

силы тока происходит разогрев глубинных слоёв металла до высоких температур, после чего вследствие резкого охлаждения и под влиянием фазового наклёпа в структуре образуются зоны с мартенситными кристаллами, вероятно, бесструктурного мартенсита.

Вопрос наличия мартенсита в поверхностном слое является предметом исследования тонкой структуры, где может быть применён метод рентгеноструктурного анализа. С увеличением глубины структура наминает исходную, линии сдвига незначительны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Парфеев Л.И., Сорокин Г.А. Структура и износостойкость стали 110Г13Л // МиТОМ. 1969. № 1.
2. Блонтер М.Е. Методика исследования металлов и обработки опытных данных. М.: Metallurgizdat, 1968.

УДК 621.001.18

**ЖЕТЕСОВА Г.С.,
ПЛЕШАКОВА Е.А.**

Применение нанотехнологии в машиностроении

Развитие цивилизации неразрывно связано с совершенствованием технологий получения и использования материалов. На этом пути было несколько качественных скачков: бронза, сталь, полимеры, композиты. Сегодня наступил следующий этап в области материаловедения, обусловленный накоплением знаний об определяющем влиянии наноструктуры на свойства материалов.

Нанотехнология – область прикладной науки и техники, имеющая дело с объектами размером менее 100 нанометров (1 нанометр равен 10^{-9} метра). 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 [1]. Объекты нанотехнологий, с одной стороны, могут иметь характеристические размеры указанного диапазона: наночастицы, нанопорошки (объекты, у которых три характеристических размера находятся в диапазоне до 100 нм); нанотрубки, нановолокна (объекты, у которых два характеристических размера находятся в диапазоне до 100 нм); наноплёнки (объекты, у которых один характеристический размер находится в диапазоне до 100 нм).

С другой стороны, объектами нанотехнологий могут быть макроскопические объекты, атомарная структура которых контролируемо создаётся с разрешением на уровне отдельных атомов [1, 2]. Особенность нанотехнологии заключается в том, что рассматриваемые процессы и совершаемые действия происходят в нанометровом диапазоне пространственных размеров. «Сырьём» являются отдельные атомы, молекулы, молекулярные системы, а не привычные в традиционной технологии микронные или макроскопические объёмы материала, содержащие, по крайней мере, миллиарды атомов и молекул. В отличие от традиционной технологии для нанотехнологии характерен «индивидуальный» подход, при котором внешнее управление достигает отдельных атомов и молекул, что позволяет создавать из них как «бездефектные» материалы с принципиально новыми физико-химическими и биологическими свойствами, так и новые классы устройств с характерными нанометро-

выми размерами.

Отличие свойств малых частиц от свойств массивного материала известно ученым давно и используется в различных областях техники. Примерами наноразмерных структур могут служить широко применяемые аэрозоли, красящие пигменты, цветные стекла, окрашенные коллоидными частицами металлов. Впечатляющие примеры связаны с биологией, где живая природа демонстрирует нам наноструктуры на уровне клеточного ядра. В этом смысле собственно нанотехнология как научное направление не является чем-то новым. Качественная характеристика нанотехнологии заключается в практическом использовании нового уровня знаний о физико-химических свойствах материи. В этом одновременно и исключительность нанотехнологии – новый уровень знаний предполагает выработку концептуальных изменений в направлениях развития техники, медицины, сельскохозяйственного производства, а также изменений в экологической, социальной и военной сферах. Важной отличительной особенностью нанометрового масштаба является также способность молекул самоорганизовываться в структуры различного функционального назначения, а также порождать структуры, себе подобные (эффект саморепликации). Методами так называемого механосинтеза реализуются новые, не имеющие аналогов молекулярные соединения. Проведены эксперименты, в которых тысячи и десятки тысяч молекул соединяются в кристаллы, обладающие изначально заданными свойствами, которые не встречаются у природных материалов. Использование перечисленных выше свойств в практических приложениях и составляет суть нанотехнологии. На ее основе уже реализованы образцы наноструктурированных сверхтвердых, сверхлегких, коррозионно- и износостойких материалов и покрытий, катализаторов с высокоразвитой поверхностью, нанопористых мембран для систем тонкой очистки жидкостей, сверхскоростных приборов нанoeлектроники [3, 4].

Когда речь идет о развитии нанотехнологий, имеются в виду три направления: изготовление электронных схем (в том числе и объемных) с активными элементами, размерами, сравнимыми с размерами молекул и атомов; разработка и изготовление наномашин, т.е. механизмов и роботов размером с молекулу; непосредственная манипуляция атомами и молекулами и

сборка из них всего существующего. В настоящее время наноматериалы используют для изготовления защитных и светопоглощающих покрытий, спортивного оборудования, транзисторов, светоиспускающих диодов, топливных элементов, лекарств и медицинской аппаратуры, материалов для упаковки продуктов питания, косметики и одежды.

