

УПРОЧНЯЮЩАЯ ОБРАБОТКА ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ АВИАЦИОННЫХ ШАССИ SSJ-100 ПО ДОПУСКАЕМЫМ ДЕФОРМАЦИЯМ

Букатый А.С.^{1,2}, Букатый С.А.^{1,2}, Бычков Д.А.², Сараев А.С.^{1,2}, Фёдоров Д.Г.¹

¹Самарский университет, г. Самара, bukaty@inbox.ru

²АО «Авиаагрегат», г. Самара

Ключевые слова: пневмодробеструйное упрочнение, поверхностное пластическое деформирование, остаточные напряжения, остаточные деформации, детали шасси.

Обеспечение долговечности особо ответственных деталей является актуальной задачей авиационных производств [1]. Сложность процесса назначения режимов упрочняющей обработки заключается в том, что упрочняемые детали в авиационном производстве обладают сложной геометрической формой, кроме того, к ним предъявляются высокие требования по геометрической точности и выносливости. Применительно к деталям шасси также важен масштабный фактор. Высокая стоимость деталей не позволяет проводить большое количество опытных работ по отладке режимов упрочнения. В связи с этим возникает задача назначения режимов упрочняющей обработки, обеспечивающих размеры и форму деталей в пределах заданных технологических допусков. Эффективное решение указанной задачи может осуществляться с помощью применения роботизированного упрочняющего оборудования и исследований, позволяющих проводить расчётное прогнозирование технологических остаточных деформаций (ТОД) деталей. Этот подход позволяет без проведения опытных работ на натурных деталях проводить предварительное назначение режимов упрочняющей обработки, осуществляемой поверхностным пластическим деформированием. По результатам предварительных расчётов появляется возможность назначения режимов дробеструйной обработки на начальном этапе при проектировании технологического процесса упрочнения деталей [2, 3].

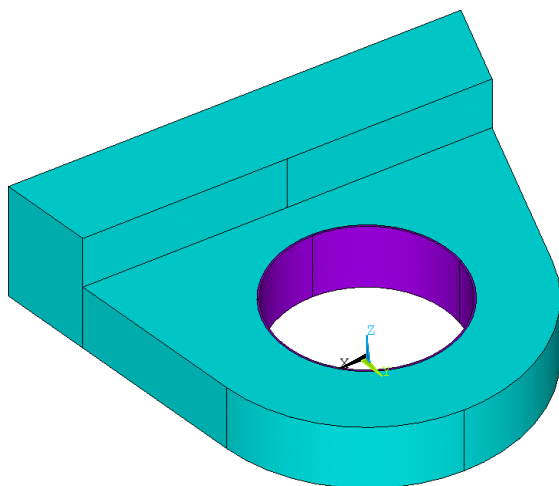


Рисунок 1 – Модель проушины

В данной работе упрочнению подвергалась деталь – подкос SSJ100, изготавливаемая из материала ВТ-22. Наиболее подверженные короблению участки детали – проушины с диаметром отверстия $20^{+0,02}$ мм. Работы по назначению режимов упрочнения подкоса осуществлялись на основе работ [2, 3]. На начальном этапе проводилось расчётное прогнозирование ТОД отверстий проушины. Основные деформации, которыми подвержены проушины в результате применения пневмодробеструйного упрочнения, это эллипсность и изменение диаметра. Модель проушины выполнена в виде основного объёма материала детали и объёма упрочнённого поверхностного слоя (рис. 1). Толщина

поверхностного слоя отверстия равна глубине залегания остаточных напряжений, соответствующих выбранному режиму упрочняющей обработки. В поверхностном слое отверстия детали моделировались остаточные напряжения. Результатом расчётов являлись технологические остаточные деформации. 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 годной детали. Остаточные деформации расчётной модели детали после упрочнения показаны на рис. 2. Опытные работы проводились на двух деталях. Первая деталь основная, 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 основной детали увеличился на 0,016 мм, что соответствует результатам расчётов. Упрочнение второй детали-макета показало уменьшение отверстия на 0,015мм.

