

УДК 669.245.018.44

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ДЕФОРМИРУЕМЫХ ЖАРОПРОЧНЫХ ДИСКОВЫХ СПЛАВОВ НА НИКЕЛЕВОЙ ОСНОВЕ

Жебелев Никита Максимович⁽¹⁾, Буякина Анна Алексеевна⁽²⁾

*Студент 4 курса,
кафедра «Материаловедение»*

Инженер лаборатории №3 ФГУП «ВИАМ»⁽²⁾

Научные руководители: С.В.Овсепян⁽³⁾, А.С. Помельникова⁽⁴⁾

⁽³⁾кандидат технических наук, начальник лабораторией № 3 ФГУП ВИАМ

⁽⁴⁾доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»

Диски турбины и последних ступеней компрессора являются одними из самых ответственных и сложно нагруженных конструкций в современных газотурбинных двигателях (ГТД), которые работают в условиях циклического неравномерного изменения температур и напряжений. В настоящее время для изготовления дисков ГТД широко применяются сложнолегированные сплавы на основе никеля [1, 2].

На сегодняшний день в отечественном двигателестроении для дисков ГТД применяют сплавы, разработанные во ФГУП «ВИАМ» - ЭП742, ЭК79 и ЭК151[3, 4]. Для обеспечения высоких эксплуатационных свойств дисков необходимо правильно осуществлять подбор химического состава сплавов и параметров их термической обработки.

Целью данной работы является исследование влияния комплексного легирования и термической обработки на структуру и свойства серийных деформируемых дисковых сплавов. Необходимо было установить зависимость между количеством γ -образующих и тугоплавких элементов и температурно-временными параметрами термической обработки, исследовать влияния структуры на механические свойства сплава.

Проведена термическая обработка сплавов ЭП742, ЭК79 и ЭК151, включающая закалку для формирования регламентированного размера рекристаллизованного зерна и упрочняющих фаз, и двухступенчатое старение для полного выделения из твердого раствора набора микро- и наночастиц упрочняющей γ' -фазы, образования карбидов и боридов требуемой морфологии [5]. Выбор температуры закалки сплавов проводили экспериментально на шлифах при температуре полного растворения γ -фазы и на 5...10°C выше и ниже её с последующим охлаждением на воздухе.

Установлено, что с увеличением количества легирующих элементов в сплаве возрастёт температура полного растворения γ - фазы и, как следствие, повысится температура закалки сплава. Стоит отметить, что сложнолегированные сплавы на основе никеля очень чувствительны к температуре закалки – повышение её на 5 °C увеличивает размер зерна на несколько баллов. Увеличение количества легирующих элементов приводит к повышению продолжительности термической обработки.

Методами металлографического анализа были изучены микроструктуры образцов и проведен их сравнительный анализ. При изготовлении образцов для определения механических свойств были выбраны два режима термической обработки, обеспечивающие равномерную микроструктуру по всему сечению (2-3 и 4-5 балла по ГОСТ 5639).

Проведены испытания образцов на растяжение и ударную вязкость при комнатной температуре, а также на длительную прочность при 650 °C на базе 100 и 500 часов. Результаты испытаний показали, что увеличение суммы легирующих элементов приводит к повышению временного сопротивления разрыву, пределов текучести и длительной прочности

и снижению относительного удлинения. Образцы, термообработанные по режиму на 2-3 балл зерна, показали увеличение пластичности и жаропрочности одновременно с уменьшением временного сопротивления разрыву и предела текучести. Значение ударной вязкости не зависит от уровня легирования сплава.

Литература

1. *Оспенникова О.Г.* Стратегия развития жаропрочных сплавов и сталей специального назначения, защитных и технологических покрытий // 80 лет. Авиационные материалы и технологии: Юбил. науч.-технич. сб. (приложение к журналу «Авиационные материалы и технологии») / Под общ. ред. акад. РАН, проф. Е.Н. Каблова. – М.: ВИАМ, 2012. – С. 19-36.
2. *Ломберг Б.С., Овсепян С.В., Латышев В.Б.* Современные деформируемые жаропрочные сплавы // Научные идеи С.Т. Кишкина и современное материаловедение: Труды междунар. науч.-технич. конф. – М.: ВИАМ, 2006. – С. 75-84.
3. *Перевозов А.С., Кононов С.А.* Использование новых высоколегированных жаропрочных никелевых сплавов марок ЭК79-ИД, ЭК151-ИД для производства ответственных деталей газотурбинных двигателей различного типа. Тез. докл. на 2 конкурсной конф. молодых специалистов авиакосмической и металлургической отраслей «Новые и специальные сплавы в авиационной и ракетно-космической технике». Королев: ИПК «Машприбор», 2003, с. 11–12.
4. История авиационного материаловедения: ВИАМ - 75 лет поиска, творчества, открытий / Под общ. ред. *Е.Н. Каблова* ; ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов». - М.: Наука, 2007. - 343 с.
5. *Ломберг Б.С., Бакрадзе М.М., Чабина Е.Б., Филонова Е.В.* Взаимосвязь структуры и свойств высокожаропрочных никелевых сплавов для дисков газотурбинных двигателей // Авиационные материалы и технологии: Науч.-технич. сб. – М.: ВИАМ, 2011. – №2. – С. 25-30.