Объемное наноструктурирование имеет решающее значение при разработке отличающихся малым весом летательных аппаратов из термически устойчивых материалов с высокой удельной прочностью. Реализация нанотехнологий в авиакосмической отрасли позволит: повысить прочность летательных аппаратов, добиться «живучести» и снижения их веса (которое обеспечивают в настоящее время композиты). К ним должны присоединиться наноматериалы. Переходя на нанотехнологии, можно достигнуть снижения трения, решить задачи борьбы с обледенением и прилипанием к внешней стороне конструкции летательных аппаратов различной «биологической живности» с помощью отслаивающихся чешуек. Применение нанотехнологии в аэрокосмической технике способно также обеспечить: снижение энергопотребления в 10^4 раз, снижение вибрации и шума – в 10^2 , повышение быстродействия – в 10^6 , повышение КПД солнечных батарей – в 10^1 , повышение чувствительности датчиков – в 10^6 , повышение времени автономной работы – в 10^4 раз, повышение надежности – в 10^2 , повышение стойкости к радиации – в 10^1 , повышение стойкости к перегрузкам – в 10^2 раз. Внедрение нанотехнологий в автомобильную промышленность позволит сделать автомобили: доступными (нанотехнологические методы производства позволяют создавать товары и услуги с низкой себестоимостью; в автомобилях будущего основной составляющей цены будет являться «бренд»); комфортными (более совершенная работа механических частей, улучшенная шумо- и виброизоляция на основе наноструктурированных материалов, эргономичный салон); эффективными (повышение средней скорости движения автомобилей, повышение КПД использования энергии, необходимой для перевозки людей и грузов); интеллектуальными (широкое внедрение информационных систем во все узлы и компоненты автомобилей, принятие автомобилем все больших функций водителя на себя); 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 автобиодеградируемых материалов, а с созданием дисассемблеров – возможность 100 % утилизации устаревших автомобилей). В целом же, разработка и применение нанотехнологий в области машиностроения позволяют достичь следующих основных целей: изменение структуры валового внутреннего продукта в сторону увеличения доли наукоемкой продукции; повышение эффективности производства; создание новых рабочих мест для высококвалифицированного персонала инновационных предприятий, создающих продукцию с использованием нанотехнологий; развитие фундаментальных представлений о новых явлени-

ях, структуре и свойствах наноматериалов; 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. В двигателестроении и автомобильной промышленности – за счет применения наноматериалов, более точной обработки и восстановления поверхностей можно добиться значительного (до 1,5-4 раз) увеличения ресурса работы автотранспорта, а также снижения втрое эксплуатационных затрат (в том числе расхода топлива), улучшения совокупности технических показателей (снижение шума, вредных выбросов), что позволяет успешнее конкурировать как на внутреннем, так и на внешнем рынках. В электронном и электротехническом машиностроении – расширение возможностей радиолокационных систем за счет применения фазированных антенных решеток с малощумящими СВЧ-транзисторами на основе наноструктур и волоконно-оптических линий связи с повышенной пропускной способностью с использованием фотоприемников и инжекционных лазеров на структурах с квантовыми точками; совершенствование тепловизионных обзорно-прицельных систем на основе использования матричных фотоприемных устройств, изготовленных на базе нанотехнологий и отличающихся высоким температурным разрешением; создание мощных экономичных инжекционных лазеров на основе наноструктур для накачки твердотельных лазеров, используемых в фемтосекундных системах.

В энергетическом машиностроении – наноматериалы используются для совершенствования технологии создания топливных и конструкционных элементов, повышения эффективности существующего оборудования и развития альтернативной энергетики (адсорбция и хранение водорода на основе углеродных наноструктур, увеличение в несколько раз эффективности солнечных батарей на основе процессов накопления и энергопереноса в неорганических и органических материалах с нанослоевой и кластерно-фрактальной структурой, разработка электродов с развитой поверхностью для водородной энергетики на основе трековых мембран). Кроме того, наноматериалы применяются в тепловыделяющих и нейтронпоглощающих элементах ядерных реакторов; с помощью нанодатчиков обеспечивается охрана окружающей среды при хранении и переработке отработавшего ядерного топлива и мониторинга всех технологических процедур для управления качеством сборки и эксплуатации ядерных систем; наночастицы используются для разделения сред в производстве и переработке ядерного топлива. Создание наноструктурированных композиционных материалов на сегодняшний день является одной из наиболее востребованной, но в то же время наименее изученной областью нанотехнологии. Успешная реализация первоочередных задач по этому направлению требует проведения комплексных исследований по широкому спектру нанотехнологий, находящихся в настоящее время на разных периодах освоения. Наноструктурированные компози-

ционные материалы и наносистемы представляют собой комплекс научно-технических проблем, решение которых должно быть направлено на изучение масштабного фактора (уменьшение величины частиц, элементов или структур), но и на исследование принципиально новых явлений, присущих наномасштабу. Создание наноструктурированных композиционных материалов и нанесений их на оборудование находится на начальной стадии развития полезных для практики направлений исследований и разработок и требует использования широкого спектра новых нанотехнологий.

