



Рис. 3. Характерное изображение отпечатка пирамиды Роквелла на поверхности исследуемого образца с покрытием $ZrN+TiB_2$, отпечаток соответствует классу HF6.

Результат показал, что адгезия полученного покрытия на подслоях CrN, Cr, ZrN и без подслоя соответствуют 5-6 класс. Об этом свидетельствуют обширные радиальные трещины и большие площади деламинации фрагментов покрытия вокруг испытательного кратера.

На подслое TiN адгезия соответствует 3 классу, это видно по незначительным нарушениям целостности материала вокруг кратера. Для этого случая адгезию можно считать удовлетворительной удовлетворительная.

В заключение отметим, что в целом результаты получения TiB₂ покрытия магнетронным методом напыления получились весьма удовлетворительными. Что касается самого покрытия TiB₂, то результат измерения микротвердости показал не лучший результат. Так как обычная твердость TiB₂ составляет 30 ГПа, а в результате работы было получено 20 ГПа. Так же можно выделить, что лучшим адгезионным подслоем из четырех исследованных выше, в результате показал TiN.

Список литературы

1. Гончаров А.А, Коновалов В.А, Ступак В.А. Влияние потенциала смещения на структуру тонких пленок диборида тантала//Письма в ЖТФ. – 2007. – Т. 33. – С. 12-17.
2. Гончаров А.А, Характерные особенности формирования структуры, состава и свойств пленок диборидов переходных металлов PVD-Методами//ФП ФИП PSE. - 2011. – Т. 9. – С. 4-10.
3. Ф.В. Кирюханцев-Корнеев, Н.А. Ширманов, А.Н. Шевейко, Е.А. Левашов и др., Наноструктурирование износостойкие покрытия для металлорежущего инструмента, полученные методами электронного испарения и магнетронного распыления// Вестник Машиностроения. – 2010. №9 – С. 62-73.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

М.С. Зубков, студент группы 10А42,

научный руководитель: Зернин Е.А.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

В статье рассмотрены преимущества и недостатки газотермического напыления.

В виду того, что к рабочим поверхностям деталей машин, при разных условиях эксплуатации требуются определенные свойства: износостойкости, жаростойкости, коррозионной стойкости и т.д., и для того чтобы обеспечить деталям требуемые свойства не обязательно использовать другие материалы для детали, возможно использование напыления на поверхность детали для предания защитных свойств [1].

Напыление – это процесс нанесения на обрабатываемую поверхность покрытия с помощью высокотемпературной скоростной струи, которая содержит капли или частицы порошка напыляемого материала. Эти частицы (капли) оседают на поверхности обрабатываемой детали [2].

Технология напыления в зависимости от применяемого источника тепловой энергии делится на два основных вида: газопламенное напыление, выделяющее теплоту, использованную в процессе, при смеси кислорода и горючего газа, и электрическое напыление - основанное на использовании теплоты, выделяемой при горении электрической дуги [3].

За всё время применения, газопламенное напыление подверглось многим усовершенствованиям по улучшению качества и модернизации оборудования напыляемых деталей. Газопламенное напыление используют для того, чтобы нанести покрытия с высокой износо- и коррозионостойкостью из железных, никелевых, медных, алюминиевых, цинковых сплавов. Также применяются баббитовые покрытия для подшипников скольжения, электропроводные покрытия, электроизоляционные покрытия и декоративные покрытия. Обширно покрытия используются для восстановления формы и необходимо геометрии деталей различного насосно-компрессорного оборудования, крышек и валов электродвигателей, нестандартного оборудования. Полученные напылением покрытия, могут обрабатываться резанием либо шлифованием, отличаются пористостью в 2-10 % [4].

Напыление покрытий применяется [4]:

- для упрочнения деталей в общем машиностроении, а именно ролики, подшипники различного назначения, шестерни, калибры (в том числе резьбовые), станочные центры, матрицы и др.;
- автомобильная промышленность тоже использует напыление для нанесения покрытий на различные валы, детали тормозов, детали двигателя, диски сцепления, выхлопные клапаны;
- в авиационной промышленности для нанесения покрытий на сопла и другие элементы двигателей, лопатки турбин, для облицовки фюзеляжа;
- для покрытий конденсаторов, отражателей антенн - в электротехнической промышленности;
- в химической и нефтехимической промышленности для покрытия различных валов, сопел, плунжеров, цилиндров насосов, камер сгорания, для защиты от коррозии металлоконструкций, работающих в агрессивной среде;
- для напыления электродов озонаторов, зубных протезов в медицине.

