

Предмет: физика

Физико-технические основы нанотехнологий и наноматериалов

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Понятие и развитие нанотехнологий и наноматериалов.....	4
1.1. Нанотехнологии и наноматериалы как научно-техническое направление.....	4
1.2. Применение нанотехнологий и наноматериалов в различных отраслях.....	9
Глава 2. Использование нанотехнологий и наноматериалов в машиностроении.....	15
2.1. Технологические особенности применения нанотехнологий и наноматериалов в машиностроении (на примере автомобильной промышленности).....	15
2.2. Проблемы и перспективы развития нанотехнологий и наноматериалов в машиностроении.....	20
Заключение.....	25
Список литературы.....	26

Введение

Актуальность. Нанотехнологии - это область прикладной науки и техники, имеющая дело с объектами размером менее 100 нанометров (1 нанометр эквивалентен 10^{-9} метрам). Свойства и взаимодействия отдельных атомов, а также молекул и квантовые эффекты. Использование передовых научных результатов в нанотехнологиях позволяет отнести их к категории высокотехнологичных. Развитие современной электроники идет по пути уменьшения размеров устройств. Нанотехнологии - следующий логический шаг в развитии электроники и других наукоемких производств.

Цель исследования: изучить физико-технические основы нанотехнологий и наноматериалов.

Задачи исследования:

- изучить нанотехнологии и наноматериалы как научно-техническое направление;
- рассмотреть применение нанотехнологий и наноматериалов в различных отраслях;
- проанализировать технологические особенности применения нанотехнологий и наноматериалов в машиностроении (на примере автомобильной промышленности);
- выявить проблемы и перспективы развития нанотехнологий и наноматериалов в машиностроении.

Предмет исследования: физико-технические основы нанотехнологий и наноматериалов.

Объект исследования: общественные отношения, возникающие в результате изучения физико-технических основ нанотехнологий и наноматериалов.

Методы исследования: научный анализ, наблюдение, обобщение.

Структура работы: введение, две главы, заключение, список литературы.

Глава 1. Понятие и развитие нанотехнологий и наноматериалов

1.1. Нанотехнологии и наноматериалы как научно-техническое направление

Английский термин «Nanotechnology» был предложен японским профессором Норио Танигучи в середине 70-х гг. прошлого века и использован в докладе «Об основных принципах нанотехнологии» (On the Basic Concept of Nanotechnology) на международной конференции в 1974 г., задолго до начала масштабных работ в этой области. По своему смыслу он заметно шире буквального русского перевода «нанотехнология», поскольку подразумевает большую совокупность знаний, подходов, приемов, конкретных процедур и их материализованные результаты – нанопroduкцию.

Как следует из названия, номинально наномир представлен объектами и структурами, характерные размеры R которых измеряются нанометрами ($1\text{ нм} = 10^{-9}\text{ м} = 10^6\text{ мм} = 10^{-3}\text{ мкм}$). Сама десятичная приставка «нано-» происходит от греческого слова *νανοσ* – «карлик» и означает одну миллиардную часть чего-либо. Реально наиболее ярко специфика нанообъектов проявляется в области характерных размеров R от атомных ($\sim 0,1\text{ нм}$) до нескольких десятков нм¹.

В нем все свойства материалов и изделий (физико-механические, термические, электрические, магнитные, оптические, химические, каталитические) могут кардинально отличаться от микроскопических. Нанотехнология включает компоненты с размерами менее 100 нм, обладает радикально новыми качествами и способна создавать и изменять объекты контролируемым образом, что позволяет интегрировать их в большие, полностью функциональные системы. Это набор методов и технологий, которые необходимо предоставить. Этот метод означает возможность манипулировать такими объектами и создавать из них более крупные структуры с радикально новыми молекулярными структурами.

¹ Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. - М.: Инфра М, 2016. С. 32-45

Наноструктуры, построенные «из первых принципов» с использованием атомных и молекулярных элементов, являются самыми маленькими объектами, которые могут быть созданы искусственно. Для них характерны новые физические, химические и биологические свойства и связанные с ними явления. В связи с этим родились концепции нанонауки, нанотехнологии и наноинженерии (рисунок 1).

Нанонаука - это фундаментальное исследование свойств наноматериалов и явлений в нанометровом масштабе, нанотехнология - создание наноструктур, наноинженерия - их части².



Рисунок 1. Научные основы и объекты нанонауки и нанотехнологии

Наноматериалы - это материалы, которые содержат структурные элементы, геометрические размеры которых не превышают 100 нм хотя бы в одном измерении, и обладают качественно новыми свойствами, функциональными и эксплуатационными свойствами.

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. 2020. №8. С. 3-13

Технология наносистем - полностью или частично основанные на наноматериалах и нанотехнологиях, функционально законченные системы и устройства, свойства которых аналогичны целевым системам, созданным с использованием традиционных технологий, а характеристики устройств принципиально отличаются (таблица 1).

