных микроскопов

Методы зондирования поверхности излучениями всё же не дают возможности своими глазами увидеть её самые малые участки. Для того, чтобы понять, что же происходит на поверхности, исследователям необходима карта точного расположения атомов и их электронных оболочек. Наблюдать отдельные атомы на поверхности позволяют ионные микроскопы. Это связано с тем, что длина волны движущегося в электрическом поле иона должна быть гораздо меньше, чем длина волны электрона, что подтверждается формулой Луи де Бройля -  $\lambda = h/mv$ ,

ведь масса иона несоизмеримо больше массы покоя электрона.

В настоящее время (начало бурного развития наноэлектронных технологий) практически опробованы и постоянно модернизируются несколько типов ионных микроскопов, среди которых можно выделить *полевой ионизационный микроскоп*, *растровый туннельный микроскоп* и *атомный силовой микроскоп*. Ниже кратко рассмотрим первых два вида ионных микроскопов.

#### Полевой ионизационный микроскоп (ПИМ)

Основой прибора служит очень тонкая и острая металлическая игла, являющаяся исследуемым образцом, а также люминесцентный экран, расположенный напротив.

Пространство между иглой и экраном заполняется инертным газом (гелием, аргоном) при давлении 10-1 Па. Если между кончиком иглы и экраном приложить напряжение, причём игла должна служить анодом, то вокруг неё можно создать чрезвычайно сильное электрическое поле - около 500 МВ/см<sup>2</sup>. Когда электрически нейтральный атом вследствие диффузии подходит к атомам острия, электрическое поле ионизирует его. Этот ион под действием электрического поля направляется к той точке экрана, которая однозначно соответствует позиции атома исследуемого образца, вблизи которого произошла ионизация. Изображение иглы на флуоресцирующем экране характеризуется очень большим увеличением - отчётливо видны атомы кристаллической решётки. Поскольку ионы - это тяжёлые частицы, то длина их волны очень

мала, вследствие чего исключаются дифракционные эффекты, снижающие разрешающую способность получаемых изображений.

При этом максимальное разрешение микроскопа определяется величиной менее 0,2 нм.

Однако не все образцы можно изучать с помощью ионного микроскопа. Образец должен быть насажен на тонкий кончик иглы шириной несколько ангстрем и быть стойким к огромным электрическим полям, которые могут привести к разрыву химических связей, удерживающих атомы на поверхности.

### **Литература**

1. Нанотехнология в ближайшем десятилетии / Под ред. М.К.Роко, Р.С.Уильямса, П.Аливисатоса. М., 2002.

2. Головин Ю.И. Введение в нанотехнологию. М., 2003.

3. Drexler E.K., Peterson C.H., Pergamit G. Unbounding the future: The nanotechnology revolution. N.Y., 1993.

4. Regis E., Chinsky M. Nano: The emerging science of nanotechnology. 1996.

## **НАНОЭНЕРГЕТИКА**

*Нефатенков М. В., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Нанотехнология сейчас находится в начальной стадии развития, поскольку основные открытия, предсказываемые в этой области, пока не сделаны. Тем не менее, проводимые исследования уже дают практические результаты. Использование в нанотехнологии передовых научных результатов позволяет относить её к высоким технологиям.

Нанотехнология и, в особенности, молекулярная технология — новые области, очень мало исследованные. Развитие современной электроники идёт по пути уменьшения размеров устройств. С другой стороны, классические методы производства подходят к своему естественному экономическому и технологическому барьеру, когда размер устройства уменьшается не намного, зато экономические затраты возрастают экспоненциально. Нанотехнология — следующий логический шаг развития электроники и других наукоёмких производств.



За последние десять лет производство энергии увеличивалось ежегодно на полтора процента. По прогнозным оценкам спрос на энергоресурсы увеличится на 65% до 2020 г. Новые вызовы к энергетическому сектору, обусловленные ростом мировых цен на энергоресурсы, подписанием Россией Киотского протокола и тем влиянием, которое может оказать изменение климата на развитие экономики и энергетического сектора, потребовали пересмотра уже сложившихся подходов к регулированию и приоритетов развития энергетического комплекса. Многие страны мира начали включать нанотехнологии в стратегию развития энергетического комплекса, одновременно, в nano-области выделилось отдельное направление - развитие nano-энергетики.

Нанотехнологии могут оказать существенное влияние на производство, переработку, хранение и эффективность использования энергоресурсов. Следует отметить, что нанотехнологии могут повлиять на развитие практически всех под-секторов энергетического комплекса от тепловой энергетики до ядерной, солнечной и водородной энергетики.

Особые надежды связываются с использованием нанотехнологий в водородной энергетике. В этом секторе на этапе производства энергии ожидается использование наночастиц ( $\text{CeO}_2$ ), металлической керамики на основе nano-композитов и никельного нанопорошка. Рынок никельного нанопорошка для водородной энергетики в настоящее время составляет около 3500 тонн в год, а к 2011 г. эксперты ЕС считают, что он вырастет до 15000 тонн в год, то есть увеличится в 4,2 раза. При этом стоимость производства никельного нанопорошка к 2011 г. снизится с 1920 евро за 1 кг. до 1200 евро за 1 кг., то есть в 1,6 раза. Рынок наночастиц ( $\text{CeO}_2$ ) к 2010 г. составит около 10000 тон в год. Столь быстрый рост рынка никельного нанопорошка предопределен его потребительскими свойствами и снижением стоимости производства. Он может быть использован для производства электродов, фильтров, при этом обеспечивает снижение их размеров при одновременном улучшении электрических, магнитных и теплопроводных свойств.

Уже выполненные и ведущиеся ИИР показывают, что нанотехнологии окажут революционное воздействие на технологии хранения водорода. Для этих целей будут использоваться углеродные нанотрубки, графитовые частицы, полимеры с углеродными наночастицами, полипироловые нанотрубки, полистироловые

наноструктуры и металлокерамические нанокompозиты. Мировой рынок углеродных нанотрубок составляет в настоящее время около 700 млн. тонн, а к 2011 г. он увеличится до 13 млрд. тонн в год, при этом стоимость их производства снизится со 100 евро за 1 грамм до 2 евро за грамм. Этот рынок будет отличаться быстрыми темпами развития ввиду существенного снижения стоимости производства. Рынок полимеров с углеродными наночастицами составляет в настоящее время около 21 млн. тонн в год, а к 2011 г. он вырастет до 74 млн. тонн. При этом стоимость их производства снизится с 500000 евро за кг до 50 евро за кг, то есть в 10000 раз.

Рынок полипироловых нанотрубок в настоящее время составляет около 250 тонн в год, а к 2011 г. он увеличится до 5000 тонн, при этом стоимость их производства снизится с 18000 евро за кг. до 6000 евро за кг. Потенциальные возможности развития рынка связаны с преодолением уже обозначившихся технологических, рыночных, экологических и социальных барьеров. Технологические барьеры связаны с встраиванием “нано” в макроструктуры и со сложностями производства “чистых” наноструктур с необходимыми параметрами. Например, для нанотрубок важными параметрами являются длина, проводимость, изолированность. Рыночные барьеры обуславливаются высокой стоимостью и отношением потребителей. Использование нанотехнологий в водородной энергетике будет также предопределяться развитием этого сегмента энергетического рынка. Экологические риски использования нанотехнологий остаются неизученными, однако уже имеются опасения, что продолжительное использование материалов, композитов с наночастицами может привести к загрязнению почвы, воды токсичными наночастицами, а также к отрицательному воздействию на здоровье человека. Россия имеет значительный научный потенциал в части использования нанотехнологий для развития энергетического комплекса. По данным ЦИПРАН РАН около 6% научных организаций, проводящих исследования на наноуровне, концентрируют свои усилия на наноэнергетике. Однако, завоевание конкурентных преимуществ на мировом рынке будут зависеть от множества факторов, включая преодоление тех технологических, рыночных и экологических барьеров, которые были выделены нами ранее.

