

В последнее время в зарубежном военном кораблестроении стали широко применяться наиболее перспективные нанотехнологии.

7. 8. Применение нанотехнологий в военном деле

Современная геополитическая ситуация в мире во многом опирается на систему глобального контроля вооружений. В последнее время система глобального контроля свидетельствует о динамично развивающейся революции в военном деле. Многие аналитики революцию в военном деле в определенной степени связывают с современными достижениями науки наноразмерного состояния и нанотехнологиями. В этом отношении особым вниманием пользуются прогнозы внедрения в военное дело нанотехнологий американских аналитиков Л. Хэмли и С. Мецца. Например, согласно прогноза Л. Хэмли, массовое военное применение нанотехнологий ожидается примерно через 20 лет. По мнению этого аналитика, в военном деле уже в ближайшее время следует ожидать биологическое оружие триггерного действия, использование так называемых боевых насекомых, массовое применение «наблюдающей или умной пыли» и т. д. Фундаментальную научную основу перспективного универсального «нанооружия» будут составлять: генетика, нанотехнологии и робототехника. Прогноз С. Мецца предполагает использование в боевых действиях микросистемой техники и нанотехнологий уже через 10–15 лет. В качестве вариантов нанооружия рассматривается применение клопов-роботов, создание наноспутников и наступление эпохи сетевых войн, а также использование боевых животных после имплантации в организмы датчиков и управляющих систем. Уже первый опыт применения нанотехнологий в военном деле свидетельствует о потенциальной возможности создания универсальной системы тотального контроля и наблюдения. Аналитики так оценивают потенциальные возможности такой системы:

- полный контроль над инфраструктурой;
- контроль за любым передвижением;
- контроль за состоянием организмов людей;

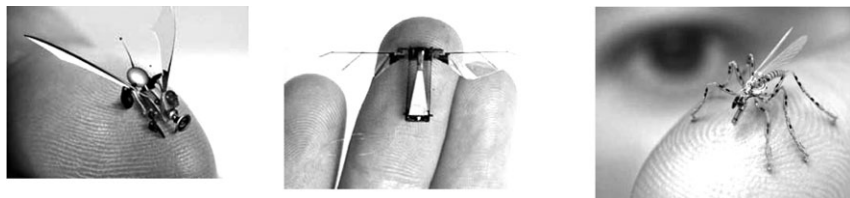
- контроль за психикой и сознанием;
- контроль общества в целом и т. д.

В реальной практике внедрение системы тотального контроля на базе нанотехнологий способно обеспечить манипулирование обществом, деградацию социальных структур, сверхзависимость общества от программных средств и, в конечном счете, распад цивилизации или конкретного государства.

Коротко остановимся на перспективах применения нанотехнологий в военном кораблестроении, а также при создании перспективных систем вооружения и военной техники. К сожалению, такой опыт имеет место в основном за рубежом. Говоря о значении нанотехнологий применительно к военным проблемам, член Объединенного комитета начальников штабов США Д. Джеримайя еще в 1995 году заявлял: «Нанотехнологии способны радикально изменить баланс сил, даже в большей степени, чем ядерное оружие». Американский военный аналитик Том Маккарти утверждает, что «нанотехнологии фундаментально изменяют характер войны будущего». По его словам, нанотехнологии делают боевые действия более опасными и опустошительными. Это действительно так. Различные технологии молекулярной сборки и конструирования, характерные для нанотехнологий, позволяют создавать невидимое оружие, более жестокое по отношению к людям, чем химическое или биологическое оружие. Тем более что уже сегодня ученые практически приступили к созданию искусственных бактерий, научились автоматизировать технологию сборки их ДНК, чтобы в дальнейшем создавать более сложные и исключительно опасные, и, что характерно, не всегда подконтрольные живые организмы.

В ходе военных действий армии будут уничтожать людей, а не военную технику или промышленные предприятия. В разработанной в США концепции операций вооруженных автономных систем подчеркивается, что главная задача армии – не «выигрыш войны», а «выигрыш мира». Другими словами, военная операция должна молниеносно парализовать все сферы деятельности противника.

Самая простая задача, видимо, будет состоять в физическом уничтожении противника с помощью микрозарядов взрывчатки.



