

УДК 669.245.018.44

СРАВНЕНИЕ МИКРОСТРУКТУР И СВОЙСТВ СПЛАВА ВЖ175 ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Андрей Владимирович Короткий

студент 6 курса,

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научные руководители: С.В.Овсепян⁽¹⁾, А.С.Помельникова⁽²⁾

⁽¹⁾кандидат технических наук, заведующий лабораторией №3 ФГУП ВИАМ

⁽²⁾доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»

Диски турбин и компрессора являются одними из самых ответственных и высоконагруженных деталей газотурбинных двигателей (ГТД), работающие в условиях высоких температур и динамических нагрузок. Именно поэтому особенно высокие требования по комплексу свойств, предъявляются к сплавам, предназначенным для их изготовления[1].

Современные промышленные жаропрочные сплавы имеют сложный химический и фазовый состав, трудно поддаются деформации и имеют высокую себестоимость производства. Поэтому разработка и совершенствование технологий, обеспечивающих высокий выход годного и снижение трудоемкости, повышающие качество продукции, является сложной задачей металлургических предприятий.

В данной работе проведен сравнительный анализ двух способов изготовления дисков второй ступени ГТД из жаропрочного деформируемого сплава на никелевой основе ВЖ175 для модернизированного вертолетного двигателя. Первая технология включает вакуумную индукционную (ВИ) выплавку с переплавом методом высокоградиентной направленной кристаллизации (ВГНК) с последующей изотермической деформацией слитка на гидравлическом прессе. Вторая технология включает ВИ выплавку с вакуумным дуговым переплавом (ВД) после чего из слитка получают прессованный пруток (пресс-пруток), который подвергают изотермической деформации.

Технология, при которой применяется ВГНК метод, показала недостаточную степень проработки структуры, что было установлено при исследовании макроструктуры заготовки. Дальнейшее исследование микроструктуры и фрактографический анализ образцов после механических испытаний на электронном микроскопе Tescan VegaII LMN, также выявил существенные различия в размерах зерен и, что самое главное, в характере разрушения образцов. Например, на образцах из штамповки, полученной по ВГНК технологии при большом увеличении ($\times 45000$) наблюдается увеличение количества и размера зон, свойственных для механизма хрупкого излома [7]. Это подтверждается и результатами самих механических испытаний. Полученные данные показали, что технология изготовления штамповок дисков из слитков ВГНК жаропрочного деформируемого сплава ВЖ175 не обеспечивает требуемые характеристики кратковременной прочности, пластичности и жаропрочности. Причем, в ступичной части из-за непроработанной структуры прочность ниже норм технических условий более чем на 20 %, пластичность - почти в 2 раза. Как показало проведенное исследование, штамповки дисков из сплава ВЖ175, изготовленные из прессованного прутка, обеспечивают в зоне полотна требуемые прочность, пластичность, жаропрочность и малоцикловую усталость (МЦУ).

В работе изучались такие важнейшие параметры, как коэффициент использования металла (КИМ), другие механические свойства, исследовалась микроструктура заготовок после термической обработки.

Установлено, что технология ВИ выплавки с ВД переплавом и получением прессованного прутка, с последующей его изотермической деформацией, является оптимальной для производства крупногабаритных дисков, диаметром 350 мм.

Литература

1. *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.
2. *Деформация и свойства материалов для авиационной и космической техники: тр. Междунар. конф. / Пер. с англ. Бернштейна Л.М., Матевосяна А.П., Сандлера В.С.* – М.: Металлургия, 1982. – 376 с.
3. *Б.С. Ломберг, С.В. Овсеян, В.Б. Латышев* «Современные деформируемые жаропрочные сплавы» / *Труды международной научно-технической конференции «Научные идеи С.Т. Кишкина и современное материаловедение», 25-26 апреля 2006.* – М.: ВИАМ, 2006. – 378 с.
4. «Буклет» ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ / Под общ. ред. акад. РАН Е.Н. Каблова. М., 2012. – 72 с.
5. *Ломберг Б.С., Овсеян С.В., Бакрадзе М.М.* Особенности легирования и термической обработки жаропрочных никелевых сплавов для дисков газотурбинных двигателей нового поколения // *Авиационные материалы и технологии : Науч.-технич. сб.* – М.: ВИАМ, 2010. – №2. – С. 3-7.
6. *Бакрадзе М.М.* Особенности легирования и термической обработки высокожаропрочных никелевых сплавов нового поколения для дисков перспективных газотурбинных двигателей.: дис. ... канд. техн. наук : 05.16.01 : защищена 19.04.11 : утв. 08.07.11 / Бакрадзе Михаил Михайлович. — М., 2011. — 118 с.
7. *Феллоуз Дж.* (ред.) Фрактография и атлас фрактограмм Справочник. / Пер. с англ. Шур Е.А. — Под ред. Бернштейна М.Л. — М.: Металлургия, 1982. — 489 с.