Таблица 1 - Основные методы получения порошков для изготовления наноматериалов

Метод	Вариант метода	Материалы
Физические методы		
Испарение и конденсация	В вакууме или в инертном газе	Zn, Cu, Ni, Al, Be, Sn, Pb, Mg, Ag, Cr, MgO, Al ₂ O ₃ , Y ₂ O ₃ , ZrO ₂ , SiC
	В реакционном газе	TiN, AlN, ZrN, NbN, ZrO ₃ , Al ₂ O ₃ , TiO ₂ .
Высокоэнергетическое разрушение	Измельчение	Fe-Cr, Be, Al ₂ O ₃ , TiC, Si ₃ N ₄ , NiAl, TiAl, AlN
	Детонационная обработка	BN, SiN, TiC, Fe, алмаз
	Электрический взрыв	Al, Cd, Al ₂ O ₃ , TiO ₂ .
Химические методы		
Синтез	Плазмохимический	TiC, TiN, Ti(C,N), VN, AlN, SiC, Si ₃ N ₄ , BN, W
	Лазерный	Si ₃ N ₄ , SiC, Si ₃ N ₄ -SiC
	Термический	Fe, Cu, Ni, Mo, W, BN, TiC, WC-Co
	Самораспространяющийся высокотемпературный	SiC, MoSi ₂ , Aln, TaC
	Механохимический	TiC, TiN, NiAl, TiB ₂ , Fe-Cu, W-Cu
	Электрохимический	WC, CeO ₂ , ZrO ₂ , WB ₄
	Растворный	Mo ₂ C, BN, TiB ₂ , SiC
	Криохимический	Ag, Pb, Mg, Cd
	Конденсированные прекурсоры	Fe, Ni, Co, SiC, Si ₃ N ₄ , BN, AlN, ZrO ₂ , NbN
	Газообразные прекурсоры	ZrB ₂ , TiB ₂ , BN

Фундаментальные исследования явлений, происходящих в структурах размером менее 100 нм, привели к развитию новых областей знаний. Очевидно, что в ближайшем будущем это произведет революцию в технологиях 21 века. Такие структуры доминируют в своем поведении, когда появляются принципиально новые явления, такие как квантовые эффекты, статистические временные изменения свойств, масштабирование в соответствии с размером структуры, основные эффекты поверхности, отсутствие дефектов. Соответствует состоянию таких вещества в большинстве монокристаллов, которые определяют высокую активность,

такую как значительное энергонасыщение, химические реакции, адсорбция, спекание, горение. Эти явления придают наноразмерным частицам и структурам уникальные механические, электрические, магнитные, оптические, химические и другие свойства, позволяя манипулировать материалами в приложениях, которые трудно представить в обычных условиях³.

Разница между свойствами мелких частиц и свойствами крупных веществ давно известна ученым и используется в самых разных областях техники. Примерами наноразмерных структур являются цветные стекла, окрашенные широко используемыми аэрозолями, цветными пигментами и коллоидными металлическими частицами. Впечатляющие примеры связаны с биологией, где дикая природа демонстрирует наноструктуры на уровне ядра клетки. В этом смысле нанотехнология как научная область не нова. Качественная особенность нанотехнологий заключается в практическом применении нового уровня знаний о физических и химических свойствах вещества. Новый уровень знаний предполагает развитие концептуальных изменений в развитии технологий, медицины и сельскохозяйственного производства, а также изменения в экологической, социальной и военной сферах (рисунок 2).

3 Артюхов И.В., Кеменов В.Н., Нестеров С.Б.. Биомедицинские технологии. Обзор состояния и направления работы. Материалы 9-й научно-технической конференции «Вакуумная наука и техника». - М.: МИЭМ. 2020. С. 244-247

Прогнозируемое удешевление продуктов при переходе от традиционных методов создания нанообъектов ("сверху - вниз") к методам молекулярной и атомной само-сборки ("снизу - вверх")