Наноробот-носитель заряда или яда

Сброшенное с беспилотного самолета облако искусственных нанороботов автоматически найдет самые недоступные цели. Нанотехнологии также позволяют создать устройства размером с мельчайшее насекомое, впрыскивающее яд. Примечательно, что вместе со средствами нападения в США разрабатываются и средства защиты. Так, компания NanoScale Materials Inc. предложила продукт на основе нанотехнологий, который нейтрализует токсичные химикаты. Порошок состоит из активных наночастиц, которые связывают и дезактивируют около 24 известных токсичных соединений. Американская армия уже объявила о планах массовой замены солдат роботами. Ожидается, что к 2015 году около трети военной техники США будет работать в полуавтономном режиме. А ее эффективность будет проверяться, как водится, в локальных конфликтах.

В качестве одного из первых и наиболее показательных вариантов использования нанотехнологий в военных целях специалисты приводят пример создания образца дамасской стали, полученной ещё в XVI веке. При исследовании сабли, хранящейся в Бернском историческом музее, ученые Дрезденского технического университета обнаружили на её поверхности многослойные углеродные нанотрубки, заполненные внутри карбидом железа. Именно такое решение и обеспечивало дамасской стали невиданную и до настоящего времени прочность.

В настоящее время разработки нанотехнологий находят применение в Вооруженных силах США, стран НАТО, Израиля и сил самообороны Японии. Военные исследования в области нанотехнологий ведутся по следующим основным направлениям:

- энергетические ресурсы и боеприпасы;

- обеспечение скрытности и защиты объектов по физическим полям (обеспечение невидимости объектов);
- защитные (в том числе и бронезащитные) и самовосстанавливающиеся системы, позволяющие автоматически восстанавливать поврежденные поверхности и несущие конструкции вооружения и военной техники, а также проводить их маскировку, изменяя цвет наружных поверхностей;
- системы связи, устройства и средства обнаружения химических и биологических загрязнений и др.

Только на исследования и оценку эффективности применения «нанокраски», которая позволяет с помощью системы оптических матриц придать боевой технике эффект невидимости, Министерство обороны США выделяет около двух миллиардов долларов в год.

В результате внедрения нанотехнологий в США уже в ближайшее время ожидается появление принципиально новых способов маскировки, так называемых способов «трехмерной маскировки».

Усилиями ученых сегодня создаются новые виды вооружения и боеприпасов, различные средства защиты военных объектов и личного состава, различного рода наносенсоры и наноэлектронные устройства. Чаще всего, говоря о новых образцах nanoоружия, в средствах массовой информации приводятся примеры, связанные с созданием так называемого вакуумного оружия, например, вакуумных авиационных бомб. Право относить вакуумное оружие к новой разновидности nanoоружия связано только с тем, что принципиально уменьшается размер распыляемого вещества. В свою очередь, чем меньше размер распыляемого вещества, тем выше его проникающая способ-



Примеры реализации
СТЭЛС технологий

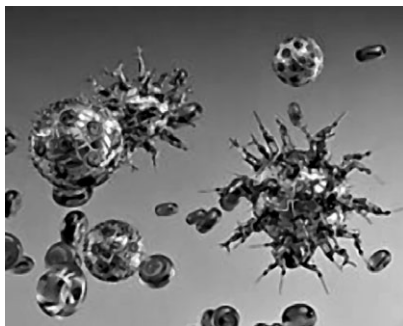
ность, больше площадь и объем распыления, а следовательно, и больше площадь поражения. Очевидно, что чем меньше дисперсность частиц, тем полнее и динамичнее сгорает распыляемое вещество, обеспечивая выделение максимальной энергии сгорания и скорости нарастания давления при меньшей массе заряда. По официальному сообщению бывшего начальника Генерального штаба ВС РФ генерала А. С. Рукшина, наиболее мощная в мире вакуумная бомба была испытана в РФ в сентябре 2007 года. В частности, начальник Генерального штаба РФ заявил: «Результаты испытаний созданного авиационного боеприпаса показали, что он по своей эффективности соизмерим с ядерным боеприпасом. Основные разрушения производит воздушная ударная волна и невероятно высокая температура. Все живое просто испаряется».

Кроме вакуумных зарядов, в качестве наноружия можно привести примеры создания так называемого графитового оружия, в котором широкое применение находят углеродные нанотрубки, а также снаряды с использованием обедненного урана. Эти виды оружия США в массовом порядке использовали, например, в Югославии. Однако первые вакуумные бомбы США применяли еще во Вьетнаме в 1969 году.

