

ограничиваться соответствующие отклонения. С другой стороны, допуски формы заданного профиля и заданной поверхности теперь могут являться, как допусками формы, так и допусками ориентации или месторасположения сложнопровильных поверхностей.

В табл. приведены некоторые изменения в указаниях на чертежах геометрических допусков.

FEATURES OF MODERN RATIONING OF A FORM DEVIATIONS, ORIENTATION, SITE AND RUN-OUT

Motlyah E.S., Pravikov. Y.M.

Key words: modified standard, normalization, tolerance, form, orientation, location, run-out.

Features of modern terminology and assessment of geometrical accuracy of the details, conforming international standards ISO are given.

УДК 620.22

НАНЕСЕНИИ НАНОПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

Мустеев И.Р., студент 3 курса инженерного факультета

*Научный руководитель – Замальдинов М.М., кандидат
технических наук, старший преподаватель*

*Салахутдинов И.Р., кандидат технических наук, старший
преподаватель*

**ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная
сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина»**

Ключевые слова: *нанопокрытие, наночастица, нанопорошок, напыление.*

Работа посвящена изучению нанесения нанопокровтий методом газотермического напыления с применением нанодисперсионных частиц.

В настоящее время происходят коренные изменения в сфере высоких технологий: электронике, микромеханике и других областях человеческой деятельности, связанных с фундаментальными и прикладными исследованиями, конструированием и практическим использованием материалов и устройств, элементы которых имеют размеры менее 100 нм [1].

Возможность синтезировать наноразмерные структуры (наноструктуры) с точно контролируруемыми размерами и составом, а затем собирать их в структуры больших размеров с уникальными свойствами и функциями приведет к радикальным изменениям в технологии многих отраслей промышленности, производящих материалы [2].

Нанопокрывание – это новый этап в развитии функциональных покрытий. Оно наносится методом газотермического напыления.

Использование нанопокрований позволяет значительно снизить коэффициент трения при сохранении износостойкости, повысить вязкость покрытий при сохранении антикоррозионных свойств и увеличения температуры эксплуатации на 50°C. Все это особо актуально в области машиностроения (рис.1).

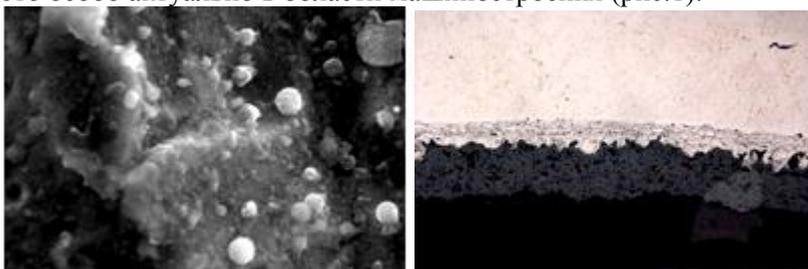


Рисунок 1 - Наноструктурированные покрытия

Для создания нанопокрований используются наноструктурированные материалы, суспензии, зольгнели. В покрытия внедряются специальные добавки, которые модифицируют их структуру и обеспечивают получение необходимых свойств [3, 4, 5].

Работа по разработке нанопокровтий ведется в опытном режиме, однако покровтия уже широко используются в нефтедобывающей и аэрокосмической отрасли, а также в атомной промышленности.

За счет изменения температуры и варьирования скорости газовой струи, взаимодействующей с частицами материала можно добиться оптимального уровня адгезионных и когезионных характеристик, а также обеспечить более высокую плотность покровтий.

Преимуществом высокоскоростного напыления является возможность создания тонких, но в тоже время прочных наноструктурированных покровтий.

При нанесении нанопокровтий методом газотермического напыления с применением нанодисперсионных частиц или их агломератов (порошки, прутки и др.) возникают следующие проблемы:

- необходимо создание специального дозатора наночастиц;
- возможность сплавления частиц в случае использования плазменного или электродугового метода напыления;
- высокая стоимость материалов.

В таблице 1 представлены основные методы газотермического напыления и их характеристики.

Немаловажной проблемой, с которой можно столкнуться при нанесении покровтий с использованием нанопорошков, прутков и др., является возможность потери агломератами наночастиц своей структуры.

