

Эффективность применения нанотехнологий в машиностроении

Козловская Л.Г., к.э.н. проф. Ковалев А.И.

Университет машиностроения, Государственный университет управления
8(499)267-19-92 logist95@mail.ru,

Аннотация. В работе проводится анализ путей развития нанотехнологий и применения различных наноматериалов и нанопродуктов в различных отраслях мировой экономики и защиты окружающей среды. Целью работы является исследование процесса развития нанотехнологий и их значения в современной экономике.

Ключевые слова: нанотехнологии; наноматериалы; нанонаука; наносистемная техника; нанопродукты; нанорынок; программа развития нанотехнологий; применение нанопродуктов; наноиндустрия.

Нанотехнологии – это область фундаментальной и прикладной науки, обеспечивающая теоретическое обоснование практических методов исследования, производства, применения продуктов с атомарной структурой за счет манипулирования атомами и молекулами. Манипулирование на атомарном уровне позволяет управлять свойствами вновь полученных веществ и наноматериалов. Нанотехнологии манипулируют материей с размерами в диапазоне от 1 до 100 нм. Вместе с тем, нанотехнология включает отображение, измерение, моделирование и получение вещества в указанном диапазоне размеров и обеспечивает новое их применение.

Главным признаком, позволяющим отнести наноматериалы к наносфере, является их размер по двум или трем измерениям объектов в «нанодиапазоне» от 1 до 100 нанометров. Помимо основных наноматериалов (нановолокон, наностержней, нанотрубок и наночастиц), выделяют категорию производных наноматериалов, представляющих собой сложные структуры, сформированные из основных наноматериалов. К представителям производных наноматериалов можно отнести нанокерамику, получаемую прессованием и спеканием первичных наночастиц, например, сложных оксидов металлов. В данном случае в состав нанокерамики, кроме кристаллической наноразмерной фазы, входит аморфная (стеклообразная) связующая компонента. Другим примером производных наноматериалов могут служить нанокомпозиты, состоящие из первичных наночастиц, наностержней, нановолокон и (или) нанотрубок, соединенных между собой полимерной связкой. Это придает вторичному (производному) наноматериалу новые полезные свойства: усиливает прочность этого материала, улучшает гибкость, термостойкость, тепло- и электропроводность и т.д.

Следует отметить, что некоторые материалы, содержащие наночастицы были известны и ранее, но их не относили к наноматериалам. Так, академик Третьяков Ю.Д. считает, что фаянс, украшенный цветной глазурью для придания керамике необычного блеска, есть ни что иное, как первое нановещество. Технология получения такого нанопродукта, каким является фаянс, была разработана еще в 15 веке гончарами Умбрии в Италии. В данном случае использовалась отражающая способность наночастиц (золота, серебра и др. металлов) для придания фаянсу соответствующего блеска золота, серебра и др. Фарфор, изобретенный в Китае в период правления династии Цинь, также является наноструктурой, но это стало возможным установить только в 80-е годы 20 столетия, когда был изобретен сканирующий туннельный микроскоп, способный различить наноструктуру, т.е. появилась необходимая приборная база [5].

Под нанопродуктом понимается вещественный результат человеческого труда, полученный с использованием наноматериалов и применением нанотехнологий. Приведем примеры производимых в настоящее время на мировом рынке нанопродуктов: не мнущаяся и не покрываемая пятнами одежда, подвергнутая нанообработке; фотоаппараты компании «Кодак», использующие органические светоизлучающие диоды (OLED); супергидрофобный

спрей Mincog компании BASF для покрытия строительных материалов с целью придания им водоотталкивающих свойств; протезный стоматологический крем компании 3М (наногидроксипатит); наноэмульсионные дезинфицирующие средства «военного назначения» EnviroSystems Eco True [1, 3, 5].

По мере развития нанотехнологий в науке появилась целая серия новых понятий: наноматериалы, наносистемная техника, наноборудование, наноприборы и наноиндустрия. В наноиндустрии как наноконфлекс формируются и развиваются рынки различной направленности: нанонауки (продажа лицензий, свидетельств и промышленных образцов); нанотехнологий; нанопродукции; наноборудования и приборов для контроля нанопроцессов. Любой из этих рынков представляет собой «нанотехноэкономическую парадигму» как систему, представляющую собой совокупность правительственных органов (на макроуровне поддерживающих развитие нанотехнологий и нанонауки), межотраслевых региональных научных и производственных центров (на мезоуровне проводящих научные исследования и опытно-конструкторские разработки нанопродуктов), организаций и физических лиц, взаимодействующих между собой в целях реализации своих интересов, нанопроектов, планов, программ научно-технического и производственного характера (на микроуровне производящих нанопродукты и целенаправленно воздействующих на микрорынок). На микроуровне рынки нанопродуктов представлены их производителями (продавцами) и покупателями (юридическими лицами – организациями и физическими лицами), каждый из которых стремится получить определённую коммерческую выгоду от сделки купли-продажи [2, 3].