Особое внимание при разработке альтернативных вариантов наноружия зарубежные специалисты уделяют нанобиороботам. Биороботы в оборонной сфере могут оказаться более значимыми, чем ядерный или космический проекты. Речь идет о принципиальной возможности целенаправленного уничтожения отдельных групп людей или даже отдельного человека с автоматической селекцией целей по профессиональным, этническим или генетическим особенностям. Это даст невиданные возможности по управлению людьми. В сфере национальной безопасности все это с большой остротой ставит вопрос об эффективном асимметричном ответе. Учитывая глобальную потенциальную опасность наноружия, переговоры о запрещении гонки перспективных нанооружий следует начинать уже сейчас.

Первые шаги в направлении использования нанотехнологии при ведении боевых действий уже сделаны и связаны эти шаги с внедрением так называемой «умной пыли».

Идея создания «умной нанопыли» позаимствована из повести Станислава Лемма «Непобедимый». В ее основе лежит использование микроробота – механизма микронного размера. Один микроробот почти ни на что не способен. Но собранные в одном месте тысячи роботов образуют ударную группу, готовую действовать по воле человека. По мнению американских военных, ее можно применять, например, для поражения танков и другой боевой техники противника. Облако микророботов, несущих заряд, окутывает бронированную машину и взрывается. Хотя, видимо, по мере развития этой технологии, с подобной задачей смогут справиться один, два микроробота, а в перспективе для таких средств поражения не будет невыполнимых задач.



Микророботы

Недавно в Афганистане США испытали первую «умную пыль» — компьютерные микрочипы в пластиковой оболочке — микроскопические устройства-сенсоры с автономным питанием, обладающие функцией беспроводной связи. Американские военные применили несколько тысяч сенсоров для слежения за передвижением боевой техники. Хотя полноценная разведка с помощью «умной пыли» станет возможной не ранее чем через 7–10 лет, уже сегодня очевидно, что эта система обладает уникальными возможностями.

В Национальной лаборатории США еще в середине 90-х была создана модель автономного робота MARV объемом около 1 кубического дюйма. К 2000 году его размеры удалось уменьшить более чем в четыре раза. Эта крошечная машина имеет процессор с 8 килобайтами памяти, датчик температуры, микрофон, видеокамеру, химический сенсор, систему беспроводной связи. Группа таких микророботов может объединяться для решения задач под управлением центрального компьютера. Ожидается, что в будущем тысячи этих дешевых беспроводных сенсоров, размещенных в самых

различных местах, будут самостоятельно объединяться в сети и работать от встроенных источников питания по нескольку лет.

Говоря о масштабах и темпах внедрения нанотехнологий в военное дело, следует особенно подчеркнуть, что Оборонный бюджет США на 2008 год, определенный суммой 459,3 млрд. долл., включал в себя ассигнования в размере более 110 миллионов долл. на научно-исследовательские разработки в области нанотехнологий, которые имеют военное применение. В последующие годы доля средств, выделяемых на эти цели, возросла. В базовом бюджете МО США на 2011 год, который составляет 548,9 млрд. долл., доля исследований по нанотехнологиям превысит 160 млн. долл. Сегодня эта сумма практически удвоилась.

Исключительно перспективное направление использования нанотехнологий в военных целях связано с разработкой различных средств защиты, как военных объектов, так и непосредственно личного состава. Например, в Израиле под руководством доктора Менахема Генута на основе дисульфида вольфрама разработан уникальный конструкционный материал ArNano. По оценкам специалистов, это наиболее стойкий к удару материал из всех известных в настоящее время. Материал отнесен к так называемой «неорганической фуллереноподобной наноструктуре».

В армейской научно-исследовательской лаборатории США на основе «самосгущающейся жидкости», в которой находится взвесь кремниевых наноразмерных частиц, создана «натальная» «жидкая» броня для личного состава. Наличие в жидкости кремниевых наноразмерных частиц приводит к тому, что при сильном механическом воздействии жидкость сгущается, превращаясь в весьма эффективную броню. В частности, обширными исследованиями установлено, что при мощной ударной нагрузке на исследуемую полимерную наносистему происходит практически мгновенная диссипация энергии удара, которая затрачивается на образование высокопрочных гидрокластеров. Аналогичная «жидкая броня» создана и в РФ, в Зеленоградском Институте прикладных нанотехнологий. Отечественные специалисты при создании такой защиты обрабатывают традиционную баллистическую ткань гелевой композицией на основе фтора с нанострук-

турированными частицами оксида корунда. При ударном воздействии гелевая композиция с наночастицами оксида корунда мгновенно затвердевает, препятствуя разрушению ткани и снижая поражающее воздействие.

