

Филиал
Публичного акционерного общества
«АВИАЦИОННАЯ ХОЛДИНГОВАЯ
КОМПАНИЯ «СУХОЙ»
«Комсомольский-на-Амуре
авиационный завод
имени Ю.А. Гагарина»
(Филиал ПАО «Компания «Сухой»
«КНААЗ им. Ю.А. Гагарина»)
Россия, 681018, Хабаровский край,
г.Комсомольск-на-Амуре, ул. Советская,1 тел. 8
(4217) 52-62-00, 22-85-25
факс 8 (4217) 52-64-51, 22-98-51
E-mail: info@knaapo.com
ОГРН 1037740000649, ИНН 7740000090

Утверждаю:
Заместитель генерального
директора–
директор филиала ПАО
«Компания» Сухой»
«КНААЗ им. Ю.А. Гагарина»


А.И. Пекарш

« » _____ 2015 г. № _____
На № _____ от _____

ОТЗЫВ

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

1. Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Хейн Вин Зо посвящена важной народно-хозяйственной проблеме, направлена на совершенствование методов и способов производства деталей летательных аппаратов и повышение их эффективности, при улучшении показателей их надежности, безопасности и живучести конечного продукта. Тема исследования является актуальной, так как повышение эффективности производства деталей летательных аппаратов обеспечивает значительное снижение затрат на производства, повышает производительность и технологичность.

Предмет исследования диссертации – технологические процессы формообразования трубных заготовок при изготовлении трубопроводных систем в авиационном и ракетно-космическом производстве.

Трубопроводные системы в современных летательных аппаратах работают в сложных условиях. На их ресурс и безотказность влияет целый комплекс внутренних и внешних факторов: внутреннее давление в магистралях трубопроводов; комплексные статические и динамические нагрузки; вибрация; высокие температурные нагрузки. Неточности, допущенные при изготовлении трубопроводов, могут привести к повышенным потерям энергии в гидрогазовых системах ЛА, а разрушение трубопроводов ЛА может привести к созданию

аварийных и даже катастрофических ситуаций. Дефекты могут возникнуть вследствие неправильно выбранного температурного режима либо силового воздействия. Появляющиеся дефекты в виде волнистости, эллипсности, козырьков, утонений в местах изгиба приводят к потере прочности и устойчивости стенок трубопроводов, что снижает энергоэффективность конструкций, сокращает ресурс, приводит к сбоям в системах ЛА.

В связи с этим, трубопроводы современных ЛА изготавливаются из высокопрочных алюминиевых, стальных и титановых сплавов. Эти материалы плохо поддаются пластическому деформированию при обычных условиях. Практическая значимость данной работы весьма высока, поскольку в ней предложены новые методы и способы деформирования трубных заготовок из стальных и титановых сплавов.

Современные авиационные и ракетно-космические производства позволяют реализовывать новые научно-технические решения задачи, которые наиболее остро стоят перед учеными последние 25-30 лет. Возможность совмещения в одном процессе как силовых, так и температурных режимов, возможности автоматизации позволяют в значительной степени интенсифицировать процессы формообразования, повысить качество трубных изделий, снизить количество брака. Именно такие решения представлены и исследованы в настоящей диссертационной работе и в полной мере соответствуют выбранной теме.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

По теме диссертации опубликовано 29 научных работ, из них 16 статей в ведущих научных рецензируемых журналах и изданиях перечня ВАК Минобрнауки РФ.

Обоснованность основных научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, подтверждается значительным объемом выполненных при непосредственном участии автора научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, завершившихся разработкой новых и усовершенствованных технологических процессов формообразования трубных заготовок при производстве деталей ЛА, получением опытных образцов, проведением их испытаний и сравнением с расчетными данными. Проведенный комплекс экспериментов доказал правильность выбранных теоретических и методологических положений.

Основные положения и результаты диссертационных исследований докладывались и обсуждались на международных, всероссийских, отраслевых и региональных симпозиумах, конференциях, выставках в Москве, Комсомольске-на-Амуре, Риме (Италия), Киле (Германия), Минске (Беларусь), Тель-Авиве (Израиль) в 2010 – 2015 годах.

3. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность выполненной диссертационной работы подтверждается результатами аналитических и экспериментальных исследований, проводимых на экспериментальных лабораторных установках, внедрением их результатов на

действующие предприятия авиационной промышленности, использованием численных методов решения дифференциальных уравнений механики деформируемого твердого тела, конечно-элементного анализа процессов формообразования с учетом целого комплекса технологических факторов и физико-механических характеристик материала, хорошей сходимостью полученных результатов.

