

4. M. Dehestani, E. Adolfsson. Phase stability and mechanical properties of zirconia and zirconia composites // Appl. Ceram. Technol. 2013. V. 10, № 1. P. 129-141.

ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОМ НАПЫЛЕНИИ

ЧЖАО ИФАНЬ, Б.С. ЗЕНИН

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
E-mail: lusilanzhao@gmail.com

Технология газотермического напыления покрытий (ГТН) позволяет существенно увеличивать срок службы деталей машин и механизмов [1]. Особенностью технологии ГТН является то, что получаемое покрытие формируется из направленного потока дисперсных частиц. Структура материала покрытия формируется при ударе, деформации и затвердевании нагретых (или расплавленных) частиц на поверхности основы или предыдущих остывших частиц. При этом образуется слоистый материал, состоящий из деформированных частиц (слэтов), соединенных контактными участками. Определяющим условием образования прочного соединения частиц друг с другом и с напыляемой поверхностью (высокой адгезии и когезии) являются высокая скорость частиц и высокая температура на контактной границе частица-подложка.

В последнее время была предложена новая технология - холодное газодинамическое напыление (ХГН) [2]. В основе данной технологии лежит процесс формирования металлических покрытий при соударении холодных (с температурой, существенно меньшей температуры плавления) металлических частиц, ускоренных сверхзвуковым газовым потоком до скорости несколько сот метров в секунду, с поверхностью обрабатываемой детали. Основным энергетическим источником в этом случае является кинетическая энергия напыляемых частиц. Минимальное тепловое взаимодействие частиц с окружающей средой обеспечивает повышенное качество получаемого покрытия.

Для анализа температурных условий на границе напыленной частицы с подложкой рассмотрим условия контакта, определяющие адгезию напыляемого покрытия и условия контакта, определяющие когезию внутри напыленного слоя.

Контактную температуру для произвольной скорости частицы можно определить по формуле [3]:

$$T_c = \frac{T_s + K_p T_p}{1 + K_p}, \quad K_p = \sqrt{\frac{\lambda_p c_p \rho_p}{\lambda_s c_s \rho_s}},$$

где T_c – температура в контакте с учетом скорости частиц; ρ – плотность материала частицы (р) и подложки (s), c – удельная теплоёмкости; λ – коэффициент теплопроводности; T_s – начальная температура подложки; T_p – температура частицы; K_p – критерий тепловой активности частицы по отношению к подложке.

Для расчёта температуры дополнительного подогрева рассмотрим баланс энергии, принимая, что вся кинетическая энергия частицы переходит в тепловую энергию:

$$\frac{mv^2}{2} = mc\Delta T, \quad \Delta T = \frac{v^2}{2c},$$

В этом случае температура в контакте определяется формулой:

$$T_c = \frac{T_s + K_p (T_p + \Delta T)}{1 + K_p}$$

В работе выбраны порошки из чистых металлов трех типов, обладающие отличающимися физическими свойствами, порошки: Fe, Cu, W. В качестве материала основы рассматривается малоуглеродистая сталь Ст20.

По данным проведенных расчетов построены зависимости контактных температур от скорости частицы для исследованных систем. За счет разогрева напыляемой частицы температура в контакте на границе частица – подложки и частица – частица при ГТН значительно выше, чем при ХГН, во всем интервале скоростей, особенно для системы W/Ст20 (рисунок 1). Контактная температура при ХГН начинает заметно возрастать лишь при скорости выше 600 м/с за счет кинетической энергии напыляемой частицы.

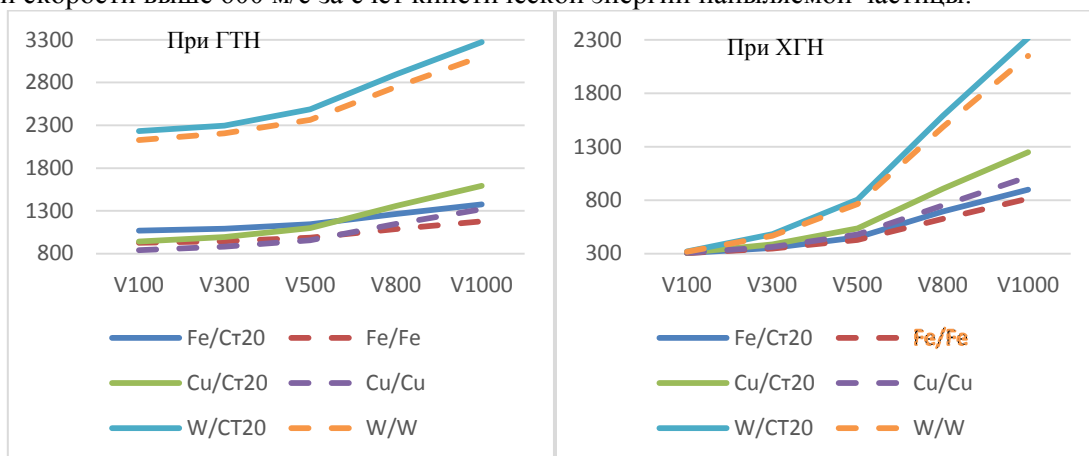


Рисунок 1 – Контактные температуры на границе частица – подложки и частица – частица при разных скоростях при ГТН и ХГН

На рис. 2 показано значение температуры в контакте в рассматриваемых системах при $V=500$ м/с и $V=1000$ м/с. Здесь, например, для системы Fe/Ст20 контактная температура на границе Fe/Ст20 отвечает условию формирования адгезии, а на границе Fe/Fe (в объеме слоя покрытия) – когезии.

