

УДК 621.763

В. О. Агафонова^{*}, Е. В. Иванова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева, г. Самара

^{*}*estsolidvi@gmail.com*

Научный руководитель – канд. техн. наук *А. В. Кириллова*

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ
АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА, ПОЛУЧЕННЫХ
МОДИФИЦИРОВАНИЕМ НАНОПОРОШКОВЫМИ
ПСЕВДОЛИГАТУРАМИ Si_3N_4 , AlN

Работа заключалась в исследовании свойств дисперсно-упрочненных композиционных материалов на основе алюминия. В качестве дисперсных частиц применяется нитрид кремния Si_3N_4 и нитрид алюминия AlN размером частиц 150 нанометров. Слитки, полученные в результате модифицирования, подвергались микроисследованию, исследованию на твердость и испытанию на разрыв. Результаты, полученные в ходе механических испытаний, а также микроструктуры образцов представлены в работе и свидетельствуют об упрочнении исходного сплава.

Ключевые слова: композиты, дисперсия, лигатура, модифицирование, нанопорошок, микроструктура.

V. O. Agafonova, E. V. Ivanova

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF COMPOSITES BASED
ON ALUMINUM ALLOY, OBTAINED BY MODIFICATION WITH
NANOPOWDER PSEUDOLIGATURES Si_3N_4 , AlN

The work consisted in investigating the properties of dispersion-hardened composite materials based on aluminum. Silicon nitride Si_3N_4 and AlN aluminum nitride with a particle size of 150 nanometers are used as dispersed particles. The ingots obtained as a result of the modification were subjected to microanalysis, hardness and tensile testing. The results obtained in the course of mechanical tests, as well as the microstructure of the samples are presented in the work and indicate the hardening of the initial alloy.

Keywords: composites, dispersion, ligature, modification, nanopowder, microstructure.

Композиционными называют сложные материалы, в состав которых входят сильно отличающиеся по свойствам нерастворимые или малорастворимые друг в друге компоненты, разделённые в материале ярко выраженной границей.

Композиционным материалам присущи свойства, которыми не обладают отдельные компоненты, входящие в их состав.

Для оптимизации свойств выбирают компоненты с резко отличающимися, но дополнительными друг от друга свойствами. В качестве упрочняющих фаз используются частицы тугоплавких фаз – оксидов, нитридов, боридов, карбидов [1]. В нашей работе мы используем нанопорошки Si_3N_4 , AlN .

Si_3N_4 – это тугоплавкое соединение с преимущественно ковалентным типом межатомной связи [2]. Нитрид алюминия (AlN) относится к диэлектрикам, что в сочетании с достаточно высокой химической стойкостью в биохимических средах, даёт основание считать его перспективным биоинженерным материалом [3].

Так как жидкофазные технологии получения композиционных материалов обладают рядом преимуществ по сравнению с другими методами получения композиционных материалов и являлись более эффективными в нашей работе, мы провели экспериментальные плавки при различных температурах и времени выдержки [4].

Таблица 1

Режимы плавления

№ обр.	Вес Al, г	Состав лигатуры	Температура плавления, °С	Выдержка, час
1	100	Cu + 2,5 % AlN	850	0,5
2	100	Cu + 2,5 % Si_3N_4	850	0,5
3	100	Ni + 2,5 % AlN	850	0,5
4	100	Ni + 5 % AlN	850	0,5

Полученные образцы подвергались исследованию микроструктуры, испытаниям на твердость, механическим испытаниям. Исследование микроструктуры проводилось на металлографическом микроскопе при увеличении 500.

В результате исследования микроструктуры полученных слитков, оказалось, что лигатура выделяется по границам зерен алюминия, что видно из рис. 1.