После принятия в США с 2001 г. Национальной Нанотехнологической Инициативы и программ в Японии и в ЕС, процесс развития нанотехнологий принял программно-целевой характер, что привело к значительным научным открытиям, а также усиленным вниманием со стороны правительств различных стран к проблемам развития нанотехнологий в различных областях наноиндустрии. В статье А.И. Ковалева отмечается: «Ни одна инновационная «технологическая парадигма» предыдущих пяти «длинных волн» развития мировой экономики не привлекала столь пристального внимания со стороны правительства государств и не финансировалась ими столь щедро ранее как вновь нарождающаяся «нанотехнологическая парадигма» [4, с. 9].

США первыми осознали, что нанотехнологии – это неизбежное ближайшее будущее всего человечества. Ежегодные государственные и частные инвестиции в США на протяжении последних семи лет составляли около 2,5 млрд. долл. Национальные программы американцев по развитию нанотехнологий позволили им занять главенствующее положение в наноиндустрии, как по объёмам исследований и разработок, так и по объёмам произведённой продукции. На долю США (в сумме компаний и частных лиц более трех тысяч единиц) приходится почти сорок процентов патентов в области нанотехнологий, полученных во всех странах мира

В мировой наноиндустрии нанотехнологии применяются при производстве 600 видов первичных наноматериалов и комплектующих изделий и 80 групп потребительских товаров. При этом 46% объёма мирового производства нанопродуктов и наноматериалов приходится на компании наноиндустрии США, 28% производства нанопродуктов на компании стран Европы и 20% производства нанопродуктов – на страны Восточной Азии (Китай, Япония, Южная Корея, Тайвань). На остальные страны мира приходится около 6% мирового производства наноматериалов и нанопродуктов. Следует отметить, что наиболее востребованным материалом, используемым при производстве нанопродуктов, являются наночастицы серебра, с использованием которых производилось до 320 видов наноматериалов и нанопродуктов. Около 100 видов нанопродуктов производится с использованием наночастиц углерода (углеродистых нанотрубок, нанопорошков и нанопокровов), 60 видов с использованием диоксида титана и более 40 видов нанопродуктов с использованием кремния.

Российский рынок нанотехнологий оценивается начальным этапом становления. В об-

мировом технологическом секторе доля России составляет сегодня около 0.3%, а на рынке нанотехнологий – 0.04%. Вместе с тем, за последние годы в России был сделан ряд важных шагов по развитию nanoиндустрии [1, 2, 3]:

- создание государственной корпорации «Нанотехнологии»;
- принятие первой национальной программы развития nanoиндустрии в Российской Федерации до 2015 года;
- создание многоотраслевого научно-технологического комплекса по разработке и коммерциализации новых технологий «Инновационный Центр «Сколково»;
- увеличение до 2,0 млрд. долл. ежегодных государственных инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки;
- выделение ведущим вузам страны бюджетных мест для подготовки специалистов в области нанотехнологий, что будет способствовать преодолению дефицита в данной отрасли научных кадров;
- приняты ряд законодательных актов, закрепляющих официальную позицию государства в признании nanoиндустрии приоритетным развитием научной мысли в РФ;
- ростом числа представленных инвестиционных проектов развития nanoпроизводства и объемов их финансирования;
- формирование более ста научно-образовательных центров в области нанотехнологий в ведущих университетах Российской Федерации (например, НОЦ по нанотехнологиям МГУ).

Для ускоренного развития работ в области нанотехнологий Россия в настоящее время располагает достаточным как научным, так и кадровым потенциалом. Более 150 научных организаций с численностью исследователей около 20 тыс. осуществляют фундаментальные, поисковые исследования и разработку нанотехнологий. Все эти факторы и является важнейшими предпосылками становления nanoиндустрии тем самым «окошком возможностей» инновационного прорыва в новый нарождающийся технологический уклад.

В машиностроении имеются возможности увеличения ресурса метоллорежущих и обрабатывающих инструментов с применением специальных покрытий и эмульсий за счет широкого внедрения нанотехнологических разработок и наноматериалов как в модернизацию уже существующего парка высокоточных и прецизионных станков, так и в производство нового нанотехнологического оборудования. Внедрение нанотехнологических методов измерений с применением атомно-силовых микроскопов (АСМ - зондов) обеспечит управление метоллорежущим инструментом за счет совмещения оптических измерений обрабатываемой поверхности детали и поверхности инструмента непосредственно в ходе технологического процесса.

