ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/39

**ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ ЧАСТИЦ
АЛЮМИНИЯ В ПЛАНЕТАРНОЙ МЕЛЬНИЦЕ**

Видюк Т.М., Чесноков А.Е., Смирнов А.В.

Институт теоретической и прикладной механики СО РАН, Новосибирск

Нанесение покрытий на механические детали методами газотермического и газодинамического напыления в настоящее время являются неотъемлемой частью автомобильной, авиационной, тяжелой, а также медицинской, биологической и других промышленности. Основная задача покрытий заключается в увеличении срока эксплуатации деталей и функциональных узлов различной техники и оборудования при высоких механических нагрузках, температурах, химически агрессивных средах и других воздействиях. В процессе напыления влияние на формирование внутренней структуры покрытия оказывают основные физические параметры, такие как скорость, температура, размер, форма и внутренняя структура частицы, температура подложки, материал и состояние поверхности [1]. Формирование покрытия происходит последовательно вследствие соударения с подложкой отдельных частиц - сплэтов - основных элементарных объемов структуры покрытия. Для газотермических методов напыления характерен нагрев до и выше температуры плавления материала частиц. Особенностью холодного газодинамического напыления является возможность наносить покрытия частицами без существенного нагрева, что позволяет получать покрытия со свойствами, близкими к свойствам материала напыляемых частиц [2]. Как правило, предварительное высокоэнергетическое воздействие на исходный материал приводит к изменению структуры частиц. Например, механическая обработка порошков в планетарной мельнице приводит к накоплению энергии деформации по всему объему, появлению точечных и линейных дефектов в кристаллической решетке; очищению их поверхности вследствие разрушения оксидных пленок и адсорбированных слоев, которые являются диффузионным барьером для начала химического взаимодействия реагентов; химических превращений и т.д. [3]. Следовательно, характеристики покрытий, напыленных из механически обработанных частиц, будут отличаться от значений физических, химических и механических параметров покрытий, полученных при напылении исходных порошков.

Целью работы является экспериментальное исследование влияния механической обработки порошка алюминия в планетарной мельнице в зависимости от времени.

Для выполнения работы были решены следующие задачи:

1. механическая обработка порошка в течение 15, 30, 45, 60 и 90 секунд, при постоянном отношении массы загружаемых шаров к обрабатываемому материалу и ускорению мелющих тел;
2. определен гранулометрический состав и удельная поверхность, исследована морфология поверхности и внутренняя структура механически обработанных и исходных частиц.

После механической обработки порошок был разделен на две фракции с размерами меньше и больше 90 мкм. Разделение частиц на две фракции обусловлено тем, что частицы основной фракции с размерами меньше 90 мкм имеют широкое применение, в частности, в газотермическом, детонационном и холодном газодинамическом напылении. Частицы размерами больше 90 мкм формой в виде деформированного диска могут быть обработаны в плазменной струе, результатом которой будет порошок, состоящий из микронного и декамикронного размера частиц сферической формы. Такие частицы в настоящее время востребованы аддитивными технологиями, лазерной наплавкой и в других отраслях порошковой металлургии. Увеличение времени механической обработки приводит к уменьшению массовой доли частиц фракции меньше 90 мкм. При взаимодействии мелющего тела с частицей кинетическая энергия расходуется на пластическую деформацию частицы с выделением большого количества тепла, вплоть до 95% [4]. При увеличении времени

Секция 2. Неустойчивость и локализация деформации и разрушения в материалах с иерархической структурой

механической обработки возрастает количество введенной энергии в материал, что приводит к увеличению теплоты, выделяемой во время деформации частиц, которая не успевает рассеяться, вследствие чего происходит стремительный рост температуры всей системы, приводящий к нагреву материала до температуры, близкой к температуре плавления или к его плавлению [5]. Частицы, имеющие температуру, близкую к температуре плавления материала, являются пластичными, легко взаимодействуют друг с другом; происходит увеличение их размеров вследствие процесса гранулирования методом окатывания. Плавление алюминиевых частиц наблюдается при механической обработке в течение 120 секунд. Результаты исследования гранулометрического состава показывают, что наблюдается увеличение среднего размера частиц при механической обработке, которое характеризует зарождение и образование агломератов, состоящих из ультрадисперсных частиц алюминия слоистой структурой.

В работе проведено экспериментальное исследование влияния времени механической обработки на гранулометрический состав и внутреннюю структуру алюминиевых частиц. Показано, что увеличение времени механической обработки приводит к росту температуры всей системы (шар - частица), вследствие чего наблюдается процесс гранулирования методом окатывания. Увеличивается массовая доля частиц размером больше 90 мкм. При механической обработке в течение 120 секунд обрабатываемый материал достигает температуры плавления.

Работа частично выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы No. AAAA-A17-117030610124-0.

1. Influence of Powder Porous Structure on the Deposition Behavior of Cold-Sprayed WC-12Co Coatings, Pei-Hu Gao, Yi-Gong Li, Chang-Jiu Li, Guan-Jun Yang, and Cheng-Xin Li, JTTEE5 17:742–749, DOI: 10.1007/s11666-008-9258-1
2. A. Alkhimov, V. Kosarev, A. Papyrin, Cold Spray Technology. Experimental study of the deposition process. // Applied mechanics and technical physics, 1998. – V. 39. – № 2. – P. 182–188. (in Russian)
3. E. Avvakumov, Mechanical methods of activation of chemical processes. – Novosibirsk: Nauka, 1988. – 305 p. (in Russian)
4. Taylor G. I. The mechanism of plastic deformation of crystals. – Proc. Roy. Soc., 1934, v. A145, p. 362–404. <https://doi.org/10.1098/rspa.1934.0106>
5. F. P. Bowden, P. H. Thomas. The surface temperature of sliding solids — Proc. Roy. Soc., 1954. a. A223, p. 29–40. <https://doi.org/10.1098/rspa.1954.0098>