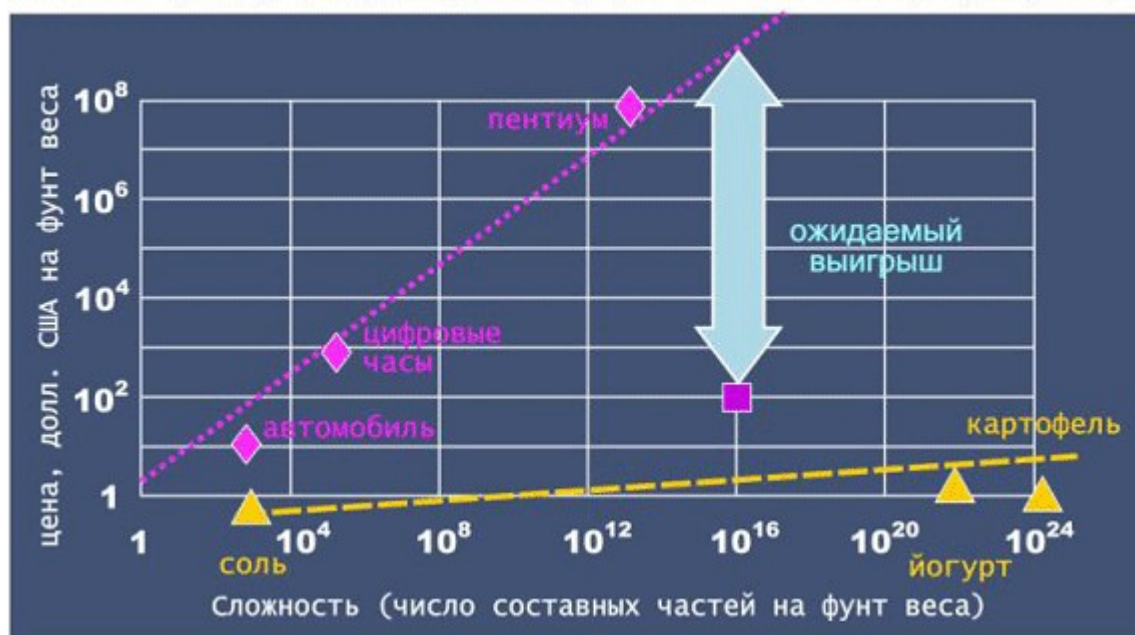


Рисунок 2 – Использование нанотехнологий

Важной особенностью нанометрового масштаба также является способность молекул самособираться в структуры различного функционального назначения и создавать структуры, подобные им самим (эффект самовоспроизведения). Так называемый метод механосинтеза используется для создания новых и не имеющих аналогов молекулярных соединений. Были проведены эксперименты, в которых тысячи и десятки тысяч молекул объединяются в кристаллы с первыми указанными свойствами, не обнаруживаемыми в природных материалах.

Суть нанотехнологии заключается в использовании вышеуказанных характеристик в реальных приложениях. Кроме того, это образцы наноструктурированных карбидов, сверхлегких, коррозионно-износостойких материалов и покрытий, высокоразвитые поверхностные катализаторы, нанопористые мембраны для жидких систем микроочистки и сверхбыстрые наноразмеры.

Нанотехнологии - это принципиально новый, сверхиндустриальный приоритет, единый для всех секторов науки и промышленности. Фактически,

переход к нанотехнологиям знаменует переход к радикально новому экономическому порядку в цивилизации в течение следующих 10–20 лет⁴.

Итак, сегодня, как ни парадоксально, большая часть производственных затрат человека тратится на образование отходов и загрязнение окружающей среды. Нанотехнология - это, во-первых, технология атомного дизайна, во-вторых, фундаментальная проблема для существующих систем, организующих научные исследования, и, в-третьих, она делает нас миром.

1.2. Применение нанотехнологий и наноматериалов в различных отраслях

Существуют следующие основные направления наноэлектроники в отраслях и в производстве.

1. Кремниевая электроника.
2. Электроника на механотранзисторах.
3. Электроника на нанотрубках.
4. Молекулярная электроника.
5. Одноэлектроника.
6. Спинтроника.
7. Квантовая электроника.
8. Многозондовые системы.
9. Гибкая электроника.

Рассмотрим применение подробнее.

Электронное оборудование для механотранзисторов. По размерам современные транзисторы всего в несколько раз больше молекул. Однако даже эти компоненты намного крупнее, чем новое поколение наноэлементов, в которых вместо кремния используются органические соединения и углеродные нанотрубки. Нанотехнология не только уменьшает размер

⁴ Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - М.: Инфра М, 2015. С. 51-55

микросхем, но также позволяет увеличить количество транзисторов в микросхемах, значительно повышая производительность.

Электроника на нанотрубках. Размеры углеродных нанотрубок сопоставимы с размерами молекул. Средний диаметр однослойных углеродных нанотрубок составляет около 1 нанометра. Если один бит информации можно «принудительно» сохранить в одной нанотрубке, размер современных ячеек флэш-памяти, хранящих один бит информации, составляет 50-90 нанометров, поэтому память на их основе огромна.

Исследователям из Национального института материаловедения в Японии удалось поднять старую технологию механических электрических переключателей на квантовый уровень. Они создали небольшие механические переключатели, похожие на те, что используются во многих современных приборах. Принцип работы переключателя прост. Когда на устройство подается напряжение, между двумя нанопроводами, которые действуют как проводники, возникает или разрушается серебряный мостик. Длина моста, по которому протекает ток, составляет всего 1 нанометр. Сегмент размером 1 нанометр может вместить 10 атомов водорода. Поэтому сообщение о создании нового квантового устройства претендует на сенсацию (рисунок 3).