Особые успехи нанотехнологий в военном деле связаны с созданием маскировочных устройств или так называемых «плащей или пленок невидимок». Следует подчеркнуть, что теоретическую возможность создания материала с отрицательным коэффициентом преломления обосновал ещё в 1967 году советский ученый физик В. Г. Веселаго. Для изготовления маскировочного материала, как правило, широкое применение находят растворы фуллеренов, графены, углеродные нанотрубки.

В целом, на базе нанотехнологий уже сегодня разрабатывается целый спектр индивидуального защитного снаряжения. Например, фирмами предлагаются палатки, изготовленные из многофункциональной ткани, которая обеспечивает защиту личного состава от огнестрельного оружия, охлаждение и вентиляцию, и в то же время является маскирующим средством и сливается с окружающей средой. Современная одежда военнослужащего в бою будет иметь несколько слоев: нижнее белье костюма, — легкое, влагопроницаемое, защищающее от ультрафиолета и не впитывающее запахи; следующий слой – бронезащита от пуль, осколков и ножевых ран; и, наконец, слой биоинженерной медицинской помощи, которая будет обеспечивать дозированную подачу лекарства в случае получения боевых ранений. Далее следует шлем с датчиками избыточного давления для сбора информации о любых потенциальных травмах головы, а также специальные поляризованные очки, перчатки с встроенными сенсорами и, наконец, носимый компьютер, который позволяет ориентирование с помощью GPS, обнаружение неприятеля и наведение оружия на цель по акустическому или иному каналу. Основу носимой защиты до настоящего времени составляют композитные синтетические волокна, например, «Кевлар» или «Дупеета». Разработанный голландской компанией DSM материал «Дупеета» отличается положительной плавучестью, стойкостью к влаге и свету и состоит из полиэтиленовых волокон, которые в 15 раз прочнее стали и на 40% прочнее,

чем армидные волокна, использующиеся в «Кевларе». По мнению специалистов, большая часть снаряжения, находящегося сегодня в разработке, напрямую зависит от результатов исследований в области нанотехнологий, в частности от технологии создания одностенных углеродных нанотрубок, которые в 100 раз превосходят сталь по прочности и в 6 раз легче. Наиболее прочным и одновременно наиболее тонким материалом в настоящее время является графен. Превращая одностенные углеродные нанотрубки в волокна, ткани, текстиль и мембраны в обеспечение «поверхностной функциональности» можно обеспечить защиту от баллистического оружия или любых других природных или химических угроз, используемых противником на поле боя, дополнительно делая форму огнестойкой и взрывозащищенной. Таким образом, уже в ближайшее время боевая форма военнослужащих, благодаря нанотехнологиям, станет индивидуальной биосистемой.

Нанотехнологии лежат в основе совместного проекта Европейского Оборонного Агентства по разработке всеобъемлющей многофункциональной защитной системы для Европейских сил, известного под названием «EPIDARM». Исследователи Института МИТ по программам Технологии солдат в Массачусетсе, финансируемые МО США, разрабатывают поверхностно-активные многофункциональные ткани с использованием нанотехнологий, которые планируется включить в процесс изготовления боевых костюмов. Не менее широкое применение найдут нанотехнологии в ближайшее время и в полевой медицине. Например, в течение ближайших 10 лет на вооружение армии США поступит униформа, которая будет способна превращаться в шины для защиты переломов, или которая сможет впрыскивать лекарства, а также использоваться для постановки быстрых диагнозов в случае получения боевых ранений.

Кроме отмеченных выше проектов, за рубежом активно проводятся исследования по созданию датчиков, в основе чувствительного элемента которых используется целый слой молекул ДНК. Спектр индивидуальных средств защиты военнослужащего с использованием нанотехнологий также достаточно широк и включает широкую номенклатуру изделий: от защитных перчаток, кото-

рые не пропускают токсичные вещества на кожу человека, до специальных кремов, снижающих токсичность патогенов. Для обезвреживания боевых ОВ успешно используются порошки из активных наночастиц (нанопорошки). Нанопорошок, связывающий и деактивирующий десятки (в перспективе – сотни) токсичных соединений, может быть использован при отрицательных температурах и в различных средах. Прошли апробацию наносоединения фуллеренов с антителами для защиты от спор бактерии *Bacillus anthracis* – наиболее распространенных боевых бактериологических агентов. Нанопрепарат убивает эти споры, не позволяя размножаться в организме до концентраций, несовместимых с жизнью человека.