Преимущества напыления:

1. Нанесения покрытий возможно на изделия, изготовленные практически из любого материала и не только из металла, но и из стекла, фарфора и фаянса, также из органических и большого разнообразия других материалов. Данным преимуществом не обладает только напыление, ни один из известных способов поверхностной обработки, не пригодны, так как одни пригодны лишь для металлов, другие для узкого количества материалов [5].
2. Для напыления возможно применять разные материалы с помощью одного и того же оборудования [9].
3. При напылении не важны размеры обрабатываемой поверхности изделия. Покрытие напыляется как на малые, так и на большие площади. Напыление приносит большие экономические выгоды в случае неприемлемости других способов упрочнения, например, когда необходимо нанести покрытие на часть большого изделия [10].
4. Использование напыления для увеличения размеров детали для ремонта или восстановления деталей машин. При механической обработке, когда с изделия срезан лишний слой металла для избегания брака, изделию можно придать нужную форму. Толщина напыляемого слоя составляет от 6 до 300 мкм [5].
5. Оборудование для напыления относительно простое, не сложно в использовании, небольшая масса, возможность быстро и легко перемещаться. К примеру, для газопламенного напыления достаточно иметь компрессор, горелку и газовые баллоны. При наличии источника электроэнергии, напыление можно проводить электрическими методами [10].
6. Для напыления возможен широкий выбор материала, можно использовать различные металлы, сплавы, соединения металлов с оксидами, пластмассы, различные химические соединения и их смеси. Возможность получения покрытия со специальными свойствами путём многослойного покрытия разнородными материалами [11].
7. Так как для многих способов поверхностной обработки используется нагрев до высоких температур, что в большинстве случаев становится причиной возникновения дефектов, то для напыления деформации будут незначительны [5].
8. Использование напыления, для изготовления деталей машин различной формы [12].
9. Трудоемкость процесса низкая, производительность нанесения покрытия довольно высокая, простота технологические операции напыления [10].

10. В отличие от средств очистки и нейтрализации при гальванических видах обработки изделия напыление не требует специальной дорогостоящей обработки продуктов, загрязняющих окружающую среду [5].

Недостатки напыления:

1. При нанесении покрытий на мелкие детали большая часть напыляемого материала пролетает мимо, поэтому возникает излишний расход напыляемого материала [6].
2. Возникновение вредных условий работы для операторов при предварительной обработке, так как происходит загрязнение рабочего участка из-за того что для предварительной обработки требуется пескоструйная или дробеструйная обработка [7].
3. В процессе напыления происходит выделение вредных аэрозолей и дыма, что требует мощные вытяжные устройства [10].
4. Не всегда достаточная прочность сцепления покрытий с основой (5 – 45 МПа) при испытании на нормальный отрыв [6].
5. Возможное наличие пористости (находится в диапазоне от 5 до 25 %), что препятствует использованию покрытий в коррозионных средах без дополнительной обработки.
6. Невысокий коэффициент использования энергии газопламенной струи на нагрев порошка (2 - 12 %).
7. Практически невозможно нанести покрытия из тугоплавких материалов, температура плавления которых более 2800 °С.

Таким образом, изучая принцип газотермического напыления, выявлено, что напыление является экономически выгодным подходом, предающим необходимые параметры для конкретных условий работы изделий [8].

Список литературы

1. Гусева Е.А. Повышение износостойкости технологических узлов. – Иркутск 2011. – 46 с.
2. Плазменное напыление [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.avcd.ru/plazmennoe-napylenie-2.html> Дата обращения - 20.03.2018. – Загл.с экрана.
3. Современные технологии реновации и ремонта [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.tehnap.ru/tech/> Дата обращения - 20.03.2018. – Загл.с экрана.
4. Хасуи А. Моригаки О. Наплавка и напыление / Перевод с японского: Попов В.Н, редакторы: Степин В.С., Шестёркин Н.Г..-М.: Машиностроение 1985 -240с.
5. Технологические особенности газотермических методов напыления [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=652448> Дата обращения - 20.03.2018. – Загл.с экрана.
6. Газопламенное напыление [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/gas-sputtering/522-gazoplamennoe-napylenie> Дата обращения - 20.03.2018. – Загл.с экрана.
7. Алёшин Н.П, Чернышёв Г.Г. и др. Справочник. Сварка. Резка. Контроль. / под редакцией Алёшина Н.П, Чернышёва Г.Г. Том-2. -М.: Машиностроение 2004 -480с.
8. Газотермическое напыление металла [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://czpu.ru/gazotermicheskoe-napylenie-metalla/> Дата обращения - 20.03.2018. – Загл.с экрана.
9. Газотермическое напыление (Thermal spraying) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tehnap.ru/40-gazotermicheskoe-napylenie.html> Дата обращения - 15.04.2018. – Загл.с экрана.
10. Технологические особенности газотермических методов напыления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=652448> Дата обращения 15.04.2018. – Загл.с экрана.
11. Газотермическое напыление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://postnauka.ru/video/74330> Дата обращения 15.04.2018. – Загл.с экрана.
12. Сидоров А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://booktech.ru/books/svarka/9015-vosstanovlenie-detaley-mashin-napyleniem-i-naplavkoj-1987-i-sidorov.html> Дата обращения 15.04.2018. – Загл.с экрана.