

УДК 539.4.014.13

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ОТВЕРСТИЙ  
ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ  
ПРОИЗВОДСТВ ПРИ ПНЕВМОДРОБЕСТРУЙНОМ УПРОЧНЕНИИ**

Киселёв П. Е., Колесникова М. С., Букатый А. С.

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

В настоящее время на авиационных предприятиях используются различные методы повышения долговечности деталей машин [1]. Большинство упрочняемых деталей в авиационном производстве обладают сложной формой и к ним предъявляются высокие требования по геометрической точности и выносливости. Высокая 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 размеров. По результатам расчётов производится назначение оптимальных режимов дробеструйной обработки на стадии проектирования технологического процесса упрочнения деталей [2, 3].

Исследованиям подвергалась опытная деталь – элемент шасси из сплава ВТ-22. Наиболее подверженный короблению участок детали – проушина с диаметром отверстия 20 мм. Назначение режимов упрочнения отверстия проушины осуществлялось на основе подходов, изложенных в работах [2, 3]. При упрочнении проушины опытной детали с диаметром отверстия 20 мм выявлено изменение диаметра отверстия, превышающее технологические допуски.

Упрочнение осуществлялось вращающимся соплом с внутренним диаметром 8 мм стальными микрошариками диаметром 0,6 мм при давлении воздуха 20 МПа, расход дробы – 1 кг/мин. По результатам опытных работ диаметр отверстия уменьшился на 0,015 мм. Исследование данной проблемы путём расчётного прогнозирования технологических остаточных деформаций показало, что при отсутствии технологической наследственности наличие сжимающих остаточных напряжений от дробеструйной обработки должно приводить к увеличению диаметра отверстия.

Полученное в результате проведения опытных работ уменьшение диаметра обусловлено высоким уровнем объёмных остаточных напряжений в проушине детали после предыдущих операций технологического процесса. В результате поверхностного упрочнения в объёме детали протекают релаксационные процессы, сопровождающиеся уменьшением объёмных остаточных напряжений проушины, и, как следствие, уменьшение диаметра отверстия. По результатам проведённых работ назначение режимов упрочняющей обработки осуществлялось путём проведения дополнительных расчётов с учётом технологической наследственности.

Выводы:

1. При упрочнении ответственных деталей необходимо изготавливать опытные образцы по идентичной технологии и определять остаточные напряжения 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 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 ГТД с учетом геометрии упрочняемых деталей [Текст] / А. С. Букатый // Авиация и космонавтика 2008: Тезисы седьмой международной конференции. Тезисы докладов – Москва: 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.