

УДК 669.018.95

**ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА «СПЛАВ В95 + КАРБИД КРЕМНИЯ»**Михлик Владислав Михайлович⁽¹⁾*Магистр 1-го курса (1)**кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана**Научный руководитель: Ю.А. Курганова,**доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»*

Сплав алюминия (Al) марки В95 (7075) в качестве матрицы и карбид кремния (SiC) в качестве армирующего материала был выбран, поскольку он имеет потенциальное применение в авиационной и космической промышленности из-за меньшего соотношения веса и прочности, высокой износостойкости и сопротивления ползучести. Композиты с металлической матрицей, армированные частицами карбида кремния, считаются превосходными конструкционными материалами в авиации, аэрокосмическом транспорте и автомобильной промышленности благодаря превосходному сочетанию низкой плотности и высокой теплопроводности. Ключ к улучшению их свойств лежит в управлении структурой путем выбора химического состава и обеспечения должного соединения по поверхностям раздела компонентов композиционного материала из алюминия (Al) и карбид кремния (SiC) [3-5].

Исследования микроструктуры и характеристик композита В95/SiC необходимы для обоснованного выбора режимов ТО с целью обеспечения заданного комплекса свойств [1,2].

Целью данной исследовательской работы являются: изготовление и исследования МКМ В95/SiC. Исследуемые комбинации включают 1, 5 и 10 мас.% SiC размером 82 мкм методом литья с перемешиванием. Полученные в результате литья композитные структуры анализируют с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и оптической микроскопии. Исследование выполнено на СЭМ Phenom XL G2 и оптическом микроскопе Olympus GX51.

Композиты с металлической матрицей обычно изготавливаются с использованием различных технологий, таких как энергетическая металлургия, литье под давлением и литье с перемешиванием. Литье с перемешиванием является наиболее подходящим для выбранной комбинации компонентов, а так же экономически обоснованным. При изготовлении композиционных материалов из сплава Al-SiC возникает существенная трудность, связанная с тем, что расплавленные алюминиевые сплавы не смачивают в должной степени керамический наполнитель. Так же известно, что добавки SiC имеют тенденцию вступать в реакцию с алюминием в процессе обработки, что приводит к образованию Al_4C_3 и Si на границе раздела фаз [6], что является не желательным. При получении образцов, сделан акцент на предотвращение химической реакции на границе раздела фаз и механическим смешиванием карбида кремния с медным порошком размером около 100 мкм. Медь была выбрана в дополнение карбиду кремнию благодаря ее «транспортным» свойствам [6].

При исследовании использовали следующие составы наполнителей (Таблица 1).

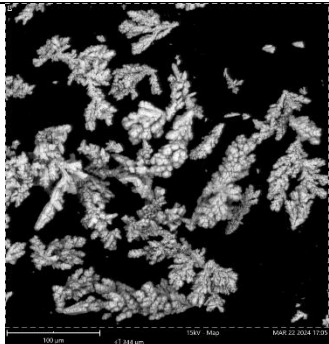

Таблица 1. Наполнение для МКМ на основе В95

№ п/п	Название
1	Без наполнителя
2	1%SiC + 1%Cu

3	5%SiC + 1%Cu
4	10%SiC + 1% Cu

В таблице 2 представлены снимки исходных порошков.

Таблица 2. Снимки порошков сделанные на СЭМ

№ п/п	Название	Снимки
1	Медь марки ПМС-1	
2	Карбид кремния марки F150	

В ходе работы исследована структура МКМ после литья и термической обработки (ТО). ТО №1 закалка 475 °С + естественное старение 14 суток, ТО №2 закалка 475 °С + двухступенчатое искусственное старение: 3 часа 140 °С и 3 часа 160 °С. Рассмотрены составы фаз, образующихся при литье и в ходе термической обработки. Измерена микротвёрдость образцов для исследования влияния образованных фаз.

По результатам работы получено, что наполнение алюминиевого сплава смесью карбида кремния и меди, а также их успешное распределение приводит к увеличению микротвёрдости материала до 7%. В ходе работы удалось успешно внедрить наполнитель в матрицу, что подтверждает наличие порошков на снимках СЭМ. Получена карта распределения химических элементов. Необходимы дальнейшие изготовление композитов выбранного состава, в которых SiC равномерно распределены в матрице из сплава В95 и на границе раздела фаз отсутствуют химические реакции.

Литература

1. Справочник по конструкционным материалам: Справочник / Арзамасов Б.Н., Соловьёва Т.В., Герасимов С.А. и др.; Под ред. Арзамасова Б.Н., Соловьёвой Т.В. — М.: Изд-во МГТУ им. Баумана Н.Э. — 2005
2. Курганова Ю.А. Конструкционные металломатричные композиционные материалы / Ю.А. Курганова, А.Г. Колмаков. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 144 с.
3. Concise Encyclopedia of Composite Materials / Ed. by A. Kelly. — Elsevier Science, 1994. — 378 p.
4. Acilar M, Gul F (2004) Effect of the applied load, sliding distance and oxidation on the dry sliding wear behaviour of Al–10 Si/SiCp composites produced by vacuum infiltration technique. *Mater Des* 25:209–217
5. Dong J, Cui JZ, Le QC, Lu GM (2003) Liquidus semi-continuous casting, reheating and thixoforming of a wrought aluminum alloy 7075. *Mater Sci Eng, A* 345:234–242

6. *Чэнь Ицзинь*. Разработка алюмоматричных материалов, полученных жидкофазным замешиванием: диссертация кандидата технических наук: 05.16.09, Москва 2021. – 160 с.
-