

УДК 621.763

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ПОРОШКОВЫХ ЛИГАТУР
НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ЖАРОПРОЧНОГО АЛЮМИНИЕВОГО
КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

Иванова Е. В., Агафонова В. О., Кириллова А. В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

В современной технике широко используют алюминий и его сплавы. Конструкторов привлекают их низкий удельный вес, высокие пластические свойства, коррозионная стойкость, технологичность. Понятен интерес к опробованию таких материалов в качестве матриц дискретно-армированных композиционных материалов. Введение в сплавы алюминия высокопрочных частиц обеспечивает повышенные удельные прочность и жёсткость, износостойкость при сохранении высокой электро- и теплопроводности и малого удельного веса. В качестве упрочняющих дискретных фаз обычно используют частицы или короткие волокна керамики, например такие, как SiC, TiC, Al₂O₃, AlN, B₄C и др., имеющие высокие механические свойства.

Введение в алюминиевую матрицу небольшого количества керамических частиц (2...10 %) вызывает улучшение механических характеристик композиционных материалов в широком интервале температур. Повышенное внимание к композиционным материалам, армированным частицами SiC, обусловлено высокой прочностью и твёрдостью этих частиц и удовлетворительной совместимостью с алюминиевыми матрицами.

Карбид кремния – одно из наиболее химически стойких соединений. Он не разлагается при действии минеральных кислот и их смесей, растворов щелочей. Исключением является фосфорная кислота, которая при 200-250 °С разлагает карбид кремния с выделением оксида кремния, диоксида углерода, водорода и метана. Карбид кремния получали СВС-процессом.

Широкое применение в изделиях авиационно-космической, автомобильной, энергетической и других видов техники находят матричные композиционные материалы (МКМ) на алюминиевой матрице, армированной частицами карбида кремния.

Лучшим методом изготовления композиционных материалов системы Al-SiC являются жидкофазные. Для получения нового алюминиевого композиционного сплава были проведены экспериментальные плавки при различных температурах: 750°С, 850°С и 950°С. Плавление проводилось в плавильной печи GRAFICARBO с цифровым терморегулятором с максимальной температурой 1200°С и максимальной загрузкой тигля 2000 г. В алюминиевый сплав А7 вводились лигатуры состава Cu-2,5%SiC в виде брикетов, полученных путем прессования с различными удельными давлениями от 10 до 35 тонн-сил. Введение лигатуры проводилось механическим замешиванием в расплав жидкого алюминия.

Полученные в результате плавления образцы подвергались микроструктурному исследованию, испытаниям на твёрдость на приборе Роквелла по шкале В, а также проводили химический анализ образцов. По результатам микроисследования полученных слитков оказалось, что лигатура выделяется по границам зёрен алюминия, что видно из рисунка 1.

Изломы всех образцов имеют хрупкий характер. Хрупкий излом имеет кристаллическое строение, происходит практически без предварительной пластической деформации, в нём можно различить форму и размер зёрен металла. Хрупкий излом

характерен для достаточно твёрдых материалов, что соответствует замеренным значениям твёрдости, которые приведены в таблице 1. Высокие значения твёрдости в отдельных точках свидетельствуют о наличии нерастворившихся частиц лигатуры.

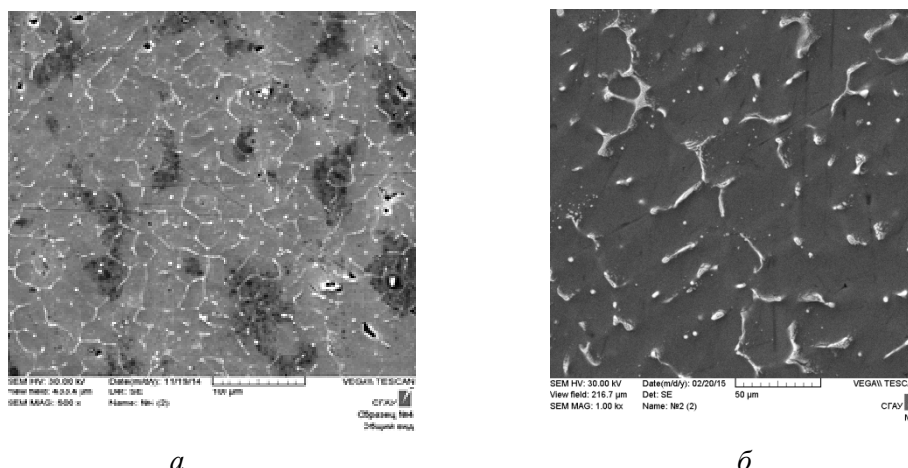


Рис. 1. Структура образцов, полученных в результате плавки:
а – образец №1, б – образец №2

Таблица 1. Значение замеров твёрдости по длине образца

№ образца	№ замера по длине образца с шагом 5 мм									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ 1	15	24	25	30	32	31	34	36	29	32
№ 2	32	40	47	56	49	54	39	27	36	26

Влияние температуры на прочность карбидокремниевых материалов имеет специфический характер. С повышением температуры прочность заметно возрастает. Для самосвязанного карбида кремния, содержащего кремниевую фазу, максимум прочности наблюдают при температуре 600-700°C. Этот эффект можно объяснить появлением пластических свойств в кремниевой фазе. Снижение прочности при дальнейшем увеличении температуры связано с разупрочнением, а при 1400°C – с плавлением структурно-свободного кремния. Возрастание прочности карбидокремниевых материалов можно объяснить и пластифицирующим действием других фазовых составляющих.

По результатам исследования был выявлен оптимальный режим получения композиционного материала с алюминиевой матрицей и упрочнителем Cu-2,5%SiC: 750°C, выдержкой 2 часа, при котором получились достаточно высокие значения твёрдости. Применение такого композиционного материала позволяет уменьшить массу деталей и элементов конструкций на 15-50%, в 1,5-2 раза повысить их жёсткость и усталостные характеристики по сравнению с прототипными металлическими материалами (например, титановыми и алюминиевыми сплавами), обеспечивая при этом повышение эффективности, конструкционной надёжности.

Композиционные материалы и изделия на алюминиевой основе отличаются достаточно высокими механическими характеристиками и хорошей технологичностью для деталей машин различного назначения, однако практическое применение их остается на низком уровне.