

ОРКК

Объединенная
ракетно-космическая корпорация

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ОБЪЕДИНЕННАЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ»
(ОАО «ОРКК»)

Бережковская наб., д. 22, Москва, 121059
Тел. +7 (495) 780-22-44, факс +7 (495) 660-65-65
E-mail: info@rosorkk.ru, <http://www.rosorkk.ru>
ОКПО 07558633, ОГРН 1097746448580
ИНН/КПП 7722692000/773001001

№ _____
На № _____ от _____

Ученому секретарю
Диссертационного совета
Д 212.092.06
к.т.н., доценту
Д.Г. Колыхалову

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Хейн Вин Зо на тему: «Повышение эффективности технологических процессов формообразования трубных заготовок при изготовлении деталей летательных аппаратов», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Как показывает эксплуатация, трубопроводы разрушаются по причине утонений в зонах изгибов или в зонах резкого изменения диаметров. К причинам низкой работоспособности можно отнести эллипсность, волнистость стенок, то есть те факторы, которые зависят от технологического процесса формоизменения заготовок.

Это приводит к выводу о том, что технологические процессы формообразования должны обеспечивать высокие механические характеристики материала труб, качество внутренней и внешней поверхностей, минимальное искажение формы поперечного сечения трубы и минимальных утонений в зонах локальных деформаций. Таким образом, задачи разработки новых

принципиальных способов изготовления труб из алюминиевых, стальных, титановых трубных заготовок (ТЗ), а также повышения эффективности существующих способов становится весьма актуальной.

Представленная работа выполнена на кафедре «Технология производства летательных аппаратов» ФГБОУ ВПО «Московский авиационно-технологический институт – Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского». Часть работ была проведена на базе ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет» на кафедрах «Технология самолетостроения», «Машиностроение и металлургия».

Теоретическими и практическими вопросами исследования напряженно-деформированного состояния материалов при пластическом деформировании занимались многие российские и зарубежные ученые: А.С. Чумадин, Р.И. Тавасшерна, В.И. Ершов, М.Н. Горбунов, М.В. Сторожев, Е.А. Попов, В.Б. Юдаев, Г.А. Смирнов-Аляев, Н.Н. Малинина, А.А. Ильюшин, Е.И. Исаченков, А.Г. Овчинников, А.И. Целиков, Н.И. Могильный, А.Д. Матвеев, О.В. Попов, Б.Н. Марьин, С.И. Феоктистов, Ю.Н. Алексеев, В.И. Глазков, В.Г. Кононенко, Л.Г. Юдин, С.П. Яковлев, С. Колпакчиогли, Ш. Кобаяси, Э. Томсен и др.

Несмотря на высокую значимость для теории, практики и производства работ, проведенных вышеуказанными учеными, решение проблем формовки, при сложных схемах формообразования труднодеформируемых ТЗ, еще далека от завершения. Анализ работ показал, что необходимо продолжение исследований в направлении интенсификации процессов деформирования ТЗ, а также в направлении разработки новых способов деформирования.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности существующих технологических процессов формообразования и разработка и исследование новых технических решений по формообразованию трубных заготовок для обеспечения технологичности и высокого качества деталей ЛА.

Для достижения цели работы были сформулированы и решались следующие задачи:

- разработка математической модели процесса формообразования деталей гидрогазовых систем ЛА для задач осесимметричного и асимметричного деформирования с нагревом и без нагрева;

- разработка и исследование новых способов раздачи деталей гидрогазовых систем ЛА при различных способах деформирования (гибка-раздача по жесткому пуансону, обжим и раздача при помощи жестких пуансонов, при помощи эластичных и эластосыпучих сред, ротационный обжим и раздача)

- проведение исследований и разработка математической модели процессов формообразования деталей гидрогазовых систем ЛА с применением жестких пуансонов, с учетом одновременного воздействия термической и силовой составляющей интенсификации технологического процесса;

- проведение исследований и разработка численной модели процесса обжима и раздачи трубных заготовок с использованием эластичных и эластосыпучих сред;

- проведение исследований локальной деформации при раскатке и ротационном обжиге труб, разработка математической модели процесса раскатки и ротационного обжима трубных деталей гидрогазовых систем ЛА на основе энергетического метода баланса работ;

- установление качественных и количественных характеристик наиболее рациональных технологических процессов формообразования деталей из трубных заготовок;

- разработка рекомендаций по выбору схемы деформирования и проектированию технологической оснастки для производства деталей гидрогазовых систем ЛА;

- разработка перспективных способов формообразования трубных заготовок с применением мощных импульсов токов.

- проверка адекватности разработанных моделей путем экспериментальных металлографических исследований и прочностных испытаний.

В диссертационной работы были использованы следующие методы исследования:

- численное моделирование процессов обжима и раздачи трубных заготовок с использованием теории пластичности и вариационных методов расчета;

- анализ влияния технологических факторов производства деталей на их качественные показатели;

- конечно-элементное моделирование процессов формообразования деталей из трубных заготовок;

- экспериментальные металлографические исследования макро - и микроструктуры натуральных образцов изделий;

- испытания образцов трубных изделий на статическую и усталостную прочность, виброиспытания, химический анализ поверхности после штамповки.