За счет применения новых наноматериалов и нанопродуктов для более точной обработки и восстановления поверхностей деталей двигателей внутреннего сгорания можно добиться увеличения втрое улучшения совокупности технических показателей (снижение вредных выбросов и шума) и в четыре раза увеличения ресурса работы автотранспорта и, соответственно, снижения эксплуатационных затрат (в том числе расхода топлива). Важное значение приобретает использование нанокатализаторов для топлива на основе оксида церия, которые обеспечивают более полное сгорание топлива с выделением меньшего количества токсичных веществ в окружающую среду.

Особо следует выделить достижения нанотехнологий в создании нанополенок для защиты различных поверхностей (например, автомобильных стекол) от загрязнения и воды. Так при покрытии лобового стекла автомобиля диоксидом кремния образуется сплошная наноразмерная пленка, которая позволяет легко скатываться каплям воды со стекла, унося при этом накопившуюся грязь. Данные покрытия, благодаря наноразмерной толщины, совершенно невидимы. А благодаря биоинертности кремнезема они безвредны для человека и окружающей среды. Необходимо отметить их устойчивость к ультрафиолету и выдержива-

нию температуры до 400 °С (действие водоотталкивающего эффекта длится в течение 4 месяцев).

Многokратное повышение производительности систем хранения информации, её передачи и обработки, создание новых высокопроизводительных наноустройств с приближением возможностей вычислительных систем с элементами интеллекта к свойствам объектов живой природы; разработка наноструктурных устройств управления функциональными системами (специализированные компоненты данных устройств способны к самообучению и координированным действиям) обеспечат новый импульс развития информатики и коммуникационных систем.

Использование новых наноматериалов при создании топливных и конструкционных элементов (адсорбции и хранении водорода на основе углеродных нанотрубок, увеличении в несколько раз эффективности солнечных батарей создания в неорганических и органических материалах нанослоевой и кластерно-фрактальной структуры, разработки электродов для водородной энергетики на основе трековых мембран) обеспечит революционные преобразования в энергетике.

В настоящее время наблюдается стремительный рост рынка конечной продукции на основе нанотехнологий. Например, размер мирового рынка электроники и ИТ с применением нанотехнологий вырастет с 0,5\$ млрд. в 2010 г. до 1,8\$ млрд. к 2015 г., т.е. более чем в три раза. К тому времени предприятия должны быть готовы к разработке высокотехнологичной продукции, иначе новые технологии могут быть проданы за рубеж и не принести требуемого дохода стране. Практика показывает, что пока многие российские предприятия не могут создавать конкурентоспособную продукцию на основе высоких технологий.

Выводы

Российская наука делает только первые шаги в области производства и использования наноматериалов и нанотехнологий, поэтому в будущем мы сможем ожидать от нее положительных результатов в этой области.

Литература

1. Алферов Ж.И., Копьев П.С., Сурис Р.А. Нано- и микросистемная техника: от исследований к разработкам. Сб. статей: Монография (под. ред. Мальцева П.П.) М.: Техносфера, 2005 г. – 592 с.
5. Балабанов В.И. Нанотехнологии. Наука будущего. М.: Эксмо, 2009 – 256 с.
6. Ковалёв А.И., Кузнецов А.Е. Проблемы и перспективы развития мирового рынка нанотехнологий. В сб. «Материалы 24-й Всероссийской научной конференции молодых учёных и студентов «Реформы в России и проблемы управления – 2009»». Изд. ГОУВПО «ГУУ» 2009 г.
7. Ковалёв А.И., Козловская Л.Г. Исторические предпосылки и этапы становления нанотехнологий как ядра нового технологического уклада. В сб.: «Актуальные проблемы гуманитарных, социально-экономических наук и высшего образования / Материалы межвузовской научно-практической конференции кафедры «История и политология». – М.: Университет машиностроения, 2013. – 175 с.
8. Нанотехнологии. Азбука для всех (под ред. академика РАН Третьякова Ю.Д. М.: Изд-во МГУ, 2010 г. – 357 с.
9. Официальный сайт американской исследовательской компании Lux Research www.luxresearchinc.com. (дата обращения 07 сентября 2012г.)
10. Официальный сайт английской исследовательской компании BCC www.bccresearch.com. (дата обращения 1 апреля 2013г.)