

Динамические процессы и системы

УДК 621.787:4

Букатый А.С., Зотов Е.В., Ефросинин А.В., Пешков П.А.

НАЗНАЧЕНИЕ РЕЖИМОВ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ДЕТАЛЕЙ – ЭЛЕМЕНТОВ ШАССИ – ПО ДОПУСКАЕМЫМ ДЕФОРМАЦИЯМ

На предприятиях авиационной отрасли применяются различные методы повышения долговечности деталей машин. Одним из способов повышения сопротивления усталости является упрочнение методом поверхностного пластического деформирования. Дробеструйная обработка применяется при изготовлении 90% деталей шасси, причём многие из них имеют сложную геометрическую форму. К этим деталям предъявляются высокие требования по геометрической точности и выносливости. Высокая стоимость деталей не позволяет проводить большое количество опытных работ в процессе назначения режимов упрочнения, поэтому разработка методик назначения режимов упрочнения с применением расчётных методов моделирования напряжённо-деформированного состояния деталей после упрочняющей обработки актуальна и целесообразна для дорогостоящих авиационных деталей.

Обеспечение отклонений размеров и формы деталей в пределах технологического допуска является одной из основных задач назначения режимов упрочняющей обработки. Для её решения на основе предварительных исследований проводится расчётное прогнозирование технологических остаточных деформаций (ТОД). По результатам расчётов производится назначение оптимальных режимов дробеструйной обработки на стадии проектирования технологического процесса упрочнения деталей. После этого используется роботизированная упрочняющая установка для упрочнения различных зон деталей на оптимально подобранных режимах. В качестве критерия оптимальности выбирается соответствие детали технологическим допускам. При этом задача расчётного прогнозирования остаточных деформаций и выбора режимов упрочнения состоит в том, чтобы опасные зоны детали упрочнялись на наиболее интенсивных режимах, обеспечивающих наибольшее повышение сопротивления усталости.

Расчётно-экспериментальные работы проводились для крупногабаритной детали шасси – «траверса», изготовленной из материала ВТ22. Тело траверсы выполнено в виде полых цилиндров с толщиной стенки до 10 мм, причём габаритные размеры траверсы превышают 1000 мм. Вся наружная поверхность траверсы подвергается упрочняющей

пневмодробеструйной обработке. Наличие остаточных напряжений в поверхностном слое на большой измерительной базе приводит к появлению остаточных деформаций, выраженных в изменении взаимного расположения элементов траверсы. Упрочнение траверсы по типовому технологическому процессу не обеспечивало необходимое сопротивление усталости, так как в процессе испытаний опытные детали разрушались. Поэтому целью работы являлось упрочнение деталей с применением интенсивных режимов в наиболее нагруженных зонах.

Работы по назначению режимов упрочняющей обработки траверсы проводились на основе подходов [1, 2]. Первичная отладка режимов упрочняющей обработки проводилась на контрольных образцах-пластинах по типовому технологическому процессу. В соответствии с базовым технологическим процессом прогиб контрольных образцов должен составлять 1,2 – 1,6 мм. В указанном диапазоне были выбраны режимы минимальной и максимальной интенсивности упрочнения, обеспечивающие требуемый прогиб. Получена оптимальная скорость перемещения сопел упрочняющей установки – 60 мм/с. По результатам обработки упрочнения контрольных пластин и построения кривой насыщения для основных поверхностей детали были установлены параметры режима упрочняющей обработки: скорость перемещения сопел – 60 мм/с; давление воздуха – 2 Атм; расход дробы – 4,5 кг/мин (для каждого сопла).

После первичной отладки процесса упрочнения проводилось расчётное прогнозирование возможных ТОД траверсы. Центральная часть траверсы является основным элементом, оказывающим наибольшее влияние на изменение геометрических размеров и формы. Расчётное прогнозирование ТОД проводилось с применением метода конечных элементов по методике работы [3]. Модель центральной части траверсы выполнялась в виде объёма, размеченного элементами solid45. Упрочнённый поверхностный слой (рис. 1) был выполнен в виде отдельно выделенного объёма, толщина которого равна глубине залегания сжимающих остаточных напряжений. Разбиение поверхностного слоя выполнено элементами Solid-shell 186. Результаты расчётов показали, что наиболее нагруженные зоны детали – концентраторы напряжений – можно упрочнять на более интенсивных режимах (повышение давления воздуха до 2,8 Атм, расход дробы до 5 кг). Однако для обеспечения геометрической точности детали основные поверхности траверсы необходимо упрочнять, обеспечивая минимальную интенсивность упрочняющей обработки из диапазона, предусмотренного технологическим процессом: давление воздуха – 2 Атм; расход дробы – 4,5 кг/мин.

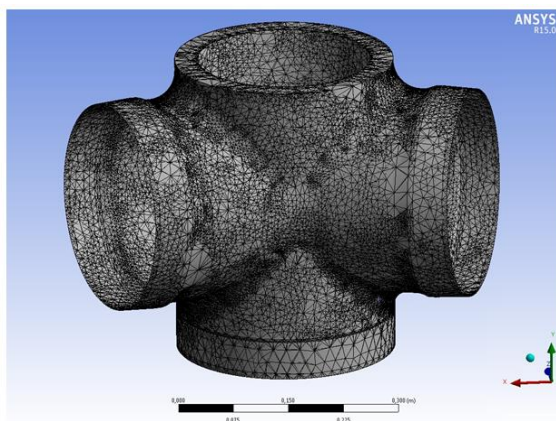


Рис. 1. Конечно-элементная модель упрочнённого
поверхностного слоя траверсы

Упрочнение осуществлялось с применением роботизированного упрочняющего оборудования на базе робота АBB стальными микрошариками диаметром 600 мкм. Варьирование параметров режимов упрочнения для различных зон детали позволило обеспечить геометрические размеры и форму детали в пределах технологических допусков. При этом упрочнение наиболее нагруженных зон детали было выполнено с применением более интенсивных режимов упрочнения относительно режимов, используемых при обработке основных поверхностей траверсы.

Библиографический список

1. Букатый, С.А. Коробление и размерная стабильность маложёстких тонкостенных деталей в производстве газотурбинных двигателей [Текст] / С.А. Букатый, И.В. Семенченко // Вестник машиностроения. М.: Машиностроение. – 1994. – № 10. – С. 32-37.
2. Букатый, С.А. Прогнозирование коробления деталей ГТД после обработки поверхности на основе исследования остаточного напряжённого состояния материала [Текст]: автореф. ... докт. техн. наук: 05.07.05, 01.02.06 / С.А. Букатый. – Рыбинск, 1996. – 28 с.
3. Букатый, А.С. Назначение оптимальных режимов упрочнения деталей ГТД с учётом геометрии упрочняемых деталей [Текст] / А.С. Букатый // Авиация и космонавтика 2008: Тезисы седьмой международной конференции. Тезисы докладов – Москва: МАИ. – 2008. – С. 68.