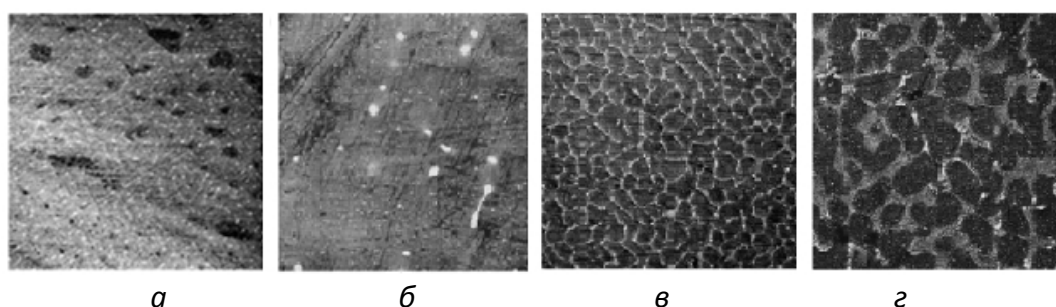


Рис. 1. Микроструктура полученных слитков: *а* – образец № 1; *б* – образец № 2, *в* – образец № 3; *г* – образец № 4

Для оценки механических свойств полученных образцов, нами были проведены испытания на одноосное растяжение.

Результаты механических испытаний представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов механических испытаний

№ обр.	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_s , МПа	δ , %	φ , %
1	132	190	17,5	34
2	146	179	9	12
3	139	179	10	14,4
4	119	239	11,3	12

По результатам механических испытаний можно сказать, что произошло упрочнение материала.

Следующим этапом работы являлось испытание на твёрдость по методу Роквелла. Исследование проводилось по торцевой поверхности образцов с шагом 5 мм по шкале В с нагрузкой 100 кг стальным шариком. Результаты испытания на твердость представлены на рис. 2.

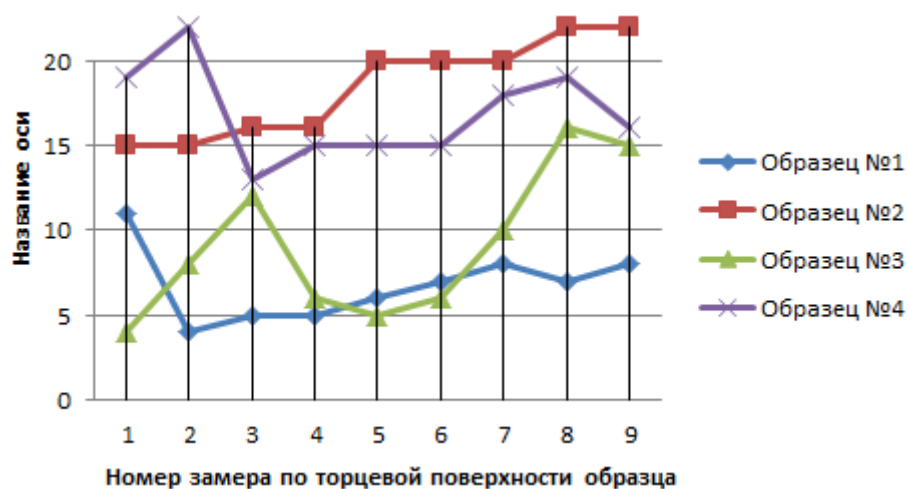


Рис. 2. График замеров твёрдости

Применение таких композиционных материалов позволяет уменьшить массу деталей и элементов конструкций на 15–50 % в 1,5–2 раза повысить их жесткость и усталостные характеристики [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Тялина Л. Н. Новые композиционные материалы / Л. Н. Тялина, А. М. Минаев, В. А. Пручкин. Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. 80 с.

2. Лысенков А. С. Конструкционная керамика на основе нитрида кремния с добавкой алюминатов кальция: дисс. ... канд. техн. наук / А. С. Лысенков. Москва, 2014. 139 с.
3. Агуреев А. В. Разработка способов получения алюмокомпозитов высокой прочности модифицированием микродобавками порошков наноксидов: дисс... канд. техн. наук / А. В. Агуреев. Москва, 2015. 153 с.
4. Агафонова В. О. Исследование влияния состава лигатуры Cu–SiC на процесс получения нового жаропрочного алюминиевого композиционного материала / В. О. Агафонова, Е. В. Иванова, А. В. Кириллова // Ин-т металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН. Москва : ООО «Ваш полиграфический партнер», 2015. 427 с.
5. Березовский В. В. Применение дисперсно-упрочненных металлических композиционных материалов на основе алюминиевого сплава, армированного частицами SiC в авиационной промышленности / В. В. Березовский // Новости материаловедения. Наука и техника, 2013. № 4. С. 1–11.