

**УДК 669.245.018.44**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ЖАРОПРОЧНЫХ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ ДИСКОВ ВЕРТОЛЕТНОГО ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ**

Андрей Владимирович Короткий

*студент 5 курса,*

*кафедра «Материаловедение»*

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

*Научные руководители: С.В.Овсепян<sup>(1)</sup>, А.С.Помельникова<sup>(2)</sup>*

*<sup>(1)</sup>кандидат технических наук, заведующий лабораторией №3 ФГУП ВИАМ*

*<sup>(2)</sup>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. В то же время штамповка, изготовленная из пресс-прутка, имеет равномерную структуру по всей поверхности заготовки и полностью рекристаллизованное зерно.

Результаты испытаний 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 технического условия более чем на 20%, пластичность почти в 2 раза. Штамповки дисков из сплава ВЖ175, изготовленные из прессованного прутка, обеспечивают в зоне полотна требуемую 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 350мм.

## 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. Овсепян, 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*. Москва. 2012 – 72 с.
5. *Ломберг Б.С., Овсепян 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.