В настоящее время поиск и изучение альтернативных источников энергии являются одними из самых популярных направлений научных исследований. В дело идет практически всё,

что угодно – солнечный свет, ветер, океанские течения, энергия вакуума и т.д. Устройства, способные сами добывать энергию из окружающей среды, могут иметь массу полезных применений. Механические преобразователи на основе нанопроводов могут получать энергию за счет вибрации, возникающей при ходьбе, сердцебиении, течении жидкостей или газов. Исследователи Georgia Institute of Technology предложили простой и недорогой способ генерации электрического тока при помощи пьезоэлектрических нанопроводов из оксида цинка, выращенных на текстильных волокнах. Одежда из такого материала будет вырабатывать электричество за счет трения, возникающего при ее эксплуатации.

Изображения чудо-волокон представлены на рисунке 2. Кевларовая сердцевина была покрыта нанопроводами ZnO в процессе гидротермального синтеза. В качестве связующего компонента использовался ТЭОС. Диаметр проводов составил 50-200 нм, длина – до 3.5 мкм. Нанопровода растут из пленки ZnO, которая выступает в роли общего электрода. Волокно оказалось очень гибким и прочным – при сворачивании его в петлю диаметром 1 мм не было замечено никаких повреждений.

Для получения электричества была разработана следующая схема. Два волокна были скручены в спираль, причем одно из них было покрыто слоем золота. Оно выступало в роли катода наногенератора. При трении волокон между концами цепи возникала разность потенциалов 1-3 мВ. Сила тока в цепи лимитируется сопротивлением волокон. Путем снижения сопротивления удалось добиться силы тока 4 нА. Объединение волокон в нити, из которых потом можно изготовить ткань, должно привести к увеличению производительности устройства. Ожидается, что таким образом будет достигнута мощность 20-80 мВт на квадратный метр такой ткани.

Солнечную батарею толщиной в бумажный лист, которую можно гнуть и сворачивать, создала японская электротехническая компания Sharp. Как сообщает сегодня токийская печать, батарея в виде пленки имеет толщину от 1 до 3 микрон – то есть, от одной до трех тысячных миллиметра. Это меньше современных аналогов примерно в сто раз. Компания собирается начать промышленное производство новики уже в этом году. Слоями солнечных батарей планируется покрывать мобильные телефоны, автомобили и даже специальную одежду. Пленка площадью в две визитные карточки весит всего один грамм и обладает мощностью в 2,6 ватт. По словам

разработчиков, этого уже достаточно, чтобы обеспечить электропитанием велосипедный фонарь.

Компания Toshiba разработала литиево-ионную батарею на основе наноматериалов, которая заряжается примерно в 60 раз быстрее обычной. За одну минуту её можно заправить на 80%, а полная ёмкость аккумулятора (у первого образца она была равна 600 миллиампер-часов) заполняется через несколько минут. Создать нанобатрейку удалось благодаря новой технологии, основанной на использовании наночастиц, находящихся в составе материала отрицательного электрода батареи. При зарядке батареи, наночастицы быстро собирают и хранят ионы лития. На рынке скоростная батарейка появилась в 2006 году.

Ключевые технологии и материалы всегда играли большую роль в истории цивилизации, выполняя не только узко производственные функции, но и социальные. Достаточно вспомнить, как сильно отличались каменный и бронзовый века, век пара и век электричества, атомной энергии и компьютеров. По мнению многих экспертов, XXI в. будет веком нанонауки и нанотехнологий, которые и определяют его лицо. Воздействие нанотехнологий на жизнь обещает иметь всеобщий характер, изменить экономику и затронуть все стороны быта, работы, социальных отношений. С помощью нанотехнологий мы сможем экономить время, получать больше благ за меньшую цену, постоянно повышать уровень и качество жизни.

### Литература

- 1 С.Б. Нестеров. Нанотехнология. Современное состояние и перспективы. "Новые информационные технологии". Тезисы докладов XII Международной студенческой школы-семинара-М.: МГИЭМ, 2004, 421 с., с.21-22.
- 2 Алферов Ж.И., Асеев А.Л., Гапонов С.В., Копьев П.С., Панов В.И., Полторацкий Э.А., Сибельдин Н.Н., Сурис Р.А. Наноматериалы и нанотехнологий // Микросистемная техника. 2003. №8. С. 3-13.
- 3 Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М., 2005.С. 51-55, 78-91.
- 4 Нанотехнологии. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Пер. с англ. - Москва: Техносфера, 2005. С.7-20.
- 5 Свободная интернет энциклопедия «Википедия»  
<http://ru.wikipedia.org/>

## ПЛАЗМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИОНОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

*Пашков С. , студент ВФ ГОУ МГИУ*

Среди плазменных источников ионов в отдельную группу можно выделить источники ионов тугоплавких элементов. Основным стимулом к разработке и совершенствованию этих источников было использование их в установках для электромагнитного разделения зарядов. В создании источников для электромагнитных сепараторов достигнуты серьезные успехи: созданы приборы, работающие с большим сроком службы при весьма высоких температурах и позволяющие получать интенсивные пучки необходимых ионов. В последние годы рассматриваемые источники широко применяются не только при различных научных исследованиях, в частности, при исследовании взаимодействия ионов с твердым телом, но и при разработке новых технологических процессов. В первую очередь следует отметить использование ионных пучков в микроэлектронике для образования на поверхности твердого тела проводящих пленок, для дозированного легирования полупроводников и др.

Несмотря на общность способов достижения эффективной ионизации газоразрядной среды в источниках, где рабочее вещество находится в газообразном состоянии, и в источниках ионов тугоплавких металлов, вторые обладают очевидной особенностью — в разрядной камере необходимо поддерживать достаточную плотность пара рабочего вещества, находящегося в жидком или твердом состоянии. Эта специфика приводит не только к существенным конструктивным особенностям источников, но в некоторых случаях и к использованию тех физических явлений, которые в обычных газоразрядных источниках несущественны. Новые применения предъявляют к конструкциям и свойствам источников ионов тугоплавких металлов такие требования, которые не были существенны при разработке источников для электромагнитных сепараторов. Ниже рассмотрены специфические особенности этих источников ионов.

Наиболее часто в качестве плазменного источника ионов тугоплавких металлов используется разряд с накаливаемым катодом в

парах рабочего вещества. В большинстве источников пары рабочего вещества получают его нагреванием. Рабочая температура ионного источника, необходимая для поддержания в разрядной камере нужного давления паров горючего вещества, представляет собой важный параметр. Чтобы избежать конденсации паров, необходимо поддерживать при высокой температуре не только тигель, где содержится рабочее вещество, но также и разрядную камеру, и другие элементы конструкции.

Другим важным параметром этих источников является коэффициент использования вещества  $\eta$ : отношение числа атомов, покидающих источник в виде пучка ионов с заданным зарядом, к общему числу атомов израсходованного рабочего вещества. Важные параметр также - расходуемая в источнике мощность, чистота ионного пучка (отсутствие нежелательных нейтральных или ионизованных компонентов пучка), время установления режима работы источника, степень модуляции ионного пучка и его стабильность, ток пучка, разброс энергий ионов и др.

Так, MEVVA I - вид источника, в котором в качестве плазменной среды, из которой вытягиваются ионы, используется вакуумная дуга в парах металла (*metal vapor vacuum arc*). Этот источник позволил получить пучки ионов металлов с импульсным током более 1 А для множества материалов твердого электрода.

Вакуумная дуга в парах металла является плазменным разрядом между двумя металлическими электродами в вакууме. Давление должно быть достаточно низким, чтобы газ не влиял на процессы в разряде; давление около  $10^{-4}$  мм рт. ст. можно считать грубым верхним пределом, а обычным является давление порядка  $10^{-6}$  мм рт. ст.