По оценкам ведущих отечественных и зарубежных ученых, нанотехнологии в перспективе в целом кардинально изменят систему медицинского обеспечения боевых действий. Перспективным направлением практической реализации достижений нанотехнологий для повышения эффективности медицинского обеспечения ведения боевых действий может рассматриваться создание устройств диагностики физиологического состояния военнослужащих. Предполагается, что такие устройства будут осуществлять съём и передачу данных о физическом состоянии (пульс, температура тела, кровяное давление, энцефалограмма, кардиограмма, водный баланс, поглощенная доза радиации, потраченные калории) на микрокамеру, проектирующую изображение на сетчатку глаза. Информация может проецироваться и на встроенные в шлемы гибкие дисплеи (по аналогии с игровыми монокулярами и шлемами виртуальной реальности).

Таким образом, перспективная экипировка, по представлениям разработчиков, будет являть собой некий биоэлектронный и материалосвязующий комплекс «военнослужащий – обмундирование – оружие». Элементы такого комплекса настолько тесно связаны между собой, что при полной экипировке «идеальный солдат» будет представлять собой военнослужащего, информационно и энергетически автономного, быстро и точно действующего, выживающего в запредельных условиях боя и окружающей среды. Отличительной особенностью экипировки будущего но-

вого поколения явится наличие системы экзоскелета. Конструктивно экзоскелет будет представлять собой облегченный механический костюм с многочисленными нанодатчиками, соединенными со встроенным компьютером, и системой электроприводов с тяговыми усилиями до 100 кг.

Как показывают предварительные оценки, включение таких устройств в подсистему жизнеобеспечения боевой экипировки сможет значительно повысить выживаемость военнослужащих на поле боя.

Результаты исследований в области нанотехнологий могут найти практическое применение для осуществления лечебно-диагностических мероприятий в условиях военных госпиталей на этапе оказания специализированной медицинской помощи.

В апреле 2001 года Научно-исследовательская лаборатория ВМС США NRL приступила к созданию Института наноауки – NIST. Институт начал свою научно-исследовательскую деятельность уже в 2003 году. Все подразделения института были укомплектованы современным оборудованием, предназначенным для работы с наноразмерными образцами, прецизионными системами измерений с высочайшим разрешением, средствами тестирования образцов, системами их хранения, средствами точного выставления образца на заданную позицию и др. оборудованием. Созданный институт был предназначен для выполнения различных междисциплинарных исследований в области наноауки и нанотехнологий с целью разработки новых конструкционных материалов, систем, устройств, базирующихся на использовании новых принципов и подходов.

По состоянию на февраль 2007 года, вклад отдельных стран мира в общий объем глобальных инвестиций на исследования и применение нанотехнологий представлялся следующим образом: США – 28 %; страны Западной Европы – 25 %; Япония – 24 %; Китай, Южная Корея, Канада, Австралия и др. страны – 23 %.

Наибольший объем исследований по нанотехнологиям в интересах МО в США в настоящее время выполняют:

- Центр инноваций в наноауку в интересах обороны, основанный в 2003 году;

- Управление перспективных исследований МО DARPA;
- Управление микромеханических систем МО;
- Институт оборонных нанотехнологий, созданный при Массачусетском технологическом институте.

Институт оборонных нанотехнологий разработал перечень основных направлений применения нанопродукции в интересах МО США на период до 2025 года. Данный перечень включал в себя:

- ПРО от БР;
- коммуникационные и информационные системы;
- защита от биологического и химического оружия;
- энергетические установки;
- системы накопления энергии;
- системы кондиционирования;
- системы мониторинга здоровья личного состава.

Специалисты Великобритании, используя нанотехнологии, ведут разработку новых теплостойких материалов, новых систем оценки состояния раненых и их лечение, совершенных электронных систем, миниатюрных систем связи и обработки информации. Нанотехнологии также используются применительно к разработке новых видов оружия как летального, так и не летального действия. Наибольший объем исследований в интересах МО Англии выполняют:

- Исследовательский научный и технологический центр МО,
- Управление исследований и развития оборонных технологий МО,
- Ежегодный суммарный объем инвестиций в нанотехнологии в интересах МО не превышает в Великобритании 3 млн. дол.

