

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки/профиль 03.06.01 Физика и астрономия/ 01.04.07 Физика
конденсированного состояния

Школа Инженерная школа новых производственных технологий

Отделение материаловедения

Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы

| Тема научного доклада |
|---|
| Моделирование формирования структуры металломатричных композитов в процессе синтеза с оценкой эффективных свойств |

УДК 620.22-419.8:53-047.84-047.58

Аспирант

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------------------------|---------|------|
| A4-08 | Анисимова Мария Александровна | | |

Руководителя профиля подготовки

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|-------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор-консультант | Чернов И.П. | д.ф.-м.н., профессор | | |

Руководитель отделения

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Руководитель ОМ | Клименов В. А. | д.т.н., профессор | | |

Научный руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Князева А.Г. | д.ф.-м.н., профессор | | |

Томск – 2018 г.

В настоящее время требования к конструкционным материалам, применяемым в современных технологиях, возрастают. В связи с тем, что свойства простых материалов редко удовлетворяют эксплуатационным требованиям, широкое применение получили композиционные материалы и покрытия [1]. Свойства таких материалов зависят от условий и способов их получения и могут изменяться введением определенного числа частиц различных материалов. Так, композиционные керамические покрытия обладают повышенной коррозионной стойкостью и микротвердостью. Добавление в никелевую матрицу частиц карбида вольфрама приводит к увеличению микротвердости материала [2, 3], а увеличение твердости алюминиевого покрытия можно добиться введением частиц карбида кремния [4]. Для улучшения поверхностных свойств титана используют метод нанесения композиционных покрытий с армирующими частицами карбида титана, что значительно увеличивает химическую стабильность и износостойкость детали [5, 6]. Большое распространение получили металломатричные композиционные материалы с алмазными включениями. Они широко используются для изготовления компонент электронных машин из-за их тепловых свойств, а именно высокой теплопроводности и низкого коэффициента теплового расширения [7]. Иногда частицы наполнителя покрывают тонким слоем металла, для улучшения контакта между матрицей и частицей, что так же оказывает влияние на свойства всего композита [8,9].

Таким образом, на свойства композиционного материала влияют: методы и условия синтеза, материал и концентрация включений, процессы на границе раздела между матрицей и частицей.

Настоящая работа посвящена моделированию процесса кристаллизации металломатричного композита с твердыми включениями с учетом условий синтеза (давление, скорость охлаждения), моделированию процесса формирования переходной зоны между частицами и матрицей и расчету эффективных свойств получаемых композитов.

Модель процесса кристаллизации учитывает характер теплообмена покрытия с окружающей средой и с подложкой, а также распределение частиц в покрытии. Модель позволяет изучить влияние условия неидеального контакта между покрытием и подложкой на изменение температуры на границе раздела и на процесс остывания и кристаллизации.

Следующий этап работы посвящен моделированию процесса формирования переходной зоны между матрицей и частицей с покрытием, свойства и ширина которого оказывают влияние на общие свойства материала [10]. Условия синтеза учитываются как управляющие параметры. В модели учитывается диффузия и формирование фаз в зоне контакта. В результате мы получаем состав и ширину переходного слоя, что в дальнейшем может быть использовано для оценки эффективных свойств композита.

В основе оценки эффективных свойств композиционного материала с металлической матрицей и предварительно покрытыми частицами лежит метод гомогенизации Максвелла в терминах тензоров вклада. Метод позволяет оценить, как тепловые, так и механические свойства композита. Для расчета свойств частицы с межфазной зоной используется метод замены неоднородного включения эквивалентным однородным. Этот метод позволяет изучить влияние ширины межфазной зоны на общие свойства композиционного материала.

Список литературы

- 1 Abdel Hamid Z. Composite and Nanocomposite Coatings // Journal of Metallurgical Engineering. – 2014. – Vol. 3, Issue 1. – P. 29-42.
- 2 Kodandarama L., Krishna M., Narasimha Murthy H. N., Sharma S. C. Effect of electro-co-deposition parameters on nickel tungsten carbide composite coatings // International Journal of Advanced Engineering Technology. – 2011. - Vol. 2, Issue 4 – P. 105-113.
- 3 Singh D.K., Tripathi V.K., Singh V. B. Electrocodeposition and Characterization of Ni-WC Composite Coating From Non – Aqueous Bath // International Journal of Materials Science and Applications. – 2013. – Vol. 2, No 2. – P. 68-73.
- 4 Morisada Y., Fujii H., Nagaoka T., Fukusumi M. Effect of friction stir processing with SiC particles on microstructure and hardness of AZ31// Materials Science and Engineering A. – 2006. – Vol. 433. – P. 50-54.
- 5 Rasool G., Mridha S., Stack M.M. Mapping wear mechanisms of TiC/Ti composite coatings // Wear. – 2015. – Vol. 328–329. - P. 498-508.
- 6 Monfared A., Kokabi A.H., Asgari S. Microstructural studies and wear assessments of Ti/TiC surface composite coatings on commercial pure Ti produced by titanium cored wires and TIG process // Materials Chemistry and Physics – 2013. – Vol. 137, Issue 3. – P. 959-966.
- 7 Zweben, C. Advanced Composites and Other Advanced Materials for Electronic Packaging Thermal Management // International Symposium on Advanced Packaging Materials - 2001. - P. 360-365
- 8 Liang, X., Jia, C., Chu, C., Chen, H., Nie, J., Gao, W. Thermal conductivity and microstructure of Al/diamond composites with Ti-coated diamond particles consolidated by spark plasma sintering // Journal of Composite Materials.- 2011. –Vol. 46, No 9.-P. 1127–1136
- 9 Yang, B., Yu, J., Chen, C. Microstructure and thermal expansion of Ti coated diamond/Al composites // Trans. Nonferrous Met. Soc. China. – 2009. – Vol. 19. – P. 1167-1173
- 10 Johnson, W. B., Sonuparlak, B. Diamond/Al metal matrix composites formed by the pressureless metal infiltration process // J. Mater. Res. – 1993. – Vol. 8, No 5. – P. 1169-1173