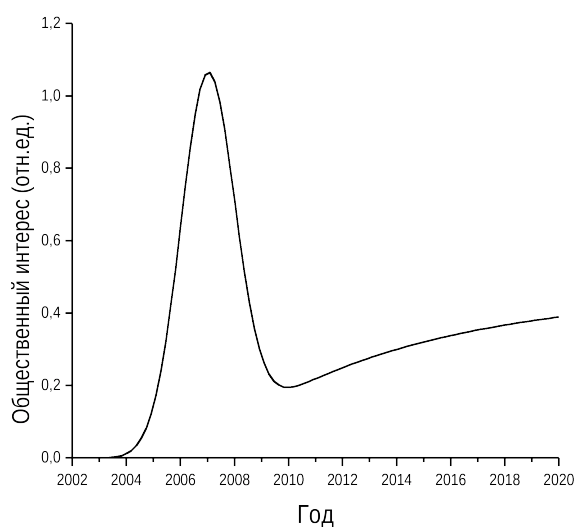


Рисунок 3 – График использования нанотехнологий

Компьютерные технологии - одна из самых перспективных областей применения нанотехнологий⁵. Несмотря на значительную миниатюризацию и оптимизацию новейших устройств на рынке, нанотехнологии могут произвести революцию в этой области. В этом случае размеры рабочих элементов микропроцессоров и запоминающих устройств приближаются к квантовому пределу, то есть к границе между наименьшей единицей материи и энергии в случае одного электрона, одного спина, кванта магнитного потока, энергии и скоро. Это обещает скорость порядка ТГц (около 10^{12} операций в секунду), плотность записи информации около 10^3 Тбит / см², что намного выше, чем то, что достигается в настоящее время, и энергопотребление, которое на несколько порядков ниже. При такой плотности записи на жесткий диск (размером с часы) можно хранить фотографии, отпечатки пальцев, медицинские записи и биографии огромной национальной библиотеки и всех жителей планеты.

Нанофотоника. Компании, работающие в сфере нанофотоники, разрабатывают высокоинтегрированные компоненты оптической связи с использованием нанооптики и технологий нанопроизводства. Такой подход к производству оптики может ускорить создание прототипов, повысить производительность, уменьшить размер и снизить затраты.

Батарея и аккумулятор. Toshiba разработала литий-ионный аккумулятор на основе наночастиц, который можно заряжать примерно в 60 раз быстрее, чем обычные аккумуляторы. Он может заполнить до 80% за одну минуту, наполняя полную емкость аккумулятора (эквивалент 600 мА в первом примере) за считанные минуты.

Новая технология с использованием наночастиц, содержащихся в материале отрицательного электрода батарей, позволила генерировать наночастицы. Когда аккумулятор заряжен, наночастицы быстро собирают и

⁵ Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. М: Волна, 2015. С. 10-17

накапливают ионы лития. Высокоскоростные аккумуляторы были представлены на рынке в 2006 году.

Топливная ячейка. Уникальные свойства углеродных нанотрубок (УНТ) и нановолокон (УНВ) (высокая удельная поверхность, проводимость, прочность) позволяют создавать носители катализатора, эффективные для различных процессов. В последнее время большое внимание уделяется топливным элементам, использующим твердый полимерный электролит (ТПЭ). В России их успешные исследования и разработки ведутся в Российском научном центре «Курчатовский институт» и ряде других организаций. Как правило, в качестве носителя катализатора в настоящее время используется технический углерод или технический углерод. Недавние эксперименты показали, что замена их углеродными нанотрубками или нановолокнами улучшает активность электродных катализаторов и эффективность топливных элементов из ТПЭ⁶.

Современные достижения в области наноматериалов и нанотехнологий открывают новые возможности для увеличения тактико-технических характеристик систем безопасности в десятки раз, создавая в первую очередь новые востребованные на рынке систем безопасности продукты. В ближайшие 3-10 лет наиболее перспективными направлениями использования нанотехнологий в системах безопасности являются:

1. Новые средства и методы контроля и защиты от подделки документов, например, на основе наноматериалов, микропринтов, тонких электронных схем, бумаги с добавлением наночастиц и компактных считывателей данных.

2. Система контроля доступа в помещения на основе наносенсоров, таких как считыватели отпечатков пальцев, тепловые паттерны вен на руке или голове, геометрия руки в динамике.

⁶ Нанотехнологии. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2015. С. 7-20

3. Многофункциональный датчик «электронный нос» для обнаружения и идентификации сверхмалых количеств взрывчатых, наркотических и опасных веществ.

4. Более компактные, чувствительные и информативные портативные и стационарные металлоискатели и детекторы движения на основе наносенсоров.

5. Распределенный массив наносенсоров «умной пыли» для защиты границ и окружения объектов.

6. Магнитно-резонансное оборудование для точного анализа объемного содержания закрытых контейнеров и грузов в аэропортах, пунктах пропуска и таможне.

Примеры создания перспективных технических средств и систем безопасности на основе нанотехнологий и наноматериалов с завершением перспективных исследований:

1. Средства противодействия терроризму. Гиперспектральному наноанализатору запрещено распространение сверхнизких концентраций взрывчатых, наркотических и других веществ.

2. Система контроля и управления доступом, паспортный и миграционный контроль. Это включает в себя:

1. Идентификационные документы и системы контроля и управления доступом на основе нанометок и нанопамяти. Сюда входят прием, запись на защищенные носители (нанопамять) и системы идентификации личности, основанные на цифровой обработке трехмерных видеоизображений.