Исследование данного явления путём расчётного прогнозирования технологических остаточных деформаций показало, что при минимизации влияния технологической наследственности в детали, выполненной в соответствии с технологическим процессом,

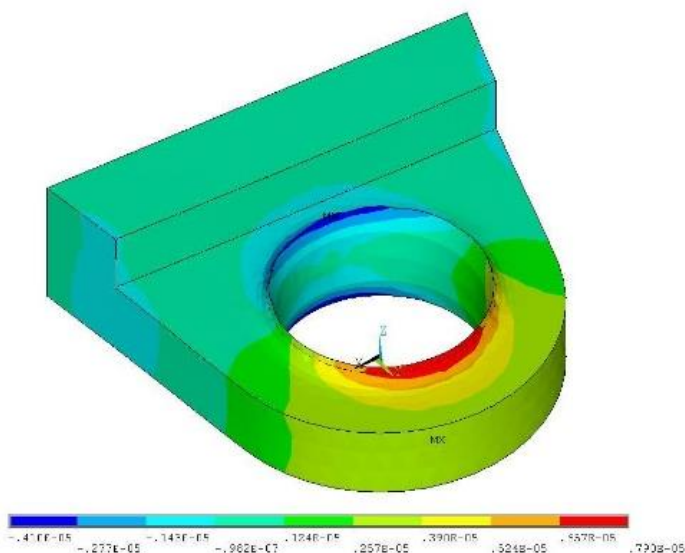


Рисунок 2 – Остаточные деформации отверстия

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

проушины, и, как следствие, уменьшением диаметра отверстия.

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

Проблема обеспечения геометрической точности ответственных авиационных деталей особенно актуальна при изготовлении 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 от предыдущих операций технологического процесса изготовления всей детали.

Список литературы

1. Петросов В. В. Гидродробеструйное упрочнение деталей и инструмента / М.: Машиностроение, 1977. 163 с.
2. Букатый А. С. Назначение оптимальных режимов упрочнения деталей ГТД с учетом геометрии упрочняемых деталей / Авиация и космонавтика, 2008. Тезисы седьмой международной конференции. Тезисы докладов. Москва: МАИ, 2008. С. 68.
3. Букатый А.С., Стогов В.С., Иванов А.А. Оптимизация режимов дробеструйного упрочнения высокоточных деталей на основе энергии поверхностного пластически деформированного слоя // Прочность материалов и элементов конструкций. Тезисы докладов

международной научно-технической конференции. Киев, Украина, 28-30 сентября 2010 г. Том 1. С. 56-57.

Сведения об авторах

Букатый Алексей Станиславович, доктор технических наук, начальник лаборатории технологических проблем АО «Авиаагрегат», профессор кафедры сопротивления материалов Самарского университета. Область научных интересов: упрочняющие технологии и покрытия, остаточные напряжения и деформации.

Букатый Станислав Алексеевич, доктор технических наук, профессор кафедры сопротивления материалов Самарского университета, ведущий инженер АО «Авиаагрегат». Область научных интересов: механика разрушения и малоцикловая усталость, остаточные напряжения и деформации.

Бычков Дмитрий Анатольевич, ведущий инженер АО «Авиаагрегат». Область научных интересов: упрочняющие технологии и покрытия, остаточные напряжения и деформации.

Сараев Алексей Сергеевич, аспирант кафедры сопротивления материалов Самарского университета, мастер гальванического цеха АО «Авиаагрегат». Область научных интересов: упрочняющие технологии и покрытия, остаточные напряжения и деформации.

Фёдоров Дмитрий Геннадьевич, ассистент кафедры сопротивления материалов Самарского университета. Область научных интересов: упрочняющие технологии и покрытия, остаточные напряжения и деформации.

SHOT PEENING HARDENING OF CRITICAL AVIATION CHASSIS SSJ-100 PARTS ON THE BASIS OF DEFORMATION TOLERANCES

Bukatyi A.S.^{1,2}, Bukatyi S.A.^{1,2}, Bychkov D.A.², Saraev A.S.^{1,2}, Fyodorov D.G.¹

¹Samara University, Samara, Russia, bukaty@inbox.ru

²JSC Aviaagregat, Samara

Keywords: shotpeening hardening, surface plastic deforming, residual stresses, residual deformations, chassis parts.

Shotpeening hardening by surface plastic deformation is an actual way to increase the durability of critical aircraft parts. In this paper, the hardening treatment of SSJ-100 chassis parts is considered. The strut of chassis is made of VT-22 material. The purpose of the work was to ensure the geometric accuracy of the part after shotpeening hardening. The area prone to warping is the eyelets of the strut. The main types of deformations to which the eyelets are subjected: ovality and an increase in diameter. On the basis of previous research and developed methods, the calculated prediction of technological residual deformations of the strut from hardening using the basic shotpeening regimes was carried out. According to the results of the calculations, the hardening regimes were adjusted. As a result of the work, it was possible to assign optimal regimes of hardening treatment, as well as to ensure residual deformations of the strut in the specified technological tolerances. The results of this study are applicable to other parts subject to warping as a result of residual stresses after shotpeening.