Основная цель исследований по нанотехнологиям при создании морской техники направлена на повышение боеспособности и безопасности кораблей в море, в местах их базирования, при одновременном сокращении личного состава. Первое практическое приложение нанотехнологий зарубежные специалисты связывают с созданием так называемых «умных материалов, пригодных для использования в условиях высокоагрессивной мор-

ской среды», созданием помехоустойчивых антенн, разработкой высокоэффективных интерфейсов; компьютерными технологиями; совершенствованием систем связи и т. д.

Примером практического применения нанотехнологий для совершенствования морского оружия и вооружения является американская ракета ЗУР SM-3. На обтекатель и носовую часть ракеты было впервые нанесено покрытие с использованием наноструктурированного димера монооксида азота N_2O_2 . Наноструктурированные материалы также использованы в составе носовой оконечности ракеты. Другим примером применения нанотехнологий является созданная в США ракетная система LAM. В данной системе впервые был применен нанопорошок из арсенида галлия GaAs.

Таким образом, одним из основных направлений исследований в области нанотехнологий применительно к военным изделиям является наноинженерия поверхностей, и в первую очередь создание методов и технологий формирования поверхностей с заданными прочностными, трибологическими и отражательными свойствами. Главной задачей наноинженерии поверхностей является создание на этих поверхностях универсальных полифункциональных покрытий. Например, создание таких покрытий на подводной части корпуса боевого надводного корабля, на поверхностях различных движителей упрощает решение проблемы акустического поля и уменьшает сопротивление движению корабля.

В корабельных системах в первую очередь находят применение новые нанокпозиционные материалы, обеспечивающие уменьшение массы и высокую коррозионную стойкость по сравнению с традиционно используемой сталью. Одним из наиболее ярких примеров широкого использования новых композиционных наноматериалов стало строительство в Швеции корветов типа «Visby»



Корвет типа «Visby»

Корпус корвета был изготовлен из «сэндвичевого» материала на основе

углепластика. На данном корабле также широко применено наноуглеродное антифрикционное покрытие NFC. Для данного корабля было разработано и наноструктурированное покрытие канала ствола артиллерийской установки, которое существенно уменьшало интенсивность эрозионного износа.

ВМС США изучают возможность применения нанотехнологий для снижения термомеханической эрозии, возникающей при стрельбе управляемыми снарядами увеличенной дальности Mk 171 ERGM, разработанными для нового 127-мм артиллерийского комплекса. Существенный интерес представляют разработки специалистов США наноматериалов, защищающих различные поверхности от микроорганизмов. Поскольку применение одного из эффективных веществ защиты от микроорганизмов – трибутилового олова – запрещено практически во всем мире, специалистами разработаны не менее эффективные средства, включающие в свой состав наночастицы оксида меди, наночастицы соединений цинка, наночастицы алюминия и серебра, размерностью менее 100 нм. Разработанные наноматериалы обладают противогрибковым, противобактериальным и противомикробным действием.

В последнее время появились публикации о широком применении на кораблях ВМС НАТО различных керамических нанопокровтий. Например, ведущей фирмой в США по разработке керамических нанопокровтий является фирма Inframat Corporation. Данная фирма разработала технологию нанесения нанопокровтия состава Al_2O_3/TiO_2 . Согласно данным фирмы, на кораблях ВМС США установлено более 150 объектов, где применено нанокерамическое покрытие. Например, нанокерамическое покрытие используется на перископах, оптронных системах и выдвижных устройствах подводных лодок. Ещё одним неординарным примером возможного использования наноструктурированного материала на кораблях может стать так называемый «нанодёрн», предназначенный для нанесения на корпус корабля с целью снижения сопротивления трения при его движении.

Перспективными для военных целей являются полупроводниковые лазеры на основе наноструктур, например, лазеры на основе ассиметричных гетероструктур. На завершающей стадии раз-

работки находятся и твердотельные лазеры на наноструктурированных активных средах.

Современные нанотехнологии позволяют разработать материалы, обладающие исключительно высокой степенью водоотталкивания. Например, американским исследователям из университета штата Висконсин удалось создать с помощью нанотехнологий материал, обладающий почти нулевой смачиваемостью. При этом наноматериал практически в равной степени отталкивает различные жидкости, включая воду, масло, растворители, моющие и очищающие средства. Кроме того, была установлена ещё одна уникальная способность такого материала: проницаемость для жидкости можно менять с помощью электрического тока.