2. Запирающее устройство для охраняемых помещений с уникальными электронными ключами-Nanotag;

3. Электронные загранпаспорта и миграционные свидетельства второго поколения с нанопамятью 1-10 ГБ.

В настоящее время в Японии сформирован кооперативный кооператив, который может в кратчайшие сроки реализовать проект по созданию перспективной системы безопасности.

Итак, современные технологии (нанотехнологии) позволяют нам работать с материалами в масштабе (микрометры и даже нанометры), который до недавнего времени считался большим. Эти размеры являются отличительными чертами основных биологических структур, таких как клетки, их составляющие (органеллы) и молекулы. Особое место нанотехнологий занимает область нанобиотехнологий. Обсуждается создание устройств с использованием биологических макромолекул для изучения биологических систем или управления ими. Например, ожидается, что нанотехнологи смогут использовать двухцепочечные молекулы ДНК со способностью объединять атомы в предсказуемом порядке вместо создания кремниевой основы для микросхем. По мнению ученых, нанобиотехнология значительно упрощает и ускоряет решение традиционных проблем генетики сельскохозяйственных видов.

Вывод. Преимущества и потенциал использования нанотехнологий и наноматериалов очевидны. Поэтому растущий интерес к этой теме в современном мире вполне объясним. Это источник новых подходов к повышению качества жизни и решению многих социальных проблем в высокоразвитых индустриальных обществах.

Глава 2. Использование нанотехнологий и наноматериалов в машиностроении

2.1. Технологические особенности применения нанотехнологий и наноматериалов в машиностроении (на примере автомобильной промышленности)

Нанотехнологии имеют много потенциальных преимуществ, когда они широко применяются в массовом производстве автомобилей. Поэтому буквально каждый узел или компонент в конструкции автомобиля можно значительно улучшить с помощью нанотехнологий⁷.

Одной из самых многообещающих и многообещающих областей применения (в том числе коммерции) достижений современных нанотехнологий является область наноматериалов и электронных устройств. Материал на основе диоксида кремния уже имеет водоотталкивающее покрытие, которое легко чистить.

В виде наночастиц этот материал приобретает новые свойства, особенно высокую поверхностную энергию. Это позволяет частицам SiO₂ прочно прилипать к различным поверхностям, в первую очередь к стеклу, по мере высыхания коллоидного раствора.

Покрытие из наночастиц диоксида кремния делает обработанную поверхность гидрофобной - на некоторых поверхностях с пленкой SiO₂ капли воды контактируют с подложкой только в нескольких точках. Это значительно снижает силу Ван-дер-Ваальса и учитывает силу поверхностного натяжения жидкости. Выдавите каплю на шар, который легко катится по наклонному стеклу, удаляя скопившуюся грязь.

Благодаря своей наноразмерной толщине такие покрытия полностью невидимы, а благодаря биоинактивации кремнезема они безвредны для человека и окружающей среды. Он устойчив к УФ-лучам, выдерживает

⁷ Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления развития // Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса: Пер. с англ. - М.: Мир, 2020. С. 54-63

температуру до 400° С и обладает водоотталкивающими свойствами, которые сохраняются в течение 4 месяцев.

Некоторые зарубежные компании уже производят такие покрытия в промышленных масштабах. На российском рынке свою продукцию представляет эксклюзивный дистрибьютор Nanotechnology News Network. Для самоочищающихся поверхностей в прямом смысле этот метод основан на использовании диоксида титана. Принцип работы таких материалов с покрытием следующий. Когда УФ-свет попадает на нанопокрывтие TiO_2 , происходит фотокаталитическая реакция. Во время этой реакции излучаются отрицательно заряженные частицы-электроны, оставляя на месте положительно заряженные дырки. Благодаря сочетанию сильных и слабых сторон поверхности, покрытой катализатором, молекулы воды в воздухе превращаются в мощные окислители - гидроксид-радикалы (НО), окисляющие и разлагающие грязь и внутри. Это убивает различные запахи и микроорганизмы.

Помимо стеклянных покрытий, составы с аналогичными эффектами также были разработаны и произведены для тканей, металлов, пластмасс и керамики, которые потенциально могут быть использованы в автомобильной промышленности.

Начиная с серийной модели, на боковые стекла Nissan Terrano II будет нанесено гидрофобное покрытие. Хотя и не обладает полноценным водоотталкивающим эффектом, точек контакта с каплями воды меньше, а стекло становится полностью прозрачным даже под дождем (Рисунок 4).

