

Букатый А.С., Денискина Е.А., Злобин А.С., Шляпников П.А.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ОТВЕРСТИЙ ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ ПНЕВМОДРОБЕСТРУЙНОМ УПРОЧНЕНИИ

В настоящее время на авиационных предприятиях используются различные методы повышения сопротивления усталости деталей машин [1]. Большинство упрочняемых деталей в авиационном производстве обладают сложной формой, и к ним предъявляются высокие требования по геометрической точности и выпуклости. Значительная стоимость деталей не позволяет проводить большое количество опытных работ по отладке режимов упрочнения. В связи с этим возникает проблема назначения режимов упрочняющей обработки, обеспечивающих отклонения размеров и формы деталей в пределах технологического допуска. Для решения указанной задачи используется роботизированное упрочняющее оборудование, а также проводятся исследования, позволяющие осуществить расчётное прогнозирование технологических остаточных деформаций (ТОД): эллипсность и изменение диаметра. По результатам расчётов производится назначение оптимальных режимов дробеструйной обработки на стадии проектирования технологического процесса упрочнения деталей [2, 3].

Исследованиям подвергалась деталь типа элемента шасси из сплава ВТ-22. Наиболее подверженный кораблению участок детали – проушина с диаметром отверстия $20^{+0,20}$ мм. Назначение режимов упрочнения отверстия проушины осуществлялось на основе подходов, изложенных в работах [2, 3]. Перед проведением опытных работ

выполнялось предварительное расчётное прогнозирование технологических остаточных деформаций отверстия проушины. Модель проушины выполнена в виде основного объёма материала детали и объёма упрочнённого поверхностного слоя (рисунок 1). Толщина поверхностного слоя отверстия равна глубине залегания остаточных напряжений, соответствующих выбранному режиму упрочняющей обработки. В поверхностный слой модели



Рисунок 1 – Модель проушины

отверстия детали загружались остаточные напряжения, приводящие к технологическим остаточным деформациям. По результатам расчёта на выбранном режиме дробеструйной обработки получено увеличение диаметра отверстия на 0.012 мм. Технологический допуск составляет 0.02 мм. Реализация разработанной ранее методики назначения режимов упрочняющей обработки [3] показала эффективность выбранного режима упрочнения для обработки детали в пределах допуска. Остаточные деформации расчётной модели детали после упрочнения показаны на рисунке 2. Опытные работы проводились на двух деталях. Первая деталь – рабочая, изготовленная в соответствии с технологическим процессом, вторая деталь – опытный макет. Упрочнение деталей осуществлялось вращающимся соплом с внутренним диаметром 8 мм стальными микрошариками диаметром 0,6 мм при давлении воздуха 0,2 МПа, расход дробы 1 кг/мин. По результатам опытных работ диаметр отверстия рабочей детали увеличился на 0,016 мм, что соответствует результатам расчётов. Упрочнение второй детали-макета показало уменьшение отверстия на 0,015 мм.

Исследование данного явления расчётным методом прогнозирования технологических остаточных деформаций показало, что при минимизации влияния

технологической наследственности в детали, выполненной в соответствии с технологическим процессом, наличие сжимающих остаточных напряжений от дробеструйной обработки привело к увеличению диаметра отверстия в соответствии с результатами предварительных расчётов. Это говорит о пригодности выбранного режима упрочнения для внедрения в производство. Полученное в результате проведения опытных работ уменьшение



Рисунок 2 – Остаточные деформации расчётной модели

диаметра отверстия макета, изготовленного не по технологии, обусловлено высоким уровнем объёмных остаточных напряжений в проушине детали. В результате поверхностного упрочнения в объёме детали протекают релаксационные процессы, сопровождающиеся уменьшением объёмных остаточных напряжений проушины и, как следствие, уменьшением диаметра отверстия.

Выводы

1. При упрочнении ответственных деталей для проведения опытных работ необходимо изготавливать образцы по идентичной технологии с последующим контролем остаточных напряжений в поверхностном слое. При назначении режимов упрочнения по методике [3] в процессе расчёта технологических остаточных деформаций детали необходимо учитывать технологические остаточные напряжения от предыдущих операций технологического процесса.

2. Результаты проведённых работ показали, что диаметр отверстий после упрочнения может, как увеличиваться, так и уменьшаться. Это позволяет управлять геометрическими размерами и формой детали на стадии разработки технологического процесса.

3. Изложенная проблема особенно актуальна при производстве тонкостенных деталей с отверстиями, при изготовлении которых обработке подвергаются все поверхности, в результате чего на изменение диаметра оказывает влияние не только напряжённо-деформированное состояние поверхностного слоя отверстия, но и наследственные от предыдущих операций остаточные напряжения во всём объёме проушины.

Библиографический список

1. Петросов, В.В. Гидродробеструйное упрочнение деталей и инструмента [Текст] / В.В. Петросов // – М.: Машиностроение. – 1977. – 163 с.
2. Букатый, А.С. Назначение оптимальных режимов упрочнения деталей ПТД с учётом геометрии упрочняемых деталей [Текст] / А.С. Букатый // Авиация и космонавтика 2008: Тезисы седьмой международной конференции. Тезисы докладов – М.: МАИ. – 2008. – С. 68.
3. Букатый, А.С. Оптимизация режимов дробеструйного упрочнения высокоточных деталей на основе энергии поверхностного пластически деформированного слоя [Текст] / А.С. Букатый, В.С. Стогов, А.А. Иванов // Прочность материалов и элементов конструкций. Тезисы докладов международной научно-технической конференции. Киев, Украина, 28-30 сентября 2010 г. Том 1. – С. 56 – 57.