Проводимость в дуге поддерживается плазмой, образующейся из металла, который выделяет материал твердого электрода (катода). Таким образом, рассмотрение проблемы начинается с первоначальной стадии распространения плазмы от катода. Зажигание вакуумной дуги происходит с использованием разряда на катод через поверхность изолятора, лазерно-инициированного плазменного разряда и путем физического разъединения двух электродов во время протекания газа между ними.

Основная черта разряда этого типа - образование «катодных пятен». Это очень маленькие области с большой плотностью тока (пятна микронных размеров, в которых плотность тока может быть

более  $10^6$  А/см<sup>2</sup>) на поверхности катода, где материал катода испаряется и ионизируется. Наблюдалось, что отдельные пятна передвигаются по поверхности катода, и продолжительность существования пятна может составлять лишь микросекунды; небольшие неоднородности поверхности (например, выступы) способствуют «привязыванию» дуги к этим местам. Давление в плазме около поверхности твердого тела высокое, и устанавливается большой градиент давления, который заставляет плазму, образованную в пятне, распространяться от поверхности подобно плазме, образованной взаимодействием интенсивного сфокусированного лазерного луча с поверхностью твердого тела. Ток, проходящий через катодное пятно, обычно составляет величину порядка нескольких ампер в зависимости от природы металла, а если через дугу пропустить больший общий ток, то образуется больше катодных пятен; в обычном дуговом разряде в парах металла с током дуги в несколько сот ампер могут участвовать несколько десятков катодных пятен. Скопление катодных пятен приводит, таким образом, к образованию плотной плазмы из материала катода. Эта квазинейтральная плазма распространяется от катода первоначально перпендикулярно ему и далее по направлению к аноду, тем самым обеспечивая протекание тока дуги и ее сохранение. Именно распространяющаяся плазменная струя составляет среду, из которой вытягивают ионный пучок. Плазма полностью состоит из вещества катода, так как именно на нем располагаются катодные пятна. Плазменную струю можно направить в магнитный канал, и размеры и плотность плазмы можно в какой-то степени контролировать. Плазменная струя является квазинейтральной и течет от катода к аноду. Плазма протекает через отверстие в аноде по направлению к вытягивающим сеткам, где при нормальной работе ионы вытягиваются из плазмы, и образуется пучок.

В этом устройстве использована цилиндрически симметричная конфигурация. Плазма, созданная на катоде, протекает через центральное отверстие в аноде диаметром около 1 см и через дрейфовый промежуток в несколько сантиметров к вытягивающим сеткам. Для теплоотвода в катодную и анодную области подается охладитель (дистиллированная вода или фреон при работе с более высокими напряжениями). Катодом является простой цилиндр, изготовленный из соответствующего материала, а поджигающий электрод расположен вокруг конца катода и отделен от него тонким

(толщиной около 1 мм) керамическим изолятором. Так как только передняя поверхность катода подвергается вакуумнодуговой эрозии, катод в целом не обязательно изготавливать из требующегося элемента. Так передняя часть катода может представлять собой тонкую пластинку толщиной всего несколько миллиметров, которая укреплена, например, на массивном катодном держателе, изготовленном из нержавеющей стали. Поскольку плазма образуется только из материала катода, на котором располагаются катодные пятна, и фактически отсутствует вклад в процесс ее образования от других деталей источника в зоне разряда, не очень существенно из каких материалов изготовлены, например, поджигающий электрод, изолятор поджигающего электрода и анод; тем не менее, это должны быть материалы, пригодные для работы в вакууме и плазме. Точная форма узла поджигания является предметом разработок.

Магнитная катушка, которая создает поле в области дуги, имеет простейшую конструкцию. Поле само по себе не требуется для работы источника, однако служит для повышения эффективности (отношения тока пучка к току дуги) работы источника. Магнитная индукция может изменяться до величины в несколько сот гаусс. Дуга в парах металла является, однако, таким мощным генератором плазмы, что дополнительная плазма, которая подается к вытягивающей системе, обычно не требуется, и на практике магнитное поле обычно не используется.

Вытягивающая система имеет ускорительно-замедлительную конструкцию с большим количеством отверстий. Максимальный ток пучка, который может быть создан источником, определяется вытягивающей системой и не ограничен поступающей плазмой. Таким образом, если в конкретном случае важно создать максимальный возможный ток пучка, то конструкция вытягивающей системы является решающим обстоятельством и определяет предельный ток.

Амплитуда поджигающего импульса должна составлять 5-10 кВ, а его продолжительность - несколько микросекунд; импульс удобно создавать при помощи повышающего трансформатора, который служит также для высоковольтной изоляции. Минимальное прилагаемое напряжение, при котором происходит поджигание, во многом зависит от конструкции и состояния узла поджигания. Для хорошо изготовленного узла поджигания минимальное напряжение поджигания может составлять величину в несколько сот вольт.



Источником питания дуги может служить импульсная LC- линия с низким импедансом, если требуется импульс дуги длительностью ненамного больше, чем несколько миллисекунд. В качестве типичного примера можно привести линию с длительностью импульса 250 мкс, импеданс которой равен 1 Ом. Это очень простой способ достижения тока 50-500А, необходимого для дуги, и с его помощью сводится к минимуму проблема изменения напряжения источника до величины напряжения вытягивающей системы. Если напряжение зарядки импульсной линии слишком низкое, то и мало преддуговое напряжение на промежутке анод-катод, тогда поджигание может быть затруднено. В такой ситуации может помочь использование линии с более высоким импедансом или использование в цепи дуги последовательно включенного резистора с сопротивлением около 1 Ом. Другие элементы системы являются стандартными.

Источник работает с использованием разнообразных катодных материалов, включая Li, C, Mg, Al, Si, Ti, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Y, Zr, Nb, Mo, Rh, Pd, Ag, In, Sn, La, Gd, Ho, Hf, Ta, W, Pt, Pb, Th, U, LaB<sub>6</sub>, CdSe, FeS, PbS, SiC, TiC и WC. Все эти материалы дают интенсивные пучки - с током в сотни миллиампер при типовых условиях работы. Мягкие материалы, подобные Li, Sn и Pb, обычно работают меньшее время до того момента, когда возникает необходимость в ремонте из-за проблем с поджиганием вследствие отложения материала на изоляторе узла поджигания. Однако время работы до ремонта зависит от режима работы источника (например, тока дуги и длительности импульса). Пучки, содержащие неметаллические элементы (например, бор и серу) можно получить, используя электроды из проводящих соединений, в составе которых содержится неметалл.

Максимальный ток ионного пучка, который был измерен в устройствах, описанных выше, составляет приблизительно 1 А. Токи в несколько сот миллиампер можно получить при довольно умеренной мощности дуги (например, при токе 100 А и напряжении дуги 20 В). Форма пучка на некотором расстоянии от источника приближается к гауссовой, и половина полного тока пучка проходит через область, характеризуемую гауссовой полушириной, при которой расходимость пучка обычно составляет около 3. При оптимально настроенной вытягивающей системы нормализованный эмиттанс может составлять не менее 0,02 π см мрад (на уровне интенсивности пучка около 80%).

Максимальное вытягивающее напряжение, при котором пучок вытягивали в существующих устройствах, составляет приблизительно 100 кВ для источника MEVVA I. Поскольку распределение по зарядовым состояниям полученных ионов для некоторых металлов содержит многократно ионизированные частицы, то средняя энергия ионов в пучке может составлять 200-300 кэВ.

Источники, использующие вакуумную дугу в парах металла - новый вклад в серию ионных источников, доступных экспериментатору. Отличительная черта этих источников - возможность получения очень больших токов и то, что создаются ионы металлов; кроме того, ионы, как правило, являются многозарядными.