Научная новизна проведенных аналитических и экспериментальных исследований, выполненных автором и представленных в диссертации, заключается в следующем:

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

- разработана математическая модель процесса формообразования деталей гидрогазовых систем летательных аппаратов из трубных заготовок с использованием эластичных и эластосыпучих сред, выполнено конечно-элементное моделирование, выявлены предельные возможности технологического процесса;

- разработана математическая модель для расчета параметров технологического процесса при раскатке и ротационном обжиге концевой 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;

- проведен комплекс экспериментальных исследований характеристик изделий трубопроводов летательных аппаратов из алюминиевых сплавов, нержавеющей стали, титановых сплавов на различные виды нагружений, в результате чего разработан комплекс рекомендаций по силовой и температурной интенсификации.

4. Оценка структуры и содержания диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, где представлены общие выводы по работе, библиографического списка из 214 наименований и содержит 388 страниц основного текста, 70 таблиц и 259 рисунков.

Содержание и структура диссертации логически связаны, соответствуют поставленным целям и задачам. Язык и стиль оформления диссертации на качественном уровне, в каждой главе содержательно представлены выводы исследований, а также общие выводы по работе.

Во введении показана актуальность выбранного направления исследования, сформулирована цель, приведена научная новизна, степень достоверности, практическая значимость полученных результатов и дана информация об апробации полученных положений исследования.

Первая глава содержит восемь разделов, включая выводы. В ней приведен анализ изготовления деталей летательных аппаратов методом формообразования из трубных заготовок, рассмотрены определяющие факторы процесса, а также влияние на процесс гидростатического давления, электроимпульсной обработки. Приведен анализ предельных возможностей совмещенного процесса гибки с

одновременной раздачей, рассмотрено состояние дел в области формообразования трубных заготовок по жестким пуансонам, в области локального ротационного деформирования, в области формообразования эластичными и сыпучими средами.

Вторая глава содержит четыре раздела, включая выводы. В ней приведено построение математических моделей формообразования трубных заготовок по жестким пуансонам, методом ротационного обжима и раскатки, а также посредством сыпучих тел.

Ценность данной главы заключается в разработке математических моделей формообразования законцовок трубных заготовок, разработке алгоритмов решения задач расчета контактных давлений при ротационных процессах, поведения сыпучих гранулированных сред в процессе нагружения и передаче давления на стенки трубных заготовок.

Третья глава содержит четыре раздела, включая выводы. В ней приведены исследования процессов раздачи трубных заготовок при различных случаях деформирования.

Ценность данных исследований заключается в разработке приближенных решений по оценке напряженно-деформированного состояния материала трубных заготовок в процессе деформации. На основе изучения процессов формообразования были выявлены предельные возможности процесса деформирования и разработаны методы и способы получения равнотолщинных деталей трубопроводов, за счет чего можно значительно снизить производственный брак, повысить технологичность производственных процессов.

Четвертая глава содержит четыре раздела, включая выводы. В ней приведена постановка задач экспериментальных исследований, проведен выбор оборудования для проведения формообразования по жестким пуансонам, ротационными методами и с учетом применения эластичных и сыпучих сред, а также выбрано оборудование для оценки результатов проведенных экспериментов по формообразованию.

Ценность данной главы заключается в разработке теоретической части исследований процессов формообразования трубных заготовок различными методами, значительном объеме проведенных исследований, а также в получении качественных показатели деталей на основе проведения металлографических исследований, физико-механических испытаний, испытаний на прочность, вибропрочность, герметичность, на основе чего получены качественные и количественные характеристики оптимального технологического процесса формообразования деталей летательных аппаратов из трубных заготовок.

Пятая глава содержит семь разделов, включая выводы. В ней приведены наиболее рациональные способы проведения технологических процессов формообразования трубных заготовок различными способами, рекомендации по повышению технологичности производственных процессов.

Ценность данной главы заключается в разработке рациональной схемы формообразования деталей с помощью сборно-разборных пуансонов, формообразования рогаобразных сердечников методами гибки-раздачи, рекомендации по подготовке готовых деталей к соединению в магистралях трубопроводов, а также в рекомендациях по моделированию процессов формообразования в специализированных программных комплексах конечно-элементного моделирования технологических процессов. Особую значимость имеют рекомендации по формообразованию деталей из титановых сплавов с

- другие методы и средства разработки и осуществления технологических процессов производства».