Работы по созданию поверхности, отталкивающей жидкости, проводились и ранее. Однако основным подходом ученых была разработка химического покрытия для материала. Основным недостатком такого метода является то, что каждое покрытие отталкивает лишь определенный, достаточно небольшой спектр жидких сред. Кроме того, для некоторых сред, например, масла, вообще не было создано эффективных отталкивающих покрытий.

Наноструктурированная поверхность отличается от химических покрытий тем, что отталкивает практически любые среды – и воду, и спирт, и масло, и щелочи. Другим уникальным свойством такой наноразмерной защиты является возможность управления её свойствами, например, с помощью электрического тока. В результате электрического или электромагнитного воздействия на наноструктурированную поверхность её отталкивающие свойства исчезают, и жидкость мгновенно задерживается на модифицированной поверхности. Это свойство делает наноструктурированную поверхность высокоэффективным материалом для использования, например, в различных химических реакторах. В машиностроении и судостроении спектр ее применения может быть также достаточно широк. В частности, можно покрывать таким нанослоем лопасти вертолетных винтов для предохранения их от обледенения. Особой областью применения нанозащитного материала являются морские сооружения, которые используются в Северных широтах.

Существенное место в перспективах использования нанотехнологий на кораблях ВМС НАТО отводится нанотрубкам. Предполагается, что нанотрубки найдут широкое применение для разработки ЭХГ, коаксиальных кабелей, систем подачи топлива, электромагнитных экранов.

В настоящее время накоплен достаточный опыт промышленного использования наноструктурированного материала для создания высокоэффективных экранов для защиты от электромагнитного излучения. На базе наноструктурированного материала из оксинитрида алюминия создаются оптически прозрачные окна различных обтекателей.

В 2004 году на авиасалоне в Великобритании фирмой AMS была впервые представлена нано-РЛС, основанная на сочетании фотонных и нанотехнологий. Например, излучатели станции были созданы на базе нанотрубок, высокоэффективных фотонных материалов и нанотехнологических хромофоров на основе органических наноматериалов. Конечно название «нано-РЛС» следует считать условным.

В прошлом году американская фирма Korin Corporation объявила о разработке бинокулярных активных матричных жидкокристаллических дисплейных модулей, созданных с использованием нанотехнологий.

Следует особенно подчеркнуть, что из всего многообразия перспективных направлений развития нанотехнологий в настоящее время и в ближайшем будущем будут внедрены только полифункциональные наноструктурированные покрытия. Таким образом, с уверенностью мы можем говорить о ближайшей перспективе наноинженерии поверхностей, которая, конечно, не имеет прямого отношения к нанотехнологиям по Дрекслеру (технологии «снизу-вверх»). Конечной целью наноинженерии поверхностей является создание так называемых интеллектуальных саморегулирующихся и самонастраивающихся поверхностей, в том числе и поверхностей различных соединений. Конструкционные материалы, поверхности которых обладали бы одновременно высокими прочностными, антифрикционными, антикоррозионными свойствами, отрицательным коэффициентом пре-

ломления, могут быть реально получены путем нанесения специальных наноструктурированных покрытий. Номенклатура материала, из которого могут быть получены такие покрытия, и технологии их нанесения весьма разнообразны.

Это реальная перспектива как у нас, так и за рубежом. Поэтому основное внимание специалистов должно быть сосредоточено на создании эффективных, универсальных и безопасных технологий нанесения таких полифункциональных наноструктурированных покрытий. Наибольших успехов в деле разработки технологий нанесения наноструктурированных покрытий в интересах ВМС добилось отделение материалов и технологий НИЦ ONR ВМС США. Во многом благодаря специалистам этого отделения использование наноструктурированных покрытий на комплектующих изделиях для кораблей ВМС США нормируются специальным стандартом MIL STD 1687A. Все применяемые в ВМС США наноматериалы сведены к четырем типам: наноматериалы со сферическими наночастицами, слоистые наноматериалы, волокнистые и зернистые наноматериалы. Ещё начиная с 1997 года, исследования по отработке технологий нанесения наноструктурированных покрытий в США выполняет консорциум в составе фирм Inframat, Inc. и A&A Company, университета University of Connecticut, института Stevens Institute of Technology, отделения Carderock Division НИЦ надводных систем ВМС NSWC и верфи Pugel Sound Naval Shpyard. Научное руководство консорциумом осуществляет университет University of Connecticut и фирма Inframat, Inc. Финансирует все работы НИЦ ONR ВМС США. В научном плане специалисты консорциума длительное время работают над проблемой взаимосвязи между наноразмерными структурами и макроразмерными свойствами. По мнению специалистов консорциума, одной из наиболее перспективных технологий нанесения нанопокровтий является технология плазменного напыления. Оптимальным по своим свойствам признано композиционное структурированное покрытие, состоящее из ультрадисперсной смеси двух керамик – окислов алюминия (одна доля) и титана (13 долей). Процесс плазменного напыления в принципе достаточно прост, но исключительно сложен и нетехнологичен в своем практическом осуществлении. В первую