### Литература

1. М.Д. Габович Физика и техника плазменных источников ионов. – М.: Атомиздат, 1972. – 290 с.
2. Ф.Ф. Комаров. Ионная имплантация в металлы. – М.: Металлургия, 1990. - 216 с.
3. Я. Браун. «Физика и технология ионных источников». – М.: Мир, 1998. – 429 с.

## НАНОМАТЕРИАЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Романьков А. С., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Наноматериалы – это материалы, разработанные на основе наночастиц с уникальными характеристиками, вытекающими из микроскопических размеров их составляющих. Необходимо понять, что размеры частиц, из которых состоят наноматериалы равным счетом ничего не значат, суть в том что эти наночастицы позволяют получить какие-то ранее недостижимые свойства (например, текучесть одновременно с возможностью притягиваться к магнитам). Наночастицы в руках нанотехнологов это всего лишь инструмент. Например, можно взять много наночастиц слепить их в комочек, но это не будет наноматериалом, это будет просто комочком наночастиц.

Нановолокна — это волокна, диаметр которых не превышает 100 нм. Используются нановолокна в биомедицине, а также при

создании специальных тканей и фильтров, в автомобилестроении и авиастроении, например утеплители и шумоизоляции. Кроме того, нановолокна используются в качестве армирующего вещества для упрочнения керамики, пластика и других материалов (наноккомпозиты). Одним из первых данных о получении углеродных нановолокон, вероятно, является патент от 1889 на синтез нитевидного углерода Хьюзом и Чамберсом. Они использовали смесь метана и водорода для выращивания углеродных нитей путем пиролиза газа с последующим осаждением углерода. Говорить о получении этих волокон наверняка, стало возможно гораздо позже, когда появилась возможность изучить их структуру с помощью электронного микроскопа. Первое наблюдение углеродных нановолокон с помощью электронной микроскопии было сделано в начале 1950-х годов советскими учеными Радужкевичем и Лукьяновичем.

Наножидкости (коллоидные растворы, нанозоль) — это жидкости, в которых равномерно распределены твердые наночастицы. Используются наножидкости в различных вакуумных системах (электронные микроскопы, вакуумные печи и т.д.).

Нанокристаллы — это наночастицы вещества, строение которых упорядочено. Нанокристаллы, как и обычные кристаллы имеют выраженную огранку. Используются нанокристаллы во флуоресцентных маркерах и электролюминесцентных панелях.

Нанокластеры – разновидность наночастиц, представляющая собой аморфную или поликристаллическую наноструктуру, хотя бы один характерный размер которой находится в пределах 1–10 нм. Нанокластеры (размером порядка десятков нанометров) находят широкое применение, например, в органическом синтезе используют высокую каталитическую активность нанокластеров переходных металлов. В будущем найдут применение и необычные оптические и электронные свойства нанокластеров полупроводниковых материалов.

Нанотрубка — это нанокристаллы цилиндрической формы. Внешне нанотрубки могут напоминать графитовую плоскость, свернутую в цилиндр. Диаметр нанотрубки находится в пределах от 1 до 100 нм. Используются нанотрубки для создания сверхпрочных нитей, в сферах медицины и электроники, электрических кабелей, транзисторов, прозрачные проводящие поверхности, топливных элементов, в сферах медицины и электроники и автомобилестроения.

Так же, как и фуллерены нанотрубки изготавливаются методом электродугового распыления.

Углеродные нанотрубки — цилиндрические кристаллы, состоящие из одних лишь атомов углерода. Внешне выглядят как свёрнутая в цилиндр графитовая плоскость. Благодаря тому, что удельная проводимость соизмерима с проводимостью металла, а максимальная плотность тока — в десятки раз выше, чем у металла, углеродные нанотрубки рассматриваются как замена металлическим проводникам в микросхемах новых поколений.

Фуллерены — это молекулярные соединения, которые представляют собой многогранники с замкнутой структурой. Используют фуллерены для получения сверхпроводников, фоторезисторов, в качестве добавок для роста алмазных пленок CVD. Получение фуллеренов осуществляется методом сжигания углерода и дуговым методом (сжигание графитовых электродов в электрической дуге).

Графен — это модификация углерода, в которой плоскость толщиной в один атом имеет структуру кристаллической решетки. Графен используется в современной электронике при изготовлении баллистических транзисторов и других электродеталей. Получение наноматериалов в случае с графеном отличается от производства нанотрубок и фуллеренов. Графен получают механическим или химическим способом. В первом случае используется высокоориентированный пиролитический графит, от которого слой за слоем отщепляются слои графена. Химический способ основан на использовании серной и соляной кислот, в которые помещаются микрокристаллы графита.

Аэрогели — класс материалов, представляющих собой гель, в котором жидкая фаза полностью замещена газообразной. Такие материалы обладают рекордно низкой плотностью и демонстрируют ряд уникальных свойств: твёрдость, прозрачность, жаропрочность, чрезвычайно низкую теплопроводность и т. д. К примеру можно привести кремниевый аэрогель - лучший в мире твердый теплоизолятор, когда-либо обнаруженный или полученный. Для промышленности он представляет интерес, так как обладает высокой термической изоляцией - до 800° С (2,5-сантиметровый лист из силиконового аэрогеля надежно защищает руку человека от огня паяльной лампы) и акустической изоляцией - скорость звука при прохождении через аэрогель составляет лишь 100 м/сек.

Магнитная жидкость — относится к классу наножкостей. Внешне она похожа на черный, непрозрачный, густоватый раствор. При воздействии магнитного поля она притягивается к магниту. Применяется магнитная жидкость например в машиностроении при производстве дорогих автомобилей, для уменьшения трения между вращающимися деталями.

Наноматериалы имеют огромное значение для всего производства в целом, так как они улучшают свойства обычных материалов и в этом их основное преимущество. Рассмотренные в данном материале примеры являются лишь частью огромной набирающей обороты nanoиндустрии; при этом совершенно очевидно, что различные применения вышеуказанных материалов так или иначе соотносятся с машиностроением и, в частности, автомобилестроением.

### **Литература**

1. Свободная интернет энциклопедия «Википедия»  
<http://ru.wikipedia.org>

2. Сайт «НИЯУ МИФИ», статья ««Умные» наноматериалы»  
[http://nano-e.ucoz.ru/publ/referaty/chelnokov\\_umnye\\_nanomaterialy/8-1-0-84](http://nano-e.ucoz.ru/publ/referaty/chelnokov_umnye_nanomaterialy/8-1-0-84)

3. Сайт «Электронное издание «Наука и технологии России»», статья «Нанотехнологии в автомобильной промышленности»  
[http://www.strf.ru/science.aspx?CatalogId=362&d\\_no=8538](http://www.strf.ru/science.aspx?CatalogId=362&d_no=8538)

4. Сайт «Nanotech», статья «Нанокластеры» <http://nanotech.webcraft.org/?id=26&lang=1>

5. Сайт «ИНРУСГРУПП», статья «Нанотехнологии и наноматериалы» <http://inrusgroup.ru/index.php?id=137>

## **АККУМУЛЯТОР МОЖЕТ СЛУЖИТЬ КОРПУСОМ АВТОМОБИЛЯ**

*Садкевич А. М., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Английские ученые из университета Imperial College, расположенного в Лондоне, совместно со своими партнерами сообщают о новом изобретении который может использоваться в составе корпуса автомобиля (или отдельных его узлов), но при этом также способен выполнять функцию аккумуляторной батареи.

Прелесть новинки в том, что она будет намного легче, тоньше, а главное, значительно дешевле ныне существующих. Изобретенный вид аккумуляторов предполагается применять как в автомобильной промышленности, так и при производстве различных устройств, таких как мобильные телефоны и компьютеры, чтобы они не нуждались бы в отдельной батарее. Это сделало бы такие устройства меньше, более легкие и портативными. Запатентованная технология основана на наноразмерном материале, состоящем из смеси углеродного волокна и полимерных смол. Такая смесь способна, как и обычные аккумуляторы, заряжаться и отдавать накопленную энергию. Согласно информации, предоставленной учеными, при наращивании масштабов производства, созданный материал будет иметь массу преимуществ в сравнении с существующими на сегодняшний день источниками энергии, которые обычно используются в гибридных и электромобилях.