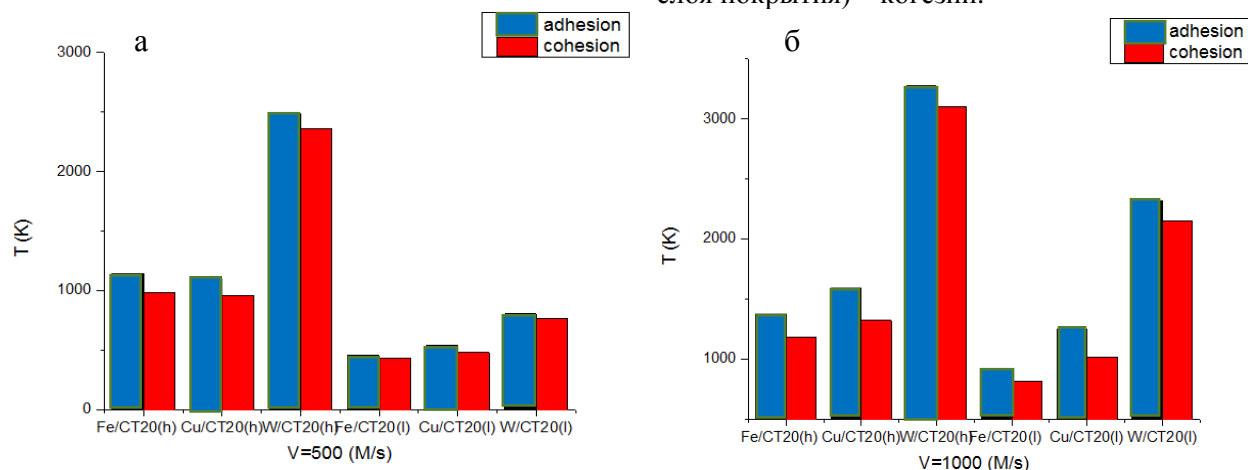


Рисунок 2 – Контактные температуры при ГТН (h) и ХГН (l) в покрытиях при скорости $V=500$ м/с (a) и $V=1000$ м/с (б)

Полученные результаты показывают, что при ХГН для получения прочного сцепления покрытия с основой необходимая скорость частиц должна быть выше 1000 м/с.

Список литературы

1. Борисов Ю.С., Борисова А.Л. Плазменные порошковые покрытия. – К.: Наукова

- думка, 1986. – 204 с.
2. Алхимов А.П., В.Ф. Косарев, А.В. Плохов. Научные основы холодного газодинамического напыления (ХГН) и свойства напыленных материалов. – Изд-во НГТУ, 2006. – 280 с
 3. Алхимов А.П., Клинков С.В., Косарев В.Ф. Температура вблизи контактной границы при высокоскоростном соударении микрочастицы с поверхностью // Физическая мезомеханика 3 1 (2000) – С. 53–57.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИНЖЕКЦИОННОГО ФОРМОВАНИЯ ИЗ ФИДСТОКА CATAMOLD 420W

ЧЭНЬ ЦЗЯЦЗЮНЬ^{1,2}

Научный руководитель: к.т.н., доцент ТПУ Е.А. Даренская

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет

²Шэньянский политехнический университет

E-mail: czyaczyun1@tpu.ru

За последние годы, развитие порошковой металлургии было в центре внимания в связи с активным развитием технологии изготовления деталей литьем порошковых смесей под давлением. Инжекционное формование применяется для керамики и пластмасс уже много лет, но только в последнее время технологии инжекционного формования применяется для металлических порошков [1].

В настоящее время в России практически отсутствует производство фидстоков для инжекционного формования. Для разработки новых составов фидстоков необходимо исследовать существующие успешные примеры, например фирмы BASF (Германия), которая производит фидстоки в широком ассортименте.

В связи с этим целью работы является исследование фазового состава и механических свойств изделий, полученных методом инжекционного формования из фидстока Catamold 420W. Для достижения этой цели поставлены следующие задачи: провести металлографический анализ; оценить пористость; исследовать фазовой состав; измерить микротвердость.

Объектами исследования являются фидстоки Catamold 420W и спеченное изделие из этого фидстока. Гранулы фидстока имеют цилиндрическую форму с высотой 2,5 мм и радиусом 4 мм. А спеченное изделие имеет сложную форму, как показано на рисунке 1. В таблице 1 представлен химический состав металлической части фидстока [2].

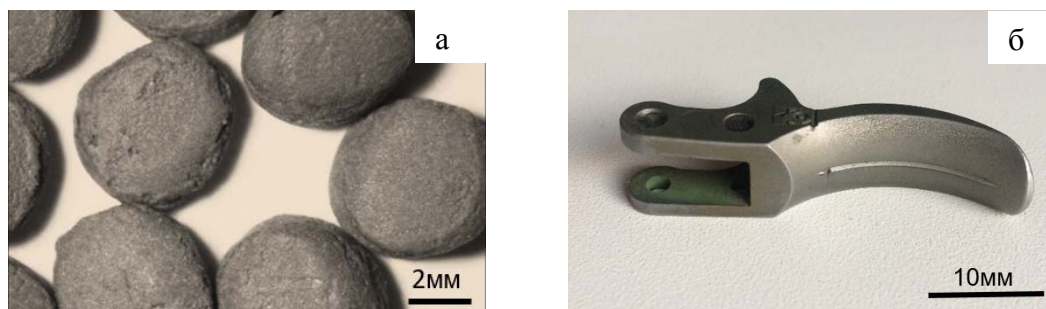


Рисунок 1 – Объекты исследований: а) фидсток; б) спеченное изделие

Таблица 1 – Химический состав металлической части фидстока

С (%)	Cr (%)	Mo (%)	Nb (%)	Ni (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Fe
0,35-0,50	12-14	≤0,65	1,0-2,0	≤0,60	≤1,0	≤1,0	≤0,040	≤0,030	Осн.