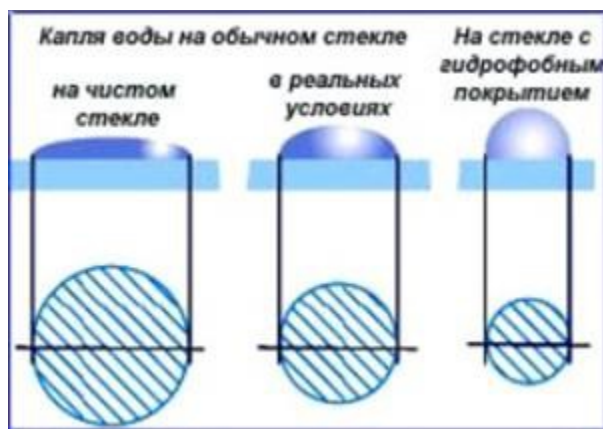


Рисунок 4 - Водоотталкивающий эффект гидрофобного покрытия

Сообщается, что BMW работает над самоочищающимся нанопорошковым покрытием. Mercedes-Benz выпускает модели A, C, E, S, CL, SL и SLK, покрытые прозрачным лаком нового поколения, изготовленным с использованием нанотехнологий. Наноскопические керамические частицы вводятся в состав верхних слоев таких лакокрасочных покрытий. По словам создателя, новое лакокрасочное покрытие защищает кузов от царапин в три раза эффективнее традиционных красок. Результаты испытаний показывают, что автомобили, покрытые новым типом лака, сохраняют блеск на 40% выше, чем автомобили, окрашенные традиционной краской. Новое лакокрасочное покрытие не только защищает кузов от механических повреждений, но и полностью отвечает требованиям Mercedes по устойчивости к химическим элементам в воздухе⁸.

Сегодня высокоэффективные антифрикционные и износостойкие покрытия для автомобилей уже производятся с использованием нанотехнологий. В результате российский концерн «Наноиндустрия» наладил непрерывное производство своего ремонтно-реставрационного состава «нанотехнологии». Этот состав предназначен для обработки механических деталей, испытывающих трение (движение, трансмиссию).

⁸ Структура и свойства нанокристаллических материалов. Под ред. Г.Г. Талуда и Н.Н. Носковой. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2019. С. 123-140

Этот состав может применяться для создания защитного слоя из модифицированного высокоуглеродистого силиката железа (МВЗС) толщиной 0,1-1,5 мм в зонах интенсивного трения на металлических поверхностях. Это приводит к возникновению точек трения и контакта компонентов из-за образования нового модифицированного поверхностного слоя в этих местах. С RVS срок службы агрегата и компонента за счет замены планового ремонта профилактической обработкой. Может быть увеличен в 2-3 раза, снижая вибрацию и шум, а также снижая токсичность выхлопных газов автомобилей на 70-80%.

Семейство наноструктурированных аэрогелей уже широко используется в аэрокосмической промышленности. Таким образом, силикон-аэрогель является лучшей твердой изоляцией, когда-либо обнаруженной или произведенной в мире. Он имеет высокую теплоизоляцию до 800° С (лист силиконового аэрогеля толщиной 2,5 см защищает человеческие руки от огня фонаря) и звукоизоляцию, которая представляет собой скорость звука при прохождении через аэрогель. Это интересно для промышленности. Это всего 100 м /сек. Развитие нанотехнологий снизит стоимость производства аэрогеля и сделает этот тип материала доступным в различных отраслях промышленности, включая автомобильную промышленность.

Есть большие перспективы усовершенствования электронных компонентов в автомобилях с помощью нанотехнологий. Таким образом, MicroElectroMechanical Systems уже расширила стандартную технологию микроэлектроники, чтобы объединить элементы, которые обеспечивают механическое движение как физических частей, так и электронов в электрической цепи, в одну микросхему. Это позволяет создавать их в виде единого изделия, интегрированного в микросхему, вместо того, чтобы изготавливать микродвигатели и датчики по отдельности. В то же время при их производстве используются традиционные технологии, которые уже апробированы для изготовления интегральных схем и полупроводников. Идея подвижного кремния (также известного как MEMS) полностью

демонстрируется акселерометром MEMS, который уже широко используется в качестве датчика автомобильных подушек безопасности⁹.

Вращательные акселерометры также используются для повышения функциональности антиблокировочной тормозной системы (ABS) автомобиля. Кроме того, автомобили MEMS применяются для вертикальных и горизонтальных акселерометров, датчиков крена. Располагая кузовом, они служат источником информации о работе различных систем электронной стабилизации и контроля устойчивости. Хотя история развития МЭМС насчитывает более 40 лет, эти системы получили широкое практическое применение с середины 90-х годов прошлого века. В настоящее время мы уже обсуждаем разработку NEMS-Nano Electro Mechanical Systems. В результате эволюции МЭМС механические компоненты системы уменьшены до наноразмеров, а масса уменьшена, но резонансная частота увеличена, а константа взаимодействия уменьшена. Это повлияет на значительное увеличение функциональности для данного типа устройств. Точность измерения перемещений на лучших образцах таких устройств составляет 10 нанометров.

Развитие нанотехнологий иногда обещает широкое распространение новых строительных материалов с уникальными свойствами и свойствами. Нанотехнологии представляют большой интерес при производстве перспективных автомобилей на топливных элементах. Углеродные нанотрубки, наряду с металлами и жидкостями, наполнены газообразными веществами и могут связываться в больших количествах, поэтому с помощью нанотрубок необходимо решить проблему надежного и безопасного хранения водорода в транспортных средствах.