Большинство зарубежных вариантов нанесения нанопокровтий основано на использовании плазменного напыления суспензии, так как энергии плазмы достаточно для того чтобы растворитель испарился. В тоже время проблема потери наноструктуры остается актуальной.

**Таблица 1 - Основные методы газотермического
напыления**

Методы напыления	Применяемые материалы	Источник образования тепла (рабочие газы)	Адгезия, МПа	Пористость %
Электродуговая металлизация	Проволоки сплошного сечения и композиты	Электрическая дуга (воздух или другие газы)	20...50	5...25
Газопламенное напыление	Порошки и проволоки, шнуровые и стержневые материалы	Горение газообразных углеводородов в среде кислорода или воздуха (продукты сгорания)	20...50	3...15
Плазменное напыление	Порошки и проволоки	Прямая или косвенная электрическая дуга (ионизированный газ)	30...60	0,5...10
Высокоскоростные методы напыления (HVOF, HVOF, Детонация, Cold Spray)	Порошки	Горение углеводородов (в том числе жидких) или водорода в среде кислорода или воздуха (продукты сгорания)	45...80 и более	0,1...2
Высокоскоростные методы напыления наноструктурированных покрытий	Порошки, коллоидные растворы, истинные растворы	Горение углеводородов (в том числе жидких) кислорода или воздуха (продукты сгорания)	60...100 и более	<0,1 несквозна

Для нанесения наноструктурированных покрытий применяют установки и технологии для высокоскоростного газотермического напыления.

Технология заключается в высокоскоростном газопламенном покрытии материала, когда напыление подается в камеру сгорания вместе с топливом в виде суспензии или раствора (рис. 2). При этом используется исходный раствор, в виде присадки к жидкому углеводородному топливу.

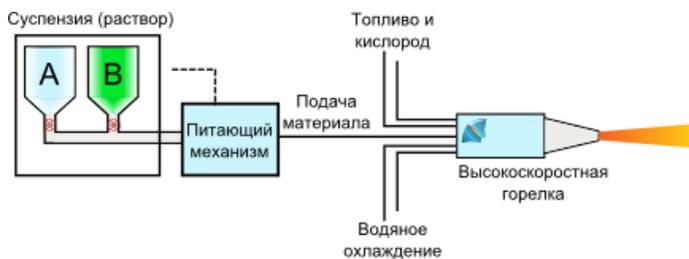


Рисунок 2 - Схема подачи раствора или суспензии в горелку

В основе высокоскоростного газопламенного метода напыления лежит принцип придания мелкодисперсным частицам напыляемого материала, введенным в газовую струю, максимально возможной кинетической энергии. Применение технологии высокоскоростного газопламенного напыления позволяет не доводить наночастицы или их агломераты до расплавления или сплавления, как это происходит во многих других методах газотермической обработки - плазменных, низкоскоростных газопламенных. Жидкие капельки могут быть введены аксиально в пламя и ускорены до очень высоких скоростей. По сравнению с методом плазменного напыления, пламя характеризуется более высокой скоростью (800 против 400 м/с), но более низкой температурой (3000 против 10000 К). Это обуславливает режим обработки, отличный от режима в плазменной струе. Так, высокая начальная разница скоростей между введенными капельками и пламенем, так же, как присутствие «ударных алмазов» создает условия, способствующие дисперсии капельки и генерации более малых по размеру капелек.

Технология высокоскоростного газопламенного напыления наноструктурированных покрытий за счет большой кинетической энергии частиц позволяет получать покрытия, в которых:

- изменения гранулометрического и фазового состава исходного материала минимальны;
- пористость структуры снижена настолько, что приближается к компактному состоянию исходного материала;

- прочностные характеристики покрытий значительно выше по сравнению с характеристиками покрытий, получаемых стандартными методами газотермического напыления.

В результате применения вихревого инжектора, обеспечивается образование капель жидкости с размерами порядка 3 Нм. Посредством теплового воздействия обеспечивается ускоренное протекание физико-химического преобразования исходного раствора в агломерированные наноструктуры, внедряющиеся в напыляемое покрытие со скоростью порядка 800 м/с. При правильно подобранных параметрах горения в камере сгорания и газодинамических характеристик (энтальпия, температура, скорость) газовой струи, транспортирующей наночастицы, наноразмерные частицы напыляемого материала будут образовывать слой покрытия, приближающийся по прочности и плотности к материалу в компактном состоянии.