В научном труде О.М. Жаркевич на тему «Повышение прочности и износостойкости внутренней поверхности цилиндров гидростоек механизированных крепей» автор поставил перед собой задачу защиты внутренних поверхностей цилиндра гидростоек меха-

низированной крепи для защиты от коррозии [5]. В основу был положен метод вакуумного нанесения пиролитического карбодохромового покрытия (ПКХ-покрытие). Нанесение ПКХ-покрытия в процессе исследования показало высокую адгезионную прочность, близкую к прочности основы, за счет диффузионно-оксидной связи покрытия с поверхностью основы, уменьшение износа и увеличение срока службы сопряженной пары «поршень-цилиндр». В настоящие время данный вопрос по нанесению неорганических (наноструктурированных композиционных материалов) покрытий оборудования требует глубокого изучения, разработки новых методов нанесения, которые позволят в дальнейшем сократить износ оборудования, повысить срок его службы, уменьшить затраты на капремонт и т.д., которые приведут к сокращению финансовых затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уильямс Л., Адамс У. Нанотехнологии без тайн. М.: Эксмо, 2009. 363 с.
2. Батаев В.А., Батаев А.А. Композиционные материалы. М.: Логос, 2006. 397 с.
3. Шибиков В.Г., Калашников В.И., Соколова Ю.А. Производство композитных материалов в машиностроении. М.: КНО-РУС, 2008. 95 с.
4. Бобров Г.В., Ильин А.А. Нанесение неорганических покрытий. М.: Интермет Инжиниринг, 2004. 623 с.
5. Жетесова Г.С., Жаркевич О.М. Повышение прочности износостойкости внутренней поверхности цилиндров гидростоек механизированных крепей // Тр. ун-та. Вып. 4. Караганда: Изд-во КарГУ, 2008. С. 91-93.

УДК 621.919+621.951.7

НАСЕНОВ А.Ж.

Обработка отверстий развёрткой-протяжкой

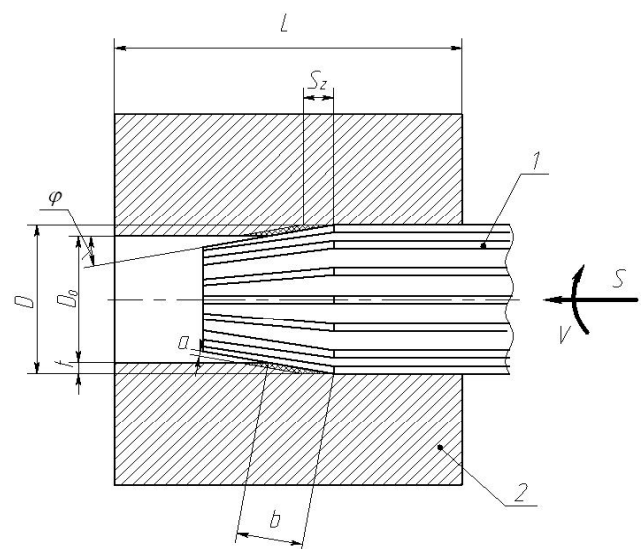
Обработка отверстий, к которым предъявляются высокие требования по точности размера, формы и расположения является одним из направлений развития технологии машиностроения. Чаще всего обработка отверстий осуществляется с помощью стержневых мерных инструментов: сверлом, зенкером, развёрткой и протяжкой, расточными резцами, блоками и расточными головками. В зависимости от требований к точности отверстий применяются соответствующие инструменты. Большое место при этом занимает развёртывание.

Сверление и зенкерование являются предварительными операциями. Разворачивание и протягивание являются чистовыми операциями. Общеизвестно, что развёртки имеют недостаток: работа резания сосредоточена на сравнительно короткой режущей части (рисунок 1). Развёртка не исправляет или плохо исправляет положение и форму оси.

Неблагоприятные условия резания вызывают повышение механической нагрузки на участке лезвия, на котором происходит отделение стружки от основного слоя материала и его деформации, что сопровождается значительным тепловыделением, хотя и меньшим, чем при зенкеровании. Механические и термические напряжения приводят к сравнительно низкой стойкости режущих инструментов [1-4].

На кафедре машиностроения и стандартизации выполнен анализ методов и способов обработки цилиндрических отверстий, параметров срезаемого слоя при резании, геометрии и конструкций существующих

металлорежущих инструментов (развёрток, протяжек, комбинированных инструментов), разработаны новые металлорежущие инструменты – развёртка-протяжка, получены предварительные патенты и положительное решение [5-7].



1 – развёртка; 2 – заготовка; ϕ – главный угол в плане; a – толщина среза; b – ширина среза; t – глубина резания; D – диаметр отверстия; D_0 – диаметр предварительного отверстия; L – длина обработки; S – осевая подача; S_z – подача на зуб; V – скорость резания
Рисунок 1 – Элементы резания при развёртывании