очередь сложность практического осуществления процесса нанесения нанокерамического покрытия определяется большим числом факторов, влияющих на структуру и свойства самого покрытия. Следует отметить, что и многочисленные отечественные технологии нанесения структурированного нанопокрыва, как правило, базируются на использовании лазерных устройств. В настоящее время распространены различные технологии нанесения покрытий. Например, низкочастотное плазменно-ионное распыление, гальванические методы, физическое распыление с осаждением, химическое газофазное осаждение, метод конденсации покрытий из плазмы в вакууме с ионной бомбардировкой поверхностей, ионное плакирование и катодное распыление, и многие другие.

Одним из перспективных направлений применения нанотехнологий является их использование для обеспечения радиационной, химической и биологической защиты войск.

Определенное значение для отечественного судостроения имеет проблема создания, производство и продвижение на рынок наноструктурированных коллоидных средств, например, различных гелей, смазок, смазочных масел, охлаждающих (в том числе смазочно-охлаждающих) жидкостей и других жидких препаратов. В поле зрения специалистов должна находиться и проблема создания строительных некомпозитов путем направленного формирования структуры материалов с использованием структурированных нанодисперсных модификаторов. Для судостроения особое место занимают композиционные и конструкционные материалы на основе технологий наноструктурирования графита.

На базе наноструктурированных материалов новое направление получает развитие нанопорошковой металлургии.

В настоящее время в интересах судостроения требуется систематизация этих и других технологий и выбор из них наиболее целесообразной. Например, весьма перспективным направлением является применение нанопорошков металлов для повышения теплоотворной способности ракетного топлива.

Следует подчеркнуть, что при активном участии авторов были проведены многолетние обширные испытания различных сортов топлив с добавками ультрадисперсных порошков из активных

минералов. В ходе исследований было установлено, что введение нанопорошков, например, серпентинита способствует повышению низшей теплотворной способности топлива до 10–15%, а также обеспечивает полноту выгорания топлива.

В заключение этого раздела авторам хотелось бы подчеркнуть, что уже в скором будущем нанотехнологии станут ключевой отраслью для создания сверхсовременного и сверхэффективного наступательного и оборонительного вооружения, а также высокоэффективных средств связи. Наличие таких предпосылок нельзя игнорировать, особенно с учетом планов широкомасштабного перевооружения армий США и НАТО на основе внедрения достижений нанотехнологий, первый этап которого должен завершиться на рубеже 2011–2015 годов.

7. 9. Перспективные образцы оружия современных войн

На протяжении всей истории развития человеческой цивилизации наиболее важные направления научных исследований, выполняемые практически во всех областях, были связаны с разработкой принципиально новых видов оружия. Действительно, вооруженная борьба была, есть и будет самым действенным инструментом разрешения любых межгосударственных конфликтов. Все необоснованно используемые сегодня политиками утверждения о якобы возможном мирном существовании различных государств на нашей планете, к величайшему сожалению, находятся в явном противоречии с естественным ходом развития мировой истории и самой природой человека. Поэтому не случайно военные расходы в мире в 2004 году превысили 1 трлн. долл. и приблизились к абсолютному рекорду, установленному на нашей Планете в период острого противостояния мировых систем. Теоретически в мире могут жить только абсолютно равные по своей мощи и потенциальным возможностям государства.

Сегодня уже стало совершенно очевидным, что в обозримом будущем крупномасштабных войн, в их классическом виде, не будет. Ещё виднейший военный теоретик Карл фон Клаузевиц