Различные гибридные автомобили состоят из двигателя внутреннего сгорания, который используется, когда водитель разгоняет автомобиль, и электродвигателя, питающегося от батареи, которая включается, когда автомобиль едет в режиме круиз-контроль. Автомобилю нужно большое количество батарей для питания электродвигателя, которые делают автомобиль тяжелее, а это означает, что автомобиль потребляет больше энергии, и батареи нуждаются в регулярном пополнении в короткие промежутки времени.

Всемирно известные литиево-ионные батареи, которые используются при сборке современного поколения транспортных средств, имеют большой вес, что сказывается на расходе энергии. Также они весьма зависимы от запасов лития, которые сокращаются с каждым годом, соответственно, влияя на цену, которая постоянно растет. Разработанный материал пока недешев, но так как он полностью синтетический, его производство не ограничивается наличием или отсутствием необходимых природных ресурсов.

Еще одна положительная характеристика нового наноматериала заключается в том, что ему, чтобы произвести энергию, нет нужды проводить химические реакции, из-за которых с течением времени обычно и ухудшаются эксплуатационные свойства обычных элементов питания, а так же он способен быстро осуществлять процесс зарядки, не изменяя своих физических свойств. Благодаря этому исчезает проблема потерь энергии – новый материал

способен удерживать заряд, а батарея изготовленная из такого материала имеет, соответственно, большой жизненный цикл. Изобретенное соединение на основе углеродистого полимера имеет способность заряжаться намного быстрее обычных аккумуляторов. Заряжать данный аккумулятор в автомобиле можно будет при помощи обычной электрической сети. Дополнительно исследователи намерены реализовать возможность заряда батареи в процессе торможения за счет рекуперации кинетической энергии. Подробные характеристики новой разработки пока не сообщаются.

Однако и это еще не все! Самое интересное – это то, что новый материал по прочности не уступает стали! Для автомобилестроения по теоретическим выкладкам это означает, что новое соединение сможет повторить корпус самого авто, не будет занимать место и сократит вес электромобиля до одной трети. Потенциал этой технологии поистине огромный. Помимо электрических автомобилей, в силу своей прочности, этот материал может использоваться и для создания корпусов морских судов, которые будут приводиться в движение за счет электроэнергии, накопленной в кузове.

Британские ученые взяли для эксперимента Tesla Roadster, электромобиль люкс-класса, который производится в США. Вес машины приблизительно составляет 1200кг, при этом треть массы составляют аккумуляторные батареи, а именно – 450 кг. До следующей перезарядки батареи авто проезжает около 300 километров. Цитируем слова одного из изобретателей: «С нашим материалом Tesla Roadster потерял бы эти лишние килограммы и, в конечном счете, смог бы преодолеть большее расстояние и стал бы быстрее». По его словам даже обычные автомобили, обработанные новым композитным материалом, могут также потерять в весе, ведь новое синтетическое соединение имеет массу в 4 раза меньше стали и при этом сохраняет все ее свойства. Сейчас ученые стремятся увеличить площадь поверхности каждого волокна на столько, насколько это будет возможно без ухудшения его механических свойств. Понятно, что чем больше эта площадь, тем больше электрический заряд они смогут нести».

Точные сроки начала промышленного использования нового композитного материала пока не сообщаются, разработчики еще намерены несколько улучшить его свойства. Европейский союз поддерживает ученых и объявил, что готов выделить 3,4 млн. евро,

выплачиваемых на развитие созданной технологии в течение последующих трех лет. В проекте пожелали участвовать около десятка компаний из следующих стран: Великобритания, Швеция, Германия и Греция.

Шведский автопроизводитель Volvo настолько проникся новой технологией, что уже сейчас разрабатывается прототип модели авто, в котором ниша для запасного колеса в багажном отделении будет изготавливаться из нового композитного материала, а также крыша, крылья и накладки на двери. В результате, по предварительным данным, появится возможность уменьшить массу автомобиля на 15% (за счет отказа от установки дополнительных аккумуляторов), что позволит увеличить величину пробега гибридного автомобиля на 130 км при работе от электродвигателя.

В течение трех лет планируется снизить вес автомобилей, которые используют новые батареи, а по прошествии пяти-шести лет исследователи рассчитывают создавать материал для корпуса автомобиля. Коммерческого внедрения нового материала придется обождать восемь-десять лет. Основная проблема внедрения на данный момент – это дороговизна углеродистого волокна, но когда стартует массовое производство, ученые считают, что произойдет и резкое снижение затрат.

### Литература

1. Интернет магазин «NanoStore», статья «Новый наноматериал в автомобилестроении» <http://www.nanostore.com.ua/novyj-nanomaterial-v-avtomobilestroenii-a-107.html>

2. Сайт «Новости мира автомобилей «Join»», статья «Аккумулятор может служить корпусом автомобиля» [http://www.auto.join.com.ua/news\\_25833.html](http://www.auto.join.com.ua/news_25833.html)

3. Сайт «F-techno», статья «Кузов – большой конденсатор для электромобиля» <http://f-tehno.com/sobytiya/kuzov-bolshoy-kondensator-dlya-elektromobilya.html>

4. Сайт «Всеукраинский автомобильный портал «Авто Центр»», статья «Volvo «вживит» батареи в кузов электромобилей» <http://www.autocentre.ua/news/service/volvo-35694.html>

5. Сайт «Imperial College», статья «Cars of the future could be powered by their bodywork thanks to new battery technology»



## **ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ: АВТОПИЛОТ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ**

*Сеничев А., студент ВФ ГОУ МГИУ*

В американской компании «Ford Motor» считают, что одна из причин разрастания пробок заключается в том, что многие водители недостаточно быстро реагируют на движение впереди себя. Если же управление машиной доверить автоматике, то пробки начнут рассасываться гораздо быстрее. Утверждается, что если в дорожном потоке хотя бы каждый четвертый автомобиль будет оборудован новой фордовской системой Traffic Jam Assist (по названию разработчиков «пробочная помощь»), то время в пути снизится на 37,5%. Причем ничего такого уж фантастического в этом «автопилоте» нет: большая часть необходимого оборудования по сути уже внедрена на серийных моделях. Надо лишь обучить эти системы новым «трюкам». В основе Traffic Jam Assist – уже знакомые нам системы, способные поддерживать определенную дистанцию до впередиидущей машины, удерживать автомобиль в своей полосе и совершать экстренное торможение в аварийной ситуации. Теперь же речь идет о том, чтобы «заточить» управление всем этим оборудованием в соответствии с движением в дорожном заторе. Задача в том, чтобы аппаратура могла полностью брать управление на себя. Утверждается, что безопасность дорожного движения от этого только повысится, а водители будут испытывать меньше стресса в пробках. Ford осуществит его запуск в производство в 2015–2020 годах. Система предусматривает 4-кратное дублирование сенсоров, следящих за дорогой, позволяет водителю не вмешиваться в действия авто до достижения им тридцати километров в час.

Радикально мыслящие компании, в частности, Google, занимаются разработками автопилотов, которые полностью заменяют водителя-человека. В этом случае автомобильные концерны являются более консервативными. Даже те из них, которые ведут исследования подобного рода, не собираются внедрять собственные разработки в скором будущем. Компания Ford Motor Company собирается нарушить сложившуюся традицию.

Испытания ведутся на основе хетчбэка Ford S-Max, т.е. машины относительно бюджетной, которая дешевле Prius, на ее автоматизации уже заострил внимание Google. По этой причине опция Traffic Jam Assist вполне может оказаться доступной всем желающим уже в ближайшие годы.