Конструкторы гибридных автомобилей в настоящее время сталкиваются с необходимостью создания компактных, легких и емких аккумуляторов. Напомним, что традиционные батареи не подходят, потому

⁹ Артюхов И.В., Кеменов В.Н., Нестеров С.Б.. Биомедицинские технологии. Обзор состояния и направления работы. Материалы 9-й научно-технической конференции «Вакуумная наука и техника». - М.: МИЭМ. 2020. С. 244-247

что они тяжелые, громоздкие и «несовершенные» в окружающей среде. С увеличением количества гибридных транспортных средств и большого количества водородных транспортных средств в топливных элементах потребность в автономных накопителях электроэнергии будет расти. Нанотехнологии предлагают множество решений этой проблемы.

В связи с тем, что большинство автомобилей будущего будут приводиться в движение электрической тягой, использование солнечных элементов в автомобилестроении будет представлять гораздо больший интерес. В связи с этим нанотехнологии позволяют создавать прочные, ультратонкие и гибкие преобразователи солнечного света. Кроме того, используя принципы нанотехнологий, можно получить солнечные панели с КПД до 80-90%.

Таким образом, автомобиль - это не товар, а информация о характеристиках его конструкции, и эта информация полностью соответствует новой модели экономического образования, которой необходимо обмениваться.

2.2. Проблемы и перспективы развития нанотехнологий и наноматериалов в машиностроении

Одним из верных направлений достижения этих целей могло бы стать ускорение развития нанотехнологий на основе накопленных в этой области научно-технических основ и внедрение их в технологический комплекс России. Развитие науки, технологий и технологических дисциплин, связанных с созданием, исследованием и использованием объектов с наноразмерными элементами, в ближайшие несколько лет произведет революцию во многих областях человеческой деятельности, включая машиностроение.

Новейшие нанотехнологии, наряду с компьютерными информационными технологиями и биотехнологиями, являются

краеугольным камнем научно-технической революции XXI века, сопоставимой с технологическими и социальными преобразованиями, вызванными величайшими научными открытиями XX века, и превосходящими их. В развитых странах признание важной роли, которую результаты исследований в области нанотехнологий будут играть в ближайшем будущем, привело к разработке крупномасштабных программ развития, спонсируемых государством¹⁰.

В России работы по развитию нанотехнологий начались 50 лет назад, но они недофинансированы и ведутся только в рамках отраслевых программ. Теперь нам необходимо сформировать федеральную программу с учетом признания важной роли нанотехнологий на высшем государственном уровне. Нанотехнологии могут стать мощным инструментом интеграции российских технологических комплексов в международный рынок высоких технологий и обеспечения конкурентоспособности отечественной продукции.

Развитие и успешное освоение новых технологических возможностей предполагает координацию деятельности всех участников нанотехнологических проектов на государственном уровне, их всестороннюю поддержку (правовую, ресурсную, финансово-экономическую, кадровую) на национальном и национальном уровнях.

Будет возможно эффективно использовать интеллектуальный и научно-технический потенциал страны для развития науки, производства, медицины, экологии и образования за счет формирования и реализации активной национальной политики в области нанотехнологий. И обеспечить национальную безопасность России.

Используя потенциал нанотехнологий, возможно получить значительные экономические выгоды в машиностроении в ближайшем будущем.

¹⁰ Глинк Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. - М.: Мир, 2020. С. 58-73

1. Увеличить ресурсы на режущий и обрабатывающий инструмент со специальными покрытиями и эмульсиями.

2. Широкое внедрение нанотехнологий в модернизацию парка высокоточных станков.

3. Методы измерения и позиционирования, созданные с использованием нанотехнологий, обеспечивают адаптивное управление режущими инструментами на основе оптических измерений поверхностей деталей и обрабатываемых поверхностей инструмента, которые обрабатываются непосредственно в ходе технического процесса. Например, эти решения могут уменьшить количество ошибок обработки с 40 микрон до сотен нанометров при стоимости отечественных станков около 12 000 долларов. Также стоимость модернизации менее 3000 долларов. При этом из примерно 2,5 млн станков на балансе российских компаний не менее 1 млн активно используемых металлорежущих станков нуждаются в модернизации.

4. В двигателестроении и автомобилестроении применение наноматериалов, более точная обработка поверхности и ремонт также позволяют значительно увеличить срок службы автомобилей (до 1,5-4 раз). Снижая эксплуатационные расходы (включая расход топлива) на одну треть и улучшая ряд технических показателей (снижение шума и вредных выбросов), мы можем повысить нашу конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках.

5. Электроника и электротехника - использование фазированных антенных решеток с малощумящими СВЧ-транзисторами на основе наноструктур и волоконно-оптических линий связи с расширенной полосой пропускания с использованием фотодетекторов и инжекционных лазеров на основе структур с квантовыми точками. Это расширяет функциональные возможности радиолокационной системы. Усовершенствованная система контроля и прицеливания тепловизионного изображения, основанная на использовании матричных фотоприемников, изготовленных на основе нанотехнологий и обладающих высоким температурным разрешением.