На рисунках 3 - 5 представлены фотографии, сделанные с помощью растровой и просвечивающей электронной микроскопии, образцов с различными составами покрытий.

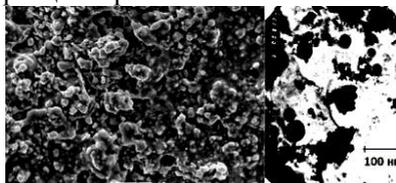


Рисунок 3 - Наноструктурированное покрытие на основе твердого сплава с антифрикционной керамической матрицей ($WC-TiO_2$). Размер зерна 10...50 нм.

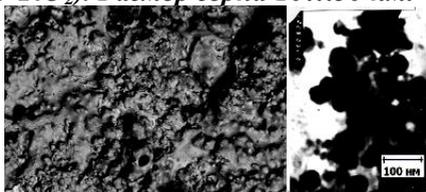


Рисунок 4 - Наноструктурированное покрытие на основе твердого сплава с износостойкой керамической матрицей ($WC-Al_2O_3$). Размер зерна 5...50 нм.

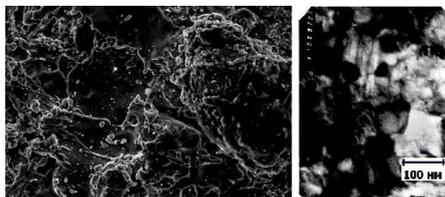


Рисунок 5 - Наноструктурированный сплав на основе железа. Размер зерна 50...70 нм.

В соответствии с технологией, одновременно с подачей микроструктурированного или наноструктурированного порошка в камеру сгорания подается распылением суспензия или раствор солей композиционной добавки, из которых впоследствии осаждаются либо синтезируются (соответственно) в потоке на частицах порошка нанокристаллы композиционной добавки. Износостойкость покрытия обеспечивается частицами твердого сплава, а функциональные свойства, такие как жаростойкость, теплопроводность, коррозионная стойкость, антифрикционность, обеспечиваются нанокристаллами композиционной добавки или связкой, формируемой, главным образом, из раствора.

Библиографический список:

1. Фетисов Г.П. *Материаловедение и технология металлов: Учеб. для студентов машиностроит. спец. вузов / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др.; Под ред. Г.П. Фетисова - 6-е изд., доп. - М.: Высш. шк., 2008. - 877 с: ил.*
2. Волков Г.М. *Объемные наноматериалы: учебное пособие / Г.М. Волков. - М. КНОРУС, 2011.- 168 с.*
3. Ковшов А.Н. *Основы нанотехнологии в технике: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров, И.М. Ибрагимов. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. - 240 с.*
4. Головин Ю.И. *Введение в нанотехнику. - М.: Машиностроение, 2007. - 496 с.: ил.*
5. Волков Г.М. *Материаловедение: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.М. Волков, В.М. Зуев. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 400 с.*

APPLICATION BY NANOCOATING THERMAL SPRAYING

Musteev I.R., Zamaldinov M.M., Salakhutdinov I.R.

Keywords: *nano-coating, nanoparticles, nanopowder coating.*

This is a study of nano-coating method using thermal spraying nanodispersionnyh particles.

УДК 631.004.5

РОЛЬ ОЧИСТКИ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Нарушев А.С., студент 1 курса инженерного факультета
Научный руководитель – Кундротас К.Р., ассистент
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная
сельскохозяйственная академия им. П.А. Столыпина»*

Ключевые слова: *очистка, загрязнения, техническое обслуживание, ремонт, хранение.*

Работа посвящена роли наружной очистки в системе технического сервиса сельскохозяйственной техники. Определена степень влияния очистки на надежность техники при техническом обслуживании и хранении.

В современных условиях проблема совершенствования технических средств очистки при ремонте приобретает особую остроту в связи с необходимостью повышения производительности труда, культуры производства, качества технического обслуживания и ремонта, ограничения применения нефтепродуктов, ужесточения экологических, санитарно-гигиенических требований и экономии энергетических ресурсов.

Удалить эксплуатационные загрязнения необходимо практически при всех видах технического обслуживания и