ДЕФОРМАЦИЯ ЧАСТИЦ ПРИ ДЕТОНАЦИОННОМ НАПЫЛЕНИИ НА МЯГКУЮ И ТВЕРДУЮ ПОДЛОЖКУ: СРАВНЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ И SPH-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Рябинкина П.А.[1]

[1)] Новосибирский государственный технический университет,
г. Новосибирск, Россия
E-mail: ryabinkinapolina@gmail.com

PARTICLES' DEFORMATION DURING DETONATION SPRAYING ON SOFT AND HARD SUBSTRATE: COMPARISON OF EXPERIMENTAL DATA AND SPH-SIMULATION

Riabinkina P.A.[1]
[1)] Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

The processes accompanying single particle impact on soft and hard substrate during detonation spraying are analyzed. Smoothed Particle Hydrodynamics method was used for process simulation.

Метод детонационного напыления, наряду с другими технологиями газотермического напыления, активно используется для формирования защитных покрытий на основе различных материалов – металлов, композиционных материалов на основе оксидов и карбидов металлов, интерметаллидов. Особенностями, характерными для детонационного напыления, являются импульсный характер процесса, высокие температуры и скорости частиц. Выбор экспериментальных методик, позволяющих оценить температурно-деформационные изменения, протекающие в материалах при их динамическом взаимодействии, довольно мал, поэтому исследователи применяют методы численного моделирования.

Цель настоящей работы заключалась в выявлении особенностей взаимодействия частиц с подложкой при детонационном напылении путем анализа экспериментальных данных и результатов моделирования процесса методом SPH (SPH – Smoothed Particle Hydrodynamics) [1].

В качестве напыляемого материала был использован сферический порошок меди со средним размером 40-45 мкм. Были использованы 2 вида подложек – пластины из меди М1 и стали 35. Перед проведением экспериментов по напылению подложки подвергались отжигу, механическая обработка подложек заключалась в шлифовании и полировании их поверхности. Напыление проводили с использованием установки CCDS2000 [2]. В зависимости от выбранного режима обеспечивалось соударение как нагретых, но не полностью расплавленных частиц порошка, так и расплавленных частиц с подложкой. Полученные образцы исследовали с использованием сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss EVO 50 XVP. Геометрия сформированных сплэтов (частиц пластинчатой

морфологии, полученных при напылении) исследовалась с использованием оптического профилометра Zygo New View 7300.

При моделировании анализировались процессы, сопутствующие соударению единичной частицы меди с цилиндрической медной или стальной подложкой. Температуры и скорости частиц при моделировании соответствовали экспериментальным. Были оценены степень пластической деформации, изменение температуры подложки и частицы, а также геометрические параметры полученных в ходе соударения частиц. Был проведен совместный анализ результатов моделирования и экспериментальных данных.

Работа выполнена в соответствии с Федеральным заданием Министерства образования и науки Российской Федерации (проект FSUN-2020-0014 (2019-0931)): «Исследования метастабильных структур, формируемых на поверхностях и границах раздела материалов при экстремальном внешнем воздействии». Исследования проведены на оборудовании ЦКП «Структура, механические и физические свойства материалов» НГТУ.

1. Monaghan J. J. Smoothed particle hydrodynamics //Reports on progress in physics. 2005. V. 68. №. 8. P. 1703.
2. Ulianitsky, V. Computer-controlled detonation spraying: from process fundamentals toward advanced applications. J. Thermal Spray Technol. 2011. V.20. P.791–801.