Создание мощных и экономичных инжекционных лазеров на основе наноструктур для накачки твердотельных лазеров, используемых в фемтосекундных системах.

6. В энергетике будем совершенствовать технологию создания топлива и конструктивных элементов с использованием наноматериалов, повышать эффективность существующего оборудования и развивать альтернативную энергетику (адсорбция и хранение водорода на основе углеродных наноструктур). Электрод с поверхностью, разработанной для водородная энергия на основе трековой мембраны на основе процесса накопления и передачи энергии неорганических и органических материалов с нанослоями и кластерными фрактальными структурами).

Анализ мирового опыта формирования национальных и региональных программ в области новой науки и технологий показывает, что необходимо определить некоторые ключевые вопросы в развитии наноматериалов и нанотехнологий. Организация центров коллективного пользования фирменной техникой и диагностическим оборудованием.

Современное оборудование для научных и производственных организаций с оборудованием и приборами для работы в области нанотехнологий. Предоставление технологам доступа к синхротронам и источникам нейтронов (как российским, так и зарубежным) для сверхэффективных вычислительных систем. Разработка специальной метрологии и государственных стандартов в области нанотехнологий.

Электронный микроскоп высокого разрешения, растровый электронный и туннельный микроскоп, технология поверхностно-чувствительного рентгеновского излучения с использованием синхротронного излучения, электронный микроскоп для химического анализа, электронная спектроскопия, физика для правильной диагностики наноматериалов на основе фотоэлектронной спектроскопии И разработка инструментальных методологических основ.

Итак, предлагаемый сегодня порядок организации и проведения работ заключается в том, что развитие нанотехнологий как научно-технического направления приводит к достижению чисто научной терминологии и потенциально значимых практических результатов.

Вывод. Результатом реализации национальной программы должно стать переоснащение крупных производств на основе повсеместного внедрения нанотехнологий. Управление нанотехнологий по разработке и практической реализации перечисленных и иных мер по обеспечению координации государственных органов в решении проблем, связанных с отечественной наукой и экономическим развитием.

Заключение

Ключевые технологии и материалы всегда играли важную роль в истории цивилизации, выполняя не только узкие производственные, но и социальные функции. Достаточно вспомнить, насколько разными были каменный век и бронзовый век, паровой век, электричество, ядерный век и компьютерный век. Влияние нанотехнологий на жизнь универсально и обещает изменить экономику и повлиять на все аспекты повседневной жизни, работы и социальных отношений. С помощью нанотехнологий можно получить больше прибыли по более низким ценам и постоянно улучшать уровень, качество жизни. Основная надежда нанотехнологий связана с тем, что можно будет двигаться «снизу вверх», а не «сверху вниз». Нанотехнология требует большого количества материалов, и собрать их атом за атомом невозможно.

Таким образом, у нанотехнологий есть два основных ключа.

1. Необходимо собрать наноструктуры и организовать процесс, чтобы сформировать форму. Другими словами, это самоорганизующиеся процессы.
2. Решение многих проблем нанотехнологии требует совместных усилий (общий язык, концепция, модель) физиков, химиков, математиков и биологов для применения междисциплинарного подхода.

Действительно, чтобы нанотехнология не оставалась научно-фантастическим романом, она должна найти свое место в экономике, присоединиться к существующему деловому циклу или создать новый. Это требует активного мониторинга и поддержки на всех этапах от лаборатории до выхода на рынок и качественно новый уровень управления, позволяющий решать организационные и финансовые проблемы небывалого уровня сложности. В развитых странах признание важной роли, которую результаты исследований в области нанотехнологий будут играть в ближайшем будущем, привело к разработке масштабных программ их развития и государственной поддержки.

Список литературы

1. 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. 2020. №8. С. 3-13
2. Артюхов И.В., Кеменов В.Н., Нестеров С.Б.. Биомедицинские технологии. Обзор состояния и направления работы. Материалы 9-й научно-технической конференции «Вакуумная наука и техника». - М.: МИЭМ. 2020. С. 244-247
3. Глинк Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. - М.: Мир, 2020. С. 58-73
4. Головин Ю.И. Введение в нанотехнику. - М.: Инфра М, 2016. С. 32-45
5. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. - М.: Инфра М, 2015. С. 51-55
6. Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию. М: Волна, 2015. С. 10-17
7. Нанотехнологии. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Пер. с англ. – М.: Техносфера, 2015. С. 7-20
8. Нанотехнология в ближайшем десятилетии. Прогноз направления развития // Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильямса и П. Аливисатоса: Пер. с англ. - М.: Мир, 2020. С. 54-63
9. Структура и свойства нанокристаллических материалов. Под ред. Г.Г. Талуда и Н.Н. Носковой. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2019. С. 123-140
10. Сайт нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru> (Дата обращения: 24.12.2021)