По какой причине автомобильный гигант США взялся за пробочный автопилот уже понятно. Скорость является минимальной, дальность сенсоров небольшая, отсюда - небольшая разрешающая способность. Можно параллельно использовать радар, работающий на частоте 2,4 Гц, видеокамеру, ультразвуковые сенсоры (используются в парктрониках, в установленных на Ford S-Max), лидар (версия проще по сравнению с Google, однако дешевле). Вместо тройного дублирования есть 4-кратное, при этом существенная часть данных систем устойчива к туману.

Еще это просто низкоскоростная версия адаптивного круиз-контроля, невозможный использовать до этого момента в городах, поэтому новых систем управления Ford Motor разрабатывать не пришлось. Речь шла о модификации уже имевшихся способов для решения давней проблемы: каким образом спасти нервную систему жителя крупных городов от заторов, которая постоянно требует операции «тормоз - газ - тормоз».

Система уже ездит, и не только под управлением испытателей. Одной из главных проблем, которую еще предстоит решить разработчикам, это сочетание параллельной способности программного обеспечения авто развлекать водителя Интернетом и обеспечивать устойчивость против хакерских атак и вирусов.

Другой вопрос, не решенный до конца, это скорость, при которой автопилот просит водителя взять на себя управление транспортным средством (таким образом это происходит на испытаниях). У испытателей до 30 км/ч нет претензий к поведению системы, но предстоит еще выяснить, как данная ситуация будет восприниматься собственно водителями. Этот бета-тестинг уже запланирован специалистами.

Дублирование сенсорных систем является 4-кратным: лидер, радар, камера, ультразвуковые датчики сзади и спереди. Когда дорога свободна, водителю предложат взять руль в руки. А если не брать?

Также необходимо подумать над тем, чем занять водителя, пока машина самостоятельно следит за расстоянием до бампера впереди идущего авто и продолжает двигаться в той же полосе (для Traffic

Jam Assist смена полосы не предусмотрена). Разработчики компании Ford создали Sync-приложение для прослушивания интернет-радио при помощи встроенной в автомобиль ОС производства компании Microsoft Corporation.

Как говорят представители компании, запуск новой опции в серию запланирован в 2015–2020 гг. Ее сейчас трудно определить как своевременную, учитывая то, что успешные испытания подобных машин на дорогах общего пользования уже долгое время не является новостью, т.е. речь идет о стабильно едущей системе. Однако автоконцерны консерваторы. Показательно, что они начали задумываться об автоматизации автотранспорта.

Так же шведский производитель легковых автомобилей «Volvo Car» то же разработал автоматизированную систему движения автомобиля в заторах. Система позволяет машине двигаться в медленном потоке машин со скоростями до 50 км/ч без участия водителя. Система помощи в дорожных заторах (Traffic jam assistance system), является развитием существующих технологий - адаптивного круиз-контроля и системы контроля полосы движения - с 2012 г. используемых в серийных моделях Volvo.

После включения системы водителем, автоматика берет на себя управление тормозами, двигателем и рулевой системой. Адаптивный круиз-контроль поддерживает заданный интервал до впереди идущего автомобиля, система слежения за полосой движения, используя рулевое управление, сохраняет полосу движения. Водитель в любой момент может вмешаться в действия электроники, приняв процесс управления на себя.

Система помощи в дорожных заторах будет устанавливаться на автомобили марки, построенных на новой масштабируемой платформе SPA. Компания называет систему очередным шагом к реализации концепции автономной езды. Создание автономного автомобиля является стратегическим приоритетом в разработке будущих машин компании, сказал старший вице-президент по исследованиям и разработкам Volvo Car Петер Мертенс.

Аналогичные автоматические системы движения в пробках (Traffic Jam Assistant) разрабатывают Audi, BMW и Mercedes-Benz. Volvo обещает раньше других - в 2014 г. - внедрить технологию на серийных машинах. Шведская компания уже представила работоспособную систему автоматического движения машин в караванах по автомагистралям за ведущим автомобилем. Система

была разработана в рамках проекта SARTRE несколькими европейскими научными институтами и технологическими компаниями.

Итак, разница между автоматическими системами движения в пробках американской компании «Ford Motors» и шведской «Volvo Car» кроется лишь в скорости движения автомобиля в пробках и дате официального внедрения технологии.

### **Литература**

1. Сайт о автомобилях «Авто@Mail.Ru» <http://auto.mail.ru/>
2. Сайт «Автомобильный портал AutoShip» [www.autoship.ru](http://www.autoship.ru)
3. Сайт «Информационное телеграфное агентство Росиии» , статья «В России разработан автопилот для автомобилей» <http://www.itar-tass.com/c9/511685.html>
4. Сайт «Cwer», статья «Автопилот для автомобилей» <http://cwer.ws/node/298703/>

## **ИОННАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

*Улизько Д.В., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Создание наноструктурированных покрытий и наноструктурированных приповерхностных слоев деталей является одними из направлений развития нанотехнологии. Такие поверхности и слои определяют работоспособность отдельных агрегатов изделий, таких как лопатки газотурбинных двигателей, лопатки энергоустановок, элементы погружных насосов нефтедобывающих систем, лопатки компрессоров нефтеперекачивающих станций, сопла ракетных двигателей, детали машин с элементами пар трения: поршеньцилиндр, высокоскоростные подшипники, гироскопы.

Названные детали применяются в современных отраслях промышленности: авиации, космонавтике, энергетике; однако получение поверхности с требуемыми характеристиками требует и современных методов нанесения покрытий. Одним из таких методов является ионная имплантация элементов в приповерхностные слои, так как она модифицирует его на глубину 10-100 нм.

Под ионной имплантацией понимают процесс внедрения в мишень ионизованных атомов с энергией, достаточной для

проникновения в ее приповерхностные области. А успешное применение ионной имплантации определяется, главным образом, возможностью предсказания и управления электрическими и механическими свойствами формируемых элементов при заданных условиях имплантирования. Целенаправленно, выбирая атомы легирующей примеси и режимы облучения с помощью ионной имплантации можно обеспечить широкую гамму полезных свойств поверхностных слоев материала. Таким образом, удастся достичь высокой прочности поверхностного и подповерхностного слоя, создать слой, выполняющий роль твердой смазки, повысить или понизить химическую активность поверхности, изменить концентрацию и пространственное распределение дислокаций и иных дефектов структуры, обеспечить формирование мелкодисперсных высокопрочных выделений. По сравнению с методами химико-термической обработки, которые считаются традиционными, ионная имплантация позволяет в десятки раз сократить время и резко понизить температуру обработки, осуществлять селективную обработку отдельных участков детали. Существенным преимуществом данного метода является отсутствие проблем адгезии между модифицированным слоем и объемом материала, характерных для способов нанесения различного рода покрытий. Ионная имплантация практически не изменяет размер деталей и ее можно выполнять после их чистовой обработки. К недостаткам метода можно отнести малую толщину модифицированного слоя и пока еще высокую стоимость оборудования. Эффекты воздействия ионной имплантации на свойства поверхности материалов на протяжении многих лет изучаются исследовательскими группами разных стран. В результате проведенных работ по исследованию при внедрении ионов ряда металлов (олово, молибдена, свинца, титана) и металлоидов (азота, углерода, бора и фосфора) обнаружено изменение таких свойств металлов, как коррозионная стойкость, твердость, износ, усталостные характеристики.

В последнее время наблюдается высокая активность в области исследования и развития ионных источников, в сочетании с расширением области их применения. Такие направления, как физика ускорителей частиц, исследования в области управляемого термоядерного синтеза в значительной степени содействовали развитию науки об ионных источниках.