2. «Технологические процессы, специальное оборудование для изготовления деталей летательных аппаратов, включая технологию:

- изготовления деталей обработкой давлением (ковка, штамповка и др.);
- термической, термомеханической и химико-термической обработки деталей;

- изготовления деталей совмещенными и комплексными методами, в том числе в гибких производственных системах».

3. «Организация и экономика производства летательных аппаратов, включая:

- производственную структуру предприятия и особенности организации технологических процессов в опытном, единичном, мелкосерийном и серийном производстве;

- методы оценки технологичности изделий».

7. Соответствие автореферата диссертации ее содержанию

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

8. Замечания по диссертационной работе

В качестве основных замечаний можно отметить следующее:

- математическая модель построена на основе данных по песчаным грунтам, морского песка и сухих отходов дробильной фабрики, в связи с чем возникает вопрос, что предлагает использовать автор в качестве эластичного сыпучего материала и как корректируется пересчет характеристик модели с песка на эластичные упругие материалы;

- из четвертой главы неясно, каким образом контролируется точность изготовления полученных деталей типа тройник, т.е. отклонения, допуски формы и расположения и, соответственно, как повышается точность изготовления в связи с предложенными методами;

- недостаточно проработан вопрос влияния характеристик титановых сплавов на предельно возможные коэффициенты формообразования, и соответственно, их влияние на геометрические параметры полученных изделий;

- для повышения точности расчетов в дальнейшем было бы целесообразно использовать соотношения для описания механических свойств титановых сплавов, учитывающих более широкий диапазон скоростей формообразования, что было бы весьма актуально при последующем внедрении методик в другие изделия авиакосмической промышленности;

- рекомендации, приведенные в пятой главе, проблематично использовать на практике в конструкторских бюро и на производстве из-за сложного описания процесса формообразования, во многом повторяющего предварительные теоретические исследования, для ощутимого экономического эффекта разработанные методики должны быть доведены до соответствующих нормативных актов и ведомственных стандартов;

учетом определения энергетических режимов воздействия на заготовку мощных импульсов тока.

В заключении приведены общие выводы по работе.

5. Практическая значимость результатов диссертационной работы

Практическая значимость выполненной работы состоит в том, что на основе значительного объема теоретических работ соискателем разработан комплексный подход в проведении исследований на основе применения средств моделирования и проведения испытаний полученных образцов разработан комплекс рекомендаций по повышению эффективности производственных процессов формообразования трубных заготовок, а именно:

- 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;

- разработана 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;

6. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности

Диссертация соответствует заявленной специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», так как содержит основные положения «Области исследований»:

1. «Технологическая подготовка производства объектов авиационной и ракетно-космической техники, включая:

- конструктивно-технологические решения, позволяющие проводить опережающую подготовку производства;

- технологичность конструкций;

- не освещены вопросы обоснованности выбора формы конечных элементов при конечно-элементном моделировании технологических процессов формообразования;

- в работе отсутствуют сведения о регистрации авторских прав на технические решения, полученные в результате работы.

Указанные недостатки, в целом, несколько снижают качество проведенных исследований, но не влияют на главные научные выводы и практические результаты диссертации.

9. Заключение по диссертации

На основании изучения диссертации, автореферата и работ соискателя, опубликованных по теме диссертации, можно сделать заключение, что диссертация Хейн Вин Зо выполнена на высоком научном уровне и представляет собой самостоятельное законченное исследование, в котором содержится решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение, изложены новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие авиационной и ракетно-космической отрасли и страны в целом.

Диссертационная работа Хейн Вин Зо соответствует требованиям положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор Хейн Вин Зо заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Заключение было принято на заседании НТС НПО Филиала ПАО «Компания «Сухой» Комсомольский-на-Амуре авиационный завод имени Ю.А. Гагарина 20 января 2016 г., протокол № 1.

Главный научный сотрудник начальник
научно-производственного отдела
филиала ПАО «Компания» Сухой»
«КнААЗ им. Ю.А. Гагарина»,
канд. техн. наук


Р.Ф. Крупский

01.02.2016

Почтовый адрес: 681018, Российская Федерация, Хабаровский край, город
Комсомольск-на-Амуре, ул. Советская, 1,
Тел. +7 (4217) 52-62-00, 22-85-25
Факс: +7 (4217) 52-64-51, 22-98-51
E-mail: info@knaaz.su