

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дудиной Дины Владимировны
«Закономерности формирования фазового состава и структуры
композиционных материалов и покрытий в условиях
неравновесного компактирования и импульсных воздействий»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по
специальности 05.16.09 - Материаловедение (в машиностроении)

Диссертация посвящена актуальной проблеме современного материаловедения – исследованию неравновесных процессов получения композиционных материалов, содержащих метастабильные фазы и наноразмерные структуры, позволяющих обеспечить высокий уровень физико-химических, механических свойств и функциональных характеристик. Методами электроискрового спекания и спекания при помощи индукционного нагрева, а также в условиях импульсных воздействий при детонационном напылении и в условиях действия однократных импульсов электрического тока получены композиционные материалы и покрытия на основе порошков металлов, керамики и интерметаллидов. В качестве исходных использованы однокомпонентные порошки, композиционные порошковые смеси, полученные обработкой смесей исходных порошков в планетарных и вибрационных мельницах, порошки, полученные измельчением лент аморфных сплавов, а также порошковые продукты, полученные методами самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и теплового взрыва в механически обработанных смесях.

Рассмотрено формирование объемных композиционных материалов и покрытий в условиях протекания химических реакций между твердыми компонентами порошковой смеси, между твердыми и газообразными компонентами, и при отсутствии химического взаимодействия между фазами. С использованием методов растровой и просвечивающей электронной микроскопии, микрорентгеноспектрального и рентгеновского анализа, стандартных методик измерения твердости и прочности получены данные об особенностях формирования фазового состава и структуры композиционных материалов и покрытий. На примере медного порошка ПМС-1 установлено, что методом электроискрового спекания возможно получение порошковых материалов с размером кристаллитов меньшим, чем у исходных порошков за счет локального плавления областей материала и быстрого охлаждения, а также образования дисперсных частиц металла при восстановлении оксидных пленок углеродом графитовой оснастки. Исследованы физические процессы и морфологические особенности формирования контактов между частицами порошка и плоской поверхностью, химическое взаимодействие между частицами композиционных порошков при электроискровом спекании и детонационном напылении. Показано, что полученные электроискровым спеканием из реакционных смесей порошков Ti-B-C материалы имеет более дефектную структуру и меньший размер зерна, проявляют более высокие значения твердости и трещиностойкости по сравнению с продуктами теплового взрыва этих же смесей. Представлены результаты исследований процессов образования детонационных покрытий, включающих химические превращения в напыляемых материалах в зависимости от состава взрывчатой смеси и газа-носителя. Исследованы закономерности образования слоистых покрытий, возникающих в результате химических реакций, в которых может быть задействован как весь объем частиц, так и только приповерхностные слои, что сопровождается образованием новых фаз на поверхности ускоряемых частиц и последующим превращением частиц в слеты (пластинчатые образования) при ударе о подложку. Полученные результаты позволяют гибко варьировать параметры процесса, целенаправленно осуществлять или контролировать химические реакции с участием напыляемых порошков. Для предотвращения протекания нежелательных химических реакций исследована возможность сохранения метастабильных фаз – металлических стекол – при компактировании композиционных порошков и

обработке аморфных металлических сплавов одиночными импульсами электрического тока. На примере аморфных сплавов $Ti_{33}Cu_{67}$ и $Fe_{83}B_{17}$ показано, что аморфная структура сплавов может быть полностью или частично сохранена или преобразована в кристаллические фазы, в том числе метастабильные, путем гибкого изменения условий импульсного воздействия. Показано, что в композиционных системах, характеризующихся отсутствием химического взаимодействия на границе раздела при повышении температуры вплоть до появления жидкой фазы, микроструктурные изменения при неравновесном компактировании порошков и детонационном напылении заключаются в изменении размера частиц или зерен, а также взаимного распределения фаз.

Результаты исследований закономерностей реакционного поведения материалов при детонационном напылении используются в ООО «НПО Спецпокрытие» и ООО «ИВК Эталон» при оптимизации условий получения покрытий из широкого спектра материалов. Результаты, полученные в диссертационной работе, внедрены в учебный процесс в Новосибирском государственном техническом университете при реализации образовательных программ в области материаловедения.

Достоверность полученных в диссертационной работе результатов обеспечивается применением современных методов исследований, воспроизводимостью полученных данных и не противоречит существующим теоретическим представлениям по рассматриваемым вопросам. Результаты диссертационной работы нашли отражение в 55 научных публикациях, в т.ч. в 43 рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК, индексируемых в Web of Science и Scopus, 3 монографиях и патенте на изобретение.

Необходимо отметить большой объем экспериментальных исследований, проведенных автором, что вносит несомненный вклад в развитие новых перспективных технологий получения композиционных материалов и покрытий.

В качестве замечаний к автореферату необходимо отметить следующее:

1. В автореферате отсутствует ясное объяснение механизма устранения пористости спеченных материалов в системе V_4C-TiB_2 за счет распределение реагента (титана), входящего в состав фазы с более высокой температурой плавления (TiB_2).
2. В автореферате не приведены данные об удельных энергозатратах при компактировании порошков, что не позволяет судить об эффективности применяемых методов.
3. Спорным является отнесение метода индукционного нагрева в стальной пресс-форме к неравновесным процессам, т.к. в автореферате отсутствует информация, позволяющая судить о скорости нагрева и охлаждения компактируемых порошков.

Несмотря на сделанные замечания, выполненная работа удовлетворяет требованиям ВАК и Минобрнауки РФ, а ее автор, Дудина Дина Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 - Материаловедение (в машиностроении).

Белявин Климентий Евгеньевич
Республика Беларусь, 220013, г. Минск, пр-т Независимости, 65
+375 17 2939518, mitomd@bntu.by
Белорусский национальный технический университет
заведующий кафедрой «Машины и технология обработки металлов давлением», д-р техн. наук, профессор

Минько Дмитрий Вацлавович
Республика Беларусь, 220013, г. Минск, пр-т Независимости, 65
+375 17 2939664, dminko@tut.by
Белорусский национальный технический университет
доцент кафедры «Машины и технология обработки металлов давлением», канд. техн. наук, доцент

Поступил в печать 24.11.2017