Научная новизна диссертационной работы состоит в следующем:

- разработана математическая модель формообразования деталей гидрогазовых систем ЛА из трубных заготовок по жесткому пуансону с учетом влияния определяющих факторов процесса, а именно: сил трения, упрочнения материала трубной заготовки в процессе деформации, силовой и термической составляющих процесса;

- разработана математическая модель процесса формообразования деталей гидрогазовых систем ЛА из трубных заготовок с использованием эластичных и эластосыпучих сред, проведено конечно-элементное моделирование, выявлены предельные характеристики технологического процесса;

- разработана математическая модель для расчета параметров технологического процесса при раскатке и ротационном обжиме концевого участка трубы с учетом внеконтактных деформаций, сил контактного трения между подпором и заготовкой, изменения механических характеристик материала трубных заготовок в результате обработки в несколько переходов;

- впервые получены результаты комплексных экспериментальных исследований характеристик изделий трубопроводов ЛА из алюминиевых сплавов, нержавеющей стали, титановых сплавов на различные виды нагружений, на основании которых разработан комплекс рекомендаций по силовой и температурной интенсификации;

- на основе металлографических исследований формоизмененных трубных заготовок получены микро-и макроструктурные данные, на основании которых сделаны выводы о предельно допустимых стадиях процессов формообразования деталей ЛА из трубных заготовок.

Достоверность диссертационной работы основывается на использовании известных уравнений механики деформируемого твердого тела, использовании лицензионных программных продуктов конечно-элементного анализа напряженно-деформированного состояния конструкций, подтверждаемого экспериментальными и расчетными данными, удовлетворительной сходимостью теоретических, расчетных и экспериментальных данных.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

- разработан комплекс рекомендаций по проведению проектно-конструкторских работ с учетом обеспечения технологичности проектируемых деталей за счет выбора рациональных режимов проведения технологических процессов формообразования деталей гидрогазовых систем ЛА;

- разработаны методика расчета процессов формообразования деталей ЛА из трубных заготовок с учетом интенсифицирующих факторов, предложены

новые конструкции технологической оснастки, новые способы формообразования концевых участков трубных заготовок;

- на основе проведенных экспериментов получены эмпирические выражения для расчета технологических параметров процесса обработки трубных заготовок с учетом влияния сил контактного трения, внеконтактных деформаций и внешних сил;

- разработан комплекс рекомендаций по силовой и температурной интенсификации процессов формообразования трубных заготовок, определены рациональные режимы проведения технологических процессов, предложены эффективные пути совершенствования процессов ротационного обжима и раздачи деталей ЛА из трубных заготовок;

- разработаны программные продукты автоматизированного расчета параметров технологического процесса ротационного обжима и раскатки, получены коэффициенты Муни-Ривлина для различных типов эластичной и эластосыпучей среды, приведены рекомендации по выбору формы конечного элемента при конечно-элементном моделировании процессов формообразования трубных заготовок;

Результаты работы:

- использованы в проектировании, конструкции и производстве самолетов в ООО Научно-производственное объединение «АэроВолга» (446370, Самарская область, Красноярский район, с. Красный Яр, а/я 17, e-mail: aerovolga.63@mail.ru) при разработке трубных полуфабрикатов, позволяющие повысить качество изготавливаемых деталей, определить рациональные режимы обработки, обеспечивающие высокую степень деформации трубы при заданном качестве трубных деталей и подтверждает, что предложенный способ повышает производительность формоизменения в 1,5-2,0 раза. Имеется акт об использовании результатов работы;

- использованы для корректировки при производстве компонентов авиационной техники в АО «Санкт-Петербургская авиаремонтная компания» (196210, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, д.12, e-mail: info@sparc.spb.ru). Установлено что процесс ротационного обжима труб в 1,2-1,5 раза повышает предельные деформации заготовки по сравнению с обжимом на матрице, при этом существенным фактором становится время обработки. Снижение времени обработки при увеличении деформирующего усилия повышает степень формоизменения заготовок. Имеется акт об использовании результатов работы.

Публикации. Основное содержание диссертации раскрыто в 29 научных трудах, в том числе в 16 статьях, опубликованных в журналах рекомендуемого ВАК перечня.

Личный вклад. Все основные положения диссертации, теоретические исследования, моделирование, экспериментальные работы, составление программно-расчетных комплексов выполнены лично соискателем.

Структура и объем диссертации. Представленная работа включает в себя введение, пять глав, общие выводы по работе, список использованных источников и приложения. Диссертация содержит 387 страниц основного текста, 259 рисунков, 70 таблиц, 2 приложения. Список литературы содержит 214 наименований работ отечественных и зарубежных авторов.

Замечания по диссертационной работе: следует отметить, что экспериментальные исследования выполнены на трубных заготовках из материалов 12X18H10T; Ст.3, Ø 60 мм; Ст.3, Ø 42,5 мм; АМг6, Ø 50 мм. Следовало бы охватить больший диапазон материалов, применяемых в авиастроении.

Несмотря на указанные замечания, содержание работы соответствует теме. Выводы отражают основные направления исследования. Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Отмеченные недостатки не снижают в целом хорошего впечатления о диссертационной работе.

Вывод: диссертационная работа Хейн Вин Зо на тему: «Повышение эффективности технологических процессов формообразования трубных заготовок при изготовлении деталей летательных аппаратов», является законченным научно-квалификационным трудом, выполненным на высоком научном и техническом уровне. Подготовленные автором разработки несут в себе практическую ценность при решении важных прикладных задач, обладают актуальностью, научной новизной и практической значимостью, что отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.07.02. «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Заместитель генерального директора
по проектам и программам,
д.т.н., профессор



А.А. Медведев