Совершенствование и рост мощности современных компьютеров позволяют использовать вычислительные методы для расчета траекторий ионов с момента их выхода из плазменной области и при дальнейшем прохождении через систему формирования и ускорения, и далее через ионно-оптическую систему. Большим достижением также является разработка компьютерных программ, моделирующих пучок в трех измерениях, т.е. учитывая эффекты, обусловленные объемным зарядом.

Класс высоковольтных газовых ионных источников очень широк. Существует много сходного в конструкциях, а также в проблемах связанных с этим семейством высоковольтных источников. По большей части они имеют одинаковые области применения и поэтому должны удовлетворять аналогичным экспериментальным требованиям и ограничениям. Большинство пионерских работ в ионной имплантации полупроводников выполнено на ионном источнике Фримана, поскольку генерируемый источником пучок обладает характеристиками, обеспечивающими высокое качество, что важно для целей данного приложения.

Для получения требуемых характеристик, ионных источников используют плазму, создаваемую СВЧ излучением. Существуют два различных параметрических режима. В одном из них взаимодействие СВЧ излучения с плазмой происходит на электронной циклотронной частоте при низком давлении газа и в плазме, где, по существу, нет столкновений. Во втором режиме взаимодействие не зависит от резонанса с магнитным полем, а газ обладает повышенным давлением, и в плазме происходят столкновения. В соответствии с условиями генерации плазмы параметры ионных пучков, полученных от источников, создающих плазму этих двух типов, обладают и существенными различиями. В источниках первого типа зарядовые состояния полученных ионов чрезвычайно высоки, тогда как плотность ионного тока мала. В источниках второго типа ток ионного пучка выше, чем в источниках с переменным полем, но ионы в основном однозарядные. СВЧ ионные источники используются для безнакальной генерации сильноточных ионных пучков для высокодозной имплантации полупроводников.

Рекорд по получению многозарядных ионов из ионного источника (т. е. без учета ионов, которые ускоряются до очень высоких энергий и затем обдираются при прохождении через фольгу) легко удерживается ионным источником с электронным пучком. В

этом источнике ионы в условиях глубокого вакуума удерживаются внутри высокоэнергетичного электронного пучка в сильном магнитном поле достаточно продолжительное время, что дает возможность получать ионы с высокими зарядовыми состояниями. Выход ионов относительно низок. Этот тип источников подходит, в частности, для использования в качестве инжектора для ускорителей частиц, особенно синхротронов на тяжелых ионах, а также для исследований по атомной физике.

Пучково-плазменный ионный источник - относительно новый тип источника, в котором ионизация происходит в результате взаимодействия инжектируемого электронного пучка высокой интенсивности с фоновой плазмой. Возникает пучково-плазменная неустойчивость, и энергия пучка эффективно передается плазме. Другая новая особенность этого типа ионного источника состоит в том, что плотность тока извлеченных ионов может существенно превышать классический предел Чайлда-Ленгмюра.

Лазерным ионным источникам, высокоэнергетичные пучки, которые могут быть доставлены к твердым мишеням с помощью легкодоступных сверхмощных импульсных лазеров используются как средство получения плотных сгустков плазмы с высокой долей многозарядных ионов. Для формирования ионного пучка из плазмы, генерируемой лазерным импульсом, может применяться соответствующая извлекающая система, завершающая основную конструкцию лазерного ионного источника. Источники такого типа находятся на относительно ранней стадии развития и имеют перспективы в качестве инжекторов для синхротронов на тяжелых ионах.

Жидкометаллические ионные источники уникальны в своей способности генерировать острофокусные ионные пучки. Эти пучки формируются посредством полевой эмиссии ионов из тонкого острия (иглы), на которое натекает пленка жидкого металла. Пучок является слаботочным, но плотность тока в фокусе может быть чрезвычайно высокой из-за субмикронных размеров пятна. Этот тип источников используется в ионно-лучевой литографии и в ионной микроскопии.

В ионном источнике, принцип действия которого основан на явлении испарения металла под действием дугового разряда в вакууме (MEVVA-источник), плазма создается около катодных пятен, формирующихся на поверхности твердого металлического катода под действием дугового разряда, инициированного в условиях

глубокого вакуума. Плазменные сгустки отстреливаются от катода подобно плазме, генерируемой лазером, и интенсивный пучок металлических ионов может быть сформирован из этих плазменных сгустков. Были получены сверхсильноточные ионные пучки фактически всех твердых металлов. Этот тип источников используется в инжекторах ускорителей частиц и для ионной имплантации широких пучков.

Источники отрицательных ионов применяются как инжекторы для ускорителей частиц и генераторы высокоэнергетичных нейтральных пучков для нагрева термоядерной плазмы. Методы получения положительных и отрицательных ионов совершенно различны. Совершенствование источников этого типа дает постоянный и впечатляющий рост тока пучка.

Для выполнения исследовательской программы по инерциальному удержанию термоядерной плазмы требуются короткоимпульсные сильноточные пучки легких ионов. При инерциальном удержании плазмы такие пучки должны бомбардировать сферическую каплю мишени, сжимая ее до очень высокой плотности и температуры, в результате чего в части материала мишени должна возникать термоядерная реакция. В реакторе этот процесс должен повторяться непрерывно. Ввиду необходимости получения очень высоких токов пучка, особенно при низком коэффициенте заполнения импульсной последовательности, непрерывное совершенствование источников этого типа привело к ряду совершенно новых конструкций и способов генерации ионов.

Ионную имплантацию применяют для обработки многих типов промышленных изделий и инструмента. Особенно значительное повышение долговечности достигнуто для подшипников гироскопических навигационных систем, пробойников, пуансонов, пресс-форм и других высоко изнашиваемых компонент. Одна из перспективных областей применения ионного легирования в машиностроении – повышение стойкости режущего инструмента для обработки металлов давлением. Производственные испытания показали возрастание износостойкости в 2-3 раза. Аналогичные работы по упрочнению ножей для резки рулонов бумаги, синтетического каучука, штампов, вытяжек привели к увеличению их срока службы в 2-12 раз, а ортопедических элементов протезов бедра и колена до 400 раз. Эффективными являются ионное легирование высадного инструмента: штампов для выдавливания, ковочных и формовочных



штампов, пуансонов прессового инструмента, инструментов для инъекционного прессования пластмасс. Обработка выходной части фильера для волочения медной и стальной проволоки увеличивает срок их службы в 5-100 раз.

### **Литература**

- 1 Я. Браун. «Физика и технология ионных источников». – М.: Мир, 1998. – 429 с.
- 2 Ф.Ф. Комаров. Ионная имплантация в металлы. – М.: Металлургия, 2000. - 216 с.
- 3 Патент РФ №2045103, Турчин В.И., Кондратьев Б.К. «Дуоплазматрон».
- 4 Обзоры по электронной технике. «Реактивное ионное травление», выпуск 1 2004 г.

## **НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ- ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЯ**

*Федин Н.П., студент ВФ ГОУ МГИУ*

Нанотехнология - высокотехнологичная отрасль, направленная на изучение и работу с атомами и молекулами. Разработки в этой области ведут к революционным успехам в медицине, электронике, машиностроении и создании искусственного интеллекта. Если 10 лет назад единицы людей представляли себе, что такое нанотехнологии, то, через 5 лет, по оценкам экспертов, вся промышленность будет развиваться, используя технологии работы с атомами и молекулами. С помощью нанотехнологий можно очищать нефть и победить многие вирусные заболевания, можно создать микроскопических роботов и продлить человеческую жизнь, можно победить СПИД и контролировать экологическую обстановку на планете, можно построить в миллион раз более быстрые компьютеры и освоить Солнечную систему.

Перспективы использования нанотехнологий в автомобилестроении на сегодняшний день не совсем четко обозначены. Однако, радует тот факт, что наноматериалы уже используются в автомобильной промышленности, хотя, большинство из них еще находится в стадии конструкторских разработок.

Производителями автомобилей уже накоплен достаточно объемный опыт в данной области.

