

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОПОКРЫТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

В.А. Самофал

Научный руководитель: к.т.н. А.И. Шелякин

«Воронежский механический завод» - филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева»

Россия, г. Воронеж, ул. Ворошилова, д.22, 394055

E-mail: samofal.va@mail.ru

В настоящее время в областях машиностроения, автомобилестроения, станкостроения, ракетно- и авиастроения и многих других отраслях особое место занимают новшества, связанные с приданием рабочим поверхностям деталей машин и инструментальным материалам необходимых свойств, обеспечивающих повышенные их эксплуатационные характеристики [1].

Сейчас известно множество видов покрытий, которые применяются с различными целями и в разных отраслях. Как пример отрасли, рассмотрим область ракетостроения, в которой детали применяемые в узлах являются достаточно нагруженными и ответственными. Они работают в условиях сложного напряженного состояния и циклических нагрузках, при достаточно высоких температурах, и в различных климатических условиях. Поэтому необходимость разработки покрытий принципиально нового класса обеспечивающих повышение стойкости, прочности является актуальным вопросом в области современного материаловедения.

На данный момент существует большое разнообразие видов упрочняющих покрытий. Способ нанесения покрытий зависит как от производственных условий, так и от физико-химических свойств материалов, применяемых для покрытия. Выбирают материал для покрытия и назначают толщину его слоя с учетом оптимального сочетания технико-экономических требований к качеству покрытий по его долговечности, эстетическому оформлению изделия и затратам на производство покрытий.

Сейчас известны такие виды покрытий упрочнения, как: металлические, гальванические, электролитические, оставивание, никелирование, борирование, упрочнение наплавлением, электроискровое упрочнение и многие другие. Особым видом покрытия и более новым среди всех видов покрытий упрочнения являются нанопокртия.

Основные свойства углеродных наноматериалов это конечно же, прочность и легкость. Широкое применение их, во многом обусловлено многообразием их структурных форм, среди них графит, алмаз, наноалмаз, карбин, лондейлит, фуллерены, графен, нанотрубки, нановолокна, аморфный углерод [3].

Одним из основных направлений нанотехнологий в авиационной и ракетно-космической технике является разработка и производство изделий с теплозащитными, терморегулирующими и эрозионно и химически устойчивыми покрытиями, значительно увеличивающими ресурс работы ракетной техники. Актуальны разработка и внедрение новых многофункциональных наноструктурных покрытий (МНП) [1].

Достаточно твердые и износостойкие МНП используются для защиты поверхностей изделий и инструмента, подвергающегося одновременному воздействию повышенных температур, агрессивных сред и различным видам износа. Это, прежде всего, режущий и штамповый инструмент, прокатные валки, детали авиационных двигателей, газовых турбин и компрессоров, подшипники скольжения и др. Значительного повышения твердости и упругопластических характеристик покрытий можно добиться при формировании наноструктурированного состояния. Например, при введении в состав широко распространенного покрытия нитрида титана TiN дополнительных элементов, к примеру, кремния и/или бора, размер кристаллитов уменьшается с сотен до единиц нанометров.

Введение модифицирующих добавок позволяет уменьшить размер кристаллитов и увеличить твердость покрытий в соответствии с законом Холла-Питча. В таблице 1 представлены преимущества некоторых МНП с модифицирующими добавками по сравнению с заменяемыми покрытиями.

Таблица 1. Преимущества некоторых многофункциональных наноструктурных покрытий

| Многофункциональное НП | Заменяемое покрытие | Преимущества |
|---------------------------|---------------------|--|
| Твердые износостойкие МНП | | |
| TiSiN | TiN | Повышение износостойкости в 2 раза |
| TiSiBN | TiN | Стойкость режущего инструмента в 3 раза выше |
| TiAlCN, TiSiCN | TiN | Высокая стойкость в условиях абразивного воздействия |
| CrBN CrTiAlCN | TiN | Высокие трибологические характеристики |
| Самосмазывающиеся МНП | | |
| TiCrBN/WSeX | TiCrBN | Коэффициент трения при 10 ат. % WSeX составлял 0,2, что в 2,5 раза ниже без WSeX |

Как видно из небольшого обзора, у наноматериалов достаточно большой спектр полезных свойств. Применение наноматериалов (НМ) и нанопокровтий (НТ) в машиностроении достаточно актуально, прежде всего, для авиационной и космической промышленности, двигателе- и автомобилестроения. В авиационной промышленности оно способствует повышению качества планера, силовых установок, бортового радиоэлектронного оборудования и др. В космической промышленности используется при создании: новых космических кораблей многоцелевого использования, солнечных космических электростанций, обитаемых баз на Луне. При производстве авиа- и ракетно-космической техники активно применяются основные разработки НТ и НМ для общего машиностроения, такие как конструкционные и функциональные наноструктурированные материалы и покрытия, а также сверхбыстродействующая электроника, эффективное ресурсосберегающее топливо и др.

В последнее время во многих странах, таких как США, Япония, Германия, Швейцария, Китай и т.п. существуют национальные программы по разработке наноматериалов и технологий, их получения как наиболее перспективного направления, определяющего возможность создания конкурентоспособной продукции на мировом рынке. В этих странах разработки в области создания наноструктурных и нанокмпозиционных покрытий перешли с уровня лабораторных исследований на уровень опытно-промышленных и мелкосерийных производств. Считаю, что Россия, ничем не хуже, и тоже не должна отставать в изучении столь необходимой технологии, и идти в ногу со временем.

Данная статья может быть использована для дальнейшего более подробного изучения упрочняющих нанопокровтий, с целью применения в процессе производства деталей ракетостроения на ВМЗ ФГУП «ГКНПЦ им. М. В. Хруничева», и других предприятиях нашей страны, увеличив тем самым прочностные эксплуатационные характеристики выпускаемых изделий предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков Л.С. Перспективы применения наноматериалов в космической технике – М.: Университетская книга, 2008. -188 с.
2. Кочанов Д.И. Наноматериалы и нанотехнологии для машиностроения: состояние и перспективы применения// РИТМ.-2010.- №8 (56) 2 – 1621 с.
3. Коротеев А.С. Функциональные наноматериалы для космической техники// материалы Первой Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи.- Москва, 2009 г.-35 с.