

УДК 669.14.018.44:66.065.51

## ПОЛУЧЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННО-КОМПОЗИЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Ni-Al-Re-Ru

Евгения Сергеевна Евстюнина

*Студентка 6 курса,*

*кафедра «Материаловедение»*

*Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана*

*Научные руководители: А.С.Помельникова,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение» МГТУ им.*

*Н.Э.Баумана,*

*Н.В.Петрушин,*

*доктор технических наук, ВИАМ*

Создание «чистого» газотурбинного двигателя (ГТД) с малым уровнем эмиссии оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) и углерода ( $\text{CO}_2$ ), а также низким удельным расходом топлива является чрезвычайно важной экологической задачей современности. В связи с этим, во многих странах ведутся интенсивные научные исследования по повышению рабочей температуры и эффективности термодинамического цикла работы ГТД, уменьшению веса лопаток и дисков ГТД, повышению ресурса работы двигателя. Во многом успешное решение этих задач зависит от создания и применения новых высокотемпературных жаропрочных материалов.

Эволюционное развитие жаропрочных никелевых сплавов (ЖНС) для литья монокристаллических лопаток привело к созданию сплавов пяти поколений. ЖНС первого поколения содержат традиционные легирующие элементы, такие как Al, Ti, Cr, Mo, W, Ta, Nb, Hf. В состав ЖНС второго и третьего поколений вводят легирующий элемент рений (Re). К четвертому и пятому поколениям относятся рениевые ЖНС, дополнительно легированные рутением (Ru).

Современные ЖНС для литья лопаток ГТД достигли потолка рабочих температур 1100...1150 °С, что составляет 80...85 % от их температуры плавления. Основной проблемой ЖНС, не позволяющей достичь более высоких рабочих температур, является повышенная растворимость дисперсных частиц основной упрочняющей фазы жаропрочных никелевых сплавов, сформированной на основе интерметаллического соединения  $\text{Ni}_3\text{Al}$ .

Одним из направлений решения указанной проблемы является разработка эвтектических композитов, температурная работоспособность которых будет превышать 1150 °С. К таким композитам могут быть отнесены направленно закристаллизованные с плоским фронтом роста фаз эвтектики на никелевой основе, матрицей которых является жаропрочный рений-рутение содержащий никелевый сплав, упрочненный нитевидными кристаллами монокарбидов ниобия.

В данной работе на основе расчетных и экспериментальных данных определены условия формирования плоского фронта кристаллизации и получены отливки с естественно-композиционной структурой.

Исследованы макро- и микроструктура направленно закристаллизованного

с плоским фронтом роста фаз эвтектического сплава со структурой  $\gamma/\gamma'$  – NbC, физико-химические и структурно-фазовые характеристики, а также сегрегация легирующих элементов в зависимости от доли твердой фазы.