

УДК 669.14.018.44.669-72

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ И УСЛОВИЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА ЖАРОПРОЧНОСТЬ СПЛАВА ВКНА-1В**

Эльвира Гайсаевна Аргинбаева

*Студентка 6 курса*

*Российская Федерация, г. Москва, Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана, кафедра*

*«Материаловедение»*

*Научный руководитель: О.А. Базылева,*

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник ВИАМ*

В настоящее время в опытном и серийном производстве авиационных ГТД применяются сплавы на основе алюминиды никеля Ni3Al марки ВКНА, в частности для литых деталей с направленной и монокристаллической структурой – сплав ВКНА-1В. Эти сплавы превосходят жаропрочные никелевые сплавы – аналоги по рабочим температурам, отличаются пониженной плотностью (~8000 кг/м<sup>3</sup>), высоким сопротивлением окислению до 13000С и экономичным составом.

Жаропрочность интерметаллидных сплавов при высоких температурах зависит от фазово-химического состава и макроструктуры, получаемой различными методами литья. Установлено, что при переходе от равноосной литой структуры к столбчатой и монокристаллической повышается длительная прочность интерметаллидных сплавов типа ВКНА. Для повышения жаропрочности интерметаллидного сплава проводят легирование элементами, которые растворяются как в  $\gamma$ -фазе, так и в  $\gamma'$ -фазе и увеличивают при этом их параметры решетки, а также микролегирование редкоземельными элементами, которые практически не растворяются в алюминиды никеля и имеют атомный радиус ( $r_{ат}=0,164 - 0,2041$  нм) значительно выше, чем у Al и Ni.

В связи с этим представляет научный и практический интерес проведение исследований по влиянию микролегирования лантаном на время до разрушения сплава ВКНА-1В, полученного вакуумным индукционным методом.

ВИАМ разработал новые эффективные способы литья полуфабрикатов и деталей – высокоскоростная направленная кристаллизация (ВНК) и высокоградиентная направленная

кристаллизация (ВГНК), позволяющая получать более дисперсную и совершенную структуру в отливках из интерметаллидных материалов типа ВКНА-1В, что повышает не только качество литой структуры, но и жаропрочность при температурах выше 9000С.

Исследования влияния лантана на длительную прочность сплава ВКНА-1В, полученного методом ВНК, показали, что содержание La (в пределах от 0 до 0,025 масс. %) увеличивает время до разрушения интерметаллидного сплава, как с монокристаллической, так и с дендритной столбчатой структурой.

Для исследования влияния лантана на механические свойства методом ВГНК были отлиты заготовки из сплава ВКНА-1В с монокристаллической структурой с кристаллографической ориентацией  $\langle 111 \rangle$ . Результаты испытаний показали, что содержание La (в пределах от 0,03 до 0,3 масс. %) не влияет на пределы кратковременной прочности, но повышает время до разрушения при температуре 1100°C, а также положительно влияет на сопротивление высокотемпературной ползучести в диапазоне температур 1100-13000С. Установлено, что содержание La не должно превышать 0,3 масс. %, при увеличении содержания лантана более 0,3 масс. % происходит снижение времени до разрушения образцов. Исследования показали, что при введении La и проведении термообработки выделяются на стыке осей дендритов и межосных пространствах наночастицы сложного химического состава (Cr,Ti,W,Mo)La, которые оказывают положительное влияние на термическую стабильность и длительную прочность сплава типа ВКНА-1В.

Результаты исследований показали, что микролегирование интерметаллидного сплава ВКНА-1В лантаном положительно сказывается на его жаропрочности независимо от метода кристаллизации.

#### Литература

1. Базылева О.А., Бондаренко Ю.А. Разработка конструкционного интерметаллидного материала с низкой плотностью на основе алюминиды никеля, работоспособного до 1300°C, и технологии высокоградиентной направленной кристаллизации для сопловых лопаток и деталей горячего тракта // Сб. рефератов НИР ФГУП «ВИАМ», 2006
2. Базылева О.А., Бунтушкин В.П., Каблов Е.Н. Высокотемпературные конструкционные материалы на основе алюминиды никеля // Авиационные материалы. Избранные труды «ВИАМ», 2007. с.65-69