Европейцы, озабоченные возможными негативными последствиями использования в автомобильной промышленности нанотехнологий, готовы ограничить их применение путем введения специального регламента.

Страны ЕС разработают нормы, регулирующие использование нанотехнологий в автомобильной промышленности. Данные меры позволят уберечь людей и окружающую среду от вреда, который могут причинить автокомпоненты с наночастицами, сообщает Wards Auto.

Необходимость контролировать использование данных технологий возникла из-за того, что в настоящее время наночастицы не достаточно хорошо изучены. В частности, не известно, как они влияют на человека и окружающую среду во время эксплуатации машин. Однако если это можно исследовать уже сейчас, то степень воздействия наночастиц в отработанных деталях на людей и природу станет известна по прошествии длительного времени.

Между тем, уже сейчас существуют автокомпоненты, в которых используются нанотехнологии, напоминает Лента.RU. Например, немецкая компания Lanxess разработала полимерные материалы для шин с наночастицами. Протяженность пробега таких покрышек больше на 15% по сравнению с шинами из обычной "резины".

Концерн BMW изготовил для своих дизельных моделей сажевый фильтр с использованием наночастиц, который способен удерживать до 99% вредных веществ. А компания Mercedes-Benz разработала краску, которая препятствует возникновению царапин на кузове машин.

Кроме того, автопроизводители задумываются о создании "наноавтомобилей". Так, в 2006 году компания Volkswagen представила проект машины, получившей название Nanospyder. Каркас автомобиля предлагается изготавливать из миллиардов блоков наночастиц диаметром менее 0,5 миллиметра. Благодаря им в случае столкновения кузов автомобиля деформируется, не нанося вред находящимся внутри пассажирам.

Достаточно большой потенциал несут в себе разработки материалов, которые можно использовать для создания новых видов автомобильных двигателей. С каждым годом все более растут требования к экономичности двигателей, а также к снижению

токсичности выхлопов автомобилей. По этой причине автомобильные конструкторы ведут достаточно активный поиск материалов, которые станут альтернативой стали и чугуну.

Наиболее перспективным в данной сфере считается модифицированный нанокompозитными материалами пластик. Этот материал сможет стать основой создания новейших моделей автотранспорта.

С теоретической точки зрения, данный вид пластика сможет в значительной степени упростить весь процесс производства всевозможных деталей двигателя, параллельно улучшив их точность.

Прочность и жесткость модифицированного полимера близки к аналогичным характеристикам металлов, однако, пластик имеет меньший вес, и улучшенные показатели устойчивости к коррозии. Также, благодаря «нано пластику», есть возможность, в значительной мере, снизить уровень шума и уменьшить допуски технологические.

Наличие нанокристаллических компонентов в деталях, которые работают в условиях высоких температур, таких как, топливные форсунки, свечи зажигания, свечи накаливания и др., может значительно продлить им срок эксплуатации.

В современном автомобилестроении с недавних пор применяют «феррожидкость» в качестве регулируемых по высоте амортизаторов. Феррожидкость получают следующим образом: в специальный состав добавляют оксид железа, который является наночастицами магнетита. Такая жидкость может менять свою вязкость при помощи магнита.

В данной сфере производства автомобилей осуществляются испытания системы электрохромной. Данную систему планируется использовать как покрытие зеркал, как боковых, так и салонных. Благодаря определенной химической обработке, ионы лития перемещаются, атомы образуют слой (ультратонкий), который делает светопропускную способность стекла иной, с эффектом затемненности.

Используя диоксид титана ( $TiO_2$ ), разработчики создали технологию поверхностей самоочищающихся. Работает данная технология таким образом:

- грязь попадает на поверхность, покрытую описанным выше веществом;
- на нанопокрывание, изготовленное с  $TiO_2$  попадают ультрафиолетовые лучи;

- происходит фотокаталитическая реакция;
- молекулы воды, находящиеся в воздухе, превращаются в окислители (достаточно сильные) – радикалы гидроокиси;
- окислители расщепляют грязь.

Также достаточно успешно проходят работы по разработке солнечных батарей с новыми возможностями новых технологий. В мелкосерийное производство запущен такой продукт, как крыша автомобиля, покрытая слоем фотоэлементов, с мощностью около 30Вт.

Использование нанотехнологий в производстве автокосметики позволило создать качественно новые, улучшенные полироли и шампуни.

К примеру, наноразмерные частицы, вошедшие в состав новых полиролей, позволяет в значительной степени усилить их защитные свойства. Наноразмерные частицы могут гораздо лучше заполнять всевозможные структурные повреждения слоя лакокрасочного покрытия. Кроме того, «нанополироль» образует на поверхности покрытия достаточно износостойкий защитный слой. Данный слой практически не поддается разрушению за счет очень плотной сетке поперечно-межмолекулярных связей наночастиц.

Достаточно динамично сейчас развивается сфера нанотехнологий в области создания составов:

- антифрикционных высокоэффективных;
- противоизносных;
- охлаждающих.

В процессе проведения испытаний, было выявлено, что использование данных составов способствует следующим изменениям:

- уменьшению расхода топлива на 2-7%;
- уменьшению износа деталей в 1,5-2,5 раза;
- увеличению мощности двигателя на 2-4%.

Добавленные в состав автомобильных шин наночастицы, способствуют увеличению их гибкости, а также уменьшению износа. Большое внимание уделяется перспективам развития электронных компонентов автотранспортных средств с использованием нанотехнологий.

Наверняка в ближайшем будущем практически все детали автомобиля будут «отмечены» вмешательством нанотехнологий. Можно только предположить, как через несколько десятков лет будут

выглядеть автомобили – возможно как пресловутые сапоги-скороходы (для туристов), либо как ковер-самолет (для вечно спешащих бизнесменов) и т.д.

Но современные нанотехнологические исследования не ограничиваются областью углеродных каркасных структур, активные работы ведутся по изучению физико-химических свойств измельченных до наноразмеров материалов.

По мере измельчения материала, вплоть до частиц наноскопических размеров, их свойства претерпевают существенные изменения. У таких частиц количество атомов на их поверхности превышает количество атомов, находящихся внутри частицы. Вдобавок те атомы, что расположены на поверхности, часто отличаются по своим свойствам от тех, что внутри: они более активны и всегда готовы к реакции. К примеру, в обычных условиях золото значительно уступает платине по своим каталитическим свойствам, но, измельчив его до наноразмеров и нанеся на пористый материал-носитель, мы получим высокоэффективный автомобильный катализатор, который будет способен разлагать оксид азота и монооксид углерода до безвредных веществ сразу же после запуска холодного двигателя.

Измельченные до наноразмеров частицы диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) благодаря приобретенным новым свойствам, в частности, все той же высокой поверхностной энергии, приобретают способность плотно присоединяться к различным поверхностям, например, к стеклу (основным компонентом которого является кварцевый песок —  $\text{SiO}_2$ ). После нанесения наночастиц кремнезема на стекло оно покрывается сплошным слоем выступов, делая поверхность гидрофобной. Как вы уже, наверное, догадались, это замечательное свойство наночастиц диоксида кремния с успехом было использовано для создания водоотталкивающих составов, которые получили широкое распространение в виде средств автомобильной химии.

### Литература

1. Rusnanotech 2010 — Третий Международный форум по нанотехнологиям 1-3 ноября 2010г.
2. Балабанов, В.И. Нанотехнологии. Наука будущего. /В.И. Балабанов. - М.: Эксмо, 2008. - 256 с.
3. Википедия — свободная энциклопедия (<http://ru.wikipedia.org>)

4. Экономическая география и региональная экономика/  
Родионова И.А., 2002;
5. Экономическая география России/ под ред. Т.Г.Морозовой,  
Москва, 2007;
6. Электронная версия журнала «Наука и жизнь»  
<http://www.nkj.ru/news/12159/>