

поверхности БА, в которую ударяет гипотетический разряд.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мырлова, Л.О. Анализ стойкости систем связи к воздействию излучений[Текст]/Л.О. Мырлова, В.Д. Попов, В.И. Верхотуров. Под ред. К.И. Кука – М.: «Радио и связь», 1993. – 268 с.

2. Соколов, А.Б. Обеспечение стойкости бортовой радиоэлектронной

аппаратуры космических аппаратов к воздействию электростатических разрядов[Текст] / А.Б. Соколов // Дис. на соискание уч. ст. докт. техн. наук: 05.12.04: защищена 18.06.09. М.: МИЭМ, 2009. - 228 с.

3. Каплянский, А.Е. Теоретические основы электротехники[Текст] / А.Е. Каплянский, А.П. Лысенко, Л.С. Полотовский // Учеб. пособие.- М.: Высшая школа, 1972– 448 с.

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТОЯНИЯ СПЛАВА ВТ9 ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ШТАМПОВКЕ МЕТОДОМ ВЫДАВЛИВАНИЯ В ОБЛАСТИ В-ДЕФОРМАЦИИ

© 2012 Костышев В.А., Питюгов М.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет), Самара

## STRUCTURALLY-PHASE CONDITION OF ALLOY VT9 AT HIGH-SPEED EXPRESSION IN AREA $\beta$ – DEFORMATIONS

© 2012 V.A.Kostyshev, M.S.Pityugov

The report is devoted manufacture of shovels of compressor GTD by a method of high-speed expression. In it a number of economic and technological advantages of a method, and also its some lacks is described, concrete ways of their considerable decrease and a direction of the further research of this perspective view of processing of metals are offered by pressure.

Лопатки компрессоров газотурбинных двигателей относятся к числу наиболее нагруженных деталей, находящихся под воздействием больших растягивающих и знакопеременных изгибающих напряжений, работающие в агрессивных средах при повышенных температурах. Зачастую, именно лопатки определяют ресурс работы и надежность ГТД. Повышение эксплуатационных характеристик и ресурса работы лопаток является одной из приоритетных задач авиационной промышленности.

Одним из наиболее перспективных методов изготовления лопаток является высокоскоростное выдавливание. Этот метод позволяет получать тонкопрофильные изделия с коэффициентом вытяжки более 10 единиц из титановых сплавов, которые зачастую

обладают недостаточной технологической пластичностью при обычных скоростях деформирования на кривошипном горячештамповочном оборудовании.

Для двухфазных титановых сплавов наряду с высокой усталостной прочностью и жаропрочностью, характерна высокая чувствительность к концентраторам напряжения, зависящая от структурно-фазового состояния материала. Пластинчатые структуры обладают более высокой трещиностойкостью, чем глобулярные. Получение тонкопластинчатых структур, сочетающих высокую выносливость и вязкость разрушения, представляет значительные технологические трудности. Особенно сильное влияние на формирование структуры оказывает неравномерность деформации связанная с градиентом

температурного поля по сечению заготовки под выдавливание и в области формирования пера (в очаге деформации) при штамповке, и коэффициент контактного трения. Вследствие того, что коэффициент вытяжки при высокоскоростном выдавливании лопаток может превышать 10 едениц, применение различных видов стеклосмазок, эмалевых покрытий, графитовой суспензии и др. видов смазки не оказывает существенного влияния на снижение коэффициента контактного трения в области формирования профиля пера лопатки, поскольку смазка остается с поверхностными слоями металла заготовки в области формирования замковой и трактовой поверхностей лопатки. Одним из наиболее эффективных способов снижения коэффициента контактного трения при высокоскоростном выдавливании является покрытие исходных заготовок мягкими металлами. Оптимальным технологическим решением является нанесение на титановую заготовку никеля гальваническим методом. При температуре 980°С никель с титаном будут образовывать легкоплавкую эвтектику.

Так как воздействие индуктором будет кратковременным, легкоплавкая эвтектика будет образовываться в контакте с поверхностью прутка тонкой пленкой и осуществлять роль смазки. Это значительно уменьшит коэффициент контактного трения и обеспечит ламинарное течение металла в контактной зоне: штамповая оснастка – заготовка, что позволит приблизиться к эффекту жидкостно-граничного трения и создать равномерность напряженно-деформированного состояния по всему объему штамповки. Также это позволит увеличить ресурс работы штампов.

УДК 621.431.75

## **ПОДХОДЫ К CFD-МОДЕЛИРОВАНИЮ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ ГАЗОГЕНЕРАТОРА ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

© 2012 А.В.Кривцов, Л.С. Шаблий

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева  
(национальный исследовательский университет)

Создание равномерного температурного поля в момент деформирования будет достигаться за счет применения индукционного нагрева. В результате такого нагрева поверхность будет перегреваться по отношению к сердцевине. При переносе заготовки от индукционной печи к высокоскоростному молоту, заготовка охлаждается и будет происходить выравнивание температуры по сечению. Таким образом, в момент деформирования заготовка будет иметь практически одинаковую температуру по всему объему, а высокая скорость нагрева токами высокой частоты позволяет существенно снизить рост зерна. Это способствует созданию равномерной деформации и последующего структурно-фазового состояния и повышению свойств готового изделия.

В условиях кратковременности деформирования и последующем быстром охлаждении тонких полотен штампованной детали внутризеренная структура зависит не только от условий деформации, но и от фазовой перекристаллизации ориентированных в процессе деформации  $\beta$ -зерен. Вследствие увеличенной плотности дефектов кристаллического строения, препятствующих непрерывному и свободному росту  $\alpha$ -пластин в одном направлении и способствующих зарождению новых  $\alpha$ -пластин не только на границах, но и внутри зерен, формируется текстурованная мелкозернистая структура  $\beta$ -зерен с тонкопластинчатым разориентированным внутризеренным состоянием  $\alpha$ -пластин. Такая структура обеспечивает получение наряду с высокими значениями прочности, пластичности выносливости, повышение КСТ в 4...5 раз по сравнению с традиционными глобулярными структурами.