

УДК 621.81:539.4.014

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ УПРОЧНЕНИЯ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ГТД МИКРОШАРИКАМИ С УЧЕТОМ ДОПУСКАЕМЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

А.С. Букатый

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.Ф. Павлов
Рыбинская государственная авиационная технологическая академия
имени П.А. Соловьёва

В основе проблемы назначения оптимальных режимов упрочнения лежит определение такого распределения остаточных напряжений (ОН) в поверхностном слое детали, при котором деталь будет обладать необходимой долговечностью при таких остаточных деформациях, величина которых не будет превышать технологические допуски. Решение данной проблемы подразумевает три основных этапа.

Первый – определение распределения ОН в упрочняемом поверхностном слое, соответствующем наилучшим показателям испытаний на усталость.

На втором этапе определяют зависимости величины и глубины распределения ОН от параметров режима упрочнения. К таким основным параметрам относятся: диаметр шариков, давление воздуха и длительность упрочнения. Эти зависимости можно получить на основе многофакторного эксперимента.

Третий этап заключается в прогнозировании технологических остаточных деформаций деталей после упрочнения на режиме, соответствующем наилучшим показателям усталостных испытаний. Если деформации детали не удовлетворяют технологическим допускам, то на основе расчетных методик подбирают такие величины ОН и зоны упрочнения, которые обеспечивали бы необходимую геометрическую точность детали.

Указанные выше расчетные методики предлагается разрабатывать на основе аналитических и численных методов, например, на основе метода конечных элементов (МКЭ). Аналитический метод является менее трудоемким и эффективен в тех случаях, когда упрочняемая деталь имеет простую форму и ее расчетную схему можно представить в виде сочленения типовых элементов: цилиндров, колец и кольцевых пластин. Тогда расчет основан на составлении уравнений упругого сопряжения типовых элементов, решение которых не вызывает значительных сложностей. При изменении каких-либо параметров в расчетной схеме (размеров, величины ОН и др.) можно легко получить результаты расчета, что является большим преимуществом аналитических методов перед численными.

Необходимость в численном методе возникает для деталей сложной объемной формы, представление которых простыми элементами невозможно или приводит к большим упрощениям и погрешностям расчета. МКЭ более эффективен и в тех случаях, когда необходимо дополнительно определять области поверхности детали и величину напряжений из условия, чтобы деформации детали были в допустимых пределах. Особенностью применения МКЭ является необходимость использования в расчетах не остаточных, а так называемых начальных напряжений, определение которых рассмотрено в работах А.Н. Овсеенко и С.А. Букатого. В данной работе на примере тонкостенных дисков компрессора ГТД рассмотрены оба метода расчета. При расчете МКЭ использована система ANSYS с применением многослойных элементов.